



АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДВУХЭТАПНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ В ХИРУРГИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Д.С. Лукьянов¹, М.Н. Лебедева¹, Р.И. Голиков¹, И.П. Верещагин², В.В. Рерих^{1, 2}

¹Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии имени Я.Л. Цивьяна

²Новосибирский государственный медицинский университет

Цель исследования: Анализ влияния последовательности выполнения вентрального и дорсального спондилодезов позвоночника, выполняемых в условиях комбинированной анестезии в одну хирургическую сессию, на состояние газообмена и гемодинамический статус оперируемых.

Материал и методы. Проанализированы показатели газообмена и гемодинамического статуса у 125 пациентов с посттравматическими деформациями позвоночника, оперированных по технологии двухэтапных комбинированных вмешательств в одну хирургическую сессию. С учетом последовательности выполнения спондилодеза выделены две группы наблюдений: I – 60 больных (дорсальный предшествует вентральному), II – 65 больных (вентральный предшествует дорсальному).

Результаты. Основными факторами, влияющими на степень выраженности отклонений в показателях гемодинамики и газообмена, являются особенности этапа, связанные с открытым пневмотораксом, механическим сдавлением легкого и гиперэкстензией позвоночника, что требует корректировки параметров ИВЛ и темпа инфузионного обеспечения. Наиболее статистически значимые изменения анализируемых показателей зарегистрированы у пациентов I группы.

Заключение. Более физиологичными для оперируемых являются хирургические воздействия, выполняемые на вентральных отделах позвоночника в качестве первого этапа хирургической операции.

Ключевые слова: травма позвоночника, многоэтапные операции, гемодинамика, газовый состав крови, низкочеточная анестезия, севофлуран.

ANESTHETIC MANAGEMENT FOR TWO-STAGE COMBINED SURGERY FOR POST-TRAUMATIC DEFORMITY OF THE SPINE

D.S. Lukjanov, M.N. Lebedeva, R.I. Golikov,
I.P. Vereshchagin, V.V. Rerikh

Objective. To analyze the influence of the sequence of anterior and posterior fusion procedures performed under combined anesthesia in a single surgical session on gas exchange and hemodynamics in patients.

Material and Methods. The performance of gas exchange and hemodynamic status was analyzed in 125 patients who underwent simultaneous two-stage combined intervention for post-traumatic spine deformity. All operations were performed under combined anesthesia with low flow sevoflurane. Patients were divided into two groups depending on the sequence of anterior and posterior fusion procedures: Group I (posterior-anterior sequence) included 60, and Group II (anterior-posterior sequence) – 65 patients.

Results. An open pneumothorax, mechanical compression of the lungs, and hyperextension of the spine are the main factors affecting the degree of deviations in hemodynamics and gas exchange, which require adjustment of mechanical ventilation and infusion rate parameters. The most statistically significant changes in analyzed indicators were registered in patients in Group I.

Conclusion. The anterior-posterior sequence of fusion procedure is more physiological treatment of patients comparing to the posterior-anterior one.

Key Words: spinal injury, multistage operations, hemodynamics, gas composition of the blood, low flow anesthesia, sevoflurane.

Для цитирования: Лукьянов Д.С., Лебедева М.Н., Голиков Р.И., Верещагин И.П., Рерих В.В. Анестезиологическое обеспечение технологий двухэтапных комбинированных вмешательств в хирургии посттравматических деформаций позвоночника // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12. №1. С. 90–97. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.1.90-97>.

Please cite this paper as: Lukjanov DS, Lebedeva MN, Golikov RI, Vereshchagin IP, Rerikh VV. Anesthetic management for two-stage combined surgery for post-traumatic deformity of the spine. *Hir. Pozvonoc.* 2015; 12(1):90–97. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.1.90-97>.

Реабилитация и полноценная адаптация пациентов с посттравматическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника к ежедневным нагрузкам невозможна без восстановления нормальных биомеханических взаимоотношений в позвоночнике путем выполнения корригирующих и стабилизирующих оперативных вмешательств [5, 18]. В настоящее время методом выбора хирургического лечения ригидных посттравматических деформаций позвоночника является тактика двухэтапных комбинированных вмешательств в одну хирургическую сессию [9, 11, 12, 24]. Такая тактика хирургической помощи не только избавляет больных от повторного психоэмоционального стресса, но и медико-экономически значимо влияет на такие показатели, как продолжительность койкодня, расход медикаментов, необходимость увеличения затрат на использование крови и кровезаменителей.

Выполнение подобных операций неизбежно сопровождается необходимостью изменения положения пациента на операционном столе в ходе хирургического вмешательства, которое определяется последовательностью выполнения этапов операции. При вмешательствах на задних отделах позвоночника пациента располагают на операционном столе в положении лежа на животе, используя специальную рамочную конструкцию. При таком расположении пациента предотвращается компрессия брюшной полости. В то же время известно, что длительное нахождение пациента в положении на животе может сопровождаться повышением внутрибрюшного давления с увеличением кровопотери и даже имитировать abdominal compartment syndrome [25]. Хирургические манипуляции на передних отделах грудного отдела позвоночника выполняются из трансторакального доступа. Специфическими особенностями этого этапа операции являются преднамеренное коллабирование легкого (в ряде случаев односторонняя вентиляция), нарушение вентиляцион-

но-перфузионных соотношений, шунтирование крови, системные нарушения кровообращения, гиперэкстензия позвоночника при коррекции травматического кифоза, высокая вероятность массивной кровопотери [2, 6].

