

Актуальность проблемы

В настоящее время проблеме хирургического лечения воронкообразной деформации грудной клетки (ВДГК) уделяется большое внимание. Это обусловлено большим удельным весом данной патологии в структуре всех деформаций грудной клетки, а также значительным количеством рецидивов при лечении (Ашкрафт К.У., Холдер Т.М., 1996; Тимощенко В.А., Виноградов А.В., 2000; Чепурной Г.И., Шамик В.Б., 2002; Hummer H.P., 1992; Schaarschmidt K., 2005).

Предложено более 80 различных вариантов хирургических вмешательств и их модификаций для коррекции ВДГК (Ашкрафт К.У., Холдер Т.М., 1996; Малахов О.А., 2002; Рудаков С.С., 1988; Тимощенко В.А., 2000; Colombani P.M., 2003; Kryvchenia D.Iu., 1998; Williams A.M., 2003).

Однако количество послеоперационных осложнений остается высоким, а частота развития рецидивов воронкообразной деформации грудной клетки в послеоперационном периоде достигает от 3 до 30% (Croitoru D.P., 2002; Nosie S., 2002).

Серьезной нерешённой проблемой хирургического лечения ВДГК остаётся выбор объёма резекции реберного хряща. Проведение комплекса дооперационного обследования, включающего рентгенологические, клиничко-лабораторные исследования, а также визуальная интраоперационная оценка деформированного реберного хряща не дают объективных критериев состояния его структурных элементов, что ведёт к широкой вариабельности объёма операции: от резекции части хряща до тотального его удаления (Виноградов А.В., 2003; Малахов О.А., 2002; Рудаков С.С., 1988; Тимощенко В.А., 1995; Фищенко В.Я., 1982; Croitoru D.P., Kelly R.E. Jr., 2002).

Наиболее информативным методом исследования структуры органа, является морфологический, однако, данный метод является длительным и многоэтапным и, самое главное, возможен только после проведения оперативного вмешательства с резекцией значительного участка реберного хряща. Поэтому, в силу своей инвазивности не может быть широко использован в медицинской практике.

Неинвазивным, современным и самым доступным для широкого использования методом исследования структуры реберного хряща является ультразвуковое исследование (Hinkelman L.M., 1997; Mast T.D., 1999). Детальных исследований, касающихся ультразвуковой структуры реберного хряща в научных публикациях нет.

Используемая в настоящее время классификация ВДГК предложенная В.К. Урмонасом, не учитывает симметричность воронкообразной деформации грудной клетки, не предусматривает индивидуальный подход к

хирургическому лечению деформации и приводит к расширенному объему операции.

В то же время, расширенный объем резекции реберных хрящей сопровождается большей операционной травматичностью и удлинением времени операции, что негативно сказывается на состоянии больного и должно быть серьезно обосновано (Nuss D., 2002; Sadler T.W., 2000).

Таким образом, несмотря на разнообразие методов торакопластики при воронкообразной деформации грудной клетки в катамнезе наблюдается значительное количество рецидивов деформации и до настоящего времени отсутствовали неинвазивные способы объективной оценки измененного реберного хряща требующего удаления. В тоже время расширенная резекция реберных хрящей приводит к большей операционной травматичности.

Цель исследования

Разработать и внедрить способ определения объема резекции реберных хрящей у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки.

Задачи исследования

1. Установить зависимость степени и формы деформации грудной клетки от возраста ребенка
2. Изучить изменения клинко-функциональных показателей у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки
3. Изучить особенности структуры реберных хрящей у детей в норме и при воронкообразной деформации грудной клетки по данным ультразвукового и патоморфологического исследований
4. Разработать способ определения объема резекции измененных реберных хрящей у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки
5. Установить клинко-функциональные результаты лечения пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки.

Новизна исследования

Впервые изучена структура реберных хрящей с использованием ультразвукового метода исследования.

В результате исследования впервые выявлены особенности строения реберных хрящей в зависимости от формы воронкообразной деформации грудной клетки. Установлена взаимосвязь ультразвуковой картины и морфологического строения реберных хрящей в норме и при воронкообразной деформации грудной клетки.

