

УДК: 616-08

DOI:10.55359/2782-3296.2022.99.39.039

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОТЕКТИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Стаканов А.В.1,2, Микутин А.В.1,2, Панова Н.В.2, Агуреев А.В.2, Лепский А.Ф.2
1 ФГБОУВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России;
2 ГБУ РО «Ростовская областная клиническая больница», Ростов-на-Дону, Россия.

Резюме: Цель работы — представить современную концепцию протективной вентиляции лёгких, её влияние на респираторную систему и возможность нивелирования риска развития послеоперационных легочных осложнений (ПОЛО) в абдоминальной хирургии. Материал и методы: Исследование представлено в виде систематического обзора. Протективная искусственная вентиляция лёгких снижает частоту периоперационных легочных и внелегочных осложнений. Рекомендуемый дыхательный объём не должен превышать 8 мл на 1 кг должной массы тела, при этом снижение дыхательного объёма должно сопровождаться применением конечного экспираторного давления: рутинно не менее 5 см вод. ст., у больных с факторами риска развития осложнений не менее 10 см вод. ст. Индивидуализация настройки конечного экспираторного давления является ключом к эффективному его применению. Манёвр открытия лёгких является эффективным и безопасным методом улучшения биомеханических свойств лёгких; его необходимо осуществлять после индукции анестезии, далее каждый час и при дисконнекции, а также использовать как экстренную меру для улучшения оксигенации и сопровождать последующей настройкой уровня конечного экспираторного давления. У пациентов с высоким уровнем риска развития осложнений следует рассмотреть возможность применения неинвазивной ИВЛ в послеоперационном периоде. Дополнительные опции протективной вентиляции лёгких (ограничение фракции вдыхаемого кислорода, давления инспираторной паузы, движущего давления и частоты дыхания) способствуют профилактике баро-, волюмо- и ателектотравмы, а также системных и органных эффектов гипероксии и гипоксии.

Ключевые слова: протективная вентиляция лёгких, послеоперационные легочные осложнения

MODERN ASPECTS OF PROTECTIVE VENTILATION IN ABDOMINAL SURGERY

Stukanov A.V.1,2, Mikutin A.V.1,2, Panova N.V.2, Agureev A.V.2, Lepsky A.F.2
1 Rostov State Medical University of the Ministry of Health of Russia;
2 GBU RO «Rostov Regional Clinical Hospital», Rostov-on-Don, Russia.

Abstract: The purpose of the work is to present the modern concept of protective ventilation of the lungs, its effect on the respiratory system and the possibility of leveling the risk of postoperative pulmonary complications (POLO) in abdominal surgery. Material and methods: The study is presented in the form of a systematic review. Protective artificial lung ventilation reduces the frequency of perioperative pulmonary and extrapulmonary complications. The recommended respiratory volume should not exceed 8 ml per 1 kg of proper body weight, while a decrease in respiratory volume should be accompanied by the use of final expiratory pressure: routinely at least 5 cm of water. art., in patients with risk factors for complications at least 10 cm of water. art. Individualization of the final expiratory pressure setting is the key to its effective application. The maneuver of opening the lungs is an effective and safe method of improving the biomechanical properties of the lungs; it must be carried out after induction of anesthesia, then every hour and during disconnection, and also used as an emergency measure to improve oxygenation and accompanied by subsequent adjustment of the final

final expiratory pressure level. In patients with a high risk of complications, the possibility of using a non-invasive ventilator in the postoperative period should be considered. Additional options for protective ventilation of the lungs (restriction of the fraction of inhaled oxygen, inspiratory pause pressure, driving pressure and respiratory rate) contribute to the prevention of baro-, volumo- and atelectotrauma, as well as systemic and organ effects of hyperoxia and hypocapnia.

Keywords: *protective ventilation of the lungs, postoperative pulmonary complications*

Цель работы — представить современную концепцию протективной вентиляции лёгких, её влияние на респираторную систему и возможность нивелирования риска развития послеоперационных легочных осложнений (ПОЛО) в абдоминальной хирургии.