Безусловно, этапные комбинированные хирургические технологии относятся к операциям высокой степени риска, так как сопровождаются увеличением степени хирургической агрессии вследствие результирующего повреждающего воздействия на организм больного всех элементов вынужденной хирургической травмы, продолжительности этапов операции, угрозы массивной кровопотери и развития неврологических осложнений. Эти обстоятельства определяют потребность выбора наиболее эффективных и безопасных методов анестезиологической защиты оперируемых, с обоснованным применением компонентов общей анестезии.

Современный подход к анестезиологическому обеспечению хирургических операций трудно представить без использования галогенсодержащих анестетиков, в частности севофлурана (СФ), в режиме низкотопочной анестезии (LFA – low flow anesthesia) как метода, позволяющего существенно улучшить микроклимат в дыхательном контуре при одновременном снижении расхода кислорода, используемых ингаляционных анестетиков и риска микробной контаминации дыхательных путей. Несомненными преимуществами СФ являются низкая токсичность, быстрая индукция в анестезию, хорошая управляемость, короткий период выведения из организма. Кроме того, СФ обладает нейрорепротективным эффектом, а благодаря кардиопротективному действию обеспечивает гемодинамическую стабильность и уменьшает повреждающие эффекты ишемии [3, 7, 10, 17, 19–21, 23].

Известны публикации о применении СФ в условиях низкотопочной анестезии как при непродолжительных (малоинвазивных), так и обширных (травматичных) операциях [1, 13, 14]. В то же время имеются лишь единич-

ные публикации, посвященные особенностям использования ингаляционной анестезии со сниженным газотоком при продолжительных многоэтапных операциях на позвоночнике, число которых неуклонно растет [8].

Указанные аргументы предопределили цель исследования – установить влияние последовательности выполнения вентрального и дорсального спондилотомии позвоночника, выполняемых в условиях комбинированной анестезии в одну хирургическую сессию, на состояние газообмена и гемодинамический статус оперируемых.

Материал и методы

Проведен анализ результатов хирургического лечения 125 пациентов с переломами позвоночника в грудном и груднопоясничном отделах, получивших плановую хирургическую помощь в Новосибирском НИИТО в 2010–2013 гг. У больных были применены современные технологии двухэтапных комбинированных вмешательств в одну хирургическую сессию, все оперированы в условиях общей анестезии с ИВЛ, где в качестве основного анестетика использовали СФ. С учетом последовательности выполнения этапов операции были выделены две группы клинических наблюдений. Последовательность выполнения этапов вентрального и дорсального спондилотомии определялась на основании особенностей имеющихся травматических повреждений позвоночника.

I группа – 60 больных, которым первым этапом (положение на животе с разгрузкой передней брюшной стенки) проводили транспедикулярную или комбинированную ламинарно-транспедикулярную фиксацию, вторым этапом (положение на боку) из трансторакального доступа – корригирующий моно- или бисегментарный спондилотомии эндофиксаторами.

II группа – 65 больных, которым первым этапом из трансторакального доступа производили коррекцию деформации позвоночника, вторым этапом – заднюю внутрен-

ную фиксацию с использованием различных типов хирургического инструментария.

Средний возраст больных в группах: 34,7 ± 5,2 года (I), 37,9 ± 5,1 года (II). Масса тела: 71,4 ± 4,5 кг (I), 70,1 ± 3,3 кг (II). Из 125 больных женщин было 59 (47,2 %), мужчин – 66 (52,8 %).

Группы сопоставимы по полу, возрасту, уровню физического здоровья (I–II класс по классификации ASA), характеру и уровню повреждений позвоночника, выполненному объему хирургического вмешательства, примененному методу анестезиологического обеспечения. Из исследования исключались пациенты с большей степенью риска по ASA.

Продолжительность хирургического вмешательства в I группе составила 329,2 ± 12,9 мин, во II – 337,3 ± 10,7 мин ($p > 0,05$). Объем интраоперационной кровопотери в I группе соответствовал 403,3 ± 49,8 мл (7,4 ± 0,6 % ОЦК), во II – 375,4 ± 46,4 мл (7,7 ± 0,7 % ОЦК) ($p > 0,05$).

Методика анестезии. Все пациенты предварительно были ознакомлены с планируемым методом анестезиологического обеспечения, оформлялось информированное добровольное согласие на проведение общей анестезии.

Премедикация: накануне на ночь назначали транквилизатор сибазон 5 мг (*per os*), за 30 мин до операции вводили мидазолам 0,1 мг/кг и димедрол 0,3 мг/кг (внутримышечно).

Индукцию в анестезию проводили последовательным внутривенным введением атропина (0,007–0,01 мг/кг), фентанила (0,002 мг/кг) и пропофола (2,0–2,5 мг/кг). Интубацию трахеи выполняли после введения эсмерона в дозе 0,6–1 мг/кг.

В обеих группах для поддержания анестезии использовали ингаляцию СФ в режиме низкочастотной ИВЛ (1 л/мин) на фоне болюсного введения фентанила (0,003–0,004 мг/кг). Поддержание миоплегии в обеих группах осуществляли эсмероном (0,5–0,6 мг/кг/ч). С целью нейроветегативной защиты дополнительным компонентом в программе ане-

стезиологического обеспечения в обеих группах применяли клофелин (0,005 мкг/кг/ч).

