

Влияние пневмоперитонеума под различным давлением на показатели легочной механики и удовлетворенность хирурга при лапароскопической холецистэктомии

Б. Кючюкёзташ¹, Л. Ийиликчи², С. Озбилгин^{2*}, М. Озбилгин², Т. Унек², Х. Эллидокуз²

¹ Университет Эге, медицинский факультет, кафедра анестезиологии и интенсивной терапии, Üniversite Cad. №: 9 Борнова — 35100, Турция

² Университет Докуз Эйлул, медицинский факультет, кафедра анестезиологии и интенсивной терапии, İnciraltı Mah. Mithatpaşa Cad. №: 1606 Sok. İnciraltı — 35340 Измир, Турция

The Effects of Different Pressure Pneumoperitoneum on the Pulmonary Mechanics and Surgical Satisfaction in the Laparoscopic Cholecystectomy

Beyza Küçüköztaş¹, Leyla İyilikçi², Sule Ozbilgin^{2*}, Mücahit Özbilgin², Tarkan Ünek², Hülya Ellidokuz²

¹ Ege University, School of Medicine, Department of Anesthesiology and Intensive Care, Üniversite Cad. No: 9 Bornova — 35100, Turkey

² Dokuz Eylül University, School of Medicine, Department of Anesthesiology and Intensive Care, İnciraltı Mah. Mithatpaşa Cad. No: 1606 Sok. İnciraltı — 35340 İzmir, Turkey

Для цитирования: Б. Кючюкёзташ, Л. Ийиликчи, С. Озбилгин, М. Озбилгин, Т. Унек, Х. Эллидокуз. Влияние пневмоперитонеума под различным давлением на показатели легочной механики и удовлетворенность хирурга при лапароскопической холецистэктомии. *Общая реаниматология*. 2021; 17 (6): 33–41. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-6-33-41> [На русск. и англ.]

Резюме

При лапароскопической хирургии в зависимости от объема пневмоперитонеума и положения пациента происходят изменения дыхания, гемодинамики и метаболизма.

Цель исследования — оценить влияние повышения внутрибрюшного давления на основе пневмоперитонеума с применением CO₂ при лапароскопических операциях на гемодинамические и дыхательные параметры, а также удовлетворенность хирурга и обзор операционного поля.

Материалы и методы. В данное проспективное исследование включили 116 пациентов I–III класса ASA в возрасте 18–70 лет, перенесших лапароскопическую холецистэктомию. Проанализировали данные 104 пациентов. Пациентов разделили на две группы: группу низкого давления (<12 мм рт. ст., НД), *n*=53, и группу стандартного давления (>13 мм рт. ст., СД), *n*=51. В качестве метода обезболивания в обеих группах применяли тотальную внутривенную анестезию. Во всех группах использовали стандартный и TOF-мониторинг. Используемые методы анестезии в обеих группах документировали. До, во время и после инсуффляции газа в брюшную полость регистрировали параметры вентиляции и гемодинамические показатели. Адекватность пневмоперитонеума, обзор органов ЖКТ и операционного поля оценивал и регистрировал оперирующий хирург.

Результаты. Значимых различий в насыщении кислородом периферической крови между группами НД и СД не выявили, с учетом дыхательного объема, частоты дыхательных движений, содержания CO₂ в конце выдоха, среднего и пикового инспираторного давления, а также минутной вентиляции. При сравнении гемодинамических показателей, сразу после интубации и перед экстубацией трахеи отметили, что в группе НД значения систолического, диастолического и среднего артериального давления были выше. Значимых различий в частоте сердечных сокращений в исследуемые периоды между группами не наблюдали. Не отмечали и значимых различий между группами с точки зрения удовлетворенности хирургическим вмешательством и обзором операционного поля.

Заключение. Пневмоперитонеум с низким давлением обеспечивает эффективную механику дыхания и стабильную гемодинамику при лапароскопической холецистэктомии. Кроме того, подобный пневмоперитонеум обеспечивает хирургу достаточное пространство для манипуляций. Анестезиологическое пособие (общая внутривенная анестезия в сочетании с нервно-мышечной блокадой) при использовании пневмоперитонеума с низким давлением обеспечивает хорошую визуализацию операционного поля.

Адрес для корреспонденции:

*Суле Озбилгин
E-mail: ozbilginsule@gmail.com

Correspondence to:

*Sule Ozbilgin
E-mail: ozbilginsule@gmail.com

Ключевые слова: лапароскопическая холецистэктомия; пневмоперитонеум; операционное поле; удовлетворенность операцией; низкое давление; глубокая нервно-мышечная блокада

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Тезисы данного исследования были частично представлены на конгрессе Euroanaesthesia 2016 в Лондоне.

Summary

Objectives. Inspiratory, hemodynamic and metabolic changes occur in laparoscopic surgery depending on pneumoperitoneum and patient position. This study aims to evaluate the effects of intra-abdominal pressure increase based on CO₂ pneumoperitoneum in laparoscopic operations on hemodynamic parameters and respiratory dynamics and satisfaction of surgeon and operative view.

Materials and Methods. A total of 116 consecutive, prospective, ASA class I–III cases aged 18–70 years undergoing laparoscopic cholecystectomy were enrolled in this study. Data of 104 patients were analysed. Patients were divided into two groups as the group Low Pressure (<12 mmHg) (Group LP) ($n=53$) and the group Standard Pressure (>13 mmHg) (Group SP) ($n=51$). In this study administration of general anaesthesia used total intravenous anaesthesia in both groups. All groups had standard and TOF monitorization applied. The anaesthesia methods used in both groups were recorded. Before, during and after peritoneal insufflation, the perioperative ventilation parameters and hemodynamic parameters were recorded. The adequacy of pneumoperitoneum, gastric and the operative view were evaluated by the operating surgeon and recorded.

