

Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации



Федеральное государственное учреждение
Институт хирургии им. А.В.Вишневского
Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи

Б. Серпуховская ул., д.27, Москва, 115998, тел.(495)236-72-90, факс (495)236-61-30 <http://www.vishnevskogo.ru> E-Mail: doktor@ixv.comcor.ru
ОКПО 01897239 ОГРН 10377339528507 ИНН/КПП 7705034322 / 770501001

№ _____
на № _____ от _____

16.02.2010 г. № ДС - 6

В Федеральную службу по надзору
в сфере образования и науки

ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий» сообщает, что автореферат диссертации Печетова Алексея Александровича «Методы соединения грудины различными материалами после срединной стернотомии» по специальности 14.01.17 хирургия, медицинские науки размещен на сайте Института 17 февраля 2010 года

<http://www.vishnevskogo.ru>

Шифр диссертационного совета Д 208.124.01 при ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий».

Ф.И.О. отправителя : Шаробаро В.И., ученый секретарь
диссертационного совета доктор медицинских наук ,

E-mail: Sharobaro@ixv.comcor.ru.

Директор ФГУ «Институт хирургии
им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий»

Академик РАМН

Федоров В.Д.

Сведения о предстоящей защите диссертации

Печетов Алексей Александрович

Методы соединения грудины различными материалами после срединной стернотомии

по специальности 14.01.17 хирургия

медицинские науки

Д 208.124.01

ФГУ Институт хирургии им.А.В.Вишневского Росмедтехнологий

117997, Москва, Б.Серпуховская, 27

телефон: 236.60.38 (<http://www.vishnevskogo.ru>).

E-mail: Sharobaro@ixv.comcor.ru

Предполагаемая дата защиты 18 марта 2010 года

Дата размещения на сайте 17 февраля 2010 года

Ученый секретарь диссертационного совета Д 208.124.01

Доктор медицинских наук

Шаробаро В.И.

На правах рукописи

**ПЕЧЕТОВ
АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**МЕТОДЫ СОЕДИНЕНИЯ ГРУДИНЫ РАЗЛИЧНЫМИ
МАТЕРИАЛАМИ ПОСЛЕ СРЕДИННОЙ СТЕРНОТОМИИ**

14.01.17 – хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2010

Работа выполнена в ФГУ «Институт хирургии им. А.В.Вишневого
Росмедтехнологий» и ГУ МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского

Научный руководитель

доктор медицинских наук, профессор
лауреат Государственной Премии СССР

Вишневский
Александр Александрович

Официальные оппоненты

доктор медицинских наук, профессор
академик РАМН

Адамян
Арнольд Арамович

доктор медицинских наук, профессор

Паршин
Владимир Дмитриевич

Ведущая организация

Учреждение Российской академии медицинских наук Научный центр
сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева РАМН

Защита состоится «...» 2010 г. в на заседании
диссертационного совета Д 208.124.01 при ФГУ «Институт Хирургии им.
А.В.Вишневого Росмедтехнологий»

Адрес: 117997 Москва, ул.Б.Серпуховская, д. 27

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института Хирургии им.
А.В.Вишневого

Автореферат разослан «....».....2010 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук

Шаробаро В.И.

Актуальность

Болезни сердца и сосудов по-прежнему занимают ведущее место в структуре заболеваемости и причин смертности населения. По данным Л.А.Бокерия (2006), заболеваемость системы кровообращения у трудоспособного населения в 2002 г. составила 21841,6 на 100 тыс. населения (рост 25,3%). Смертность составила 213,2 на 100 тыс. населения (рост 28,5%).

По данным Минздравсоцразвития России в нашей стране ежегодно выполняется более 59 тыс. операций на сердце в год с применением широкого доступа к сердцу – срединной стернотомии (Бокерия Л.А., 2006).

Заболеваемость злокачественными новообразованиями органов грудной клетки также высока. Ежегодно в России заболевают раком легкого свыше 63 тыс. человек. Более 20 тыс. или 34,2%, выявляются в IV стадии заболевания, а погибает от рака легкого свыше 60 тыс. человек, что составляет более 20% всех умерших от злокачественных новообразований (Переводчикова Н.И., 2003).

Повышение эффективности хирургического лечения рака легкого требует расширенной паратрахеальной, бифуркационной и параэзофагеальной лимфодиссекции, поэтому при таких операциях, используется трансстернальный доступ (Николаев А.В., 1996; Давыдов М.И., 1998).

По данным мировой литературы такие послеоперационные осложнения после срединной стернотомии как несостоятельность шва грудины, острый медиастинит и остеомиелит грудины и ребер, составляют 0,4-6,0 % (Вишневский А.А. с соавт. 1999; Song D.H. et al., 2004; Dogan O.F. et al., 2005; Sharma R. et al, 2005; Olbrecht V.A. et al, 2006; S. Franco et al., 2009).

При этом в группе риска, которая составляют от 12 до 20%, при развитии послеоперационного медиастинита летальность достигает 14-47% (Franco S. et al. 2009)

Для соединения грудной кости после срединной стернотомии используют различные методики и материалы. Наиболее распространен шов

грудины стальной проволокой, полиэфирным материалом в различных модификациях. Однако, не существует единого стандарта в вопросе выбора методики остеосинтеза грудины, в особенности, у пациентов в группах риска. Указания в литературе на альтернативные способы соединения грудной кости носят рекомендательный характер, несмотря на то, что опыт применения новых соединений указывает на удовлетворительные результаты (Song D.H. et al., 2004; Dogan O.F. et al., 2005; Sharma R. et al, 2005; Olbrecht V.A. et al, 2006; S. Franco et al., 2009).

Несомненно, актуальна и экономическая проблема лечения такого рода осложнений. По данным Song D.H. (2004), в одной, отдельно взятой клинике кардио-торакальной хирургии в США, ежегодно стоимость лечения больных с развившимися осложнениями после срединной стернотомии составляет 500 тыс. долларов.

Поиск новых высокотехнологичных материалов и дифференцированный подход к применению традиционных методик остеосинтеза грудины после срединной стернотомии позволяют повысить качество лечения больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и заболеваниями органов дыхания, предупредить развитие опасных осложнений, что подчеркивает актуальность цели исследования и поставленных задач.