ИВЛ в период индукции проводили аппаратом «DrägerFabiusTiro» в режиме IPPV (Intermittent Positive-Pressure Ventilation) по полуоткрытому контуру, с потоком свежего газа 6–10 л/мин. Далее ИВЛ продолжали в режиме PCV (Pressure Control Ventilation) по полузакрытому контуру с потоком свежего газа 1 л/мин и концентрацией O_2 в дыхательной смеси 40–50 %. Концентрацию СФ на вдохе (FiSev) устанавливали под контролем уровня достигнутой седации на основе регистрации биспектрального индекса электроэнцефалограммы монитором «AspectBISXP», с целевыми значениями последнего 45–50 %.

Пиковое давление на вдохе (Ppeak), давление плато (Pplato), частоту дыхания (f), положительное давление в конце выдоха (PEEP), дыхательный объем (Vt) и минутный объем вентилиции (MV) непрерывно мониторировали и устанавливали, ориентируясь на показатели напряжения кислорода артериальной крови (paO_2), углекислого газа крови ($paCO_2$), концентрацию углекислого газа на выдохе (ETCO₂), показатели пульсоксиметрии (SaO₂). Исследование показателей газового состава (ГС) и кислотно-основного состояния (КОС) артериальной крови проводили аппаратом «GEMPremier 3000».

Инфузионное обеспечение. Эффективный уровень волемии поддерживали инфузией кристаллоидов и коллоидов с температурой вводимых растворов 37 °С в соотношении 5:1. Скорость инфузии зависела от этапа операции и составляла от 6,5 до 8,5 мл/кг/ч, что давало возможность поддержать сердечный выброс и обеспечить адекватную перфузию тканей. Максимальную скорость введения растворов во время операции осуществляли на этапах индукции в анестезию, гиперэкстензии позвоночника при выполнении вентрального спондилодеза, изменении положения больного на хирургическом столе в ходе операции. Общий объем инфузии плазмозаменителей составил в среднем

2816,6 ± 44,7 мл (I) и 2850,0 ± 42,5 мл (II).

Интраоперационный мониторинг гемодинамики. С целью адекватной и своевременной коррекции анестезии и волемического состояния оперируемых обеспечивали постоянный инвазивный мониторинг артериального давления (АД) и неинвазивный мониторинг показателей центральной гемодинамики методом импедансной кардиографии с использованием системы «NICCOMO» (Германия). Регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), ЭКГ, насыщение гемоглобина кислородом в артериальной крови (SaO₂), ударный объем (УО), ударный индекс (УИ), сердечный выброс (СВ), сердечный индекс (СИ), индекс свободной внесосудистой жидкости (ИСВЖ) в легких, индекс системного сосудистого сопротивления (ИССС).

Этапы исследования. В I группе: 1 – после премедикации; 2 – индукция анестезии, начало ИВЛ; 3 – начало операции; 4 – коррекция деформации позвоночника; 5 – поворот больного на спину; 6 – вентральный спондилодез; 7 – конец операции.

Во II группе: 1 – после премедикации; 2 – индукция анестезии, начало ИВЛ; 3 – начало операции; 4 – вентральный спондилодез; 5 – поворот больного на живот; 6 – коррекция деформации позвоночника; 7 – конец операции.

Статистическую обработку проводили непараметрическими методами с использованием программы SPSS с вычислением значений средних арифметических величин (M) и среднеквадратического отклонения (σ). Для сравнения всех временных интервалов наблюдений внутри группы использовали критерий Краскела – Уоллеса, для межгрупповых сравнений критерий Манна – Уитни. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

В обеих группах после индукции в анестезию и переводе ИВЛ в режим PCV по полузакрытому контуру, кон-

центрацию СФ устанавливали таким образом, чтобы уровень седации по BIS-мониторингу соответствовал 45–50 % (FiSev – $1,9 \pm 0,13$ % при EtSev – $1,7 \pm 0,12$ %). Используемые нами целевые значения BIS-электроэнцефалограммы вполне согласуются с выводами других исследователей, которые считают такой уровень наркозной депрессии центральной нервной системы оптимальным для обеспечения безопасности пациента во время общей анестезии [22]. Параметры ИВЛ на этом этапе исследования достоверных отличий в группах не имели: Ppeak – $11,78 \pm 0,2$ mbar, Pplateau – $10,19 \pm 0,21$, Vt – $456,84 \pm 20,6$ мл ($6,08 \pm 0,26$ мл/кг), f – $10,05 \pm 0,5$ дых./мин. При регистрации показателей системного кровообращения на этапе индукции и в начале операции статистически значимых различий между группами не выявлено.

Этап вентрального спондилодеза. Создание искусственного пневмоторакса, механическое сдавление хирургами легкого и гиперэкстензия позвоночника (рис. 1) уменьшали газообменную поверхность легких, что в режиме PCV приводило к снижению общего Vt в I группе на 12,9 % от начального этапа ИВЛ (с $397,57 \pm 27,92$ мл до $5,29 \pm 0,34$ мл/кг) и на 18 % во II группе (с $374,97 \pm 32,45$ мл до $5,34 \pm 0,39$ мл/кг). Установленные различия являлись статистически значимыми. Это обстоятельство требовало корректировки параметров ИВЛ для достижения следующих целевых значений: Ppeak не менее 10 mbar, f не менее 11 дых./мин, PEEP не менее 5 mbar, ETCO₂ 35–36 мм рт. ст. Показатели оксигенации крови в условиях такого режима вентиляции при неизменном FiO₂ имели следующие значения: раО₂ – $161,8 \pm 12,7$ мм рт. ст. (I группа), $158,5 \pm 8,1$ мм рт. ст. (II группа), раСО₂ – $39,9 \pm 1,5$ мм рт. ст. (I группа) и $38,9 \pm 1,6$ мм рт. ст. (II группа) (рис. 2).

