

ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ НА ПИЩЕВОДНО-ЖЕЛУДОЧНОМ ПЕРЕХОДЕ

PATHOPHYSIOLOGICAL CHANGES IN HEMODYNAMICS DURING LAPAROSCOPIC OPERATIONS ON THE ESOPHAGEAL-GASTRIC TRANSITION

**N. Anipchenko
A. Ovezov
A. Allakhverdyan**

Summary. During laparoscopic operations on the esophageal-gastric junction, pneumomediastinum in combination with pneumoperitoneum inevitably develops, which exert a pathophysiological effect on hemodynamics. Changes in the main indices of hemodynamics (mean arterial pressure, heart rate, invasive mean arterial pressure, stroke volume, cardiac index, total peripheral vascular resistance) are described, a comparative analysis of these changes is made depending on the type of general anesthesia.

Keywords: cardiac achalasia, hiatal hernia, hemodynamics, pneumoperitoneum, pneumomediastinum, stroke volume, cardiac index, general peripheral vascular resistance.

Анипченко Наталья Николаевна

Аспирант, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского»,
dottor.na@gmail.com

Овезов Алексей Мурадович

Д.м.н., ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского»,
atolex@mail.ru

Аллахвердян Александр Сергеевич

Д.м.н., профессор, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского»,
allakhverdyan@rambler.ru

Аннотация. Во время лапароскопических операций на пищеводно-желудочном переходе неизбежно развивается пневмомедиастинум в сочетании с пневмоперитонеумом, оказывающие патофизиологическое влияние на гемодинамику. Описаны изменения основных показателей гемодинамики (среднее артериальное давление, частота сердечных сокращений, инвазивное среднее артериальное давление, ударный объем, сердечный индекс, общее периферическое сосудистое сопротивление), проведен сравнительный анализ данных изменений в зависимости от вида общей анестезии.

Ключевые слова: ахалазия кардии, грыжа пищеводного отверстия диафрагмы, гемодинамика, пневмоперитонеум, пневмомедиастинум, ударный объем, сердечный индекс, общее периферическое сосудистое сопротивление.

Введение

Наиболее часто лапароскопические операции на пищеводно-желудочном переходе выполняются по поводу ахалазии кардии (АК) и грыжи пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД). Характерной особенностью данных операций является интраоперационное сочетание пневмоперитонеума и пневмомедиастинума.

Влияние пневмоперитонеума на сердечно-сосудистую систему широко изучены [1; 2; 3; 4]. Так, известно, что пневмоперитонеум приводит к сдавлению нижней полой вены, снижению венозного возврата и сердечного выброса, стимуляции симпатической нервной системы с выраженной артериальной гипертензией [3; 5; 6; 7; 8; 9]. Вследствие этого, после индукции анестезии и наложения пневмоперитонеума сердечный индекс (СИ)

может снизиться до 50% по сравнению с преднаркотическим уровнем [10; 11]. Однако, влияние на ССС сочетания пневмоперитонеума и пневмомедиастинума остается не достаточно изученным.

Цель исследования

Оценить состояние гемодинамики при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД.

Материалы и методы

Проведено рандомизированное клиническое исследование, включающее 66 пациентов, которым были выполнены лапароскопические операции по поводу АК и ГПОД. Все пациенты (66; 100%), согласно Протоколу рандомизации (seed 6556 от 04.01.2013, www.randomization.com), были разделены на равные группы:

тотальная внутривенная анестезия (33 пациента) и комбинированная общая анестезия (33 пациента).

Вводная анестезия

Учитывая этиопатогенез АК, нами предусматривалось наличие у всех пациентов «полного желудка», в связи с чем, вводный наркоз проводили по методике быстрой последовательной индукции анестезии. После преоксигенации в течение 1–2 минут, внутривенного болюсного введения пропофола в дозе 2 мг/кг, фентанила — 5 мкг/кг, рокурония бромида в дозе 1 мг/кг и при применении приема Селлика, проводили интубацию трахеи.

Вводная анестезия у пациентов с ГПОД проходила по схеме: после внутривенного болюсного введения фентанила (5 мкг/кг), пропофола (1–2 мг/кг, дозу определяли в процессе медленного введения по клиническому эффекту), и, в среднем, через 90 сек после применения рокурония бромида (0,6 мг/кг) на фоне протекции дыхания мешком АМБУ 100% кислородом через лицевую маску (скорость потока свежего газа соответствовала минутному объему дыхания пациента) следовала интубация трахеи.