Впервые выявлена ультразвуковая картина изменений реберных хрящей, которая характеризует формы воронкообразной деформации грудной клетки и зависит от возраста ребенка.

Разработан способ торакопластики, учитывающий морфологические критерии изменений реберных хрящей.

В результате разработанного способа торакопластики получены клинико-функциональные показатели лечения, свидетельствующие о меньшей травматичности, снижении срока реабилитационного периода и рецидивов деформации.

Практическая значимость

По данным ультразвукового и морфологического исследований реберных хрящей грудной клетки гиперэхогенная зона вблизи реберно-грудинного сочленения у детей 12-17 лет не является патологией.

Выявленные изменения структуры реберных хрящей у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки в различные возрастные периоды позволяют рекомендовать наиболее оптимальные сроки оперативного лечения.

В ходе исследования выявлено, что воронкообразная деформация грудной клетки в дошкольном и школьном возрасте имеют позднюю диагностику.

Наиболее значимым для ранней диагностики воронкообразной деформации грудной клетки и ее форм является ультразвуковая картина гиперэхогенной структуры, которая свидетельствует о диспластических изменениях в центральной зоне реберного хряща.

Внедрение результатов исследования

Разработанные тактические рекомендации применяются в Научном центре здоровья детей РАМН, Краевом центре детской хирургии (КЦДХ) г. Красноярск. Теоретические положения внедрены в учебный процесс на кафедрах детской хирургии Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова, Красноярской государственной медицинской академии им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого и Ставропольской государственной медицинской академии.

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены на заседаниях Красноярского краевого общества хирургов (г. Красноярск, 2003, 2004), на 68-й Всероссийской итоговой студенческой научно-практической конференции, посвященной 105-

летию проф. Гливенко В.Ф. (г. Красноярск, 2004), на XII Конгрессе педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии» (г. Москва, 2008).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, получен патент РФ на изобретение №2299685 от 27.05.07 «Способ ультразвукового определения структуры реберного хряща».

Структура работы

Диссертация изложена на 136 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 151 наименований, в том числе 61 иностранных источников. Работа иллюстрирована 18 рисунками и 56 таблицами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Клинический материал основан на исследовании 108 детей с I-III степенью воронкообразной деформацией грудной клетки в возрасте 3-17 лет.

За период с 1999 по 2007 год включительно в хирургическом отделении ГУ НЦЗД РАМН и Краевом центре детской хирургии г. Красноярска пролечено 108 детей с воронкообразной деформацией грудной клетки без сопутствующих заболеваний легких и грубых деформаций позвоночника.

Из 108 детей I степень деформации была у 15 (13,9%), II степень у 69 (63,9%) детей, III степень у 24 (22,2%) детей. Из них мальчиков – 77 (71,3%), девочек – 31 (28,7%).

В работе использовалась классификация ВДГК В.К. Урмонаса (1975), в которой учитываются степень деформации, форма и стадия заболевания.

Большинство поступивших в клинику детей с воронкообразной деформацией грудной клетки были подросткового возраста (49,1%), имели II-III степень деформации в субкомпенсированной и декомпенсированной стадиях заболевания. Частота встречаемости симметричной и асимметричной форм деформации не зависит от возраста детей, а плосковороночная форма деформации характерна для детей 12-17 лет.

У детей с I степенью воронкообразной деформации грудной клетки чаще встречается симметричная форма деформации в стадии компенсации (72,7%).

При воронкообразной деформации грудной клетки II степени симметричная и асимметричная формы деформации встречались с одинаковой частотой (46,4% и 47,8% соответственно). Наиболее характерной для II степени

деформации является стадия субкомпенсации (49,3%). У 10 больных (14,5%) со II степенью ВДГК была стадия декомпенсации.

Для III степени воронкообразной деформации грудной клетки характерна асимметричная форма деформации грудной клетки (57,1%). В стадии субкомпенсации было 14 детей (58,3%). Увеличивается количество детей в стадии декомпенсации (33,3%).

С увеличением степени деформации возрастает доля детей с асимметричной формой грудной клетки и стадии суб- и декомпенсации. Для детей с I степенью деформации плосковороночная форма и стадия декомпенсации не характерны.