Установлено, что умеренный гипотензивный эффект СФ и вынужденное интраоперационное положение



Рис. 1

Положение пациента при гиперэкстензии на поднятом валике

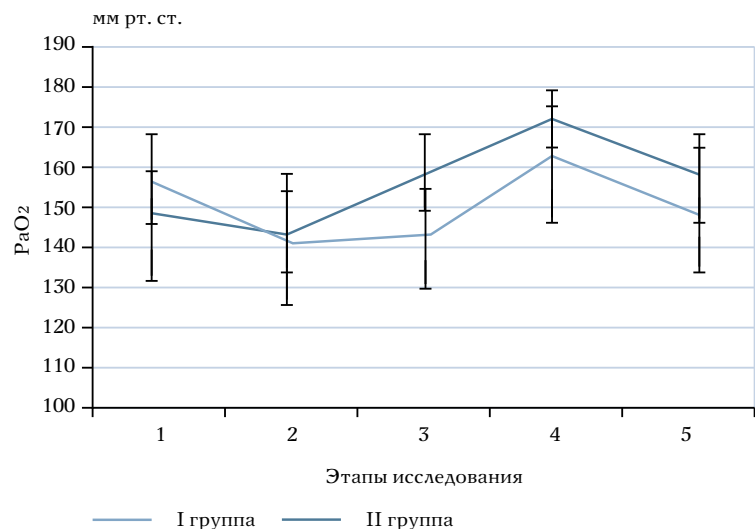
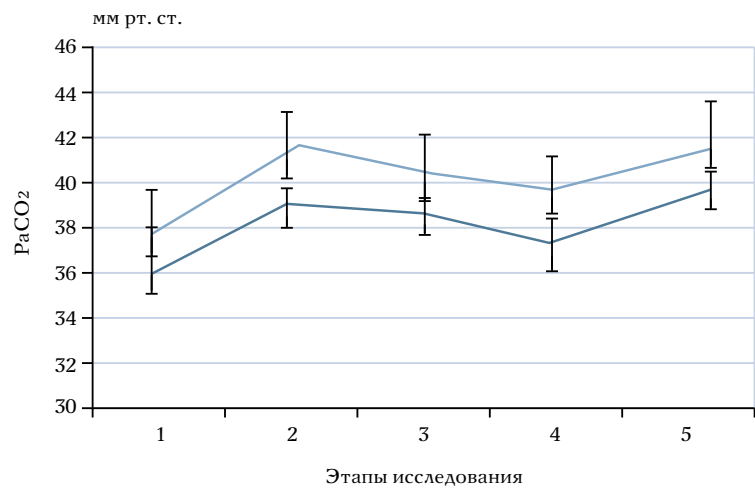


Рис. 2

Динамика раСО₂ и раО₂ на этапах исследований в группах наблюдений

пациента оказывали влияние на состояние системной гемодинамики: УО снижался в сравнении с исходными значениями на 27,4 % (I группа) и на 19,9 % (II группа), СВ на 25,7 % (I группа) и на 16,1 % (II группа) ($p < 0,05$). Наблюдались аналогичные, статистически значимые изменения УИ и СИ: в I группе показатели УИ были на 22,7 %, СИ на 17,7 % ниже исходных значений, во II группе УИ снижался на 20,5 %, СИ на 11,4 % (табл.). Отмечались компенсаторные, статистически значимые возрастания ЧСС до $101,0 \pm 4,1$ уд./мин (на 28,8 % от исходных значений) в I группе и до $81,8 \pm 5,2$ уд./мин (на 14,9 % от исходных значений) во II. При проведении межгруппового сравнения увеличение ЧСС в I группе превышало аналогич-

ный показатель II группы на 19,1 % ($p < 0,05$). Показатели АДср в исследуемых группах не выходили за границы физиологической нормы и составили пределы от $72,1 \pm 8,6$ мм рт. ст. до $85,8 \pm 5,1$ мм рт. ст. Следует отметить, что более значимое изменение показателей центральной гемодинамики в первой группе наблюдений требовало увеличения темпа инфузионной поддержки до 8,5 мл/кг/ч и подключения коллоидных растворов. Несомненно, что к этому приводили длительность выполнения стабилизирующего этапа хирургического вмешательства в нефизиологичном положении больного (на животе), регистрируемая к началу торакотомии интраоперационная кровопотеря, воздействие суммарного эффекта вве-

дения фармакологических препаратов. Как следствие снижения венозного возврата крови и запуска механизма периферической вазоконстрикции в исследуемых группах отмечалось повышение ИССС на 14,1 и на 14,7 % соответственно. Аналогичная динамика исследуемых показателей была отмечена и в других исследованиях при операциях на позвоночнике [8, 15]. В результате коллабироваия легкого и снижения кровотока в легких во время ИВЛ и правого левого шунтирования крови отмечалось уменьшение свободной жидкости в интерстициальном пространстве легких на 6,7–6,8 % (ИСВЖ). На этапе раздувания коллабированного легкого и восстановления в нем адекватного кровотока не отмечено возникновения реперфузионно-