Поддержание анестезии

1 группа: тотальная внутривенная анестезия на основе пропофола и фентанила с ИВЛ.

Поддержание анестезии осуществлялось путем непрерывной инфузии пропофола, болюсного введения фентанила (50–100 мкг). Тотальная миоплегия поддерживалась болюсами рокурония бромида в суммарной дозе 0,3–0,6 мг/кг/ч.

2 группа: общая комбинированная анестезия (севофлуран и фентанил) с ИВЛ.

Поддержание анестезии осуществлялось ингаляцией паров севофлурана ($1,0 \pm 0,3$ МАК) и болюсным введением фентанила (50–100 мкг); тотальная миоплегия поддерживалась болюсами рокурония бромида в суммарной дозе 0,3–0,4 мг/кг/ч.

Интраоперационный мониторинг включал в себя:

- 1) Гарвардский стандарт мониторинга;
- 2) измерение артериального давления инвазивным методом;
- 3) изучение состояния центральной гемодинамики с помощью импедансной кардиографии (анализировали ударный объем, сердечный индекс, общее периферическое сосудистое сопротивление) с применением аппаратно-компьютерного комплекса «РПКА2–01 Медасс» (Москва);

5) регистрация и компьютерная обработка электроэнцефалограммы (BIS-мониторинг).

Статистический анализ полученных данных

Полученные результаты исследования обрабатывали с помощью пакета статистической программы STATISTICA 10 фирмы STATSOFT (www.STATSOFT.com).

Для проверки нормальности распределения использовали критерий Шапиро-Уилка: распределение пациентов считали нормальным при p критерия Шапиро-Уилка больше 0,05, и отличным от нормального — при $p < 0,05$.

В каждой группе выборки определяли центральные тенденции и меры рассеяния. Для нормально распределенных количественных показателей рассчитывали среднее и стандартное отклонение. Для количественных показателей с ненормальным распределением рассчитывали медиану и 25% — 75% квартили. Сравнение групп и подгрупп пациентов по средним значениям проводили с помощью критерия Манна-Уитни. По временным интервалам показатели сравнивали с помощью критерия Вилкоксона, чтобы оценить статистическую значимость изменений показателей по времени.

Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования были получены данные гемодинамики (среднее артериальное давление, частота сердечных сокращений, инвазивное среднее артериальное давление, ударный объем, сердечный индекс, общее периферическое сосудистое сопротивление) и проведен сравнительный анализ изменений показателей в зависимости от вида общей анестезии (ТВА и КОА).

В Таблице 1 представлены центральные тенденции и меры рассеяния среднего артериального давления (СрАД).

После индукции анестезии в группе ТВА отмечалось снижение СрАД на 8,3% по сравнению с дооперационными значениями ($p=0,000$), однако на момент начала формирования манжеты СрАД соответствовало дооперационным значениям ($p=0,215$) без статистически значимых изменений на последующих этапах исследования ($p > 0,05$).

В группе КОА после индукции анестезии среднее артериальное давление снижается на 13,85% ($p=0,000$),

Таблица 1. Среднее артериальное давление в периоперационном периоде

Этап *	КОА (n=33; 50%) Me (Q ₁ ; Q ₃)	ТВА (n=33; 50%) Me (Q ₁ ; Q ₃)
I	97,5 (87; 112)	94 (85; 104)
II	84 (74,5; 93,5)	77 (67; 86)
III	91,5 (85,5; 107)	87 (72; 96)
IV	95,5 (83; 103)	86 (74; 92)
V	94,5 (86,5; 105)	93 (83; 105)
VI	94 (84; 104,5)	92 (83; 103)

* Этапы: I — поступление в операционную; II — разрез; III — начало формирования фундопликационной манжеты; IV — конец операции; V — экстубация трахеи; VI — перевод в отделение (состояние пациента соответствует 10 баллам по шкале Aldrete).

Таблица 2. Частота сердечных сокращений в периоперационном периоде

Этап *	КОА (n=33; 50%) M ± SD	ТВА (n=33; 50%) M ± SD
I	76,24±10,45	73,39±8,93
II	67,05±10,52	68,5±10,67
III	77,53±13,66	75,86±13,46
IV	74,89±12,41	70,25±12,24
V	77,24±10,07	72,93±9,28
VI	76,79±9,09	71,54±10,26

* Этапы: I — поступление в операционную; II — разрез; III — начало формирования фундопликационной манжеты; IV — конец операции; V — экстубация трахеи; VI — перевод в отделение (состояние пациента соответствует 10 баллам по шкале Aldrete).

