

**Результаты проспективного рандомизированного пилотного исследования по оценке влияния уровня миорелаксации и режима вентиляции на хирургические условия при выполнении лапароскопических и робот-ассистированных вмешательств**

А.А. Климов<sup>1</sup>, А.А. Малахова<sup>1</sup>, С.А. Камнев<sup>2</sup>,  
С.И. Рудницкий<sup>1</sup>, В.В. Субботин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А.С. Логанова» ДЗМ, Москва, Россия

<sup>2</sup> Акционерное общество «Ильинская больница», Московская область, г. о. Красногорск, Россия

**Реферат**

**Актуальность.** В литературе существует спор о том, улучшает ли глубокая нервно-мышечная блокада (НМБ) хирургические условия при выполнении лапароскопических операций. Мы выдвинули гипотезу о том, что умеренная НМБ со вспомогательной вентиляцией легких с поддержкой давлением и контролем апноэ (Pressure support ventilation Pro, PSVpro) может использоваться во время лапароскопической и роботизированной хирургии без ухудшения хирургических условий.

**Цель исследования.** Оценить влияние умеренной НМБ с вентиляцией легких в режиме PSVpro на хирургические условия при выполнении длительных лапароскопических и роботизированных оперативных вмешательств.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 36 пациентов, которым выполнили лапароскопическую или роботизированную абдоминальную операцию в условиях общей анестезии. Все пациенты были рандомизированы на две группы. Группа I — умеренная НМБ и вспомогательная вентиляция легких в режиме PSVpro (N = 17 человек), группа II — интенсивная НМБ и принудительная вентиляция в режиме с контролем по давлению и гарантированным дыхательным объемом PCV-VG (N = 19 человек). Хирургические условия оценивали по 5-балльной Лейденской хирургической шкале каждые 15 ми-

**A prospective randomized pilot study: The impact of the depth of neuromuscular blockade and modes of mechanical ventilation on surgical conditions during laparoscopic and robotic surgery**

A.A. Klimov<sup>1</sup>, A.A. Malakhova<sup>1</sup>, S.A. Kamnev<sup>2</sup>,  
S.I. Rudnitsky<sup>1</sup>, V.V. Subbotin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Moscow Clinical Scientific Center named after Loginov MHD, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Ilyinskaya Hospital, Moscow region, Krasnogorsk, Russia

**Abstract**

**Introduction.** There is controversy in the literature as to whether deep neuromuscular blockade (NMB) improves the surgical conditions during laparoscopic surgery. We hypothesized that moderate NMB can be used with Pressure support ventilation Pro (PSVpro) during laparoscopic and robotic abdominal surgery without compromising the surgical conditions.

**Objectives.** The aim of the study is to assess the effect of moderate NMB with PSVpro ventilation on surgical conditions during laparoscopic and robotic surgery.

**Materials and methods.** The study included 36 patients scheduled for elective laparoscopic or robotic abdominal surgery under general anesthesia. All patients were randomized into two groups. Group 1 — moderate NMB and pressure support ventilation — PSVpro (N = 17 people), group 2 — intensive NMB and pressure control ventilation—volume guaranteed — PCV-VG (N = 19 people). Surgical conditions were evaluated using a the 5-point Leiden-Surgical Rating Scale (L-SRS) every 15 minutes. Additionally, the duration of anesthesia and surgery, the consumption of muscle relaxants and the level of intra-abdominal pressure were recorded.

**Results.** The median of 515 intermediate assessments in both groups was 5 [5; 5] points (minimum 3; maximum 5), no statistically significant differences ( $p = 0.28$ ). The medians of the final assessments were also 5 [5; 5] points in group 1 (minimum 4; maximum 5) and 5 [5; 5] points

нут. Дополнительно регистрировали продолжительность анестезии и операции, расход мышечных релаксантов и уровень внутрибрюшного давления.

**Результаты.** Медиана значений из 515 промежуточных оценок качества визуализации в обеих группах составила 5 (5–5) баллов (min 3; max 5), статистически значимых различий выявлено не было ( $p = 0,28$ ). Медианы итоговых оценок также составили 5 (5–5) баллов в группе I (min 4; max 5) и 5 (5–5) баллов в группе II (min 4; max 5) без статистически значимой разницы между группами ( $p = 0,32$ ). Итоговые оценки, соответствующие приемлемым, плохим и крайне плохим хирургическим условиям, зарегистрированы не были.

**Заключение.** Использование умеренной НМБ и вентиляции легких в режиме PSVpro во время лапароскопии существенно не влияет на удовлетворенность хирургов, но может значительно снизить потребление миорелаксантов.

**Ключевые слова:** роботизированные хирургические процедуры, нервно-мышечная блокада, лапароскопия, мышцы, хирургические условия, вентиляция с поддержкой давлением

✉ **Для корреспонденции:** Климов Андрей Андреевич — врач анестезиолог-реаниматолог, Центр анестезиологии и реанимации ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А.С. Логинова» ДЗМ, Москва, Россия; e-mail: a.klimov@mknc.ru

✉ **Для цитирования:** Климов А.А., Малахова А.А., Камнев С.А., Рудницкий С.И., Субботин В.В. Результаты проспективного рандомизированного пилотного исследования по оценке влияния уровня миорелаксации и режима вентиляции на хирургические условия при выполнении лапароскопических и робот-ассистированных вмешательств. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2021;2:115–127. DOI: 10.21320/1818-474X-2021-2-115-127

✉ **Поступила:** 23.11.2020

✉ **Принята к печати:** 02.06.2021

in group 2 (minimum 4; maximum 5), no statistically significant differences between groups ( $p = 0.32$ ). Final scores corresponding to acceptable, poor and extremely poor surgical conditions were not recorded.

**Conclusions.** The use of moderate NMB with PSVpro mode did not worsen surgical conditions during laparoscopy, but may reduce the consumption of muscle relaxants.

**Keywords:** robotic surgical procedures; neuromuscular blockade; laparoscopy; muscles; surgical conditions; pressure support ventilation

✉ **For correspondence:** Andrei A. Klimov — MD, Anaesthesiologist of the Department of anesthesiology and resuscitation № 1, Moscow Clinical Scientific Center named after Loginov MHD, Moscow, Russia; e-mail: a.klimov@mknc.ru

✉ **For citation:** Klimov A.A., Malakhova A.A., Kamnev S.A., Rudnitsky S.I., Subbotin V.V. A prospective randomized pilot study: The impact of the depth of neuromuscular blockade and modes of mechanical ventilation on surgical conditions during laparoscopic and robotic surgery. Annals of Critical Care. 2021;2:115–127. DOI: 10.21320/1818-474X-2021-2-115-127

✉ **Received:** 23.11.2020

✉ **Accepted:** 02.06.2021

DOI: 10.21320/1818-474X-2021-2-115-127

## Введение

Начиная с момента первых инструментальных осмотров полостей человеческого тела Авиценной в начале X века лапароскопия к нашему времени заняла прочные позиции среди разных техник выполнения оперативных вмешательств [1]. Сегодня почти для каждой абдоминальной операции уже разработан и выполнен ее лапароскопический вариант. Этому способствовали как технический прогресс в сфере

медицинского оборудования, так и накопление клинического опыта у хирургов и анестезиологов [1–3]. В последние годы в анестезиологическом сообществе активно обсуждают влияние глубины нервно-мышечной блокады (НМБ) на качество хирургических условий при лапароскопических операциях. Тем не менее до сих пор нет определенного ответа на вопрос, какой же уровень глубины НМБ обеспечивает лучшие хирургические условия [3–6].