Таблица

Параметры центральной гемодинамики на этапах исследования в группах ($M \pm \sigma$)

Группа	Этапы исследований						
	После премедикации	Индукция анестезии, начало ИВЛ	Начало операции	Коррекция деформации позвоночника	Поворот больного	Вентральный спондилодез	Конец операции
Частота сердечных сокращений, уд./мин							
I	$72,5 \pm 5,2$	$102,6 \pm 7,2^1$	$86,1 \pm 6,1^{1*}$	$85,6 \pm 5,3^1$	$88,8 \pm 6,9^1$	$101,0 \pm 4,1^{1*}$	$78,8 \pm 1,6$
II	$69,8 \pm 3,7$	$96,1 \pm 4,3^1$	$69,6 \pm 6,1^*$	$70,5 \pm 5,1$	$75,8 \pm 3,9$	$81,8 \pm 5,2^{1*}$	$73,2 \pm 5,1$
Среднее артериальное давление, мм рт. ст.							
I	$94,3 \pm 4,5$	$87,3 \pm 5,9$	$91,6 \pm 5,1$	$88,1 \pm 4,2^*$	$79,3 \pm 4,3^1$	$72,1 \pm 8,6^1$	$78,5 \pm 4,1^1$
II	$93,3 \pm 4,4$	$85,0 \pm 2,1$	$85,8 \pm 5,1$	$76,5 \pm 2,6^{1*}$	$78,1 \pm 4,7^1$	$82,3 \pm 3,7^1$	$82,8 \pm 2,8^1$
Ударный объем, мл							
I	$84,5 \pm 7,7$	$76,1 \pm 6,5$	$67,0 \pm 5,2^{1*}$	$65,3 \pm 6,8^1$	$67,8 \pm 9,1$	$63,1 \pm 7,1^1$	$73,3 \pm 5,1$
II	$88,3 \pm 7,4$	$76,1 \pm 2,9^1$	$85,3 \pm 8,2^*$	$76,3 \pm 6,3^1$	$69,1 \pm 7,2^1$	$70,5 \pm 6,9^1$	$77,0 \pm 9,4$
Сердечный выброс, л/мин							
I	$6,6 \pm 0,7$	$5,4 \pm 0,8$	$4,5 \pm 0,7^1$	$4,4 \pm 0,5^1$	$5,8 \pm 0,5$	$4,9 \pm 0,8^1$	$5,6 \pm 0,7$
II	$6,2 \pm 0,4$	$5,5 \pm 0,5^1$	$5,7 \pm 0,4$	$4,9 \pm 0,7^1$	$5,3 \pm 0,7$	$5,1 \pm 0,5^1$	$5,7 \pm 0,8$
Ударный индекс, мл/м ²							
I	$46,1 \pm 4,7$	$38,8 \pm 5,5^1$	$37,2 \pm 7,5^1$	$33,3 \pm 4,5^1$	$37,6 \pm 4,5^1$	$35,6 \pm 4,9^1$	$41,0 \pm 4,1$
II	$45,5 \pm 3,1$	$38,7 \pm 2,1^1$	$36,0 \pm 3,2^1$	$36,5 \pm 2,5^1$	$38,8 \pm 4,2^1$	$34,4 \pm 2,7^1$	$42,2 \pm 4,5$
Сердечный индекс, л/(мин • м ²)							
I	$3,4 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,4$	$2,9 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,3^1$	$3,2 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,4$	$3,1 \pm 0,3$
II	$3,4 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,4^1$	$2,9 \pm 0,4$	$3,1 \pm 0,4$	$3,2 \pm 0,4$
Индекс системного сосудистого сопротивления, дин • с • см ⁻⁵ .							
I	$2069,0 \pm 185,5$	$2214,1 \pm 331,1$	$2437,8 \pm 244,8$	$2382,5 \pm 376,1$	$1920,1 \pm 213,8$	$2361,0 \pm 406,5$	$2005,8 \pm 242,2$
II	$2077,0 \pm 131,1$	$2092,5 \pm 212,8$	$2165,3 \pm 108,1$	$2101,0 \pm 235,1$	$2172,7 \pm 245,1$	$2382,8 \pm 226,6$	$2028,3 \pm 74,2$
Индекс свободной внесосудистой жидкости, 1/кОм/м ²							
I	$25,4 \pm 1,7$	$23,5 \pm 1,3$	$23,9 \pm 1,3$	$24,1 \pm 2,1$	$25,8 \pm 1,8$	$23,7 \pm 1,7$	$25,9 \pm 1,9$
II	$24,2 \pm 2,1$	$23,3 \pm 2,1$	$22,6 \pm 2,3$	$25,8 \pm 2,4$	$26,8 \pm 2,1$	$24,2 \pm 2,2$	$26,8 \pm 2,8$

$p < 0,05^1$ — по сравнению с первым этапом, $*p < 0,05$ — между группами.

го синдрома, описанного авторами для торакальной хирургии, как грубого патологического состояния, обусловленного возвращением в циркуляцию секвестрированной в коллабированном легком крови с увеличенным содержанием углекислоты, а также последствиями хирургического травмирования легочной паренхимы с последующим микроателектазированием [4].