Материал и методы: Исследование представлено в виде систематического обзора. Поиск литературы для обобщения современных данных о компонентах протективной вентиляции лёгких в абдоминальной хирургии был осуществлён в базах данных PubMed и eLIBRARY до 01.09.2022. Анализ проводился на основе работ, опубликованных в период с 2012 по 2022 год. При первоначальном поиске найдено 752 статьи. После исключения 64 дубликатов осталось 688. После исключения 573 статей по названию или аннотации, осталось 115 полнотекстовых статей, 58 из них содержали необходимые материалы и на принципах доказательной медицины позволили обобщить и представить современные аспекты изучаемого вопроса.

Результаты. В данном обзоре были описаны **механизмы вентилятор-ассоциированного поражения лёгких**. Одновременное наличие в лёгких участков с закрытыми, но рекрутабельными и перераздутыми альвеолами делает их уязвимыми к вредному воздействию напряжения и деформации, вызванных механической вентиляцией. Приложенные физические силы в некоторых альвеолах могут превышать упругие свойства лёгких, несмотря на то что параметры биомеханики дыхания, которые мы контролируем во время анестезии, свидетельствуют, что механическая вентиляция находится в «безопасной» зоне. При описании повреждения лёгких в процессе общей анестезии обычно указываются следующие механизмы: увеличение давления в дыхательных путях (баротравма) или применение высокого дыхательного объёма (волюмотравма). Данные механизмы могут вызывать повреждение и разрушение альвеолярных эпителиальных клеток вследствие создания транспульмонального давления плато, превышающего эластические свойства легочной паренхимы. При наличии ателектазов механическая вентиляция может привести к повреждению во время циклической мобилизации обратного спадения альвеолы - явлению, известному, как ателектотравма. Все механизмы, а именно баро-, волюмо- и ателектотравма, могут влиять на альвеолярные и сосудистые эпителиальные и эндотелиальные клетки, что в конечном счёте приводит к разрушению внеклеточного матрикса легочной ткани.

Протективная ИВЛ – метод улучшения функции респираторной системы во время анестезии и в ближайшем послеоперационном периоде, способствующий профилактике осложнений, ассоциированных с ИВЛ. Концепция протективной ИВЛ содержит несколько ключевых позиций, а именно применение: низких дыхательных объёмов, минимально необходимой инспираторной концентрации кислорода, манёвра открытия альвеол, ограничение давления в дыхательных путях, обязательное использование положительного конечного экспираторного давления, увлажнения дыхательной смеси.

Дыхательный объём. Использование большого ДО (10–15 мл на 1 кг массы тела) долгое время считалось рутинной анестезиологической практикой. Основной причиной являлось общее мнение, что использование большого ДО приводит в течение каждого вдоха к расправлению альвеол, коллабировавших в конце предыдущего выдоха, что предотвращает шунтирование крови и позволяет снижать концентрацию кислорода во вдыхаемой смеси. Современные представления о механизмах повреждения лёгких в процессе ИВЛ ставят под сомнение рациональность такого подхода. Одним из основных главных повреждающих факторов ИВЛ является циклическая деформация легочной

ткани, выраженность которой зависит от отношения ДО к функциональной остаточной ёмкости (ФОЕ). Таким образом, снижение ДО приводит к уменьшению повреждения и ограничено только ретенцией CO₂.

Конечное экспираторное давление. Проведение анестезии практически всегда связано с развитием ателектазов разной степени выраженности. Причин этому несколько. Общая анестезия сопровождается прогрессирующим краниальным смещением диафрагмы, начиная с премедикации и горизонтального позиционирования пациента, заканчивая введением общих анестетиков и миорелаксантов. Данная ситуация усугубляется механической компрессией легочной ткани, дальнейшим позиционированием пациента, увеличением внутрибрюшного давления. Данные изменения приводят к развитию ателектазов у 90% пациентов и могут занимать до 25% легочной ткани, сопровождаясь нарушением оксигенации и являясь вероятным очагом развития послеоперационной пневмонии. Применение РЕЕР является основной мерой профилактики снижения ФОЕ во время анестезии. Большое наблюдательное исследование (более 69 тыс. пациентов) в области общей хирургии подтверждает, что оптимальный уровень РЕЕР составил 5 см вод. ст., уменьшение или увеличение ассоциировалось с большей частотой ПОЛО. Применение РЕЕР 10 см вод. ст. позволяет уменьшить или устранить ателектазы, улучшить комплайнс без увеличения мёртвого пространства и поддерживать оптимальный конечный экспираторный объём как у пациентов с ожирением, так и в условиях карбоксиперитониума.