На сегодняшний день есть две противоположные точки зрения. Одна из них основана на мнении, что во время лапароскопии необходимо использовать интенсивную НМБ [7–9]. Основным аргументом в пользу использования данной стратегии является возможность обеспечить больший «простор» для хирургических манипуляций и лучший обзор при низком давлении газа в брюшной полости [9–11]. Помимо улучшения хирургических условий, меньшее давление газа во время операции может снижать процент таких нежелательных явлений, как уменьшение венозного возврата к сердцу, нарушение клубочковой фильтрации, а в послеоперационном периоде — боль в плече [2, 8]. Вторая точка зрения объединяет противников рутинного использования интенсивной НМБ при лапароскопии. Эта группа специалистов утверждает, что такая степень миорелаксации не приводит к значимому улучшению хирургических условий, но при этом повышает риски остаточной НМБ после операции и, как следствие, вероятность развития рекураризации после медикаментозной реверсии блока [12]. Уже давно установлено, что остаточная релаксация приводит к увеличению времени восстановления после операции, а рекураризация, в свою очередь, может приводить к угнетению функции дыхания и обструкции верхних дыхательных путей со всеми вытекающими последствиями [13–15]. Другим не менее важным фактом, к которому апеллируют противники рутинной интенсивной НМБ, является то, что на сегодняшний день нет клинически значимых доказательств о каком-либо влиянии уровня миорелаксации во время операции на исходы лечения пациентов [16]. Так, например, исследование Kim H.J. et al. (2019) не обнаружило влияния интенсивной НМБ на качество восстановления после роботизированной гастрэктомии по сравнению с умеренным НМБ [17]. Третьим аргументом против является тот факт, что при проведении интенсивной НМБ значительно увеличиваются финансовые расходы на проведение анестезии. Затраты связаны как с большим расходом миорелаксантов для поддержания блока, так и с возможным использованием препаратов для реверсии НМБ, в частности сугаммадекса [13, 16].

Известно, что диафрагма обладает устойчивостью к действию мышечных релаксантов и перестает сокращаться только на фоне интенсивной НМБ, когда количество ответов при посттетаническом счете (Post tetanic count, РТС) составляет от 0 до 2 [18, 19]. На практике такой глубины НМБ достигает только сразу после индукции анестезии, а далее во время операции НМБ, как правило, носит умеренный характер. Все это создает предпосылки для сохранения спонтанного дыхания пациента во время оперативного вмешательства (в т. ч. и при лапароскопических вмешательствах), что было продемонстрировано ранее профессором В.В. Лихванцевым с коллегами (2010) и другими авторами [20, 21].

Учитывая отсутствие данных об удовлетворенности хирургов качеством визуализации при лапароско-

пических и робот-ассистированных вмешательствах у пациентов с умеренной НМБ на фоне вспомогательной вентиляции легких в режиме PSVpro, мы провели клиническое исследование с целью изучения влияния тактики поддержания частичного НМБ с проведением вспомогательной вентиляции легких на качество визуализации операционного поля и хирургических условий во время оперативного вмешательства.

## Материалы и методы

### Дизайн исследования

Проспективное одноцентровое рандомизированное клиническое исследование при оперативных вмешательствах на органах брюшной полости или полости малого таза в условиях общей анестезии с интубацией трахеи в период с 2017 по 2019 г. в ГБУЗ «Московский клинический научно-практический центр им. А.С. Логинова ДЗМ» (ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова ДЗМ, г. Москва). Исследование проведено в соответствии с руководящими принципами защиты данных и в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова ДЗМ (протокол № 2/2017 от 13.03.2017).

### Критерии включения

1. Мужчины и женщины в возрасте от 18 лет включительно, которым выполняли лапароскопические или робот-ассистированные оперативные вмешательства на органах брюшной полости или полости малого таза (оперируемые хирургом со стажем работы более 5 лет и опытом выполнения подобных операций более 30 раз в год) в условиях общей анестезии с интубацией трахеи и искусственной вентиляцией легких (ИВЛ).
2. Наличие подписанного добровольного информированного согласия.

### Критерии невключения

1. Пациенты, не подписавшие добровольное информированное согласие.
2. Физический статус пациента соответствует IV или V классу по классификации ASA.
3. Патологическое ожирение (ИМТ  $\geq 35$  кг/м<sup>2</sup>).
4. Наличие нейромышечного заболевания любой этиологии.
5. Наличие аллергии на препараты, используемые при проведении анестезиологического пособия.
6. Операции на двух полостях.

**Критерии исключения**

1. Отказ пациента на любом этапе исследования.
2. Выявление аллергии на препараты, используемые при проведении анестезиологического пособия.
3. Переход с лапароскопического доступа на открытый.

**Характеристика пациентов**

Выполнен набор пациентов в две группы: группа I — пациенты с частичной НМБ и вспомогательной ИВЛ; группа II — пациенты с интенсивной НМБ и при-

удительной ИВЛ. Рандомизацию пациентов на группы I : I выполняли методом конвертов. Всего включили 38 пациентов, 2 из которых отказались от участия в исследовании после подписания добровольного информированного согласия в день оперативного вмешательства. Таким образом, в итоге были проанализированы данные 36 пациентов (8 женщин и 28 мужчин в возрасте от 20 до 77 лет), которые были анонимно занесены в компьютеризированную базу данных. В группу I было включено 17 пациентов, в группу II — 19 пациентов. Какой-либо исходной патологии легких у больных в обеих группах выявлено не было. Функциональный статус пациентов по ASA был от I до III класса. Характеристика пациентов представлена в табл. 1.

**Таблица 1.** Характеристика пациентов, включенных в исследование. Значения представлены в виде суммы, или Me (Q1–Q3)

**Table 1.** Characteristics of the patients included in the study. Values are presented as a sum, or Me (Q1–Q3)

Характеристика пациентов	Всего	Группа I	Группа II	<i>p</i>
Количество пациентов ( <i>n</i> )	36	17	19	
Из них ( <i>n</i> )	Мужчины	28	14	0,69*
	Женщины	8	3	
Возраст, лет		65 (60–68)	64 (59–68)	0,77**
Масса тела, кг		70 (65–82)	80 (67–94)	0,09**
Рост, см		172 (170–176)	170 (166–178)	0,81**
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>		23,7 (21,2–27,1)	27,5 (23,5–29,5)	0,053**
ASA I ( <i>n</i> )		1	0	0,47***
ASA II ( <i>n</i> )		6	9	
ASA III ( <i>n</i> )		10	10	

\* Двусторонний критерий Фишера; \* критерий Манна—Уитни; \*\*\* —  $\chi^2$  Пирсона.