Цель работы

Улучшить результаты хирургического лечения больных с заболеваниями сердца и легких за счет оптимизации методики соединения грудной кости после срединной стернотомии.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих задач:

1. Изучить по данным литературы современное состояние проблемы остеосинтеза грудины.
2. Изучить в эксперименте на биологическом материале механическую прочность соединения грудины после срединной стернотомии.

3. Определить прочность соединения грудной кости и стальной проволоки в зависимости от возрастных особенностей человека.
4. Изучить особенности техники остеосинтеза грудины различными материалами.
5. Проанализировать результаты применения различных методик остеосинтеза грудины у больных после операций на сердце и легких с применением срединного трансстернального доступа.
6. Изучить результаты применения фиксаторов из никелида титана при реостеосинтезе грудины в условиях хронического стерномедиастинита.

Научная новизна

В работе впервые проанализированы результаты применения различных методик остеосинтеза грудины после срединной стернотомии у больных, оперированных по поводу заболеваний сердца и легких. Дана оценка значимости выбора того или иного материала для остеосинтеза грудины, подтвержденная экспериментально. Впервые описана методика применения и результаты реостеосинтеза грудины фиксаторами из никелида титана в условиях хронического стерномедиастинита.

Практическая значимость

Предложен дифференцированный подход к выбору метода остеосинтеза грудины после срединной стернотомии с учетом имеющихся у больного факторов риска. Данная методика позволяет снизить осложнения, возникающие после срединной стернотомии, такие как, несостоятельность шва грудины, острый медиастинит, стерномедиастинит и остеомиелит грудины и ребер. Предложена методика реостеосинтеза грудины фиксаторами из никелида титана в условиях хронического стерномедиастинита, улучшающая временные показатели и качество лечения этой сложной группы больных.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Фиксаторы из никелида титана, используемые для остеосинтеза грудины, при всех видах испытания не разрушают костной ткани, не

изменяют первоначальную форму и прочность, в том числе при многократных циклических испытаниях.

2. Прочность шва грудины, соединенного металлической проволокой, в значительной степени зависит от морфологического строения (плотности) костной ткани грудной кости.
3. Наименее травматичным и технически простым в применении из материалов, используемых при остеосинтезе грудины, являются фиксаторы из никелида титана с эффектом памяти формы (ЭПФ).
4. Фиксаторы из никелида титана возможно использовать при реостеосинтезе грудины в условиях хронического стерномедиастинита.

Апробация работы

Апробация диссертации состоялась 28.12.09 г. на расширенном заседании проблемно-плановой комиссии по торакальной хирургии ФГУ «Институт хирургии им. А.В.Вишневского» и Кафедры торакальной хирургии Российской медицинской академии последипломного образования Минздравсоцразвития совместно с сотрудниками отделения кардиохирургии ГУ МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского.

По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 4 в центральных изданиях, материалах всероссийских и международных конференций.

Реализация разработки работы

В отделениях сердечной хирургии ГУ МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского Министерства здравоохранения Московской Области, отделений кардиохирургии и торакальной хирургии ФГУ Института хирургии им. А.В.Вишневского Росмедтехнологий в течение двух последних лет используется дифференцированный подход к выполнению остеосинтеза грудины после срединной стернотомии. Опыт более 100 операций с применением новых имплантатов из никелида титана показал, что данный материал отвечает самым высоким требованиям, предъявляемым в хирургии.

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 135 страницах машинописного текста, состоит из введения, шести глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 140 источников, в том числе 65 отечественных и 75 зарубежных авторов. Диссертация содержит 13 таблиц, 65 рисунков, 1 приложение.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы

Для осуществления эксперимента использовали грудную кость животного, шовные материалы для остеосинтеза грудины (лавсан, проволока из нержавеющей стали, фиксаторы из никелида титана)

Методика. Имитируя остеосинтез, соединяли соответствующие фрагменты грудины тем или иным материалом. В испытаниях прочностных характеристик полученного соединения кости и шовного материала применяли испытательную машину TIRA test 2300. Испытания проводили, закрепляя грудину непосредственно за края, фиксируя в траверсах (зажимах) машины.

Механическое поведения и прочностные характеристики соединения грудной кости и шовного материала под действием прилагаемых нагрузок, изучали при испытаниях, в которых соединение подвергали растяжению со скоростью 10 мм/мин.

В процессе испытаний определяли величину диастаза между фрагментами грудины во время действия минимального уровня нагрузки в каждом цикле. Также графически, считывающее устройство машины фиксировало изменения, происходящие с соединением кости с шовным материалом. Испытания проводили – статические и циклические. Каждый вид материала подвергся испытанию не менее 6 раз. Фиксацию и оценку полученных данных осуществляли графически, математически и при помощи фотосъемки.

Прочность образцов костной ткани грудины человека, соединенных между собой проволокой из нержавеющей стали изучали подобно методике, описанной выше.

Фрагменты испытуемой костной ткани грудины направляли на морфологическое исследование. Методом морфометрии изучали относительную плотность костных балок.

Общая характеристика клинических наблюдений

Данная работа основана на анализе 179 историй болезни пациентов с различными заболеваниями сердца, оперированных с применением срединного трансстернального доступа в ФГУ Институт Хирургии им. А.В.Вишневского и ГУ МОНИКИ им. В.М.Владимирского в 2006-2009 гг..

165 пациентов с первичным остеосинтезом разделены на 3 сравнимые группы в зависимости от выполненного первичного остеосинтеза грудины.

Группа I 51(30,1%) – больные, у которых для остеосинтеза использована стальная проволока. **Группа II** 63(38,2%) – больные, у которых для остеосинтеза использована лавсановая лигатура. **Группа III** 51(30,1%) – больные, у которых для остеосинтеза использованы фиксаторы из никелида титана (табл.1).

А также в отдельную группу вошли 14 пациентов с хроническим послеоперационным стерномедиастинитом.

Таблица 1

Распределение больных в зависимости от материала для остеосинтеза

	Абс.	%
Остеосинтез стальной проволокой	51	30,1
Остеосинтез лавсановой лигатурой	63	38,2
Остеосинтез фиксаторами из нитинола	51	30,1
Итого	165	100

По поводу ишемической болезни сердца оперированы 99 пациентов (60,0%), по поводу аортального порока (АП) – 25 (15,15%), по поводу

митрального порока (МП) – 19 (11,5%), по поводу дефекта межпредсердной перегородки (ДМПП) – 12 (7,27%), дефекта межжелудочковой перегородки (ДМЖП) – 4 (2,42%), миксомы, аневризмы полостей сердца – 3 (1,81%), остальные нозологические формы составили по одному наблюдению (1,81%). В 2 случаях ИБС, стенокардию напряжения I ФК и II ФК наблюдали как сопутствующее заболевание при митральном пороке сердца (табл.2).

Таблица 2

Распределение больных по нозологическим формам

	Диагноз до операции	Кол-во наблюдений	%
1	ИБС	99	60,0
	<i>Стенокардия I ФК</i>	<i>3</i>	
	<i>Стенокардия II ФК</i>	<i>13</i>	
	<i>Стенокардия III ФК</i>	<i>62</i>	
	<i>Стенокардия IV ФК</i>	<i>21</i>	
2	Аортальный порок (АП)	25	15,15
3	Митральный порок (МП)	19	11,5
4	Трикуспидальный порок (ТП)	1	0,60
5	Комбинированный порок (АП+МП)	1	0,60
6	ДМПП	12	7,27
7	ДМЖП	4	2,42
8	Миксомы, аневризмы полостей сердца	3	1,81
9	Опухоли средостения	1	0,60
	ИТОГО	165	100,0

Распределение больных по виду проведенной операции с применением трансстернального доступа представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение больных по типу выполненной операции с применением срединной стернотомии

Вид операции через транс стернальный доступ	Количество больных		
	Абс.	%	
Аорто-коронарное шунтирование, маммаро-коронарное шунтирование коронарных сосудов	99	60,0	
	АКШ	11	6,66
	МКШ	4	2,42
	АКШ+МКШ	84	50,91
Протезирование аортального клапана (АК)	25	15,15	
Протезирование митрального клапана (МК)	19	11,50	
Протезирование двух клапанов АК+МК	1	0,60	
Протезирование трикуспидального клапана (ТК),	1	0,60	
Пластика ДМПШ	12	7,27	
Пластика ДМЖП	4	2,42	
Миксомы, аневризмы полостей сердца	3	1,81	
Удаление опухоли средостения	1	0,60	
Итого	165	100,0	

Методы обследования

На предоперационном этапе всем больным выполняли общее клиническое обследование (физикальные методы обследования, клинические анализы), ЭКГ, ЭхоКГ, больным с ИБС – ангиографическое исследование, дополнительные исследования по показаниям (Холтеровское суточное мониторирование, ЧПС). Течение раннего послеоперационного периода оценивали, прежде всего, клинически во время ежедневных обходов, перевязок больных и клинических анализов. С целью исследования заживления грудины в послеоперационном периоде, в каждой из групп выборочно выполняли ультразвуковое исследование грудины и мягких тканей передней грудной стенки. В исследование вошли 28 наблюдений. У 16 пациентов остеосинтез выполнен лавсановой лигатурой, у 9 – металлической проволокой, у 3 пациентов установлены фиксаторы из

никелида титана. В случае подозрения на осложнения – назначали дополнительные методы исследования (КТ грудной клетки, УЗИ передней грудной стенки, микробиологическое исследование отделяемого из раны).

Характеристика пациентов в группе с реостеосинтезом грудины в условиях инфицированных тканей

В группе больных с хроническим послеоперационным стерномедиастинитом, состоящей из 14 больных, во время первой операции для остеосинтеза грудины стальная проволока применена у 12(85,7%) пациентов, полиэфирная лигатура (лавсан) и фиксаторы из никелида титана по 1(7,15%) пациенту. Характеристика больных представлена в таблице 4.

Таблица 4

Общая характеристика больных

Общая характеристика больных		Значение
Показатель		
<i>Средний возраст больных, годы</i>		<i>53±7,75</i>
<i>Пол</i>	<i>Мужчины</i>	<i>12(87,7%)</i>
	<i>Женщины</i>	<i>2(14,3%)</i>
<i>Первичный диагноз</i>	<i>ИБС</i>	<i>11(78,57%)</i>
	<i>МП</i>	<i>1(7,14%)</i>
	<i>АП</i>	<i>1(7,14%)</i>
<i>Констриктивный перикардит</i>		<i>1(7,14%)</i>
<i>Вид материала (osteosинтез), кол-во случаев</i>		
<i>Проволока</i>		<i>12(85,7%)</i>
<i>Лавсан</i>		<i>1(7,15%)</i>
<i>Нитинол</i>		<i>1(7,15%)</i>
<i>Сопутствующие заболевания</i>		
<i>АГ (I-III ст.)</i>		<i>14(100%)</i>
<i>НК (I-IIa ст.)</i>		<i>14(100%)</i>
<i>СД (II тип)</i>		<i>3(21,42%)</i>
<i>ХОБЛ</i>		<i>9(64,28%)</i>

Средняя продолжительность госпитализации в стационаре составила $53 \pm 7,75$ к/дней (21-117 к/дней), средняя продолжительность операции – реостеосинтеза грудины составила $69,6 \pm 6,5$ минут (40-120 минут). В реанимационном отделении все пациенты пребывали 1 сутки после операции для динамического наблюдения и мониторингования сердечно-легочной деятельности.

Результаты работы

Изучение механической прочности соединения грудины после срединной стернотомии на биологическом материале

Испытания прочности соединения грудины проводили в статическом и динамическом режимах.

Статические испытания

Испытания соединения со стальной проволокой

Соединение грудины чрезкостным прошиванием. В процессе испытаний контролировали прорезывание кости лигатурой, которое наблюдалось уже на начальных стадиях растяжения. При величине растягивающей нагрузки 125-175 Н начинается интенсивное прорезывание кости проволокой. Наиболее интенсивно процесс разрушения соединения развивается после достижения максимальной нагрузки.

Соединение грудины методом «обвивного шва» грудной кости. Сравнение полученных результатов с предыдущим экспериментом показывает, что прорезание кости проволокой происходит при более низких усилиях, чем при чрезкостной фиксации (примерно в два раза). Это связано с тем, что прорезывание кости проволокой начинается на боковых поверхностях межреберий, где толщина кортикального слоя кости меньше, чем на внешних (плоских) поверхностях грудины.

Поскольку при чрезкостном креплении рассеченных частей грудины проволока контактирует с более прочной кортикальной костью, а суммарная площадь контакта проволоки и кости больше, чем при обвивном способе

фиксации, то для ее разрезания требуется более высокий уровень усилий.

Соединения по типу «остеосинтез по Робичеку».

При растяжении наблюдали плавно возрастающую нагрузку. Благодаря тому, что дополнительные внешние петли из проволоки, препятствовали интенсивному разрушению кортикального слоя кости, то нагрузка на этой стадии возрастала достаточно быстро. Испытание проводили до величины растяжения, равной 350 Н.

Внешняя проволока, оплетающая ребра, предотвращает прорезание грудины, но при этом создает дополнительную нестабильность соединения, обусловленную высокой пластичностью проволоки, что приводит к быстрому образованию диастаза.

Испытания соединения лавсановой лигатурой

Соединение грудины чрезкостным прошиванием. Прикладываемая при растяжении грудины нагрузка изменяется мягче и не достигает таких высоких значений при тех же перемещениях траверсы машины, как в случае с титановой лигатурой, поэтому вероятность повреждения кости в этом случае меньше.

Соединение грудины методом «обвивного шва». В экспериментах с лавсановой нитью прорезание внешней поверхности грудины было значительно меньшим, чем в случае с проволокой.

В целом испытания соединения грудины с помощью лавсановой лигатурой отличается более равномерным распределением нагрузки между стягивающими кость петлями лигатуры, чем при испытаниях с проволокой.

Испытания с применением фиксаторов из нитинола

Для определения прочности соединения разрезанной грудины фиксаторами из нитинола на исследуемую кость устанавливали два имплантата, которые предварительно деформировали в охлажденном состоянии. Перед испытаниями кость с установленными фиксаторами нагревали до температуры 37 ± 2 °С. Испытания соединения осуществляли

при той же температуре, которую поддерживали постоянной. Данные статических испытаний представлены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты испытаний соединения грудины различными материалами
(статические испытания)

№		Материалы и методы соединения	Величина прилагаемой нагрузки P ₁₋₃ , Н и диастаз, мм				Характер разрушения соединения, между половинками грудины	
			P ₂ , Н	P ₁ , Н	P ₃ , Н	P ₄ , Н	Прорезание кости	Деформация материала
			0,5 мм	3,0 мм	5,0 мм	10,0 мм		
1	Титановая проволока	Чрезкостное прошивание	150	370	430	290	+	-
		Обвивной шов	50	150	200	200	+	-
		Переплетение грудины	60	100-150	180	360	-	+
2	Лавсановая нить	Чрезкостное прошивание	110	230	>250	-	-	-
		Обвивной шов	50	70-160	110	180	+	+
3	Фиксатор из никелида титана	Стандартная установка в межреберья	60	90	100	-	-	-

Циклические испытания

Циклические испытания осуществляли по мягкой схеме в интервале нагрузок от 5 до 60 Н (скорость = 2 мм/мин). Количество циклов n= 100. Результаты испытаний показали, что в течение нескольких первых циклов - механическое поведение испытываемой системы стабилизируется на замкнутой петле (на графике – петля гистерезиса). В течение первых десяти циклов ширина петли гистерезиса постепенно сужается, и затем остается практически неизменной в течение всех последующих циклов испытания.

В процессе циклических испытаний по мягкой схеме наблюдали некоторый рост амплитуды перемещений системы, приводящий к образованию небольшого диастаза. Так, если на первом цикле величина перемещения захватов машины, соответствующая максимальному уровню прикладываемой нагрузки, составляла 1,72 мм, а величина перемещения при

минимальной нагрузке (5 Н) – 0,32 мм, то на сотом цикле растяжения эти перемещения были равны 1,89 и 0,59 мм, соответственно.

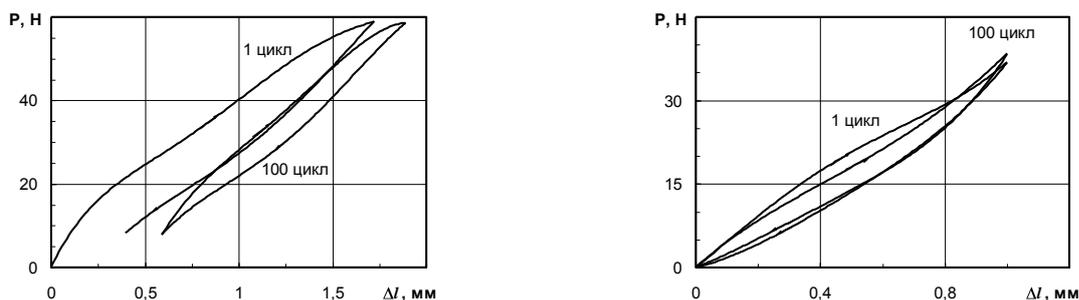


Рис.1. Графическое отражение механического поведения грудины, соединенной фиксаторами из никелида титана, при мягкой (а) и жесткой (б) схемах циклических испытаний

Циклические испытания по жесткой схеме в интервале перемещений от 0 до 1 мм (скорость = 20 мм/мин). При этом механическое поведение системы также оказалось очень стабильным. Петля механического гистерезиса оставалась практически неизменной на протяжении всего эксперимента.

Результаты циклических испытаний соединений кости с материалами представлены в таблице 6.

Таблица 6

**Результаты испытаний соединения грудины различными материалами
(динамические испытания)**

№	Материалы и методы соединения	Изменяемый диастаз, в мм при испытаниях (циклирование 20 – 100)									Характер разрушения соединения	
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	Прорезание кости	Деформация материала
1	Стальная проволока, чрезкостное прошивание	0,85	1,24	1,36	1,44	1,58	1,58	1,63	1,62	1,66	+	-
2	Лавсановая нить, чрезкостное прошивание	2,33	2,43	2,56	2,69	2,71	2,70	2,75	2,85	2,95	-	+
3	Фиксатор из никелида титана	4,57	4,6	4,56	4,51	4,54	4,46	4,5	4,46	4,47	-	-

Зависимость прочности соединения грудной кости от возрастных особенностей человека

В эксперименте показана зависимость прочности соединения от возрастных особенностей.

Анализ испытаний образцов костной ткани грудины человека, позволил обнаружить общие закономерности в механическом поведении фрагментов грудины, соединенных проволокой.

Полученные кривые имеют достаточно сложный вид и характеризуются несколькими точками перегиба на начальных стадиях испытаний, а также множественными скачками и падениями нагрузки на конечной стадии испытаний, соответствующей полному разрушению образца. Каждому участку перегиба соответствуют свои механизмы деформации и/или разрушения исследуемых образцов, а нагрузки, соответствующие точкам перегиба на кривых, являются характеристиками, описывающими процесс разрушения соединенных частей грудины.

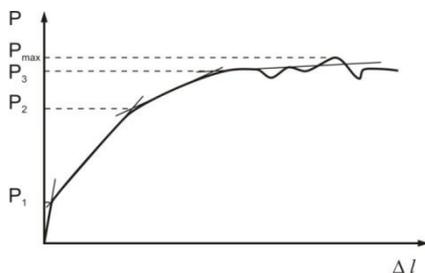


Рис. 2. Графическое изображение испытания на растяжение образцов костной ткани грудины, соединенных между собой проволокой из нержавеющей стали (P = нагрузка в Н, применяемая при растяжении)

При нагрузках ниже P_1 наблюдается упругая деформация проволочной петли и упруго-пластическая деформация тканей грудины. По достижении нагрузки P_1 начинается прорезывание костных тканей. В интервале нагрузки $P_1 - P_2$ происходит замедленная стадия разрушения костной ткани, которая характеризуется относительно высоким сопротивлением кости прорезыванию проволокой под действием внешних нагрузок.

При превышении нагрузки P_3 происходит критическое разрушение кости, характеризующееся частичной или полной потерей сопротивления прорезыванию кости проволокой под действием растяжения (рис.2).

На рисунке 2 приведены значения критических точек на кривых деформации исследуемых образцов. Диапазон изменения значений критических нагрузок достаточно велик. При включении в характеристику прочности соединения грудины величины, равной отношению максимальной нагрузки к среднему поперечному сечению кости ($S_{cp}=l_{шир}xh_{толщ}$), результаты эксперимента систематизировали.

В таблице 7 представлены результаты, указывающие на соотношение максимальной нагрузки и площади поперечного сечения испытуемого фрагмента грудины. Видно, что у субъектов трудоспособного возраста прочностные характеристики соединения имеют практически одинаковые значения, в то время как у субъектов более преклонного возраста прочностные характеристики снижаются.

Таблица 7

Свойства образцов костной ткани грудины, соединенных проволокой из нержавеющей стали 316L, при испытании на растяжение

Группный материал (пол – возраст)		P ₁ , Н	P ₂ , Н	P ₃ , Н	P ₁ / S _{cp} , Н/мм ²	P ₂ / S _{cp} , Н/мм ²	P ₃ / S _{cp} , Н/мм ²
1	М - 22	28 ± 18	83 ± 25	138 ± 4	0,08±0,05	0,24±0,07	0,40±0,01
2	М - 37	45 ± 18	138 ± 42	225 ± 48	0,08±0,03	0,24±0,07	0,40±0,08
3	Ж - 55	38 ± 10	90 ± 17	138 ± 3	0,11±0,03	0,26±0,05	0,40±0,01
4	М - 57	13 ± 2	103 ± 26	152 ± 32	0,03±0,01	0,27±0,07	0,39±0,08
5	Ж - 58	30	48 ± 11	113 ± 18	0,07	0,11±0,02	<u>0,26±0,04</u>
6	М - 58	20 ± 7	55 ± 28	128 ± 39	0,04±0,01	0,10±0,05	<u>0,23±0,07</u>
7	Ж - 71	15	103	135	0,04	0,30	0,40
8	М - 71	15 ± 3	50 ± 13	94 ± 22	0,03±0,01	0,12±0,03	<u>0,22±0,05</u>
9	М - 75	13 ± 7	99 ± 26	168 ± 20	0,02±0,01	0,18±0,05	<u>0,31±0,04</u>
10	М - 83	5	32	60	0,01	0,08	<u>0,15</u>

Морфологические особенности грудины

Морфологическое исследование испытуемых образцов, показало резкое разрежение компактного вещества в костной ткани у людей пожилого возраста (остеопороз) (табл.8)

Таблица 8

Морфологическое (микроскопическое) исследование костной ткани

№ п/п	Группный материал пол, лет	Поле зр 1	Поле зр 2	Поле зр 3	Поле зр 4	Поле зр 5	Поле зр 6	Поле зр 7	Поле зр 8	Поле зр 9	Сум	Сред	%%
1	М - 22	409834	346710	231398							987942	329314	<u>22,57</u>
2	М - 37	384241	696836	718975	1060628	825292	686614				4372586	728764	<u>49,95</u>
3	Ж - 55	267120	240383	245795	241216	169424					1163938	23278	<u>15,95</u>
4	М - 57	600261	449176	488131							1537568	512523	<u>35,13</u>
5	Ж - 58	158168	164171	158971	176552	118680					776542	155308	<u>10,64</u>
6	М - 58	155514	320122	266280	286565	266585					1295066	259016	<u>17,75</u>
7	Ж - 71	295090	282552	199950							777592	259197	<u>17,65</u>
8	М - 71	140972	120341	137585							398898	132946	<u>9,11</u>
9	М - 75	288307	182301	224119							694727	231576	<u>15,87</u>
10	М - 83	193143	143778	93596	100403	257004	112565				900489	150082	<u>10,29</u>

Ухудшение прочностных свойств соединения грудины у людей старшего возраста напрямую связано с изменением строения костной ткани (разрежением костной ткани).

Максимальные прочностные свойства кости наблюдались при плотности костных балок, равной от 22 % (рис.3).

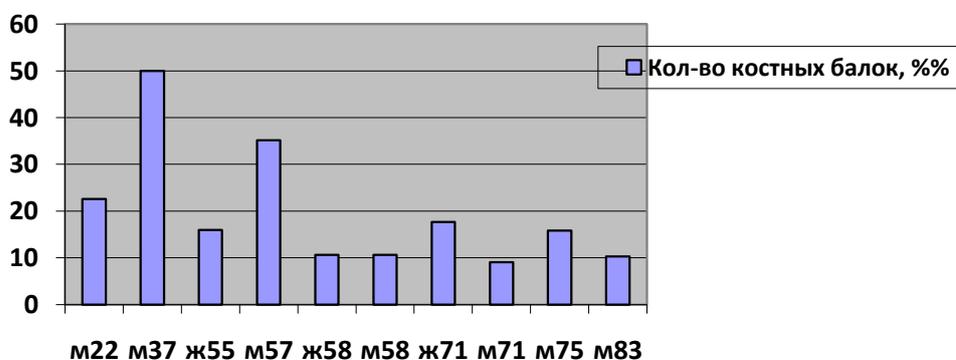
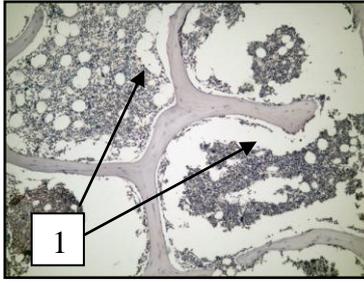
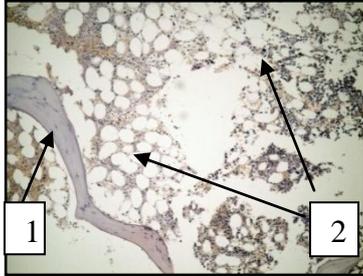


Рис. 3. Морфологическое (микроскопическое) исследование костной ткани

В связи с развитием возрастного остеопороза плотность костных балок снижается до 8 – 9 % (рис.4,5), что приводит к снижению прочностных характеристик кости.



*Рис.4. Строение костной ткани грудины (морф.препарат Ув.×200):
М, 22. Прочная структура костных балок, создающая каркас(1)*



*Рис. 5. Строение костной ткани грудины (морф.препарат Ув.×200).
Ж, 58. Истонченные, единичные костные балки (1), в большом количестве
жировая ткань (2)*

Методы соединения грудины различными шовными материалами (анализ клинического материала)

Изучение непосредственных результатов применения одного из трех методик фиксации после срединной стернотомии заключалось в проведении анализа ранних послеоперационных местных осложнений.

Осложнения после первичного остеосинтеза

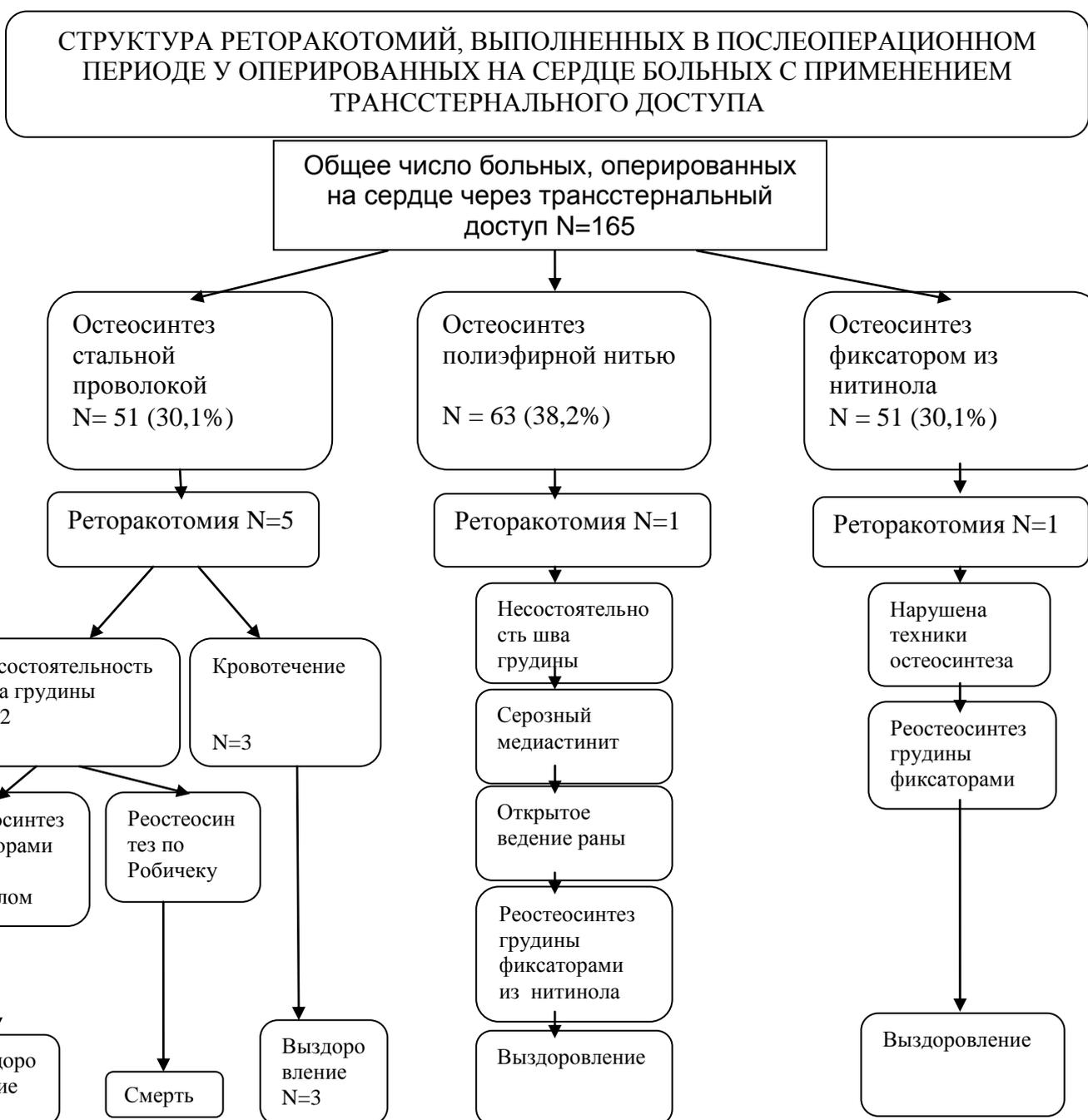
Из 165 пациентов у 8 (4,84%) развились ранние послеоперационные осложнения. В 7 случаях клиническая ситуация потребовала реторакотомии. У 3 больных реторакотомия выполнена на фоне продолжающегося кровотечения. Четверым больным реторакотомия потребовалась в связи с несостоятельностью шва грудины; в дальнейшем рану вели открытым способом. Структура выполненных реторакотомий показана в таблице 9 и на схеме 1.

Таблица 9

Осложнения после операция на сердце с применением срединной стернотомии, потребовавшие реторакотомии

Причина реторакотомии	швов проволокой		швов лавсаном		швов нитин олом		всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Кровотечение	2	2,42	1	0,6	-		3	1,81
Несостоятельность шва грудины	2	2,42	1	0,6	1	0,6	4	4,84
ВСЕГО	4	4,84	2	1,21	1	0,6	7	4,24

Схема 1



У 1 пациента при несостоятельности шва грудины, процесс локализовался в нижней трети грудины. Ведение раны было открытым способом. Таким образом, в структуре осложнений у 5 (3,03%) пациентов развился послеоперационный стерномедиастинит, потребовавший лечения.

Все пациенты мужчины, средний возраст составил $63,3 \pm 4,5$ лет. У всех пациентов основным диагнозом фигурировала ИБС, стенокардия напряжения III ФК, тяжелого течения НК IIa, из сопутствующих заболеваний ХОБЛ, хронический бронхит курильщика, тяжелое рецидивирующее, течение, у 1 больного сахарный диабет II типа, декомпенсированный (глюкоза в предоперационном периоде = 8-9 ммоль/л). У 2 пациентов остеосинтез выполнен стальной проволокой, у 2 – пациентов лавсаном, у 1 – фиксаторами из нитинола. Общая характеристика пациентов с ранними послеоперационными осложнениями представлены в таблице 10.

Таблица 13

Общая характеристика пациентов с ранними послеоперационными осложнениями после операции на сердце с применением срединной стернотомии

№ п/п	Пол, возраст	Диагноз	Сопутствующий диагноз	Вид операции	Вид шовного материала для первич. остеосинтеза грудины	Время ИК, мин	Кр оп ер мл
1	М, 56	ИБС, стенокардия напряж III ФК, НК IIa	ХОБЛ, АГ III ст.	АКШ, МКШ	Нитинол	70	50
2	М, 60	ИБС, стенокардия напряж III ФК, НК IIa	ХОБЛ, АГ III ст.	АКШ, МКШ	Лавсан	118	20
3	М, 60	ИБС, стенокардия напряж III ФК, НК IIa	ХОБЛ, АГ III ст.	АКШ, МКШ	Лавсан	102	50
4	М, 69	ИБС, стенокардия напряж III ФК, НК IIa	ХОБЛ, АГ III ст.	АКШ, МКШ	Проволока	96	60
5	М, 73	ИБС, стенокардия напряж III ФК, НК IIa	ХОБЛ, АГ III ст.	АКШ, МКШ	Проволока	72	40

Из таблицы 10 видно, что причинами осложнений после операции на сердце со стороны грудной кости были – тяжелое течение основной болезни, тяжелое рецидивирующее течение сопутствующих заболеваний (АГ, ХОБЛ), длительное искусственное кровообращение (более 60 минут).

Смерть последовала у 1 пациента, непосредственной причиной смерти явилась полиорганная недостаточность на фоне ДН, развившейся в послеоперационном периоде (многофакторная причина развития ДН).

По данным УЗИ в надкостнице рассеченной грудины визуализировались единичные сосуды диаметром от 0,4 до 0,6 мм с периферическим типом артериального кровотока, которые далее проникали в компактный слой грудины. Систолическая линейная скорость кровотока (ЛСК) находилась в диапазоне от 7 до 15 см/сек.

Результаты цветового дуплексного сканирования маммаро-коронарного шунта показали, что в 93% наблюдений визуализировали кровотоки в просвете шунта. Диаметр просвета шунта составлял от 1,5 до 2,5 мм, в среднем $1,9 \pm 0,2$ мм. Спектрограмма кровотока соответствовала функционирующему маммаро-коронарному шунту с величиной систолической ЛСК от 35 до 60 см/сек (в среднем 47 ± 2 см/сек). У 2 пациентов шунт визуализировать не удалось.

В мягких тканях передней грудной стенки патологических изменений не было выявлено ни в одном наблюдении.

Результаты в группе пациентов с реостеосинтезом грудины в условиях инфицированных тканей

Из 14 пациентов с нестабильностью грудины и стерномедиастинитом, у которых после операции на сердце развилась несостоятельность шва грудины, у 12(85,7%) – первичный остеосинтез произведен при помощи проволоки. У 1 пациента – остеосинтез выполнили полиэфирной нитью, у 1- применены фиксаторы из нитинола.

С момента выполнения основной операции на сердце, до поступления в Институт хирургии им. А.В.Вишневского с вышеописанными жалобами, у

всей группы пациентов прошло в среднем 8,3 месяца (1-24 месяца). До настоящей госпитализации 4 (28,5%) больным выполнена 1 операция с целью устранения воспалительного процесса (ПХО раны) или попыткой выполнить реостеосинтез грудины. Всего больные перенесли от 1 до 4 операций, в каждом случае – заключительной послужила операция реостеосинтеза грудины после с применением фиксаторов из нитинола.

Из специальных методов исследования применяли МСКТ грудной клетки с трехмерной (3D) реконструкцией. Во многом, метод, наряду с остеосцинтиграфией грудной клетки и специальными биохимическими методами исследования, является основным для диагностики послеоперационных осложнений в грудной кости.

Основными причинами несостоятельности шва грудины после первой операции послужили сопутствующие заболевания, которые сформировали пациентов в группу повышенного риска развития осложнений после срединной стернотомии. Недостаточность кровообращения на фоне основного заболевания отмечена у всех пациентов, артериальная гипертензия, разные формы проявления ХОБЛ также отмечена у всех больных. У 2 пациентов отмечен сахарный диабет II типа. Во всех случаях при выполнении операции прямой реваскуляризации миокарда, в качестве шунтирующей, использована внутренняя грудная артерия (МКШ), причем количество шунтов составило от 3 до 5.

У 12 (85,7%) больных в качестве шовного материала при первой операции использована стальная проволока. Из всех больных (14), причиной несостоятельности шва грудины явился разрыв кости материалом у 13 больных; у 1 больного, была нарушена методика установки фиксатора (не подходящий типоразмер), что при недостаточной компрессии половин рассеченной кости привело к несостоятельности шва. В структуре осложнений наиболее часто, у 3 больных, отмечена дыхательная недостаточность, на фоне обострения ХОБЛ, потребовавшая более продолжительной вентиляции; у 1 пациента развилось острое нарушение

мозгового кровообращения (ОНМК), которое после проведенной интенсивной терапии купировано без последствий и неврологического дефицита. Наиболее частой микрофлорой при микробиологическом исследовании раны явился стафилококк (эпидермальный у 6, золотистый у 3, у других флора роста флоры не отмечено) (табл.11).

Таблица 11

Факторы риска в структуре пациентов с осложнениями после операции на сердце с применением срединной стернотомии

№	Фактор риска	Кол-во		p
		Абс.	%	
1	ХОБЛ	9	64,28	>0,05
2	АГ (I-II-III)	14	100	>0,05
3	НК (I-IIa)	14	100	>0,05
4	3 и более шунта при (МКШ, АКШ, n=12)	12	100	>0,05
5	СД II тип	2	14,2	>0,05
6	ДН в п/о периоде	3	21,4	>0,05
7	ОНМК	1	7,4	>0,05
8	Использование проволоки	12	85,7	

У всех пациентов 14 (100%) к моменту выполнения окончательного этапа операции – реостеосинтеза фиксаторами из никелида титана в посевах отделяемого из раны роста культуры не отмечено.

Выводы

1. Анализ литературы свидетельствует - традиционно используемые для соединения грудины после срединной стернотомии материалы и методы не удовлетворяют современным требованиям, поэтому освоение новых, высокотехнологичных материалов и методик, является первостепенной задачей на этом направлении.
2. Изучение в эксперименте на биологическом материале механической прочности соединения грудины после срединной стернотомии следует проводить в циклическом режиме, т.к. в клинической практике это соединение подвергается многократным нагрузкам.

3. Прочность соединения грудной кости зависит от возрастных морфологических особенностей строения костной ткани. Наибольшая прочность соединения составила $P_3/S_{cp} = 0,40 \pm 0,01$ Н/мм² у лиц в возрасте до 55 лет, против $P_1/S_{cp} = 0,22 \pm 0,01$ Н/мм² у лиц старше 70 лет (где P/S=соотношение силы растяжения и площади сечения кости).
4. Изучение особенности техники остеосинтеза грудины после срединной стернотомии выявило, что фиксаторы из нитинола не травмируют сосуды в межреберьях; быстро и надежно фиксируют грудную кость; могут легко подвергнуться переустановке при несоответствии размера; абсолютно интактны к тканям и жидкостям организма; обеспечивают постоянную компрессию фрагментов грудины, обеспечивая, таким образом, оптимальные условия для остеосинтеза. Однако, в отличие от других методов соединения грудины, в экстренных ситуациях увеличивается время реторакотомии.
5. Анализ непосредственных результатов лечения 165 пациентов с первичным остеосинтезом после срединной стернотомии показал, что наиболее часто осложнения наблюдаются при применении стальной проволоки.
6. Методика реостеосинтеза грудины с применением фиксаторов из металла с эффектом памяти формы позволяет выполнять операции у больных с хроническим стерномедиастинитом. Хорошие результаты в раннем послеоперационном периоде отмечены во всех случаях применения нитинола при реостеосинтезе грудины.

Практические рекомендации

1. Проблема остеосинтеза грудины в современной хирургии остается актуальной и требует постоянного совершенствования, а в связи с внедрением в медицинскую практику новых, высокотехнологичных материалов и методик, подталкивает на разработку новых методов соединения грудины после срединной стернотомии.

2. С учетом факторов риска, в том числе возрастных показателей, необходимо проводить дифференцированный подход к выполнению остеосинтеза грудины, используя имеющийся арсенал современных материалов для остеосинтеза.
3. Во время выполнения вмешательства с использованием срединного стернального доступа, а также остеосинтеза грудины по окончании оперативного вмешательства, необходимо строго выполнять требования, предъявляемые к технике выполнения срединной стернотомии, предотвращая, будущие осложнения.
4. Лечение осложнений после трансстернального доступа, таких как острый медиастинит, хронический стерномедиастинит и остеомиелит грудины и ребер необходимо проводить только в специализированных стационарах с привлечением специалистов, работающих в этой области.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Печетов А.А., Вишневская Г.А. Пластика грудной клетки в условиях инфицированных тканей // Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 60-летию Института хирургии им. А.В.Вишневского 13-14 октября 2005. М.2005. - С. 234-236.
2. Печетов А.А. Послеоперационные грыжи грудной стенки. Диагностика, хирургическое лечение // Сборник тезисов с V Международной конференции «Современные подходы к разработке и клиническому применению эффективных перевязочных средств, шовных материалов и полимерных имплантатов» Москва, 24-25 января 2006 год. М.2006. - С. 134-135.
3. Печетов А.А., Вишневская Г.А., Коллеров М.Ю., Вишневский А.А. Сравнительная оценка различных способов соединения грудной кости после срединной стернотомии// Сб. тезисов XIII Нац.Конгресса «Человек и лекарство» Москва, 3-7 апреля 2006 г. М.2006. – С. 246-247.

4. Коллеров М.Ю., Гусев Д.Е., Матыцин А.В., Печетов А.А., Чернышова А.А., Ламзин Д.А. Механические испытания системы кость-имплантат, имитирующей соединение грудины после срединной стернотомии// Сборник «Научные труды МАТИ им. К.Э.Циолковского». Выпуск 10(82), 2006 год раздел «А. Материаловедение». М.2006. – С. 345-347.
5. Кунцевич Г.И., Вишневский А.А., Коростелев А.Н., Кондратьев В.Г., Солопова Г.В., Печетов А.А., Щербакова Т.П. Комплексное ультразвуковое исследование передней грудной стенки и маммаро-коронарного шунта у пациентов с ишемической болезнью сердца // Сборник тезисов «5-го съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине». М.2008. - С. 91-92.
6. Вишневский А.А., Печетов А.А., Головтеев В.В. Реостеосинтез грудины в лечении хронического стерномедиастинита// Сборник тезисов Международного Конгресса «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии 18-20 июня 2009». Спб. 2009. - С. 38-39.
7. Вишневский А.А., Печетов А.А., Головтеев В.В.. Этапное лечение хронического послеоперационного стерномедиастинита// Сборник тезисов научной конференции «Новые технологии диагностики и лечения в торакальной хирургии, Ярославль, 15-16 октября 2009 г». Ярославль.2009. – С.39-40.
8. Вишневский А.А., Печетов А.А., Головтеев А.А., Блатун Л.А., Звягин А.А., Коряков И.А., Коллеров М.Ю., Гусев Д.Е. Реостесинтез грудины с применением фиксаторов с эффектом памяти формы в условиях хронического стерномедиастинита // Инфекции в хирургии, 2009 №2 - С. 5-10.
9. Блатун Л.А., Жуков А.О., Амирасланов Ю.А., Терехова Р.П., Агафонов В.А., Аскеров Н.Г., Малина В.Н., Ушаков А.А., Иванов А.П., Федотов С.В., Печетов А.А., Тертицкая А.Б. Клинико-лабораторное изучение

разных лекарственных форм Банеоцина при лечении раневой инфекции
// Хирургия. Журнал им. Н.И.Пирогова 2009. - №9. - С.59-65.