Для детей 3-7 лет с симметричной формой воронкообразной деформации грудной клетки характерна I степень деформации (52,9%), в 7-11 лет – II степень (52,6%), а в 12-17 лет – III степень (46,7%). Это свидетельствует о том, что при симметричной форме деформации с ростом ребенка увеличивается степень деформации грудной клетки.

Асимметричная форма деформации преимущественно отмечается в подростковом возрасте (61,2%). У детей дошкольного и школьного возрастов асимметричная форма деформации III степени не определяется.

В период до 2000 года у 36 детей с воронкообразной деформацией грудной клетки применялся метод оперативного лечения по Salamaa-Paltia. Эти дети включены в дальнейшем в **исследуемую группу I**: I степень деформации была у 4, II степень у 24, а III степень у 8 детей.

С 2000 года в практике применен разработанный нами модифицированный метод торакопластики по Salamaa-Paltia. Таким методом прооперировано 72 ребенка, которые включены в **исследуемую группу II**: I степень деформации у 10, II степень – у 44, а III степень – у 18 детей.

В дальнейшем проводился сравнительный анализ результатов оперативного лечения воронкообразной деформации грудной клетки в исследуемых группах.

Таблица 1.

Распределение клинического материала по возрастным группам и степени воронкообразной деформации грудной клетки.

Возрастные периоды	I ст.	II ст.	III ст.	Всего:
1. Дошкольный, 3-7 лет	6 (40%)	16 (23,2%)	3 (12,5%)	25 (23,1%)
2. Школьный, 7-11 лет	5 (33,3%)	18 (26,1%)	7 (29,2%)	30 (27,8%)
3. Подростковый, 12-17 лет	4 (26,7%)	35 (50,7%)	14 (58,3%)	53 (49,1%)
Итого:	15 (13,9%)	69 (63,9%)	24 (22,2%)	108 (100%)

Количественный набор материала проводился с учётом рекомендаций Ф.И. Валькера (1959) и распределился по возрастным группам (табл.1), с учётом данных литературы (А.А. Баранов, 2002; К.М. Сергеева, 2007).

Группу сравнения составили 45 детей в возрасте от 3 до 17 лет без фенотипических признаков дисплазии соединительной ткани. Здоровых детей 3-7 лет было 5 (11%), в возрасте 7-11 лет – 17 (38%) детей, в возрасте 12-17 лет – 23 (51%) ребенка.

В дооперационном периоде все дети были обследованы без подразделения на группы.

Проводилось полное комплексное клиническое обследование, включающее сбор жалоб, анамнеза, осмотра, общие клинические анализы (развёрнутый анализ крови, общий анализ мочи и др.), кислотно-основное состояние крови, элетрокардиограмма, эхокардиограмма, спирометрия, рентгенография и компьютерная томография грудной клетки.

Регистрацию электрокардиограмм проводили в 12 общепринятых отделениях (Мурашко В.В., 1999; Рябыкина Г.В., 2005). Запись осуществлялась на 6-канальном электрокардиографе «Megacard» (Siemens, Швеция).

Морфофункциональное состояние сердца оценивалось по данным метода эхокардиографии в В- и М-режимах (Белозеров Ю.М., 2001; Воробьев А.С., 1999; Мухарлямов Н.М., 1981). Исследования выполнялись по стандартной методике на ультразвуковом аппарате «Aloka 900» (Япония).

Для оценки газового и кислотно-основного состояния крови исследование проводилось на газоанализаторе «ABL 800 FLEX RADIOMETER» (Дания) с регистрацией следующих показателей: гемоглобин (Hb, g/l), буферные основания крови (BB, mmol/l), избыток буферных оснований по отношению к кислотам (BE, mmol/l), гематокрит (Ht, %), рН крови, парциальное давление кислорода (pO₂, mm Hg), парциальное давление углекислого газа (pCO₂, mm Hg), сатурация кислорода (sO₂, %), лактат (Lac, mmol/l) анионная разница (Na+K/Cl, mmol/l), калий (K⁺, mmol/l), натрий (Na⁺, mmol/l) хлор (Cl⁻, mmol/l).