**Характеристика оперативных вмешательств**

У 13 из 17 человек группы I и 15 из 19 человек группы II были выполнены робот-ассистированные или лапароскопические оперативные вмешательства на органах нижнего этажа брюшной полости или органах малого таза (резекции прямой или сигмовидной кишки, гистерэктомии, простатэктомии); лапароскопические оперативные вмешательства на органах верхнего этажа брюшной полости (резекции желудка, резекции печени) были выполнены у 4 пациентов из группы I и у 4 пациентов из группы II (табл. 2).

**Анестезиологическое обеспечение**

Во всех случаях проводили стандартный анестезиологический мониторинг (монитор компании General Electric CARESCAPE B650) в следующем

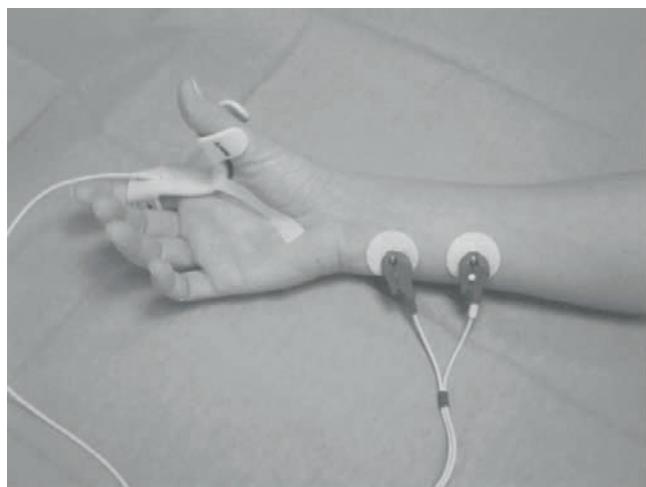
объеме: ЭКГ, пульсоксиметрия, неинвазивное измерение артериального давления, газовый мониторинг, капнография, спирометрия, для оценки уровня седации использовали BIS (Bispectral Index). Нервно-мышечную проводимость контролировали при помощи специального датчика (рис. 1) методом четырехрядной стимуляции (Train of four, TOF) и посттетанического счета (Post tetanic count, PTC). После индукции анестезии до введения миорелаксантов проводили калибровку датчика: определяли супра-максимальный уровень стимуляции, а также чувствительность и величину ответов.

Все пациенты, включенные в исследование, в день операции не получали никакой премедикации перед анестезией, в соответствии с принятым в нашем центре протоколом предоперационной подготовки. Для индукции анестезии использовали пропофол, который

**Таблица 2.** Распределение больных по видам операций  
**Table 2.** Distribution of patients according to type of surgery

Операция	Положение пациента во время операции	Группа I (n)	Группа II (n)	Всего (n)
Робот-ассистированная простатэктомия	Тренделенбурга	9	12	21
Робот-ассистированная пангистерэктомия	Тренделенбурга		3	3
Лапароскопическая резекция сигмовидной кишки	Тренделенбурга	2		2
Лапароскопическая гастрэктомия	Анти-Тренделенбурга		2	2
Лапароскопическая (робот-ассистированная) резекция печени	Фовлера	2	1	3
Лапароскопическая передняя резекция прямой кишки	Тренделенбурга	1		1
Лапароскопическая атипичная резекция желудка	Фовлера	1		1
Робот-ассистированная фундопликация	Фовлера		1	1
Лапароскопическая резекция подвздошной кишки	Тренделенбурга	1		1
Лапароскопическая резекция поджелудочной железы	Фовлера	1		1

Статистической разницы между группами нет;  $p = 0,55$  ( $\chi^2$  Пирсона).



**Рис. 1.** Датчик для оценки нервно-мышечной проводимости  
**Fig. 1.** Sensor for the assessment of neuromuscular conduction

вводили посредством титрования до достижения показателя BIS 40–60. Индукционная доза пропофола в первой группе пациентов составила 2,1 мг/кг (1,9–2,3), во второй группе — 2,2 мг/кг (1,7–2,5) ( $p = 0,72$ , критерий Манна—Уитни). С целью обеспечения миорелаксации во время интубации трахеи использовали рокурония бромид из расчета 0,6 мг на кг массы тела. Его доза во время индукции анестезии в группе I составила  $0,64 \pm 0,1$  мг/кг, в группе II —  $0,58 \pm 0,05$  ( $p = 0,02$ , t-критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони). С целью анальгезии во время интубации трахеи использовали фентанил, в группе I его доза составила  $3,99 \pm 0,63$  мкг/кг, в группе II —  $3,70 \pm 0,81$  мкг/кг ( $p = 0,24$ , t-критерий

Стьюдента с поправкой Бонферрони). Анестезию поддерживали севофлураном на уровне не более 1,3 МАК до окончания оперативного вмешательства на основании показателей BIS. С целью анальгезии во время операции в обеих группах каждые 30 мин вводили фентанил в дозе 1 мкг/кг в/в болюсно. Общая доза расхода фентанила в группе I составила 1,75 мкг/кг/ч (1,44–2,43), а в группе II — 1,70 (1,23–2,25) мкг/кг/ч ( $p = 0,39$ , критерий Манна—Уитни) (табл. 3).

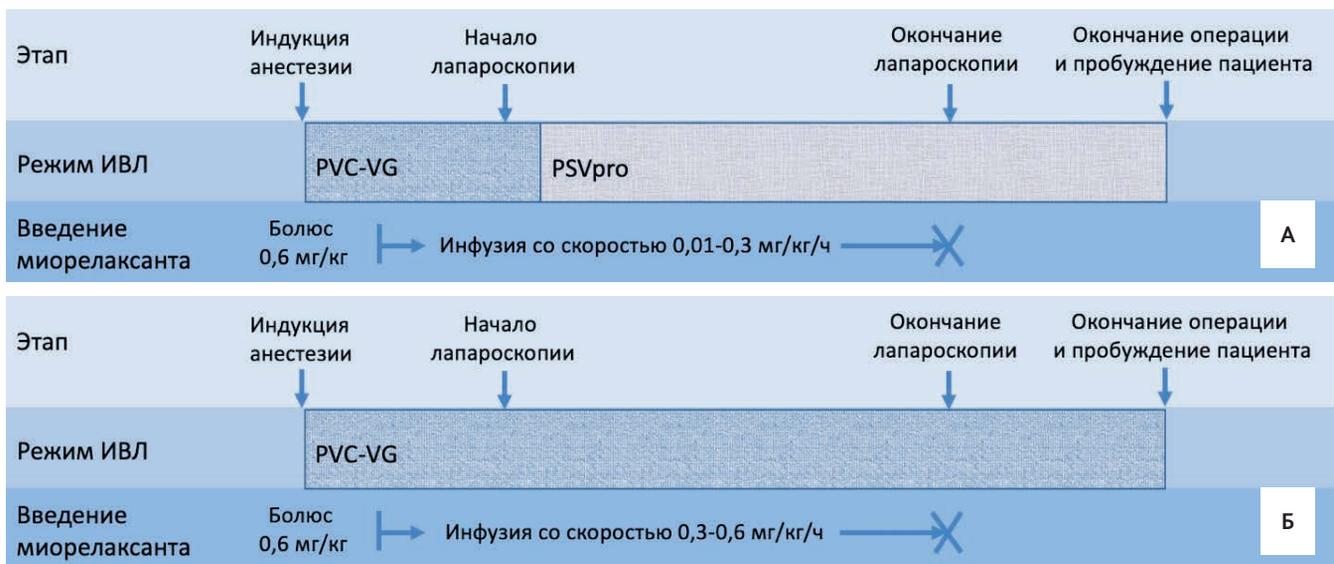
После проведения вводной анестезии и выполнения интубации трахеи пациентам, независимо от групп распределения, начинали ИВЛ в режиме принудительной вентиляции по давлению с гарантированным объемом (Pressure control ventilation–volume guaranteed, PCV-VG) наркозно-дыхательным аппаратом компании Avance CS2 (GE Healthcare, США) со следующими параметрами вентиляции: фракцией кислорода ( $FiO_2$ ) 35–40 %, дыхательным объемом (ДО) 6–8 мл/кг, положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ) 5–8 см вод. ст., соотношением вдоха к выдоху (I : E) 1 : 1 и с частотой дыхания, достаточной для поддержания нормокапнии (35–45 мм рт. ст.). Далее, в зависимости от группы распределения, пациентам проводили анестезию и ИВЛ в соответствии со схемами, представленными ниже (рис. 2).