на основном этапе операции — на 6,15% по сравнению с этапом поступления в операционную ($p=0,004$); и к моменту перевода в отделение СрАД возрастает еще на 2,7% ($p=0,006$). При этом нет статистически значимой разницы между значениями СрАД на этапе поступления в операционную и на этапе перевода в отделение ($p=0,333$).

Следующим обязательно мониторируемым во время анестезии показателем является частота сердечных сокращений. Центральные тенденции и меры рассеяния частоты сердечных сокращений (ЧСС) представлены в Таблице 2.

После индукции анестезии отмечается статистически значимое снижение ЧСС в группе КОА на 12,05% ($p=0,000$), в группе ТВА — на 6,66% ($p=0,017$) по сравнению с ЧСС на дооперационном периоде. К моменту начала формирования фундопликационной манжеты ЧСС возрастает в группе КОА на 15,63% ($p=0,000$), в группе ТВА на 10,74% ($p=0,003$) по сравнению со вторым этапом. Однако, статистически значимых различий ЧСС на основном этапе по сравнению с дооперационным периодом (КОА — $p=0,305$; ТВА — $p=0,482$) и по сравнению с этапом перевода пациентов в профильное отделение

(КОА — $p=0,688$; ТВА — $p=0,073$) не выявлено. Значения ЧСС на шестом этапе сопоставимы с первым (КОА — $p=0,801$; ТВА — $p=0,597$).

На всех этапах исследования между группами ТВА и КОА не обнаружены статистически значимые различия по показателю ЧСС ($p>0,05$).

С целью сохранения психологического комфорта пациентов катетеризацию лучевой артерии осуществляли сразу после индукции анестезии и интубации трахеи, в связи с чем инвазивное артериальное давление фиксировали на 5 этапах: разрез, начало формирования фундопликационной манжеты, конец операции, экстубация и перевод в профильное отделение.

Центральные тенденции и меры рассеяния инвазивного среднего артериального давления (СрАДи) представлены в Таблице 3.

При сравнении групп ТВА и КОА по показателю СрАДи отмечается статистически значимое различие на этапе десуффляции газа из брюшной полости: в группе ТВА СрАДи выше на 12,2% ($p=0,018$).

Таблица 3. Инвазивное среднее артериальное давление (сРАДи) в периоперационном периоде

Этап *	КОА (n=23) Me (Q ₁ ; Q ₃)	ТВА (17) Me (Q ₁ ; Q ₃)
II	79 (72; 84)	75 (71; 83)
III	81 (71; 95)	84 (79; 95)
IV	82 (77; 88)	92 (83; 101)
V	91 (88; 101)	95 (87; 104)
VI	89 (84; 95)	94 (87; 103)

* Этапы: II — разрез; III — начало формирования фундопликационной манжеты; IV — конец операции; V — экстубация трахеи; VI — перевод в отделение (состояние пациента соответствует 10 баллам по шкале Aldrete).

Таблица 4. Ударный объем в периоперационном периоде

Этап *	КОА (n=23) Me (Q ₁ ; Q ₃)	ТВА (n=17) Me (Q ₁ ; Q ₃)
I	65 (48–78)	65 (57–72)
II	63 (46–75)	63 (51–68)
III	44 (36–61)	44 (40–50)
IV	50 (41–61)	50 (47–53)
V	63 (57–71)	63 (58–66)
VI	64 (61–71)	64 (47–75)

* Этапы: I — поступление в операционную; II — разрез; III — начало формирования фундопликационной манжеты; IV — конец операции; V — экстубация трахеи; VI — перевод в отделение (состояние пациента соответствует 10 баллам по шкале Aldrete).

Показатели центральной гемодинамики оценивали с помощью импедансной кардиографии. Прежде всего, в данном исследовании представлял интерес не абсолютные значения таких показателей, как ударный объем (УО), сердечный индекс (СИ) и общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС), а их изменения в зависимости от этапа операции и от выбора анестезиологической тактики.

Динамика изменений ударного объема (УО) представлена в Таблице 4.