Results. The peripheral oxygen saturation showed no significant difference between the low and standard pressure pneumoperitoneum in view of tidal volume, respiratory rate, end tidal CO₂, mean and peak inspiratory pressure, and minute ventilation values. In terms of hemodynamics, when values just after intubation and before extubation were compared, it was observed that in the LP group systolic, diastolic and mean blood pressure values were higher. In terms of heart rate, no significant difference was observed in determined periods between groups. There was no significant difference between the groups in terms of surgical satisfaction and vision.

Conclusion. Low pressure pneumoperitoneum provides effective respiratory mechanics and stable hemodynamics for laparoscopic cholecystectomy. It also provides the surgeon with sufficient space for hand manipulations. Anaesthetic method, TIVA and neuromuscular blockage provided good surgery vision with low pressure pneumoperitoneum.

Keywords: laparoscopic cholecystectomy; pneumoperitoneum; surgical vision; surgery satisfaction; low pressure; deep neuromuscular blockage

Conflict of Interest. The authors declare no conflict of interest. Abstract of this study was presented partly at the Euroanaesthesia Congress 2016, London.

DOI:10.15360/1813-9779-2021-6-33-41

Введение

Холелитиаз — распространенное заболевание пищеварительной системы, которое лечится хирургическими способами. С развитием лапароскопии лапароскопическая холецистэктомия стала общепринятым методом лечения. Данное вмешательство признано золотым стандартом лечения холелитиаза во всем мире благодаря таким преимуществам, как менее выраженный болевой синдром в послеоперационном периоде, небольшой размер разреза, более короткое пребывание в стационаре и более быстрое возвращение к повседневной жизни. Указанный минимально инвазивный метод снижает частоту осложнений и смертность и считается весьма надежным и эффективным [1–3].

Ежегодно у 2–4% лиц с желчными камнями развиваются симптомы желчной колики, острого холецистита, обструктивной желтухи

и желчнокаменного панкреатита [4, 5]. Каждый год в Америке выполняется более 1,5 млн. холецистэктомий [6]. Частота встречаемости желчных камней среди взрослого населения на Западе составляет около 10–15% [5–8].

Давление инсuffляции при лапароскопической холецистэктомии обычно составляет 12–15 мм рт. ст. В обзоре базы данных Cochrane Grusamy et al. [7] определили в качестве стандартного давление в диапазоне между 12 и 16 мм рт. ст., низкого — менее 12 мм рт. ст., а высокого — более 17 мм рт. ст. Согласно проведенным исследованиям, давление более 15 мм рт. ст. не способствует дальнейшему расширению обзора операционного поля [8]. Пневмоперитонеум обеспечивает достаточную визуализацию брюшной полости и позволяет манипулировать лапароскопом. По некоторым данным, пневмоперитонеум с низким давлением при лапароскопической холецистэктомии сопровождается уменьшением болевого синдрома.

Таблица 1. Демографические характеристики пациентов.

Показатели	Значения показателей в группах		p
	НД, n=53	СД, n=51	
*Возраст, годы	53,00 (38,50–61,00)	50,00 (37,00–62,00)	0,543
Пол женский/мужской, n	40/13	32/19	0,160
*Индекс массы тела, кг/м ²	27,80 (25,50–30,55)	26,90 (23,40–31,20)	0,390
Класс ASA 1/2/3, n	14/29/10	19/28/4	0,191
*Длительность анестезии, мин	95,00 (80,00–117,50)	100,00 (90,00–120,00)	0,351
*Длительность инсuffляции, мин	60,00 (45,00–70,00)	60,00 (45,00–80,00)	0,181

Примечание. Для табл. 1, 2: * — привели медианные значения (25–75 процентиля).

Тем не менее, эти выводы подвергаются сомнению, поскольку было обнаружено, что различные клинические исследования, подробно описывающие преимущества данного вмешательства, были методологически необъективны и отличались неадекватным «ослеплением» [2].

Рандомизированные клинические исследования использования пневмоперитонеума с низким давлением показали уменьшение частоты нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы [9], жалоб на боли в плече [10], а также выраженности болевого синдрома и потребности в анальгетиках [10, 11]. Важным аспектом пневмоперитонеума с низким давлением являются безопасность и обеспечение достаточного хирургического обзора.

В исследовании проводили сравнение респираторных и гемодинамических параметров у пациентов, подвергающихся лапароскопической холецистэктомии при стандартном давлении по сравнению с аналогичным вмешательством с низким давлением. Кроме того, мы поставили перед собой цель — изучить и обсудить последствия такого вмешательства с точки зрения удовлетворенности хирурга и качества обзора операционного поля.

Материал и методы

Данное исследование провели после получения разрешения от Этического комитета в области неотложных методов медицинского факультета Университета Докуз Эйлюль (протокол № 1538-GOA от 29.05.2014, решение № 2014/21-07) и информированного согласия пациентов. В проспективное наблюдательное исследование включили 116 пациентов классов I–III ASA в возрасте 18–70 лет, подвергшиеся плановой лапароскопической холецистэктомии.

Изучили истории болезни пациентов, перенесших лапароскопическую холецистэктомию в течение 3-х месяцев. Согласно записям, пневмоперитонеум с низким давлением применялся у 53 пациентов, а стандартный пневмоперитонеум — у 51 пациента. Затем продолжили оценку в двух соответствующих группах, сформированных на основании давления пневмоперитонеума: с низким давлением (< 12 мм рт. ст., НД), n=53, и стандартным давлением (> 13 мм рт. ст., СД), n=51. Исследование провели у 116 пациентов, при этом общее число пациентов, чьи данные проанализировали, составило 104.

Четыре пациента в группе НД и 8 пациентов в группе СД перенесли открытую лапаротомию и были исключены из исследования.

Критерии исключения:

1. Острый холецистит
2. Снижение эластичности легких или повышение сопротивления воздушных путей (хронические заболевания легких)
3. Морбидное ожирение (ИМТ>35)
4. Злокачественные новообразования или хронические воспалительные заболевания
5. Заболевания печени или почек
6. Заболевания эндокринной или иммунной системы
7. Прием иммуносупрессивной терапии
8. Проведение открытой лапаротомии
9. Любое сопутствующее хирургическое вмешательство помимо холецистэктомии
10. Хирургические вмешательства на органах брюшной полости в анамнезе.