В первой группе пациентов после проведения индукции анестезии с целью поддержания умеренной миорелаксации во время лапароскопии использовали инфузию рокурония бромида в дозе 0,01–0,3 мг/кг/ч для поддержания умеренной НМБ до 50 % по TOF. Через 20 мин после начала лапароскопии выполняли попытку перевода на вспомогательную вентиляцию легких

**Таблица 3. Дозы препаратов для поддержания анестезии. Ме (Q1–Q3)**  
**Table 3. Doses of drugs to maintain anesthesia. Me (Q1–Q3)**

Препарат	Группа I	Группа II	p*
Пропофол, мг/кг	2,1 [1,9– 2,3]	2,2 [1,7– 2,5]	0,72
Фентанил, мкг/кг/ч	1,75 [1,44–2,43]	1,70 [1,23–2,25]	0,39
Фентанил, мкг (всего)	600 [500–700]	600 [550–700]	0,59
Рокурония бромид, мг/кг/ч	0,20±0,06	0,48±0,1	0,000001
Рокурония бромид, мг (всего)	68 мг [50–80]	157,5 мг [140–180 мг]	0,000002

\* Критерий Манна—Уитни.



**Рис. 2. Респираторная поддержка на разных этапах анестезиологического пособия: А — в группе I (умеренная НМБ и вспомогательная вентиляция); Б — в группе II (интенсивная НМБ и принудительная ИВЛ)**

**Fig. 2. Respiratory support at different stages of anesthesia: A — group I (moderate NMB and pressure support ventilation — PSVpro); Б — group II (intensive NMB and pressure control ventilation–volume guaranteed — PCV-VG)**

в режиме PSVpro со следующими параметрами: потоковый триггер (Trig) 0,2 л/мин; давление поддержки (Psupp), необходимое для достижения ДО, 6–8 мл/кг, но при котором максимальное давление в дыхательных путях (Pmax) не превышало 35 см вод. ст.; ПДКВ 5–8 см вод. ст., с поддержанием нормакапнии. При неэффективности перевода на вспомогательную вентиляцию, например, в случае отсутствия респираторных попыток или недостаточной частоте дыхания, ИВЛ продолжали в принудительном режиме PCV-VG с исходными параметрами вентиляции в течение 20 мин до момента повторного перевода на режим PSVpro. После успешного перевода на вспомогательный режим ИВЛ он использовался вплоть до момента окончания операции и экстубации пациента. В случае развития тахипноэ и гипокпапии врач увеличивал значение потокового Trig. В случае развития гиперкапнии (EtCO<sub>2</sub> > 45 мм рт. ст.) врач выполнял следующие действия:

- 1) уменьшение потокового Trig, если его значение превышало 0,2 л/мин, с целью увеличения частоты дыхательных движений (ЧДД);
- 2) увеличение Psupp с доведением ДО до 10 мл/кг;
- 3) при невозможности скорректировать гиперкапнию из-за низкой частоты дыхания выполняли перевод в принудительный режим вентиляции (PCV-VG) с первоначально заданными параметрами. Попытку обратного перевода на PSVpro далее проводили через 20 мин.

Во второй группе пациентов после индукции анестезии с целью поддержания интенсивной миорелаксации (T0 по TOF и PTC 0–2 ответа) на этапе лапароскопии использовали рекомендуемые производителем инфузионные дозы рокурония бромида 0,03–0,6 мг/кг/ч. Проведение ИВЛ до конца операции продолжали в режиме PCV-VG, установленном сразу после индукции анестезии со следующими параметрами: FiO<sub>2</sub> 35–40 % ДО 6–8 мл/кг, PEEP 5–8 см вод. ст.,

соотношение 1 : E 1 : 1, с частотой, достаточной для поддержания нормакапнии (35–45 мм рт. ст.).

В случае ухудшения хирургических условий и качества визуализации во время лапароскопии, которые не угрожали безопасности пациента, анестезиолог, по просьбе хирурга (после уточнения балла по Лейденской шкале), с целью миорелаксации вводил препарат из одного из 10 заранее приготовленных «слепых» шприцев. Данные шприцы заполнял и нумеровал второй анестезиолог, не участвующий в проведении анестезии. В 5 шприцах было разведено 10 мг рокурония бромида, разбавленных до 10 мл раствором 0,9 % NaCl. В остальных 5 шприцах было только 10 мл раствора 0,9 % NaCl. Шприцы в случае необходимости использовали по порядку в соответствии с присвоенным номером от 1 до 10. Таким образом, ни анестезиолог, который проводил анестезию, ни оперирующий хирург не знали о том, какой препарат вводили. Через 1 мин после введения выполняли повторную оценку качества хирургических условий.

В случае ухудшения хирургических условий и качества визуализации, которые могли угрожать безопасно-

сти пациента, анестезиолог мог ввести 10 мг рокурония бромида.

### Оценка хирургических условий

Оценку хирургических условий и качества визуализации операционного поля проводили по 5-балльной хирургической рейтинговой шкале Лейденского университета (The Leiden Surgical Rating Scale, L-SRS) [22] (табл. 4). Оперирующего хирурга начинали опрашивать по шкале сразу после установки троакаров в брюшную полость. Затем опрос проводили каждые 15 мин вплоть до окончания лапароскопического этапа операции. После окончания вмешательства хирург оценивал качество условий и визуализации за все время оперативного вмешательства в целом (итоговая оценка).

Дополнительно во время исследования мы оценивали: продолжительность анестезиологического пособия и операции, а также интраоперационный расход медикаментов и уровень внутрибрюшного давления.