Манёвр открытия лёгких (МОЛ). Все виды МОЛ можно разделить на две категории - постоянное поддержание давления в дыхательных путях в течение определённого времени (от 5 до 40 с) и постепенное увеличение либо давления, либо объёма. В настоящее время эффективность и безопасность МОЛ во время проведения общей анестезии у пациентов с интактными лёгкими продемонстрированы в результатах многих исследований. Применение МОЛ приводит к улучшению оксигенации, комплайенса, снижению аэродинамического сопротивления; включение МОЛ в стратегию протективной вентиляции при абдоминальных оперативных вмешательствах позволяет снизить частоту ПОЛО.

Движущее давление и энергия вдоха. Движущее давление (Driving pressure - P_{dr}) - это разница между давлением плато и РЕЕР, отражающая комплайнс респираторной системы. Точное определение давления плато предполагает длительную экспираторную паузу. Высокое значение P_{dr} ассоциируется с увеличением летальности при ОРДС, а увеличение P_{dr} более 13 см вод. ст. во время интраоперационной ИВЛ на фоне исходно интактных лёгких ассоциируется с двукратным увеличением частоты ПОЛО. Баротравма – это разрыв тканей легких или бронхов в ходе ИВЛ. Дословный перевод – повреждение давлением. Последствия разрыва пневмоторакс или пневмомедиастенум выключение части лёгких из газообмена и смещение средостения гипоксия и нарушения гемодинамики – угроза жизни пациента.

Фракция вдыхаемого кислорода (FiO₂). высокая концентрация кислорода во вдыхаемой смеси приводит к развитию абсорбционных ателектазов, особенно в областях с низким вентиляционно-перфузионным отношением. Более того, высокая FiO₂ увеличивает восприимчивость лёгких к повреждающему действию избыточного объёма и давления в дыхательных путях. С учётом потенциально негативных эффектов, вызываемых высокой FiO₂, максимально возможное снижение FiO₂ во время анестезии является обычной практикой. Снижение FiO₂ до 40% улучшает индекс оксигенации (отношение pO₂/FiO₂) по сравнению с использованием 100% FiO₂ при проведении анестезии у пациентов, не имеющих сопутствующей патологии.

Увлажнение. В современных руководствах по ИВЛ вместо привычного термина увлажнение используется понятие «**кондиционирование дыхательной смеси**». Кондиционирование включает в себя очистку (фльтрацию), согревание и увлажнение дыхательной смеси. Избыточное увлажнение приводит к конденсации влаги и

и разжижению секрета, - изгнание такого секрета требует большего количества движений ресничек. Недостаток увлажнения дыхательной смеси приведёт повышению нагрузки на бронхиальные железы, избыточной потере воды - до 800 мл и энергии - до 500 ккал в сутки. У интубированного или трахеостомированного пациента испарение происходит со слизистой оболочки трахеи и бронхов, что приводит к повышению вязкости бронхиального секрета. В трахею пациента должна поступать очищенная дыхательная смесь 100% влажности нагретая до 37°C.

Заключение. Протективная искусственная вентиляция лёгких снижает частоту периоперационных легочных и внелегочных осложнений. Рекомендуемый дыхательный объём не должен превышать 8 мл на 1 кг должной массы тела, при этом снижение дыхательного объёма должно сопровождаться применением конечного экспираторного давления: рутинно не менее 5 см вод. ст., у больных с факторами риска развития осложнений не менее 10 см вод. ст. Индивидуализация настройки конечного экспираторного давления является ключом к эффективному его применению. Манёвр открытия лёгких является эффективным и безопасным методом улучшения биомеханических свойств лёгких; его необходимо осуществлять после индукции анестезии, далее каждый час и при дисконнекции, а также использовать как экстренную меру для улучшения оксигенации и сопровождать последующей настройкой уровня конечного экспираторного давления. У пациентов с высоким уровнем риска развития осложнений следует рассмотреть возможность применения неинвазивной ИВЛ в послеоперационном периоде. Дополнительные опции протективной вентиляции лёгких (ограничение фракции вдыхаемого кислорода, давления инспираторной паузы, движущего давления и частоты дыхания) способствуют профилактике баро-, волюмо- и ателектотравмы, а также системных и органных эффектов гипероксии и гипоксии.