Этап задней внутренней фиксации. При выполнении стабилизирующего этапа операции из заднего доступа (рис. 3) параметры ИВЛ в группах существенных отличий не имели: Ppeak – $11,47 \pm 0,52$ mbar, Vt – $496,31 \pm 29,00$ мл, MV – $5,07 \pm 0,28$ л. Частота дыхания не менялась. Показатели paO_2 находились в пределах от $142,2 \pm 12,2$ мм рт. ст. (I группа) до $171,7 \pm 7,9$ мм рт. ст. (II группа). Показатели напряжения углекислоты в артериальной крови соответствовали нормовентиляции: $paCO_2$ – $40,5 \pm 1,8$ мм рт. ст. (I группа) и $37,2 \pm 1,4$ мм рт. ст. (II группа). Уровень АДср оставался относительно стабильным, обеспечивающим адекватное перфузионное давление и составлял: $88,1 \pm 4,2$ мм рт. ст. (I группа) и $76,5 \pm 2,6$ мм рт. ст. (II группа) ($p < 0,05$). В сравнении с начальным этапом исследования в I группе выявлено достоверное снижение СИ на 20,6 %, УИ на 19,4 %, УО на 18,1 %, СВ на 25,8 %, во II группе отмечено снижение СИ на 17,7 %, УИ на 19,8 %, УО на 19,4 %, СВ на 21,1 %. Вышеуказанные изменения системной гемодинамики являлись суммарным влиянием всех факторов, оказывающих воздействие на кровообращение, начиная с используемых для анестезии препаратов и заканчивая вынужденным поворотом больного в положение на живот, сопровождающимся повышением внутрибрюшного давления, снижением кровотока в нижней полой вене и уменьшением венозного возврата к правым отделам сердца [8, 16]. Вследствие малой преднагрузки уменьшалась производительность сердца с компенсаторным увеличением периферического сосудистого сопротивления. Анализ

ИССС показал однонаправленность динамических изменений в исследуемых группах. В I группе после индукции и поворота больного в положение лежа на животе, отмечался рост показателей ИССС в сравнении с исходными данными на 13,2 %. Во II группе после выполнения вентрального спондилодеза и укладки больного в положение лежа на животе повышение ИССС было менее значимым и составило 1,2 % ($p < 0,05$). При анализе

динамики ИСВЖ отмечено, что к концу операции в исследуемых группах происходило постепенное статистически незначимое накопление свободной жидкости в интерстициальном пространстве легких (прирост ИСВЖ в среднем составил 8,2 %). Следует отметить, что при столь продолжительных и травматичных хирургических вмешательствах не было отмечено серьезных метаболических системных сдвигов. Концентрация лактата



Рис. 3

Положение пациента на животе с разгрузкой передней брюшной стенки

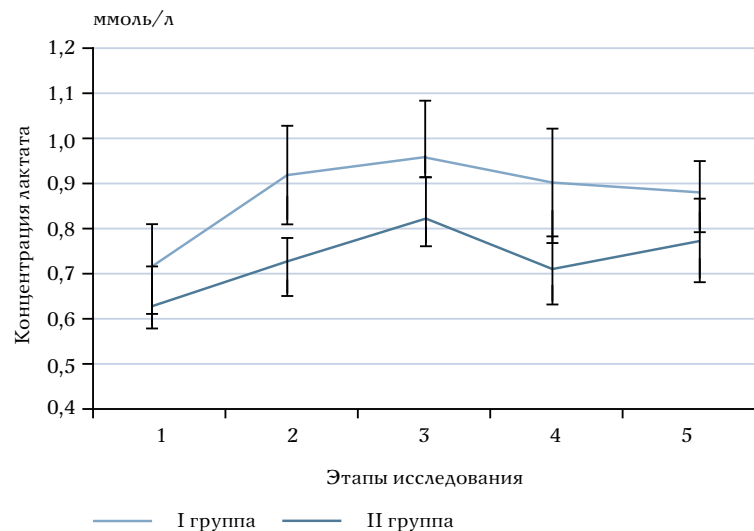


Рис. 4

Динамика концентрации лактата на этапах исследований в группах наблюдений

на всех этапах операции не превышала пределов условно нормальных значений (рис. 4).

Заключение

В процессе выполненного исследования впервые изучено влияние последовательности выполнения этапов вентрального и дорсального спондилодезов на состояние системной гемодинамики и процессы газообмена в легких. На основании полученных результатов мониторинга показателей центральной гемодинамики и газового состава крови установлено, что при применении технологий двухэтап-

ных комбинированных вмешательств в хирургии посттравматических деформаций позвоночника наиболее значимыми являются специфические особенности этапа, связанного с трансторакальным доступом. Выявлены связанные с открытым пневмотораксом, механическим сдавлением легкого и гиперэкстензией позвоночника специфические нарушения процессов вентиляции, требующие своевременной корректировки параметров ИВЛ, темпа и качества инфузионного обеспечения. Степень выраженности отклонений в показателях гемодинамики и газового состава крови напрямую зависит от последователь-

ности этапов и длительности выполнения хирургического вмешательства. При этом более физиологичными для оперируемых являются хирургические воздействия, выполняемые на вентральных отделах позвоночника в качестве первого этапа хирургической операции. Продемонстрировано, что метод анестезиологического обеспечения на основе комбинированной анестезии с использованием СФ может безопасно применяться для обеспечения обширных и продолжительных многоэтапных операций в хирургии посттравматических деформаций позвоночника.