**Таблица 4.** Хирургическая рейтинговая шкала Лейденского университета (L-SRS) [22]

**Table 4.** The Leiden Surgical Rating Scale, L-SRS [22]

1 балл	<i>Крайне плохие условия:</i> хирург не может работать (невозможно визуализировать лапароскопическое операционное поле) из-за кашля или недостаточного расслабления мускулатуры. Необходимо использовать миорелаксанты
2 балла	<i>Плохие условия:</i> хирург визуализирует лапароскопическое операционное поле, но работа сильно затруднена из-за недостаточного расслабления мышц (непрерывные сокращения или движения или и то, и другое одновременно). Существует опасность повреждения тканей. Необходимо использовать миорелаксанты
3 балла	<i>Приемлемые условия:</i> широкая визуализация лапароскопического операционного поля, но регулярно происходят сокращения мышц, движения или и то, и другое, что вызывает некоторые помехи в работе хирурга. Необходимо рассмотреть вопрос использования релаксантов для предотвращения ухудшения условий
4 балла	<i>Хорошие условия:</i> широкая визуализация лапароскопического операционного поля. Сокращения мышц, движения или то и другое происходят редко. Необходимости в дополнительных миорелаксантах нет, если нет опасения ухудшения условий
5 баллов	<i>Оптимальные условия:</i> широкая визуализация лапароскопического операционного поля без каких-либо движений или сокращений. Необходимости в дополнительных миорелаксантах нет

### Статистический анализ

Для статистической обработки данных использовали программу Statistica 10 (StatSoft Inc., США). Для оценки выборки на нормальность распределения использовали критерий Шапиро—Уилка. Полученные данные с нормальным распределением представлены в виде среднего  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm \sigma$ ). Показатели с ненормальным распределением представлены в виде медианы с 25–75-м перцентилями Me (Q1–Q3). Сравнение между группами проводили с помощью t-критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони для данных с нормальным распределением, теста Манна—Уитни,  $\chi^2$  Пирсона и двустороннего критерия Фишера для непараметрических данных и категориальных данных соответственно.

Статистически значимыми различиями считали результаты, при которых значения критерия соответствовали условию  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования

Медианы длительности анестезии, продолжительности оперативных вмешательств и продолжительности лапароскопии статистически значимо не отличались между исследуемыми группами (табл. 5). Ни в одном из исследуемых случаев не было зарегистрировано перехода с лапароскопического доступа на открытый.

**Таблица 5.** Продолжительность анестезии и оперативных вмешательств в группах исследования, Ме (Q1–Q3)  
**Table 5.** Duration of anesthesia and surgery. Values are presented as medians with interquartile ranges, Me (Q1–Q3)

	Группа I	Группа II	p*
Продолжительность анестезии, мин	305 (225–330)	235 (198–325)	0,33
Продолжительность операции, мин	255 (155–270)	185 (148–255)	0,31
Продолжительность лапароскопии, мин	225 (140–240)	165 (128–225)	0,26

\* Критерий Манна—Уитни.

Показатели артериального давления, частоты сердечных сокращений, сатурации и температуры в обеих группах пациентов на протяжении всех анестезий были в пределах нормальных значений. Данные BIS-мониторинга убедительно свидетельствовали о достаточном уровне седации на всех этапах операции в обеих группах, т. к. эпизодов регистрации данного показателя более 55 от момента интубации до момента окончания

операции не зарегистрировано. Потребление нейромышечных блокирующих агентов за все время операции было статистически меньше в группе I: 0,20 + 0,06 мг/кг/ч vs 0,48 + 0,19 мг/кг/ч в группе II ( $p = 0,000001$ , критерий Манна—Уитни).

Данные о скорости введения рокурония бромид, расходе севофлурана, глубине НМБ, уровне давления в брюшной полости и механике дыхания представлены в табл. 6.

**Таблица 6.** Показатели уровня нервно-мышечной блокады, некоторых параметров механики дыхания, EtCO<sub>2</sub> и внутрибрюшного давления в интраоперационном периоде, Ме (Q1–Q3)

**Table 6.** The level of neuromuscular blockade and some parameters of respiratory mechanics, EtCO<sub>2</sub> and intra-abdominal pressure in the intraoperative period, Me (Q1–Q3)

Показатель	Значения показателей в группах во время операции, мин											
	0		30		60		90		120		150	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Скорость инфузии рокурония бромида, мг/кг*/ч	0,05* (0,01–0,1)	0,3 (0,3–0,5)	0,05* (0,01–0,1)	0,3 (0,3–0,5)	0,05* (0,01–0,1)	0,3 (0,3–0,45)	0,05* (0,01–0,1)	0,3 (0,3–0,4)	0,05* (0,01–0,1)	0,3 (0,3–0,4)	0,05* (0,01–0,1)	0,3 (0,3–0,4)
Севофлуран, МАК	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)	1 (1–1)
TOF, %	0* (0–15)	0 (0–0)	20* (9–33)	0 (0–0)	27* (0–60)	0 (0–0)	40* (20–72)	0 (0–0)	41* (26–78)	0 (0–0)	31,5* (10–69)	0 (0–0)
EtCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	39 (36–40)	36 (36–38)	41** (39–42)	39 (38–40)	40 (40–43)	39 (38–40)	41** (39–43)	39 (37–40)	40 (37–42)	36 (36–37)	40 (38–44)	38 (38–40)
ДО, мл	450 (425–450)	500 (450–500)	450 (435–480)	500 (450–500)	449 (435–470)	500 (450–500)	460 (440–485)	500 (475–500)	455 (434–486)	500 (469–500)	460 (437,5–490)	500 (456–500)
ЧДД в мин	12* (10–12)	12 (12–14)	10* (9–11)	12 (12–14)	11* (10–12)	13 (12–14)	12* (11–14)	13 (12–14)	13 (12–14)	113 (12–14)	13 (12–13)	13 (12–14)
Внутрибрюшное давление, мм рт. ст.	12 (12–14)	12 (12–14)	12 (12–13)	12 (12–13)	12 (11–12)	12 (12–13)	12 (11–13)	12 (11–13)	12 (11–12)	12 (11–12,3)	12 (11–13)	12 (11–13)

Статистически значимые различия между сравниваемыми группами: \* критерий Манна—Уитни; \*\* t-критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони.

### Оценка удовлетворенности хирургическими условиями и дополнительное введение миорелаксантов

Проанализировано 515 промежуточных и 36 итоговых записей оценки хирургических условий и качества визуализации операционного поля.