После вводной анестезии отмечалось снижение УО на 3,08% (ТВА — $p=0,000$, КОА — $p=0,000$), на момент начала формирования фундопликационной манжеты — еще на 30,16% (ТВА — $p=0,000$, КОА — $p=0,000$). При этом разница в степени снижения УО в группах пациентов КОА и ТВА статистически незначима ($p>0,05$).

После десуффляции газа из брюшной полости в группе ТВА отмечалось увеличение УО на 13,64% ($p=0,000$), при этом в группе КОА статистически значимых изменений УО на момент окончания операции не зарегистрировано ($p=0,080$). Обращает на себя внимание факт, что в группе ТВА УО сразу после десуффляции газа статистически сопоставим с предоперационными значениями ($p=0,140$). В то время, как в группе КОА только на этапе достижения пациентами состояния Aldrete 10 баллов,

значения УО статистически сопоставимы со значениями первого этапа ($p=0,795$).

Динамика изменений сердечного индекса (СИ) представлена в Таблице 5.

После индукции анестезии в группе ТВА отмечается статистически значимое снижение СИ на 5,78% ($p=0,041$); на этапе формирования фундопликационной манжеты (пневмоперитонеум+пневмомедиастинум) СИ снижается еще на 22,45% ($p=0,177$).

В группе КОА степень снижения СИ на момент начала формирования фундопликационной манжеты на 8,98% больше, чем в группе ТВА, при этом в группе КОА СИ статистически сопоставим с предоперационными значениями лишь на этапе достижения пациентами состояния Aldrete 10 баллов ($p=0,164$), в то время, как в группе ТВА непосредственно после десуффляции газа из брюшной полости СИ соответствует 1 этапу исследования ($p=0,864$).

Динамика изменений общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) представлена в Таблице 6.

После индукции анестезии до этапа начала формирования фундопликационной манжеты отмечается статистически значимое увеличение ОПСС на 33,85% в группе

Таблица 5. Сердечный индекс в периоперационном периоде

Этап *	КОА (n=23) Me (Q ₁ ; Q ₃)	ТВА (n=17) Me (Q ₁ ; Q ₃)
I	5,2 (4,7; 5,8)	5,2 (4,7; 5,8)
II	5,1 (4,6; 5,4)	4,9 (4,5; 5,2)
III	3,3 (3,0; 3,9)	3,8 (3,1; 4,0)
IV	4,8 (4,3; 5,3)	5,1 (4,6; 5,3)
V	4,9 (4,3; 5,3)	5,1 (4,7; 5,5)
VI	5,1 (4,7; 5,4)	5,2 (4,7; 5,7)

* Этапы: I — поступление в операционную; II — разрез; III — начало формирования фундопликационной манжеты; IV — конец операции; V — экстубация трахеи; VI — перевод в отделение (состояние пациента соответствует 10 баллам по шкале Aldrete).

Таблица 6. Общее периферическое сосудистое сопротивление в периоперационном периоде

Этап *	КОА (n=33; 50%) Me (Q ₁ ; Q ₃)	ТВА (n=33; 50%) Me (Q ₁ ; Q ₃)
I	1364 (1258; 1478)	1368 (1269; 1469)
II	1426 (1325; 1545)	1423 (1324; 1545)
III	1831 (1630; 1928)	1831 (1635; 1931)
IV	1569 (1521; 1636)	1720 (1529; 1785)
V	1425 (1324; 1532)	1420 (1321; 1523)
VI	1362 (1287; 1478)	1362 (1325; 1478)

* Этапы: I — поступление в операционную; II — разрез; III — начало формирования фундопликационной манжеты; IV — конец операции; V — экстубация трахеи; VI — перевод в отделение (состояние пациента соответствует 10 баллам по шкале Aldrete).

ТВА ($p=0,000$) и на 26,09% в группе КОА ($p=0,000$). К этапу экстубации пациентов статистически значимых различий ОПСС по сравнению с дооперационными значениями зарегистрированы не были (ТВА — $p=0,569$, КОА — $p=0,345$).

На всех исследуемых этапах операций статистически значимые различия по значению ОПСС между группами ТВА и КОА не установлены ($p>0,05$).