Литература/References

1. **Айзенберг В.Л., Уколов К.Ю., Диордиев А.В.** Методы анестезии при оперативном лечении сколиоза у детей // Анестезиология и реаниматология. 2010. № 1. С. 57–60. [Aizenberg VL, Ukolov KYu, Diordiev AV. Methods of anesthesia during surgical treatment for scoliosis in children. Anesteziol Reanimatol. 2010; (1):57–60. In Russian].
2. **Бисенков Л.Н.** Торакальная хирургия. СПб., 2004. [Bisenkov LN. Thoracic Surgery. St.Petersburg, 2004. In Russian].
3. **Вабищевич А.В., Ушакова И.А., Гаврилов С.В. и др.** Клинический опыт использования изофлурана, севофлурана и тотальной внутривенной анестезии при трансплантации внутренних органов // Анестезиология и реаниматология. 2006. № 5. С. 71–74. [Vabishchevich AV, Ushakova IA, Gavrilov SV, et al. Clinical experience in using isoflurane, sevoflurane, and total intravenous anesthesia during visceral transplantation. Anesteziol Reanimatol. 2006;(5):74–80. In Russian].
4. **Выжигина М.А.** Анестезиологические проблемы современной легочной и трахеобронхиальной хирургии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1996. [Vyzhigina MA. Anesthesiological problems in modern pulmonary and tracheobronchial surgery: Abstract of DMSc Thesis. Moscow, 1996. In Russian].
5. **Дулаев А.К., Усиков В.Д., Пташников Д.А. и др.** Хирургическое лечение больных с неблагоприятными результатами лечения позвоночно-спинномозговой травмы // Хирургическая вертебрология сегодня: Мат-лы науч.-практ. конф. / Травматология и ортопедия России. 2010. № 2 (56). С. 51–54. [Dulaev AK, Usikov VD, Ptashnikov DA, et al. Surgical treatment of patients with unfavorable consequences of vertebral-spinal injuries. *Travmatologia I Ortopedia Rossii*. 2010;(2(56)):51–54. In Russian].
6. **Курилова О.А., Выжигина М.А., Сандриков В.А. и др.** Влияние комбинированной анестезии на основе пропофола на развитие адаптационных механизмов к искусственной однологочной вентиляции большой продолжительности // Анестезиология и реаниматология. 2010. № 2. С. 4–13. [Kurilova OA, Vyzhigina MA, Sandrikov VA, et al. Effect of propofol-based combined anesthesia on the development of adaptive mechanisms to the prolonged one-lung artificial ventilation. *Anesteziol Reanimatol*. 2010;(2):4–13. In Russian].
7. **Лихванцев В.В., Басов В.Е., Большедворов Р.В., Сунгуров В.А.** Ингаляционная анестезия – взгляд на проблему // Анестезиология и реаниматология. 2010. № 3. С. 57–59. [Likhvantsev VV, Basov VE, Bolshedvorov RV, et al. Inhalation anesthesia: view of the problem. *Anesteziol Reanimatol*. 2010;(3):57–59. In Russian].
8. **Лебедева М.Н., Агеев А.М., Шевченко В.П. и др.** Гемодинамический статус на этапах хирургической коррекции тяжелых форм сколиоза в условиях различных вариантов анестезиологической защиты // Хирургия позвоночника. 2009. № 4. С. 62–69. [Lebedeva MN, Ageenko AM, Shevchenko VP, et al. Hemodynamic status in patients undergoing surgical correction of severe scoliosis under different variants of anesthetic protection. *Hir Pozvonoc*. 2009;(4):62–69. In Russian].
9. **Луцки А.А., Епифанцев А.Г., Крутько А.В. и др.** Дорсальные и вентральные декомпрессионно-стабилизирующие операции при одноуровневом комбинированном латеральном стенозе поясничного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2012. № 1. С. 54–61. [Lutsik AA, Yepifantsev AG, Krutko AV, et al. Posterior and anterior decompression-stabilization surgery for one-level combined lateral lumbar spinal stenosis. *Hir Pozvonoc*. 2012;(1):54–61. In Russian]. doi: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2012.1.54-61>.
10. **Мизиков В.М., Бунятян А.А.** Севофлуран: свойства, применение, перспективы // Анестезиология и реаниматология. 2006. № 5. С. 91–94. [Mizikov VM, Bunyatyan AA. Sevoflurane: properties, use, and prospects. *Anesteziol Reanimatol*. 2006;(5):91–94. In Russian].
11. **Рерих В.В., Борзых К.О., Рахматиллаев Ш.Н.** Хирургическое лечение взрывных переломов грудных и поясничных позвонков, сопровождающихся сужением позвоночного канала // Хирургия позвоночника. 2007. № 2. С. 8–15. [Rerikh VV, Borzykh KO, Rakhmatillaev SN. Surgical treatment of burst fractures of the thoracic and lumbar spine accompanied with spinal canal narrowing. *Hir Pozvonoc*. 2007;(2):8–15. In Russian].
12. **Рерих В.В., Борзых К.О.** Посттравматическое сужение позвоночного канала и его хирургическое ремоделирование при взрывных переломах грудных и поясничных позвонков // Хирургия позвоночника. 2011. № 3. С. 15–20. [Rerikh VV, Borzykh KO. Post-traumatic spinal canal narrowing and its surgical remodeling for thoracic and lumbar burst fractures. *Hir Pozvonoc*. 2011;(3):15–20. In Russian]. doi: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2011.3.15-20>.
13. **Рябова О.С., Выжигина М.А., Жукова С.Г. и др.** Севофлуран и изофлуран при торакальных операциях с искусственной однологочной вен-