При анализе 515 промежуточных оценок установлено, что ни в одной из групп не зарегистрированы крайне плохие и плохие хирургические условия. Приемлемые условия зарегистрированы у 2 пациентов в группе I (у одного из них такая оценка зафиксирована дважды) и у 1 пациента в группе II. Разницы между группами по частоте регистрации приемлемых хирургических условий не выявлено ( $p = 0,59$ , двусторонний критерий Фишера). Промежуточные оценки, соответствующие хорошим хирургическим условиям, были зарегистрированы у 7 па-

циентов в группе I (у одного пациента такая оценка была зарегистрирована 4 раза, у 2 пациентов — 3 раза и у 4 пациентов — 1 раз). В группе II хорошие условия отмечены у 4 пациентов (у одного пациента такую оценку регистрировали 4 раза, у остальных 3 пациентов — по 2 раза). Медиана значений промежуточных оценок в группе I составила 5 (5–5), в группе II — 5 (5–5). Статистически значимых различий между группами не зарегистрировано ( $p = 0,28$ ,  $\chi^2$  Пирсона).

При анализе итоговых оценок пациентов с крайне плохими, плохими или приемлемыми условиями нами выявлено не было. Медиана итоговой оценки хирургических условий в группе I составила 5 (5–5) баллов и 5 (5–5) баллов — в группе II. Статистически значимых различий в итоговых оценках хирургических условий и качества визуализации операционного поля за все время операции не выявлено ( $p = 0,32$ , двусторонний критерий Фишера) (табл. 7).

**Таблица 7.** Данные оценки хирургических условий и качества визуализации операционного поля в группах исследования

**Table 7.** Data of surgical rating scores in the study groups

Количество записей оценки (n)	Группы	Всего по группам	Хирургические условия					P
			крайне плохие	плохие	приемлемые	хорошие	оптимальные	
Промежуточная	I	244	0	0	3	14	227	0,28*
	II	271	0	0	1	10	260	
Итоговая	I	17	0	0	0	3	14	0,32**
	II	19	0	0	0	1	18	

\*  $\chi^2$  Пирсона; \*\* двусторонний критерий Фишера.

Дополнительное введение релаксантов из пронумерованных «слепых» шприцев с целью улучшения хирургических условий потребовалось у 6 пациентов из группы I и у 2 пациентов из группы II ( $p = 0,11$ ; двусторонний критерий Фишера). Всего было израсходовано 14 таких шприцев, 8 из которых содержали 0,9 % NaCl, а 6 — миорелаксант. При этом у пациентов из первой группы «слепые» шприцы использовали 11 раз (6 раз вводили 0,9 % NaCl, 5 раз — миорелаксант), а во второй группе — 3 раза (2 раза вводили 0,9 % NaCl, 1 раз — миорелаксант). При этом в ряде ситуаций в обеих группах было зарегистрировано улучшение хирургических условий при введении не только миорелаксанта, но также и раствора 0,9 % NaCl (у 2 пациентов из группы I и 2 пациентов из группы II). Данные об использовании «слепых» шприцев представлены в табл. 8.

Следует отметить, тот факт, что в двух случаях у пациентов из группы I ухудшение хирургических условий было связано с техническими сложностями, а не с уровнем миорелаксации, что было признано оперирующим хирургом после окончания операции.

У первого пациента (пациент № 3 в табл. 8) имелись спайки и по ходу операции отмечалось неоднократное загрязнение камеры лапароскопа. Также стоит отметить, что у этого же пациента, уже после использования «слепых» пронумерованных шприцев, на 75-й мин операции по просьбе оперирующего хирурга дополнительно потребовалось введение 10 мг рокурония бромида. Показатель TOF по данным монитора на момент введения препарата составлял 13 %. Пациент вентилировался в режиме PSVpro. Через 5 мин на фоне TOF 0 и при переводе пациента в принудительный режим вентиляции легких PCV-VG улучшения хирургических условий зарегистрировано не было. Окончательное рассечение спаек к 90-й мин операции улучшило хирургическую оценку качества визуализации. После окончания операции хирургом отмечено, что небольшой объем брюшной полости и постоянное загрязнение камеры лапароскопа были основной причиной ухудшения хирургических условий. Итоговая оценка качества визуализации у данного пациента, по мнению хирурга, составила 4 балла.

**Таблица 8.** Данные мониторинга нервно-мышечной проводимости и оценки качества визуализации операционного поля при использовании «слепых» шприцев у пациентов

**Table 8.** Neuromuscular monitoring data and surgical rating scores before and after using “blind” syringes

№	1-й шприц (препарат и время введения)				2-й шприц (препарат и время введения)				3-й шприц (препарат и время введения)			
	Режим ИВЛ в момент введения препарата	Балл до введения и значение TOF или (ответы РТС)	Балл после введения и значение TOF или (ответы РТС)	Балл после введения и значение TOF или (ответы РТС)	Режим ИВЛ в момент введения препарата	Балл до введения и значение TOF или (ответы РТС)	Балл после введения и значение TOF или (ответы РТС)	Балл после введения и значение TOF или (ответы РТС)	Режим ИВЛ в момент введения препарата	Балл до введения и значение TOF или (ответы РТС)	Балл после введения и значение TOF или (ответы РТС)	
Группа I	1	NaCl 120-я мин	PSVpro 4 балла 85 %	4 балла 85 %	NaCl 123-я мин	PSVpro 4 балла 90 %	5 баллов 90 %	—	—	—	—	
	2	М 135-я мин	PSVpro 4 балла 38 %	5 баллов P2	—	—	—	—	—	—	—	
	3	NaCl 45-я мин	PSVpro 4 балла 20 %	4 балла 20 %	М 48-я мин	PSVpro 4 балла 20 %	4 балла 0	—	—	—	—	
	4	М 95-я мин	PSVpro 4 балла 42 %	5 баллов P3	—	—	—	—	—	—	—	
	5	NaCl 75-я мин	PSVpro 4 балла 74 %	4 балла 74 %	NaCl 120-я мин	PSVpro 3 балла 80 %	3 балла 80 %	М 125-я мин	PSVpro 3 балла 80 %	5 баллов 15 %	—	
	6	NaCl 135-я мин	PSVpro 4 балла 45 %	5 баллов 45 %	М 165-я мин	PSVpro 4 балла 38 %	5 баллов P1	—	—	—	—	
Группа II	7	М 10-я мин	PCV-VG 4 балла (0)	5 баллов (0)	—	—	—	—	—	—	—	
	8	NaCl 75-я мин	PCV-VG 3 балла (1)	3 балла (1)	NaCl 78-я мин	PCV-VG 3 балла (1)	4 балла (1)	—	—	—	—	

М — шприц с миорелаксантом (10 мг рокурония бромида); NaCl — шприц с раствором 0,9 % NaCl.

У второго пациента (пациент №6 в табл. 8) изменение хирургических условий было вызвано дефектом раны в области стояния троакара, что приводило к утечке газа из брюшной полости. Это и было расценено оперирующим хирургом как плохая миорелаксация (был введен «слепой» шприц с миорелаксантом). В данном случае отличных хирургических условий удалось достичь только после ушивания дефекта троакарного отверстия. Поэтому улучшение хирургических условий в обоих случаях нельзя связать с использованием двух «слепых» шприцев.

Использование миорелаксантов у пациентов в группе интенсивной НМБ (РТС < 2 ответов) в первом случае (пациент № 7 в табл. 8) было связано с загрязнением камеры лапароскопа и трудностями при установке троакара, а во втором случае (пациент № 8) — с исходно малым объемом брюшной полости, что было подтверждено оперирующим хирургом в обоих случаях.