Заключение

Таким образом, при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД в результате влияния сочетания пневмоперитонеума и пневмомедиастинума, а также положения стола в крайней позиции анти-Тренделенбурга происходят следующие изменения гемодинамики: снижение среднего артериального давления на 20%, ударного объема — на 33,24%, сердечного индекса — на 37,21% и увеличение ОПСС на 33,85% по сравнению с дооперационными значениями. Отсутствие ожидаемых более выраженных изменений гемодинамики во время данных операций связываем с применением определенной тактики наложения пневмоперитонеума, стандартной для хирургического торакального отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. Пнев-

моперитонеум накладывается через иглу Вереша в положении пациента на спине со скоростью подачи газа не более 5 л/мин до достижения интраабдоминального давления не более 12 мм рт.ст. После введения первого лапаропорта, осмотра органов брюшной полости лапароскопом, непосредственно перед установкой печеночного ретрактора операционный стол переводится в положение анти-Транделенбург. Скорость подачи газа увеличивается только на этапе применения электроаспиратора с последующим снижением до первоначальных значений с целью профилактики развития гиперкапнии.

Кроме того, в результате исследования было установлено, что разница в степени патофизиологических изменений гемодинамики (СрАД, ЧСС, СрАДи, УО, СИ, ОПСС) в случае проведения ТВА и КОА статистически не значима ($p>0,05$). Исключение касается сердечного индекса: на этапе начала формирования фундопликационной манжеты в группе КОА сердечный индекс снижается на 8,98% больше, чем в группе ТВА ($p<0,05$).

Однако, соответствие значений исследуемых параметров гемодинамики (СрАД, СрАДи, УО, СИ) дооперационным уровням в группе ТВА наступало достоверно раньше по сравнению с группой КОА.

Таким образом, можно предположить, что тотальная внутривенная анестезия (на основе пропофола) предпочтительнее по сравнению с комбинированной общей анестезией (пропофол+севофлуран) для обеспечения

лапароскопических операций по поводу АК и ГПОД у пациентов с сопутствующей кардиальной патологией. Однако, данное предположение требует дальнейшего исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев, А. А. Способ профилактики нарушений регуляции сердечного ритма в ходе выполнения лапароскопических оперативных вмешательств / А. А. Голубев, В. А. Зуева, В. В. Артемов // Тихоокеанский медицинский журнал. — 2012. — №4 — С. 95–98.
2. Пути прогнозирования и профилактики послеоперационных осложнений лапароскопической холецистэктомии у больных с сопутствующей кардиореспираторной патологией / А. Г. Хитарьян [и др.] // Эндоскопическая хирургия. — 2011. — № 1. — С. 56.
3. Grabowski, J. E. Physiological effects of pneumoperitoneum / J. E. Grabowski, M. A. Talamini // J. Gastrointest Surg. — 2009. — № 13(5). — P. 1009–1016.
4. Hedenstierna, G. Respiratory function during anesthesia: effects on gas exchange / G. Hedenstierna, H. U. Rothen // Compr. Physiol. — 2012. — P. 69–96.
5. Gurusamy, K. S. Low pressure versus standard pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy / K. S. Gurusamy, J. Vaughan, B. R. Davidson // Cochrane Database Syst. Rev. — 2014. — № 18. — P. 3.
6. Haemodynamic, acid-base and blood volume changes during prolonged low pressure pneumoperitoneum in rabbits / R. Sümpelmann [et al.] // Br. J. Anaesth. — 2006. — № 96(5). — P. 563–568.
7. Karbonskiene, A. Comparison of electrocardiographic parameters during pneumoperitoneum in patients without cardiovascular diseases and in patients with ischemic heart disease / A. Karbonskiene, I. Marchertiene // Medicina. — 2002. — № 2. — P. 197–204.
8. Pathophysiological and clinical aspects of the CO₂ pneumoperitoneum (CO₂-PP) / H. Gebhardt [et al.] // Surg. Endoscopy. — 1997. — № 11. — P. 864–867.
9. Sfez, M. Cardiorespiratory changes during laparoscopic fundoplication in children / M. Sfez, A. Guérard, P. Desruelle // Paediatr. Anaesth. — 1995. — № 5(2). — P. 89–95.
10. Gutt, C. N. Circulatory and respiratory complications of carbon dioxide insufflation / C. N. Gutt, T. Oniu, A. Mehrabi // Dig Surg. — 2004. — № 21(2). — P. 95–105.
11. Influence of pneumoperitoneum and patient positioning on respiratory system compliance / R. Rauh [et al.] // J. Clin. Anesth. — 2001. — № 13. — P. 361–365.

© Анипченко Наталья Николаевна (dottor.na@gmail.com),

Овезов Алексей Мурадович (amolex@mail.ru), Аллахвердян Александр Сергеевич (allahverdyan@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского