

УДК 616.24-089.87-092.9+616.1-008.1]:575.113

СКИБО Ю.Н.

Харьковская медицинская академия последипломного образования
ГУ «Институт общей и неотложной хирургии НАМН Украины», г. Харьков

ИЗУЧЕНИЕ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ РАЗВИТИЯ НАРУШЕНИЙ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ОБШИРНЫХ РЕЗЕКЦИЯХ ЛЕГКИХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Резюме. В статье представлен первый опыт изучения особенностей возникновения легочной гипертензии и правожелудочковой недостаточности при обширных резекциях легких, обоснование создания и изучение влияния разгрузочных шунтов в эксперименте. Материалом экспериментального исследования служили 12 кроликов породы шиншилла. В ходе исследования установлено, что одномоментное выключение значительного объема легочной ткани из кровотока сопровождалось выраженными нарушениями гемодинамики и газообмена. В то же время обширные резекции легких с контролируемым артериовенозным шунтированием не вызывали существенных изменений гемодинамики, характерных для состояний после обычных резекций соответствующего объема.

Ключевые слова: резекция легкого, пульмонэктомия, легочная гипертензия, острая недостаточность правого желудочка сердца.

Несмотря на сложившееся общее стремление хирургов к ограничению объема резекций легких, в клинической практике возникает необходимость в проведении двусторонних резекций, пульмонэктомий, однако такие операции нередко сопровождаются грозными функциональными нарушениями в послеоперационном периоде. Одной из главных проблем при проведении резекций легких и пульмонэктомий по-прежнему остается острая сердечная недостаточность [2].

В связи с этим наиболее актуальными представляются вопросы перестройки жизненно важных функций организма как во время резекций легких, так и в ближайшем послеоперационном периоде [1, 3].

В ряде исследований [4, 5] показана возможность формирования правого левого межпредсердного шунта через персистирующее овальное окно после резекций легких и пульмонэктомий. В то время как распространенность открытого овального окна составляет от 25 до 35 % в общей популяции, такой шунт может быть причиной диспноэ или так называемого синдрома платипноэ-ортодеоксии в отдаленном послеоперационном периоде. Однако значимость такого шунта в уменьшении перегрузки правого желудочка в остром послеоперационном периоде изучена недостаточно.

Цель и задачи эксперимента

Определение ведущих патогенетических механизмов развития нарушений сердечно-легочной гемодинамики при обширных резекциях легких, создание правых разгрузочных шунтов с последующим изучением их влияния на развитие легочной гипертензии и правожелудочковой недостаточности.

Материалы и методы

Материалом экспериментального исследования служили 12 кроликов породы шиншилла обоих полов

возрастом 150–200 дней, массой от 2,8 до 3,1 кг. Проведение эксперимента осуществлялось согласно правилам гуманного обращения с лабораторными животными, принятым в Европейском сообществе.

Экспериментальные животные оперировались в стерильных условиях, под общим обезболиванием. Анестезиологическое пособие осуществляли путем внутривенного введения кетамина (50 мг/кг), фентанила (2–4 мг/кг). Для адекватного контроля дыхательной функции производили стандартную трахеотомию с последующим введением и фиксацией интубационной трубки (3,5 мм).

В качестве оперативного доступа использовалась продольная срединная стернотомия. Выбор доступа определялся достаточной визуализацией всех отделов сердца, магистральных сосудов, структурных элементов корней легких и возможностью свободного манипулирования на них.

Животные были разделены на четыре группы по 3 кролика в каждой.

Группа контроля (К) выделена для изучения основных параметров сердечно-легочной гемодинамики у наркотизированных животных после выполнения стернотомии.

После рассечения кожи, подкожной клетчатки, грудной перикард вскрывался продольно и фиксировался держалками. Ствол и ветви легочной артерии, структурные элементы корней легких выделялись и посредством обхода лигатурами контролировались турникетами (рис. 1).

Прямая пункция правого и левого желудочков сердца для мониторинга давления выполнялась катетерами Intocan-W G12 с последующей фиксацией нитью пролен 7,0. Катетеры посредством артериальных линий подсоединялись к следающей аппаратуре.

Частоту сердечных сокращений (ЧСС), а также давление в полостях и магистральных сосудах определяли



Рисунок 1. Выделение ствола и ветвей легочной артерии экспериментального животного (кролика)

прямым методом с использованием монитора ЮМ-300Т. Показатели рН и PCO_2 крови измеряли потенциометрическим, а PO_2 — амперометрическим методом на газоанализаторе Easy Blood Gas (Medica Corporation, USA). Концентрация в крови бикарбоната, избыток оснований, насыщение кислородом, а также альвеолярно-артериальный кислородный градиент рассчитывались газоанализатором по формулам.

Используя ранее выполненные обходы структурных элементов корней легких, подтягиванием турникетов и лигированием создавали препятствие на пути оттока из правого желудочка, обеспечивая его перегрузку давлением.

Создание различных уровней легочной гипертензии достигалось путем лигирования структурных элементов корня одного легкого и сегмента контралатерального легкого. Уровни легочной гипертензии определялись как отношение давления в ЛА к давлению в аорте, измерялись прямым способом.

Определяя длительность экспериментальной модели в исследуемых группах животных, исходили из данных об устойчивости ПЖ к перегрузке давлением. По данным разных авторов, устойчивость ПЖ к перегрузке давлением весьма вариабельна: первые изменения появляются на 30–45-й минуте, а потенциально необратимые — на 80–90-й минуте. Для контроля основных показателей гемодинамики в остром периоде нами выбран временной интервал 60 минут.

В группе кроликов К1 после оперативного доступа по описанной выше методике и установки катетеров производилось лигирование структурных элементов корня одного легкого. В группе кроликов К2 производилось лигирование структурных элементов корня одного легкого и сегмента второго легкого под контролем увеличения давления в стволе легочной артерии. В группе животных К3, кроме лигирования структурных элементов корня одного легкого и сегмента второго легкого, производилось отжатие и дистальное пересечение основной ветви легочной артерии на стороне лигированного корня с последующим наложением анастомоза в конец ипсилатеральной легочной вены или ушко левого предсердия с регулированием просвета анастомоза. После выполнения соответствующих манипуляций во всех группах экс-

периментальных животных проведен контроль инвазивного давления и насыщения крови кислородом.

Результаты эксперимента и их обсуждение

В отсутствие суживания ствола легочной артерии в условиях искусственной вентиляции легких кроликов группы К при разведенной грудине и установленных желудочковых катетерах систолическое давление в полости ЛЖ (СДЛЖ) составляло от 102 до 108 мм рт.ст., диастолическое (ДДЛЖ) — 0 мм рт.ст.; систолическое давление в полости ПЖ (СДПЖ) составляло от 19 до 21 мм рт.ст.; начально-диастолическое (т.е. минимальное в течение сердечного цикла) давление ПЖ (НДДПЖ) — -2 мм рт.ст. Насыщение крови кислородом в бедренной артерии (SaO_2 AF) составляло $92,0 \pm 0,6$ %, насыщение крови кислородом в бедренной вене (SvO_2 VF) — соответственно $74,6 \pm 0,6$ %, таким образом, количество шунтированной крови (отношение венозной примеси к сердечному выбросу Q_s/Q_t) составляло 2 %.

При лигировании структурных элементов корня одного легкого экспериментального животного группы К1 визуально отмечалось увеличение конечно-диастолического размера (КДР) ПЖ и тенденция к умеренному повышению СДПЖ до 22 ± 1 мм рт.ст. на фоне умеренного снижения СДЛЖ до 100 ± 2 мм рт.ст. при мониторинге, НДДПЖ имело тенденцию к повышению до уровня 0 мм рт.ст., SaO_2 AF составляло $80,1 \pm 0,4$ %, а SvO_2 VF — соответственно $58,0 \pm 0,5$ %, таким образом, Q_s/Q_t составляло 9 %.

При лигировании структурных элементов корня одного легкого и порционного отжатия сегмента второго легкого экспериментальных животных группы К2, начиная с того момента, когда СДЛЖ снижалось до 95–100 мм рт.ст., отмечался постепенный рост систолического давления в полости ПЖ. Так, при достижении уровня СДПЖ 36–40 мм рт.ст. СД в полости ЛЖ составляло 74–79 мм рт.ст., т.е. СДПЖ составляло порядка 50 % от системного СД, а НДДПЖ определялось на уровне 4–6 мм рт.ст. При этом отмечалось отчетливое увеличение полости ПЖ, преимущественно выходного трафика, появление у ПЖ цианотического оттенка. SaO_2 AF составляло $81,8 \pm 0,5$ %, SvO_2 VF — соответственно $59,9 \pm 0,5$ %, таким образом, Q_s/Q_t составляло 11 %.

Учитывая тот факт, что при пострезекционной легочной артериальной гипертензии компенсация кровотока в малом круге кровообращения осуществляется через внутрилегочные артериовенозные анастомозы, обеспечивающие сброс крови справа налево, после лигирования структурных элементов корня одного легкого и сегмента второго легкого экспериментальных животных группы К3 для ликвидации перегрузки малого круга кровообращения создавали внелегочный артериовенозный анастомоз путем анастомозирования ветви легочной артерии с одноименной веной или левым предсердием. Однако непосредственно после наложения разгрузочных праволевых шунтов было отмечено острое перераспределение кровотока, снижение давления в полости ПЖ до субнормального ($21,1 \pm 0,9$ мм рт.ст.), повышение СДЛЖ до 100 ± 2 мм рт.ст., снижение SaO_2 AF до $76,3 \pm 0,5$ % и SvO_2 VF —

Таблица 1. Показатели динамики давления в левом желудочке, легочной артерии и насыщения крови кислородом в группах экспериментальных животных

Показатель	Группы экспериментальных животных			
	К	К1	К2	К3
СДЛЖ (мм рт.ст.)	105 ± 3	100 ± 2	76 ± 2	98 ± 2
СДПЖ (мм рт.ст.)	20 ± 1	22 ± 1	38 ± 2	25,2 ± 2,4
НДДПЖ (мм рт.ст.)	-2	0	5 ± 1	2
SaO ₂ AF (%)	92,9 ± 0,6	80,1 ± 0,4	81,8 ± 0,5	82,3 ± 0,5
SvO ₂ VF (%)	74,6 ± 0,6	58,0 ± 0,5	59,9 ± 0,5	61,6 ± 0,5
Qs/Qt (%)	2	9	11	25

до $56,64 \pm 0,40$ %. Такое резкое снижение сатурации крови кислородом, очевидно, было связано с преимущественным сбросом крови в обход малого круга на фоне острого спазма его микроциркуляторного русла, что потребовало коррекции просвета шунта путем дозированного его суживания турникетом до сбалансированного повышения показателей сатурации крови и умеренного повышения давления в ПЖ.

Выводы

В ходе исследования установлено, что одномоментное выключение значительного объема легочной ткани из кровотока сопровождалось выраженными нарушениями гемодинамики и газообмена. Непосредственно после проведенных операций давление в легочной артерии превышало исходный уровень в среднем на 48 %, насыщение крови кислородом в бедренной артерии снижалось на 18 %, а в бедренной вене — на 20 %.

Следует думать, что гипертензия в оставшемся артериальном русле малого круга после обширных резекций является стимулом для включения компенсаторных механизмов, направленных на уменьшение перегрузки правых отделов сердца и на поддержание жизненно необходимого уровня оксигенации крови — расширение оставшегося сосудистого русла, раскрытие временно не функционировавших сосудов в зонах физиологических ателектазов с включением последних в газообмен. Так, результаты исследования показали, что обширные

резекции легких с артериовенозным шунтированием не вызывали существенных изменений гемодинамики, характерных для состояний после обычных резекций соответствующего объема. Давление в оставшемся артериальном русле малого круга сразу после таких операций равнялось дооперационному. Как правило, все животные с шунтированием малого круга кровообращения хорошо переносили одномоментное удаление более 50 % легочной ткани.