### Обсуждение

При анализе данных 36 пациентов, перенесших лапароскопические и робот-ассистированные вмешательства, мы не обнаружили статистически значимых различий в качестве визуализации операционного поля и хирургических условий между группой с умеренной НМБ и вентиляцией легких во вспомогательном режиме PSVpro и группой с глубокой НМБ и принудительной вентиляцией в режиме PCV-VG. Учитывая данные литературы, можно судить о том, что полученные нами результаты согласуются с частью ранее проведенных исследований [18, 19, 23, 24]. Так, несколько похожих исследований в гинекологии и бариатрической лапароскопической хирургии также не выявили различий в качестве визуализации между группами сравнения [23–26]. Не было выявлено различий и при лапароскопической герниопластике, по данным коллег из Дании [24]. С другой частью

клинических исследований наши результаты расходятся [4, 7, 27, 29, 30]. В частности, при лапароскопической хирургии во внебрюшинном пространстве (нефрэктомия и простатэктомия) в двух исследованиях сообщается об улучшении хирургических условий при использовании глубокого НМБ [7, 29]. Подобное исследование в лапароскопической колоректальной хирургии также показало улучшение хирургических условий при глубоком НМБ [30]. В двух исследованиях, включавших пациентов, которым выполняли лапароскопическую холецистэктомию, также выявили преимущества глубокого НМБ [4, 5]. Однако в одном из них превосходство глубокой НМБ над умеренной было незначительным [4]. Результат метаанализа 2018 г., в который, к сожалению, не были включены исследования Chassard D. et al. (1996), Chen B.Z. et al. (2013) и Söderström C.M. et al. (2018), показал преимущества использования глубокой НМБ [6, 23, 24, 28]. Однако нужно отметить тот факт, что между исследованиями, включенными в этот метаанализ, была выявлена значительная гетерогенность, касающаяся типа операций и частоты измерения результатов. И сами авторы после последовательного анализа указали на тот факт, что в настоящее время недостаточно данных для поддержки преимуществ глубокой НМБ.

Интересным результатом нашего исследования стала регистрация данных о запросах хирургов о дополнительной миорелаксации пациента в ситуациях, когда эти миорелаксанты не нужны. В частности, в ситуациях, когда НМБ является тотальным и соответствует значениям РТС 0–2 ответа. Также отмечен запрос миорелаксантов в ситуациях, когда проблемы связаны с анатомическими особенностями пациента (спайки, малый размер брюшной полости) или техническими проблемами, например такими, как сброс газа через троакарное отверстие или загрязнение камеры лапароскопа. Введение миорелаксантов в данных ситуациях может быть избыточным. Это, в свою очередь, повышает риски остаточной миорелаксации для пациента, особенно в тех случаях, когда врач не контролирует глубину НМБ [13–15].

Еще одним не менее интересным результатом исследования является факт улучшения хирургических условий при введении плацебо (0,9 % NaCl) вместо миорелаксанта по запросу хирурга. Такая ситуация была зарегистрирована в трех случаях у двух пациентов из основной группы исследования и в одном

случае у пациента контрольной группы на фоне тотального нейромышечного блока. Данных пациентов оперировали разные хирурги.

## Заключение

Умеренная НМБ в сочетании с вентиляцией легких во вспомогательном режиме PSVpro во время лапароскопии позволяет обеспечить отличные и хорошие хирургические условия при лапароскопических и робот-ассистированных вмешательствах. При этом значимого влияния на качество хирургических условий по сравнению с тотальной НМБ и вентиляцией в режиме PCV-VG не выявлено. Использование стратегии поддержания умеренной НМБ значительно снижает расход миорелаксанта во время оперативного вмешательства. Однако при этом в ряде ситуаций может возникнуть необходимость в дополнительном введении миорелаксанта для улучшения хирургических условий. Требуется проведение дальнейших исследований для определения уровня глубины НМБ, достаточного для проведения вспомогательной вентиляции в режиме PSVpro и для поддержания отличных хирургических условий.

**Ограничения исследования.** Ограничениями нашего пилотного исследования являются: небольшое количество пациентов, гетерогенность оперативных вмешательств, субъективная шкала оценки качества визуализации.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов.** Климов А.А., Малахова А.А., Камнев С.А., Рудницкий С.И., Субботин В.В. — разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

## ORCID авторов

Климов А.А. — 0000-0001-7633-6852  
 Малахова А.А. — 0000-0003-3868-3671  
 Камнев С.А. — 0000-0002-4230-4796  
 Рудницкий С.И. — 0000-0001-7458-7893  
 Субботин В.В. — 0000-0002-0921-7199

## Литература/References

[1] Хатьков И.Е., Барсуков Ю.А., Атрощенко А.О., и др. История развития лапароскопической хирургии. Тазовая хирургия и онкология. 2012; 2: 35–9. DOI: 10.17650/2220-3478-2012-0-

2-35-39. [Chatkov I.E., Barsukov Yu.A., Atroshchenko A.O., et al. History of laparoscopic surgery. Pelvic Surgery and Oncology. 2012; 2: 35–9. (In Russ)]