- тиляцией у пациентов высокого операционно-анестезиологического риска // Анестезиология и реаниматология. 2007. № 2. С. 15–21. [Riabova OS, Vyzhigina MA, Zhukova SG, et al. Sevoflurane and isoflurane during thoracic operations under artificial one-lung ventilation in patients at a high surgical and anesthesiological risk. *Anesteziol Reanimatol.* 2007;(2): 15–21. In Russian].
14. **Смородников А.А., Юдыцкий В.А.** Ингаляционная анестезия со сниженным газотоком в травматологии и ортопедии // Анестезиология и реаниматология. 2008. № 3. С. 13–17. [Smorodnikov AA, Iudytiskii VA. Reduced gas-flow inhalation anesthesia in traumatology and orthopedics. *Anesteziol Reanimatol.* 2008;(3):13–17. In Russian].
 15. **Ульрих Г.Э.** Реакция кровообращения у детей с деформациями позвоночника при повороте в положение лежа на животе в условиях анестезии // Травматология и ортопедия: Тез. докл. конф. Хабаровск, 2004. С. 56–57. [Ulrikh GE. Circulatory reaction in children with spine deformities after turning a patient to prone position under anesthesia. In: *Traumatology and Orthopaedics: Abstracts of the Conference.* Khabarovsk, 2004:56–57. In Russian].
 16. **Лебединский К.М., Захаров Д.А., Шевкуленко Д.А. и др.** О динамике подходов к мониторингу сердечного выброса в анестезиологии и интенсивной терапии // Современная клиническая больница: актуальные проблемы управления, профилактики, диагностики, лечения. СПб., 2002. С. 129–130. [Lebedinsky KM, Zakharov DA, Shevkunenko DA, et al. On the dynamics of approaches to cardiac output monitoring in anesthesiology and intensive care. In: *Modern Clinical Hospital: Topical Issues of Management, Prevention, Diagnosis, and Treatment.* St. Petersburg, 2001: 129–130. In Russian].
 17. **Цыпин Л.Е., Прокопьев Г.Г., Лазарев В.В. и др.** Влияние летучих анестетиков на кровенаполнение и кислородный статус головного мозга у детей // Анестезиология и реаниматология. 2007. № 1. С. 4–7. [Tsypin LE, Prokop'ev GG, Lazarev VV, et al. Effect of volatile inhalational anesthetics on cerebral blood volume and oxygen status in children. *Anesteziol Reanimatol.* 2007;(1):4–7. In Russian].
 18. **Been HD, Poolman RW, Ubags LH.** Clinical outcome and radiographic results after surgical treatment of post-traumatic thoracolumbar kyphosis following simple type A fractures. *Eur Spine J.* 2004;13:101–107.
 19. **Constant I, Seemen R, Murat I.** Sevoflurane and epileptiform EEG changes. *Paediatr Anaesth.* 2005;15: 266–274.
 20. **Garcia C, Julier K, Bestmann L, et al.** Preconditioning with sevoflurane decreases PECAM-1 expression and improves one-year cardiovascular outcome in coronary artery bypass graft surgery. *Br J Anaesth.* 2005;94:159–165.
 21. **Kain ZN, Caldwell-Andrews AA, Weinberg ME, et al.** Sevoflurane versus halothane: postoperative maladaptive behavioral changes: a randomized, controlled trial. *Anesthesiology.* 2005;102:720–726.
 22. **Myles PS, Leslie K, McNeil J.** Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet.* 2004; 363:1757–1763.
 23. **De Hert SG.** Cardioprotection by volatile anesthetics: what about noncardiac surgery? *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2011;25:899–901. doi: 10.1053/j.jvca. 2011.08.004.
 24. **Suk SI, Kim JH, Lee SM, et al.** Anterior–posterior surgery versus posterior closing wedge osteotomy in posttraumatic kyphosis with neurologic compromised osteoporotic fracture. *Spine* 2003;28:2170–2175.
 25. **Stassen NA, Lukan GK, Dixon MS, et al.** Abdominal compartment syndrome. *Scand J Surg.* 2002;91: 104–108.

Адрес для переписки:

Лукуьянов Дмитрий Сергеевич
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский НИИТО,
DLukyanov@niito.ru

Address correspondence to:

Lukjanov Dmitry Sergeevich
NNIITO, Frunze str., 17,
Novosibirsk 630091, Russia
DLukyanov@niito.ru

Статья поступила в редакцию 09.12.2014

Дмитрий Сергеевич Лукуьянов, канд. мед. наук; Майя Николаевна Лебедева, д-р мед. наук; Роман Игоревич Голиков, аспирант, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии имени Я.Л. Цивьяна; Иван Павлович Верещагин, д-р мед. наук, Новосибирский государственный медицинский университет; Виктор Викторович Рерих, д-р мед. наук, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии имени Я.Л. Цивьяна, Новосибирский государственный медицинский университет.

Dmitry Sergeevich Lukjanov, MD, PhD; Maya Nikolayevna Lebedeva, MD, DMSc; Roman Igorevich Golikov, fellow, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a, Ya.L. Tsiuyan; Ivan Pavlovich Vereshchagin, MD, DMSc, Novosibirsk State Medical University; Viktor Viktorovich Rerikh, MD, DMSc, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a, Ya.L. Tsiuyan, Novosibirsk State Medical University.