Таким образом, если учесть, что естественные пути компенсации нарушений гемодинамики в малом круге кровообращения после обширных резекций легких развиваются в том же направлении (раскрытие и образование новых внутрилегочных артериовенозных анастомозов), то создание внелегочного артериовенозного анастомоза анатомически и физиологически обосновано.

Список литературы

1. Бунятян А.А., Выжигина М.А., Кассиль В.Л. и др. // *Анестезиол. и реаниматол.* — 1997. — № 5. — С. 29-35.
2. Koen De Decker, Philippe G. Jorens, Paul Van Schil. *Cardiac complications after noncardiac thoracic surgery: an evidence-based current review // Ann. Thorac. Surg.* — 2003. — 75. — 1340-1348.
3. Kowalewski J., Brocki M., Dryjanski T. et al. // *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* — 1999. — Vol. 15. — P. 444-448.
4. Smeenk F.W.J., Postmus P.E. *Interatrial right-to-left shunting developing after pulmonary resection in the absence of elevated right-sided heart pressures. Review of the literature // Chest.* — 1993. — 103. — 528-531.
5. Wihlm J.M., Massard G. *Late complications; late respiratory failure // Chest. Surg. Clin. North Am.* — 1999. — 9. — 633-54.

Отримано 09.09.12 □

Скибо Ю.Н.

Харківська медична академія післядипломної освіти
ДУ «Інститут загальної і невідкладної хірургії НАМН
України», м. Харків

ВИВЧЕННЯ ПАТОГЕНЕТИЧНИХ МЕХАНІЗМІВ РОЗВИТКУ ПОРУШЕНЬ СЕРЦЕВО-ЛЕГЕНЕВОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ПРИ ВЕЛИКИХ РЕЗЕКЦІЯХ ЛЕГЕНЬ В ЕКСПЕРИМЕНТІ

Резюме. У статті наведений перший досвід вивчення особливостей виникнення легеневої гіпертензії і правошлуночкової недостатності при великих резекціях легень, обґрунтування створення і вивчення впливу розвантажувальних шунтів в експерименті. Матеріалом експериментального дослідження служили 12 експериментальних кролів породи шиншила. Під час дослідження встановлено, що одномоментне виключення значного об'єму легеневої тканини з кровотоку супроводжувалося вираженими порушеннями гемодинаміки й газообміну. У той же час великі резекції легень з контрольованим артериовенозним шунтуванням не викликали істотних змін гемодинаміки, характерних для станів після звичайних резекцій відповідного об'єму.

Ключові слова: резекція легень, пульмонектомія, легенева гіпертензія, гостра недостатність правого шлуночка серця.

Skibo Yu.N.

Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education
State Institution «Institute of General and Emergency Surgery
of National Academy of Medical Sciences of Ukraine»,
Kharkiv, Ukraine

STUDY OF PATHOGENETIC MECHANISMS OF DISORDERS OF CARDIAC-PULMONARY HEMODYNAMICS IN EXTENSIVE LUNG RESECTION IN THE EXPERIMENT

Summary. This article presents the first experience of studying the characteristics of pulmonary hypertension and right heart failure with extensive lung resection, the feasibility of creation and study of reducing shunts in the experiment. The material of the pilot study consisted of 12 experimental Chinchilla rabbits. The study found that a one-time exclusion of significant amount of lung tissue from the bloodstream associated with significant impairments in hemodynamics and gas exchange. At the same time, extensive pulmonary resection with controlled arteriovenous shunt caused no significant hemodynamic changes, common normal conditions after resection of the appropriate size.

Key words: lung resection, pneumonectomy, pulmonary hypertension, acute failure of the right ventricle of the heart.