- [2] *Miller R.D., Cohan N.H., Eriksson L.I., et al.* Miller's anesthesia. 8th ed. Philadelphia: Elsevier, 2015.
- [3] *Горобец Е.С.* Управление нейромышечным блоком в анестезиологии. Клинические рекомендации ФАР. [Агеенко А.М. и др.]. Под ред. Е.С. Горобца, В.М. Мизикова, Э.М. Николаенко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. [*Gorobets E.S.* Management of neuromuscular block in anesthesia. Clinical guidelines FAR. [Ageenko A.M. et al.]. Ed. E.S. Gorobets, V.M. Mizikova, E.M. Nikolaenko. Moscow: GEOTAR-Media, 2014. (In Russ)]
- [4] *Staeher-Rye A.K., Rasmussen L.S., Rosenberg J., et al.* Surgical space conditions during low-pressure laparoscopic cholecystectomy with deep versus moderate neuromuscular blockade: a randomized clinical study [published correction appears in Anesth Analg. 2015; 120(4): 957. Dosage error in article text]. Anesth Analg. 2014; 119(5): 1084–92. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000316.
- [5] *Rosenberg J., Herring W.J., Blobner M., et al.* Deep Neuromuscular Blockade Improves Laparoscopic Surgical Conditions: A Randomized, Controlled Study. Adv Ther. 2017; 34, 925–36. DOI: 10.1007/s12325-017-0495-x.
- [6] *Park Sun-Kyung, Son Young G., Yoo Seokha, Lim Taeyoon, et al.* Deep vs. moderate neuromuscular blockade during laparoscopic surgery, European Journal of Anaesthesiology (EJA). 2018; 35(11): 867–75. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000884.
- [7] *Martini C.H., Boon M., Bevers R.F., et al.* Evaluation of surgical conditions during laparoscopic surgery in patients with moderate vs deep neuromuscular block. Br J Anaesth. 2014; 112: 498–505. DOI: 10.1093/bja/aet377.
- [8] *Madsen M.V., Istre O., Staeher-Rye A.K., et al.* Postoperative shoulder pain after laparoscopic hysterectomy with deep neuromuscular blockade and low-pressure pneumoperitoneum: a randomized controlled trial. Eur J Anaesthesiol. 2016; 33: 341–7. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000360.
- [9] *Bruintjes M.H., et al.* Deep neuromuscular block to optimize surgical space conditions during laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. British Journal of Anaesthesia. 2017; 118(6): 834–42. DOI: 10.1093/bja/aex116.
- [10] *Lindekaer A.L., Springborg H.H., Istre O.* Deep neuromuscular blockade leads to a larger intraabdominal volume during laparoscopy. J Vis Exp. 2013; 76: 50045. DOI: 10.3791/50045.
- [11] *Blobner M., Frick C.G., Stäuble R.B., et al.* Neuromuscular blockade improves surgical conditions (NISCO). Surg Endosc. 2015; 29: 627–36. DOI: 10.1007/s00464-014-3711-7.
- [12] *Kopman A.F., Naguib M.* Laparoscopic surgery and muscle relaxants: is deep block helpful? Anesth Analg. 2015; 120: 51–8. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000471.
- [13] *Деркач Е.В., Авксентьева М.В., Реброва О.Ю. и др.* Клинико-экономическая оценка использования сугаммадекса (Брайдана) для реверсии нейромышечного блока при проведении оперативных вмешательств. Медицинские технологии. 2013; 3: 44–55.
- [14] *Murphy G.S., Szokol J.W., Marymont J.H., et al.* Residual neuromuscular blockade and critical respiratory events in the postanesthesia care unit. Anesth Analg. 2008; 107: 130–7. DOI: 10.1213/ane.0b013e31816d1268.
- [15] *Beccaria P., Cabrini L., Garancini M., et al.* Recurarisation in a surgical ward. Anaesth Intensive Care. 2008; 36: 917–8.
- [16] *Kopman A.F., Naguib M.* Laparoscopic surgery and muscle relaxants: is deep block helpful? Anesth Analg. 2015; 120: 51–8. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000471.
- [17] *Kim H.J., Lee K.Y., Kim M.H., et al.* Effects of deep vs moderate neuromuscular block on the quality of recovery after robotic gastrectomy. Acta Anaesthesiol Scand. 2019; 63: 306–313. DOI: 10.1111/aas.13271.
- [18] *Cantineau J.P., Porte F., d'Honneur G., et al.* Neuromuscular effects of rocuronium on the diaphragm and adductor pollicis muscles in anesthetized patients. Anesthesiology. 1994; 81: 585–90. DOI: 10.1097/00000542-199409000-00010.
- [19] *Hemmerling T.M., Donati F.* Neuromuscular blockade at the larynx, the diaphragm and the corrugator supercilii muscle: a review. Can J Anaesth. 2003; 50: 779–94. DOI: 10.1007/BF03019373.
- [20] *Мороз В.В., Лихванцев В.В., Федоров С.А. и др.* Общая анестезия с сохраненным спонтанным дыханием через интубационную трубку. Общая реаниматология. 2010; VI(4): 43–8. DOI: 10.15360/1813-9779-2010-4-43. [*Moroz V.V., Likhvantsev V.V., Fedorov S.A., et al.* General Anesthesia with Preserved Spontaneous Breathing through an Intubation Tube. General Reanimatology. 2010; 6(4): 43. (In Russ)]
- [21] *Селиванов Д.Д., Федоров С.А., Габитов М.В. и др.* Гемодинамика и кислородтранспортная функция крови в условиях сочетанной анестезии с сохраненным спонтанным дыханием. Общая реаниматология. 2011; 7(2): 25–9. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-2-25. [*Selivanov D.D., Fedorov S.A., Gabitov M.V., et al.* Hemodynamics and Blood Oxygen Transport Function under Combined Anesthesia with Preserved Spontaneous Respiration. General Reanimatology. 2011; 7(2): 25–9. (In Russ)]
- [22] *Boon M., Martini C.H., Aarts L.P.H.J., et al.* The use of surgical rating scales for the evaluation of surgical working conditions during laparoscopic surgery: a scoping review. Surg Endosc. 2019; 33: 19–25. DOI: 10.1007/s00464-018-6424-5.
- [23] *Chassard D., Bryssine B., Golfier F., et al.* Coelioscopie gynécologique avec ou sans curare [Gynecologic laparoscopy with or without curare]. Ann Fr Anesth Reanim. 1996; 15(7): 1013–17. DOI: 10.1016/s0750-7658(96)89470-6.
- [24] *Chen B.Z., Tan L., Zhang L., Shang Y.C.* Is muscle relaxant necessary in patients undergoing laparoscopic gynecological surgery with a ProSeal LMA™? J Clin Anesth. 2013; 25(1): 32–5. DOI: 10.1016/j.jclinane.2012.06.004.
- [25] *Baete S., Vercautse G., Vander Laenen M., et al.* The Effect of Deep Versus Moderate Neuromuscular Block on Surgical Conditions and Postoperative Respiratory Function in Bariatric Laparoscopic Surgery: A Randomized, Double Blind Clinical Trial. Anesth Analg. 2017; 124(5): 1469–75. DOI: 10.1213/ANE.0000000000001801.
- [26] *Mohamed M. Abu Yazed, Sameh Abdelkhalik Ahmed.* Deep versus moderate neuromuscular block in laparoscopic bariatric surgeries: effect on surgical conditions and pulmonary complications, Egyptian Journal of Anaesthesia. 2019; 35(1): 57–64. DOI: 10.1080/11101849.2019.1625506.
- [27] *Torensma B., Martini C.H., Boon M., et al.* Deep Neuromuscular Block Improves Surgical Conditions during Bariatric Surgery and Reduces Postoperative Pain: A Randomized Double Blind Controlled Trial. PLoS One. 2016; 11(12): e0167907. Published 2016 Dec 9. DOI: 10.1371/journal.pone.0167907.

- [28] *Söderström Carl M., Borregaard Medici Roar, Assadzadeh Sami, et al.* Deep neuromuscular blockade and surgical conditions during laparoscopic ventral hernia repair, *European Journal of Anaesthesiology (EJA)*. 2018; 35(11): 876–82. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000833.
- [29] *Özdemir-van Brunschot D.M.D., Braat A.E., van der Jagt M.F.P., et al.* Deep neuromuscular blockade improves surgical conditions during low-pressure pneumoperitoneum laparoscopic donor nephrectomy. *Surg Endosc*. 2018; 32(1): 245–51. DOI: 10.1007/s00464-017-5670-2.
- [30] *Kim M.H., Lee K.Y., Lee K.Y., et al.* Maintaining Optimal Surgical Conditions With Low Insufflation Pressures is Possible With Deep Neuromuscular Blockade During Laparoscopic Colorectal Surgery: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Parallel-Group Clinical Trial. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95(9): e2920. DOI: 10.1097/MD.0000000000002920.