Демографические характеристики пациентов представили в табл. 1.

Пациентам в группах с НД и СД проводили стандартные обследования (неинвазивное измерение АД, ЭКГ, насыщение периферической крови кислородом), а также контроль нейромышечной функции с помощью монитора TOF-Guard (Biometer International A.S. DENMARK) перед введением анестезии.

В обеих группах для индукции анестезии вводили ремифентанил в дозе 0,2–0,5 мкг/кг/мин в течение двух минут, затем внутривенно пропофол в дозе 1–2 мг/кг и внутривенно рокуроний в дозе 0,5 мг/кг. После индукции пациентам давали 100% кислород со скоростью 6 л/мин с помощью лицевой маски для вентилизации.

Для поддержания анестезии применяли 50% смесь кислорода и воздуха и внутривенную инфузию ремифентанила в дозе 0,1–0,4 мкг/кг/мин и пропофола в дозе 50–150 мкг/кг/мин (3–9 мг/кг/час). Во время хирургического вмешательства при возникновении судорожной реакции и наличии индекса TOF>1 вводили 0,1–0,15 мг/кг дозы нервно-мышечного блокады рокурония. Для снятия нервно-мышечной блокады при достижении значения посттетанического коэффициента (PTC) 1–2 вводили сугаммадекс в дозе 4,0 мг/кг внутривенно.

Искусственное дыхание с положительным давлением начинали со скоростью потока 2–4 л/мин и контролем FiO₂ на уровне 0,5 для обеспечения дыхательного объема 6–8 мл/кг с частотой 10–12 дыханий/мин. Режим РЕЕР не использовали, а соотношение вдох:выдох составило 1:2. Для искусственного дыхания использовали наркозный аппарат Dräger, Zeus Infinity Empowered (Dräger Medical AG&Co. KG, Германия).

Таблица 2. Характеристика особенностей хирургических вмешательств при инсуффляции O₂.

Показатели	Значения показателей в группах		p
	НД, n=53	СД, n=51	
Попытки введения иглы Вереша (1/2/3), n	52/0/3	50/1/0	1,00
*Исходное внутрибрюшное давление, мм рт. ст.	12,0 (11,0–12,0)	14,0 (13,0–15,0)	0,297
*Объем инсуффляции CO ₂ , л	3,2 (2,5–5,1)	3,6 (2,5–5,8)	0,388
Степень обзора, n			
1	1	0	0,781
2	8	8	
3	23	24	
4	21	19	

В периоперационном периоде измеряли параметры вентиляции (пиковое давление в дыхательных путях, среднее давление в дыхательных путях, концентрация углекислого газа в конце спокойного выдоха, дыхательный объем, минутный объем вентиляции) и гемодинамики (систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление, частота сердечных сокращений) в 4 различных момента времени: через 2 минуты после интубации трахеи (Т1), через 10 минут после инсуффляции брюшины (Т2), перед десуффляцией (Т3) и перед экстубацией трахеи (Т4).

Значения давления при пневмоперитонеуме определялись хирургической бригадой, при этом значения 12 мм рт. ст. и ниже относили к группе НД, а 13 мм рт. ст. и выше — к группе СД (7). Сразу после внутрибрюшного лапароскопического вмешательства и непосредственно перед окончанием инсуффляции брюшины, оценивали растяжение желудка по шкале 0–10 (где 0 — пустой желудок, 10 — выраженное растяжение, мешающее обзору операционного поля) хирургом, «ослепленным» в отношении используемого устройства для поддержания вентиляции легких [12].

Для оценки удовлетворенности хирургов оценивали качество обзора хирургического поля. С этой целью хирург выставял баллы от 1 до 4 (1 — плохо, 2 — приемлемо, 3 — хорошо, 4 — отлично) [13]. Все хирургические процедуры выполняла одна и та же хирургическая бригада, и качество обзора оценивалось в баллах той же бригадой.

Регистрировались продолжительность анестезии, оперативного вмешательства и длительность пребывания пациентов в стационаре. В послеоперационном периоде по телефону узнавали и записывали время возвращения пациентов к физической активности или к работе.

Статистический анализ. Данные, полученные в ходе исследования, внесли в базу данных в программе SPSS (Statistical Package For Social Sciences) 15.0, с помощью которой провели статистический анализ. Данные по непрерывным переменным и подгруппам представили в виде среднего значения со стандартным отклонением или медианы с процентилем, а категориальные переменные — в виде частоты и процентной доли. Расчет объема выборки проводили с помощью программы «OpenEpi». Предел ошибки составил 5%, предел надежности — 95%, а частота была принята равной 50%, если была изначально неизвестна. Минимальное число наблюдений для получения достоверного результата составило 73 случая, но мы включили в исследование 104 пациента.

Для использования методов сравнительной статистики провели анализ нормальности распределения изученных переменных. Для сравнения независимых групп использовали тест Манна–Уитни. Парные группы с множественными параметрами анализировали с помощью теста Фридмана. Категориальные переменные представили в диагональных таблицах в виде частоты и процента, а распределение сравнивали с помощью метода χ^2 . Статистически значимыми различия признавали при значении $p < 0,05$.

Результаты

Значимой разницы между группами в плане удовлетворенности хирургическим вмешательством и степенью обзора поля не выявили (табл. 2). Медианы значений степени растяжения желудка (25–75 процентиля) составили 3,00 (2,00–5,00) в группе НД и 3,00 (2,00–4,00) в группе СД в течение 10 минут после инсуффляции (Т2). Медиана значений растяжения желудка (25–75 процентиля) достигла 3,00 (2,00–4,00) в группе НД и 3,00 (2,00–4,00) в группе СД перед десуффляцией (Т3). В обеих группах через 10 минут после инсуффляции (Т2) ($p=0,546$) и перед десуффляцией (Т3) ($p=0,855$) не выявили статистически значимой разницы в степени растяжения желудка.

Значимых различий между пациентами, которым проводилась лапароскопическая холецистэктомия с пневмоперитонеумом с низким или стандартным давлением, по показателям насыщения периферической крови кислородом, дыхательного объема, частоты дыхательных движений, концентрации углекислого газа в конце выдоха, среднего и пикового давления в дыхательных путях и минутной вентиляции не отметили. Сравнение параметров вентиляции между группами представили в табл. 3.

При оценке гемодинамических показателей между временными точками сразу после интубации (Т1) и перед экстубацией трахеи (Т4) отметили, что значения систолического, диастолического и среднего артериального давления в группе с низким давлением были выше. При сравнении этих показателей после инсуффляции и перед десуффляцией углекислоты значимых различий между двумя группами не

Таблица 3. Сравнение вентиляционных параметров между группами на разных этапах исследования (медианы и 25–75 процентиля).

Показатели	Значения показателей в группах									
	Через 2 минуты после интубации T1		Через 10 минут после инсуффляции T2		Перед десуффляцией T3		Перед экстубацией T4			
	НД	СД	НД	СД	НД	СД	НД	СД	НД	СД
Дыхательный объем, мл	465,0 (422,5–500,0)	460,0 (425,0–550,0)	480,0 (415,0–540,0)	480,0 (430,0–550,0)	480,0 (402,0–540,0)	490,0 (430,0–580,0)	480,0 (415,0–535,0)	480,0 (415,0–560,0)	480,0 (415,0–535,0)	490,0 (430,0–560,0)
Минутный объем выдоха, л/мин	5,76 (4,82–6,42)	5,72 (5,04–6,72)	6,00 (5,05–6,84)	5,94 (5,20–6,72)	6,00 (5,22–7,00)	6,30 (5,40–7,50)	6,00 (5,18–6,88)	6,00 (5,18–6,88)	6,00 (5,18–6,88)	6,00 (5,04–7,20)
Частота дыхательных движений, в мин	12,0 (12,0–12,0)	12,0 (12,0–13,0)	12,0 (12,0–13,5)	12,0 (12,0–13,0)	13,0 (12,0–14,0)	13,0 (12,0–14,0)	12,0 (12,0–14,0)	12,0 (12,0–14,0)	12,0 (12,0–14,0)	12,0 (12,0–14,0)
ETCO ₂ , мм рт. ст.	31,0 (28,00–33,00)	31,0 (29,0–34,0)	32,0 (28,5–34,5)	32,0 (30,0–34,0)	33,0 (31,0–36,0)	34,0 (32,0–36,0)	31,0 (30,00–32,50)	31,0 (31,0–34,0)	31,0 (30,00–32,50)	32,0 (31,0–34,0)
Пиковое давление дыхательных путей, см вод. ст.	20,0 (16,0–22,0)	18,0 (15,0–22,0)	23,0 (19,0–25,0)	21,0 (19,0–24,0)	22,0 (19,0–25,0)	21,0 (18,0–24,0)	20,0 (17,00–22,50)	20,0 (16,0–22,0)	20,0 (17,00–22,50)	18,0 (16,0–22,0)
Среднее давление дыхательных путей, см вод. ст.	8,0 (7,0–9,0)	8,0 (7,0–9,0)	9,0 (8,0–10,0)	9,0 (8,0–10,0)	9,0 (8,0–10,0)	9,0 (8,0–10,0)	8,0 (7,0–9,0)	8,0 (7,0–9,0)	8,0 (7,0–9,0)	8,0 (7,0–9,0)
SpO ₂	100,0 (99,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)	100,0 (100,0–100,0)

Примечание. $p > 0,05$; SpO₂ — насыщение периферической крови кислородом; ETCO₂ — концентрация углекислого газа в конце выдоха.

наблюдали. В отношении частоты сердечных сокращений в указанные периоды значимых отличий не выявили. Сравнение параметров гемодинамики между группами представили на рисунке.

Средний койко-день составил $1,51 \pm 0,80$ дня в группе НД и $1,47 \pm 1,00$ дня в группе СД. К своей повседневной деятельности пациенты смогли приступить в среднем через $3,13 \pm 1,09$ дня в группе НД и $3,25 \pm 1,07$ дня в группе СД. К работе пациенты приступили в среднем через $7,06 \pm 4,17$ дней в группе НД и $6,19 \pm 1,67$ дней в группе СД после операции. При сравнении пациентов по срокам пребывания в стационаре, началу повседневной деятельности и началу работы в послеоперационном периоде не выявили статистически значимой разницы между группами низкого и стандартного давления ($p = 0,389$, $p = 0,518$, $p = 0,847$, соответственно).

Не выявили также значимой разницы в респираторных показателях между пациентами, подвергшимися лапароскопической холецистэктомии при пневмоперитонеуме с низким и стандартным давлением. Однако в отношении параметров гемодинамики в группе низкого давления сразу после интубации и перед экстубацией трахеи обнаружили более высокие значения систолического, диастолического и среднего АД. С точки зрения удовлетворенности хирургов и качества обзора операционного поля, значимой разницы между группами не выявили.

Обсуждение

Grusamy и соавт. [7] в обзоре базы данных Cochrane обнаружили в общей сложности 15 клинических исследований и проанализировали эффекты пневмоперитонеума с низким и стандартным давлением. В данном исследовании стандартным считали давление от 12 до 16 мм рт. ст., низким — менее 12 мм рт. ст., а высоким — 17 мм рт. ст. и более. Не было отмечено различий между двумя группами с точки зрения частоты и характера послеоперационных осложнений, смертности, а также частоты перехода к открытой холецистэктомии [7].

В ситуациях, когда невозможно четко определить значимые анатомические структуры или при отсутствии прогресса в ходе вмешательства, а также при наличии неконтролируемого кровотечения и проблем с желчными протоками, которые не могут быть решены лапароскопически, операцию следует перевести в открытую. Частота перехода от лапароскопической холецистэктомии к открытой операции составляет в среднем 5% [13–15]. В нашем исследовании частота перехода к открытым операциям составила 10,34%.

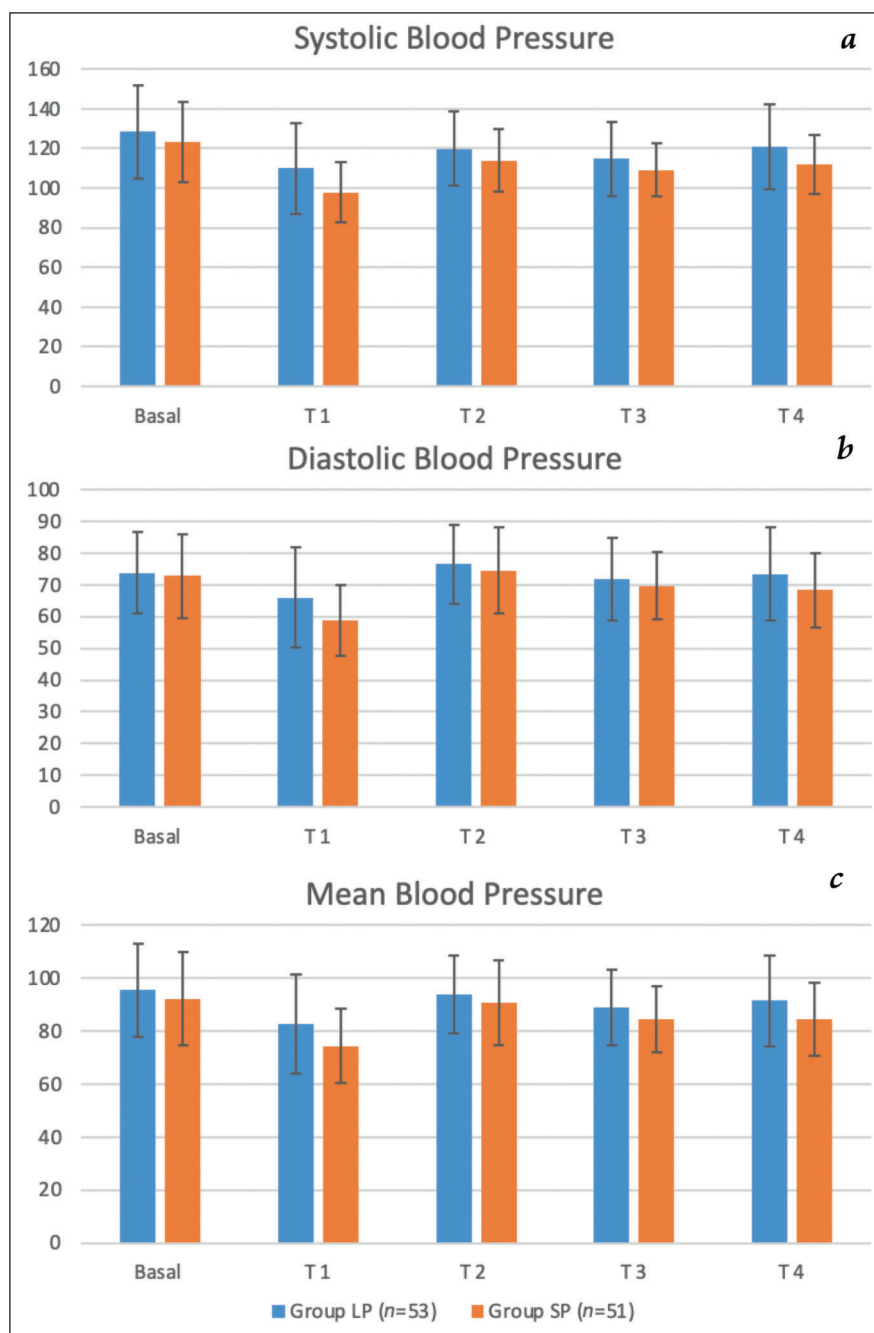


Рис. 1. Систолическое АД (a), диастолическое АД (b) и среднее АД (c) в исследуемых группах.

Примечание. Systolic/diastolic/mean blood pressure — систолическое/диастолическое/среднее АД; basal — исходно; parameters Group LP/SP — показатели в группе НД/СД.

В обзоре Grusamy и соавт. [7] было показано, что продолжительность операции в группе с низким давлением в среднем на 2 минуты больше. В отличие от этого исследования, результаты работы Sarli и соавт. [10] показали, что пневмоперитонеум с низким давлением не увеличивает продолжительность операции и не вызывает пери- и послеоперационных осложнений. Авторы пришли к выводу, что методика пневмоперитонеума с низким давлением является достаточной для успешной опе-

рации. Однако такие результаты могут варьировать в зависимости от опыта хирурга. В то же время они могут быть связаны с такими факторами риска со стороны пациента, как ожирение и оперативные вмешательства в анамнезе. В исследовании Singla и соавт. [16], посвященном изучению эффектов пневмоперитонеума с низким (7–8 мм рт. ст.) и стандартным (12–14 мм рт. ст.) давлением, было показано, что продолжительность операции была одинаковой в обеих группах. По мнению авторов, такой результат свидетельствует о том, что пневмоперитонеум низкого давления не оказывает негативного влияния на успех операции, а длительность лапароскопической холецистэктомии при этом не увеличивается. Мы исключили такие факторы со стороны пациента, как ожирение и операции в анамнезе, и не наблюдали статистически значимой разницы между длительностью анестезии и продолжительностью инсуффляции CO₂, что совпадает с результатами предыдущего исследования. Не выявили также значимых различий с точки зрения продолжительности анестезии и инсуффляции между группами низкого и стандартного давления.

Grusamy и соавт. [7] сообщили об отсутствии значимой разницы между средним сроком пребывания в стационаре и удовлетворенностью пациентов между группами с низким и стандартным давлением. В нашем исследовании не было отмечено существенной разницы между группами по срокам пребывания в стационаре. Не существует клинических исследований, в которых бы сообщалось о времени возвращения пациентов к нормальной деятельности или работе и удовлетворенности хирургов. При изучении времени возвращения

пациентов к нормальной деятельности и работе значимых различий между двумя группами не обнаружили.

Ранее были получены данные о том, что в обеих группах не было необходимости в дополнительном порте во время операции, а в группе с низким давлением требования к повышению внутрибрюшного давления для обеспечения достаточного хирургического обзора были выше [17–19]. В нашем исследовании в обеих группах также не было необходимости в дополнительном порте. Однако в группе с низким давлением отмечали необходимость в повышении внутрибрюшного давления. Изначально, из-за недостаточного хирургического обзора у пациентов, включенных в группу с низким давлением, повышение внутрибрюшного давления потребовалось в общей сложности 7 пациентам. Эти данные согласуются с полученными в ранее проведенных исследованиях [17–19].

Во время проведения пневмоперитонеума создание высокого внутрибрюшного давления может негативно повлиять на респираторные параметры [20–22]. Makinen и соавт. [23] отметили, что пневмоперитонеум с давлением CO_2 12 мм рт. ст. снижает податливость легких (комплайнс) на 30%, а Luis и соавт. [24] сообщили о ее снижении на 40%. Kendal и соавт. [25] показали, что пневмоперитонеум с давлением 15 мм рт. ст. снизил дыхательный комплайнс на 49%. В другом исследовании Makinen и соавт. [26] сообщили о снижении динамической податливости легких на 50% при увеличении пикового давления и давления плато. После десуффляции пневмоперитонеума они выявили снижение базальных значений легочного комплайнса и давления в дыхательных путях. В нашем исследовании в группах низкого и стандартного давления наблюдали увеличение значений пикового и среднего давления в период инсуффляции, а после десуффляции значимой разницы между базальными значениями обоих показателей не выявили. При сравнении групп низкого и стандартного давления не обнаружили статистически значимых различий между группами по показателям пикового и среднего давления.

Потенциальным преимуществом пневмоперитонеума с низким давлением является снижение частоты сердечно-легочных осложнений. При изучении литературы можно отметить, что во многих исследованиях, посвященных эффективности пневмоперитонеума с разным давлением, не сообщалось о сердечно-легочных осложнениях. Было выявлено, что пациенты, включенные в эти исследования, относились к категории ASA I и II [7, 17, 19]. В серии исследований, включающей 400 пациентов, частота сердечно-легочных осложнений

составила 0,5%, при этом 70% пациентов были в группе низкого анестезиологического риска [9]. В нашем исследовании при сравнении групп после интубации и перед экстубацией трахеи значения систолического, диастолического и среднего АД были выше в группе с низким давлением. Такие результаты могут быть связаны с тем, что в исследование были включены пациенты с ASA III.

Rishimani и соавт. [27] в исследовании, включавшем 30 пациентов, которым была проведена лапароскопическая холецистэктомия с низкими (6 мм рт. ст.) и высокими (14 мм рт. ст.) значениями внутрибрюшного давления, установили, что в группе с высоким давлением у 10 пациентов частота сердечных сокращений увеличилась на 8–20/мин, у 7 пациентов снизилась на 6–12/мин, а у 13 пациентов не изменилась. Было также выявлено снижение сердечного индекса на 15–30%. Среднее артериальное давление после инсуффляции увеличилось в среднем на 41,15% по сравнению с давлением до инсуффляции. После десуффляции наблюдалось повышение показателя на 24,94% по сравнению с давлением до инсуффляции. Частота сердечных сокращений не изменилась. Мы регистрировали только артериальное давление и частоту сердечных сокращений, измерений сердечного индекса не проводили. Joris и соавт. [28] сообщили о снижении сердечного индекса на 20%, что соответствует повышению среднего АД на 35%. В том же исследовании было обнаружено, что общее периферическое сопротивление увеличилось на 65%, а легочное сосудистое сопротивление повысилось на 90%, при этом изменения ЧСС не наблюдалось. Marshall и соавт. [29] показали, что гемодинамические показатели изменялись в зависимости от повышения внутрибрюшного давления, при этом инсуффляция CO_2 вызывала повышение ЧСС, среднего АД и общего периферического сосудистого сопротивления, снижение ударного объема и симпатической стимуляции.

Пневмоперитонеум может вызывать различные аритмии, среди которых АВ диссоциация, АВ узловой ритм, синусовая брадикардия и асистолия. Такая реакция обусловлена вагусным сердечно-сосудистым рефлексом, который связан с повышением давления в брюшине. Гиперкапния может усиливать такие эффекты. При сравнении частоты сердечных сокращений различий между группами не выявили. Данный результат может быть связан с тем, что скорость инсуффляции CO_2 была постоянной у всех пациентов.

Не наблюдали также различий при сравнении групп по степени удовлетворенности хирургов. Этот результат может быть свя-

зан с отсутствием разницы между группами при оценке степени растяжения желудка. Растяжение желудка негативно влияет на обзор операционного поля и манипуляции с троакарами. Растяжение желудка оценивалось по шкале от 1 до 10 баллов через 10 минут после инсуффляции и перед десуффляцией хирургом, «ослепленным» по отношению к группам. Статистически значимой разницы между группами не было.

В исследовании Dubois и соавт. [30] изучалось влияние глубокой нервно-мышечной блокады на операционные условия у пациентов, подвергающихся лапароскопической гистерэктомии. При фиксированном давлении пневмоперитонеума (13 мм рт. ст.) качество обзора операционного поля оценивал хирург, и был сделан вывод, что у пациентов с глубокой нервно-мышечной блокадой качество хирургического обзора было лучше [31, 32]. Staehr-Rye и соавт. [33] в исследовании случаев лапароскопической холецистэктомии с пневмоперитонеумом низкого давления (8 мм рт. ст.) сравнили влияние глубокой и умеренной нервно-мышечной блокады на качество обзора операционного поля и пришли к выводу, что глубокая блокада обеспечивает лучшие условия обзора. Martini и соавт. [31] в исследовании по оценке влияния глубокой нервно-мышечной блокады на условия хирургического вмешательства при лапароскопических операциях обнаружили, что значение глубокой нервно-мышечной блокады было большим, поскольку она обеспечивала достаточную площадь рабочей зоны в пределах операционного поля и повышала качество его обзора.

В нашем исследовании, несмотря на низкое давление инсуффляции, небольшую продолжительность операции, качество операционного поля и риск осложнений не увеличились, что может быть связано со стандартизацией нервно-мышечной блокады и мониторингом TOF во время индукции анестезии и ее поддержания.

Выполненное исследование обладает некоторыми недостатками, к которым относится определение низкого давления инсуффляции как 12 мм рт. ст. и ниже, что превышает его значение в других исследованиях [10, 16, 34, 35]. Указанное значение было определено на основании опыта команды хирургов нашей больницы. Дополнительные инвазивные кардиологические обследования, включая измерение сердечного индекса, длительное мониторирование артериального давления и газового состава крови, не проводили. Отсутствовали также данные по сопутствующим заболеваниям.

Заключение

Пневмоперитонеум с низким давлением обеспечивает эффективную механику дыхания и стабильную гемодинамику при лапароскопической холецистэктомии. Кроме того, подобный пневмоперитонеум обеспечивает хирургу достаточное пространство для манипуляций. Анестезиологическое пособие (общая внутривенная анестезия в сочетании с нервно-мышечной блокадой) при использовании пневмоперитонеума с низким давлением обеспечивает хорошую визуализацию операционного поля.

Литература

1. Bittner R. The standard of laparoscopic cholecystectomy. *Langenbecks Arch Surg.* 2004; 389: 157–163. DOI: 10.1007/s00423-004-0471-1. PMID: 15188083
2. Gin E., Lowen D., Tacey M., Hodgson R. Reduced Laparoscopic Intra-abdominal Pressure During Laparoscopic Cholecystectomy and Its Effect on Post-operative Pain: a Double-Blinded Randomised Control Trial. *J Gastrointest Surg.* 2021 Feb 9. DOI: 10.1007/s11605-021-04919-0. PMID: 33565010
3. Raval A.D., Deshpande S., Koufopoulou M., Rabar S., Neupane B., Iheanacho I., Bash L.D., Horrow J., Fuchs-Buder T. The impact of intra-abdominal pressure on perioperative outcomes in laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Surg Endosc.* 2020; 34 (7): 2878–2890. DOI: 10.1007/s00464-020-07527-2. PMID: 32253560
4. Halldestam L., Enell E.L., Kullman E., Borch K. Development of symptoms and complications in individuals with asymptomatic gallstones. *The British Journal of Surgery.* 2004; 91 (6): 734–8. DOI: 10.1002/bjs.4547. PMID: 15164444
5. Attili A.F., De Santis A., Capri R., Repice A.M., Maselli S. The natural history of gallstones: The GREPCO experience. The GREPCO group. *Hepatology.* 1995; 21 (3): 655–660. DOI: 10.1002/hep.1840210309. PMID: 7875663
6. NIH. NIH consensus statement on gallstones and laparoscopic cholecystectomy. <http://consensus.nih.gov/1992/1992GallstonesLaparoscopy090html.htm> 1992
7. Gurusamy K.S., Samraj K., Davidson B.R. Low pressure versus standard pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009; 2: 1–50. DOI: 10.1002/14651858.CD007060.pub2. PMID: 19370671.
8. Russell R.C. General surgery: Biliary surgery. *BMJ.* 1993; 307 (6914): 1266–9. DOI: 10.1136/bmj.307.6914.1266. PMID: 8281063.
9. Dexter S.P.L., Martin I.G., Marton J., McMahon M.J. Long operation and the risk of complications from laparoscopic cholecystectomy. *The British Journal of Surgery.* 1997; 84: (4): 464–466. PMID: 9112893.
10. Sarli L., Costi R. Prospective randomized trial of lowpressure pneumoperitoneum for reduction of shoulder-tip pain following laparoscopy. *The British Journal of Surgery* 2000; 87 (9): 1161–1165. DOI: 10.1046/j.1365-2168.2000.01507.x. PMID: 10971421
11. Goel A., Gupta S., Bhagat T.S., Garg P. Comparative Analysis of Hemodynamic Changes and Shoulder Tip Pain Under Standard Pressure Versus Low-pressure Pneumoperitoneum in Laparoscopic Cholecystectomy. *Euroasian J Hepatogastroenterol.* 2019; 9 (1): 5–8. DOI: 10.5005/jp-journals-10018-1287. PMID: 31988859
12. Beylacc L., Bordes M., Semjen E., Cross A.-M. The I-gel, a single-use supraglottic airway device with a non-inflatable cuff and an esophageal vent: an observational study in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009; 53: 376–379. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2008.01869.x. PMID: 19243322.
13. Williams M.T., Rice I., Ewen S.P., Elliott S.M. A comparison of the effect of two anaesthetic techniques on surgical conditions during gynaecological laparoscopy. *Anaesthesia.* 2003; 58 (6): 574–578. DOI: 10.1046/j.1365-2044.2003.03150.x. PMID: 12846625
14. Khaitan L., Apelgren K., Hunter J., Traverso L.W. A report on the Society of American Gastrointestinal Endoscopic Surgeons (SAGES) outcomes initiative. *Surg Endosc.* 2003; 17: 65–70. DOI: 10.1007/s00464-002-8844-4. PMID: 12469242
15. Kelly M.D. Laparoscopic retrograde (fundus first) cholecystectomy. *BMC Surgery.* 2009; 9: 19–27. DOI: 10.1111/j.1528-1167.2009.02291.x. PMID: 19761450.
16. Singla S., Mittal G., Mittal R. Pain Management after Laparoscopic Cholecystectomy-A Randomized Prospective Trial of Low Pressure and Standard Pressure Pneumoperitoneum. *J Clin Diagn Res.* 2014; 8 (2): 92–94. PMID: 24701492. DOI: 10.7860/JCDR/2014/7782.4017
17. Perrakis S., Vezakis A., Velimezis G., Savanis G., Deverakis S., Antoniadis J., Sagkana E. Randomized comparison between different insufflation pressures for laparoscopic cholecystectomy. *Surgical Laparoscopy Endoscopy & Percutaneous Techniques.* 2003; 13: (4): 245–249. DOI: 10.1097/00129689-200308000-00004. PMID: 12960786
18. Ibraheim O.A., Samarkandi A.H., Alshehry H., Faden A., Farouk E.O. Lactate and acid base changes during laparoscopic cholecystectomy.

- Middle East Journal of Anesthesiology*. 2006; 18: (4): 757–768. PMID: 16749570.
19. *Barczynski M., Herman R.M.* A prospective randomized trial on comparison of low pressure (LP) and standard-pressure (SP) pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. *Surgical Endoscopy* 2003; 17 (4): 533–538. DOI: 10.1007/s00464-002-9121-2. PMID: 12582754.
 20. *Barrio J., Errando C.L., García-Ramón J., Sellés R., San Miguel G., Gallego J.* Influence of depth of neuromuscular blockade on surgical conditions during low-pressure pneumoperitoneum laparoscopic cholecystectomy: A randomized blinded study. *J Clin Anesth.* 2017; 42: 26–30. DOI: 10.1016/j.jclinane.2017.08.005. PMID: 28803124
 21. *Gerges F.J., Kanazi G.E., Jabbour-Khoury S.I.* Anesthesia for laparoscopy: a review. *J Clinl Anesth.* 2006; 18 (1): 67–78. DOI: 10.1016/j.jclinane.2005.01.013. PMID: 16517337
 22. *Odeberg-Wernerman S.* Laparoscopic surgery – effects on circulatory and respiratory physiology: an overview. *Eur J Surg Suppl.* 2000; 585: 4–11. PMID: 10885548
 23. *Makinen M.T., Yli-Hankala A.* Respiratory compliance during laparoscopic hiatal and hernia repair. *Can J Anaesth.* 1998; 45 (9): 865–870. DOI: 10.1007/BF03012221. PMID: 9818110.
 24. *Luiz T., Huber T., Hartung H.J.* Ventilatory changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesthesist.* 1992; 41 (9): 520–526. DOI: 10.1007/BF03012221. PMID: 9818110.
 25. *Kendall A.P., Bhatt S., Oh T.E.* Pulmonary consequences of carbon dioxide insufflation for laparoscopic cholecystectomies. *Anaesthesia.* 1995; 50 (4): 286–289.
 26. *Makinen M-T., Yli-Hankala A.* The effect of laparoscopic cholecystectomy on respiratory compliance as determined by continuous spirometry. *J. Clin Anesth.* 1996; 8: 119–122. DOI: 10.1111/j.1365-2044.1995.tb04600.x. PMID: 7747841.
 27. *Rishimani A.S., Gautam S.C.* Hemodynamic and Respiratory Changes During Laparoscopic Cholecystectomy with High and Reduced Intraabdominal Pressure. *Surgical Laparoscopy and Endoscopy.* 1996; 6: (3): 201–204. PMID: 8743363.
 28. *Joris J., Noiroot D.P., Legrand M.J., Jacquet N.J., Lamy M.L.* Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg.* 1993; 76: 1067–1071. PMID: 8743363.
 29. *Marshall R.L., Jepson P.R.J., Devie I.T, Scott B.* Circulatory effects of peritoneal insufflation with nitrous oxide. *Br J Anaesth.* 1992; 44: 1183–1187. DOI: 10.1093/bja/44.11.1183. PMID: 4647113.
 30. *Dubois Philippe E., Putz L., Jamart J., Marotta M.-L.; Gourdin M., Donnez O.* Deep neuromuscular block improves surgical conditions during laparoscopic hysterectomy: A randomised controlled trial. *European Journal of Anaesthesiology.* 2014; 31: (8): 430–436. DOI: 10.1097/EJA.000000000000094. PMID: 24809482.
 31. *Martini C.H., Boon M., Bevers R.F., Aarts L.P., Dahan A.* Evaluation of surgical conditions during laparoscopic surgery in patients with moderate vs deep neuromuscular block. *Br J Anaesth.* 2014; 112 (3): 498–505. DOI: 10.1093/bja/aet377. PMID: 24240315.
 32. *Koo B.W., Oh A.Y., Seo K.S., Han J.W., Han H.S., Yoon Y.S.* Randomized Clinical Trial of Moderate Versus Deep Neuromuscular Block for Low-Pressure Pneumoperitoneum During Laparoscopic Cholecystectomy. *World J Surg.* 2016; 40 (12): 2898–2903. DOI: 10.1007/s00268-016-3633-8. PMID: 27405749
 33. *Stæhr-Rye A.K., Rasmussen L.S., Rosenberg J., Juul P., Gätke M.R.* Optimized surgical space during low-pressure laparoscopy with deep neuromuscular blockade. *Dan Med J.* 2013; 60 (2): 579. PMID: 23461992.
 34. *Ibraheim O.A., Samarkandi A.H., Alshehry H., Faden A., Farouk E.O.* Lactate acid base changes during laparoscopic cholecystectomy. *Mej Anesth.* 2006; 18 (4): 757–768. PMID: 16749570.
 35. *Hasukic S.* Postoperative changes in liver function tests randomized comparison of low- and high-pressure laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2005; 19 (11): 1451–1455. DOI: 10.1007/s00464-005-0061-5. PMID: 16206003.

Поступила 09.02.21, принята в печать 11.11.21