Функция внешнего дыхания оценивалась с помощью спирографического метода на компьютерном спирографе «Microspiro HI-501» (Япония) с графической записью кривой поток-объем при выполнении маневра форсированного выдоха и регистрацией показателей. Диагностика вентиляционных нарушений основана на оценке отклонения от нормы показателей, выраженных в процентах от должной величины (Лукина О.Ф., 1999). Определялись следующие функциональные параметры: объем жизненной емкости легких (ЖЕЛ, %), объем форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ, %), объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ₁,

%), пиковая объемная скорость (ПОС, %), максимальная объемная скорость 25% от форсированной жизненной емкости ($МОС_{25\%}$), максимальная объемная скорость 50% от форсированной жизненной емкости ($МОС_{50\%}$), максимальная объемная скорость 75% от форсированной жизненной емкости ($МОС_{75\%}$), индекс Тиффно (отношение $ОФВ_1$ к ФЖЕЛ) – всего 8 функциональных показателей системы внешнего дыхания.

Рентгенография грудной клетки выполнялась в стандартной установке в прямой и боковой проекции. Исследование проводилось для определения степени деформации грудной клетки, а также для подбора титановой пластины и определения мест ее фиксации. В основу распределения по степеням был взят грудино-позвоночный индекс Гижицкой. В послеоперационном периоде на 2-3 сутки проводилась контрольная рентгенография грудной клетки; оценивался уровень фиксации пластины, изменения со стороны органов грудной клетки (инфильтративно-очаговые изменения, наличие в плевральной полости жидкости, воздуха). Далее рентгенологический контроль осуществлялся через 8-10 дней, основной целью которого является контроль фиксации пластины.

Компьютерная томография выполнялась на мультиспиральном томографе «Light Speed 16» (фирма GE, США). Исследование проводилось в 3D-режиме с реконструкцией изображения. Определялся грудино-позвоночный индекс Гижицкой.

Для изучения морфологической структуры реберного хряща использовались гистологические методы.

Приготовленные срезы окрашивались гематоксилином Эрлиха и эозином для выявления хондроцитов и волокнистых структур, а также пикрофуксином по Ван-Гизон в модификации Н.М. Dodds (1985) для изучения коллагеновых волокон. Эластические волокна красились резорцин-фуксином по Вейгерту с тонированием световым зелёным по А.П. Сорокину (1964). Ретикулярные волокна импрегнировались азотно-кислым серебром по Карупу.

Весь цифровой материал подвергался необходимой цифровой обработке на персональном компьютере с построением вариационных рядов. Полученные цифровые данные, образующие вариационный ряд при соответствии закону нормального распределения (Г.Г. Автандилов, 1990; Г.Ф. Лакин, 1990) сравнивались по критерию Стьюдента, а при несоответствии по таблицам Р.Б. Стрелкова (1986). Использовался метод множественных сравнений при помощи Т-критерия Стьюдента, с поправкой Бонферони (при сравнении не более 8 групп), а при сравнении более 8 групп использовались поправочные коэффициенты Ньюмена-Кейса, Тьюки, Даннета и Данна в зависимости от числа групп (С. Гланц, 1999). Для исследования силы взаимосвязей показателей

вычислялся коэффициент корреляции. Достоверность различий коэффициентов корреляции оценивалась с помощью Т-критерия Стьюдента (Г.Ф. Лакин, 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее частыми фенотипическими проявлениями дисплазии соединительной ткани у больных воронкообразной деформацией грудной клетки были: плоскостопие – 69 больных (63,9%), гипермобильность суставов – 51 ребенок (47,2%), патология органа зрения (в 80% миопия)– 41 ребенок (37,9%), расширение поверхностных вен – 19 детей (17,6%).

Для детей с I степенью деформации грудной клетки характерны частые респираторные заболевания и повышенная утомляемость и слабость (табл. 2). У детей со II степенью воронкообразной деформации грудной клетки, кроме этого, появляются жалобы на одышку при физической нагрузке и перебои сердечного ритма. Пациенты с III степенью деформации, помимо вышеперечисленного, предъявляли жалобы на боли в области сердца и грудной клетки.

Таким образом, жалобы на одышку при физической нагрузке, перебои сердечного ритма, боли в области сердца, а так же проявления астеновегетативного синдрома в виде повышенной утомляемости и слабости усиливаются с увеличением степени деформации грудной клетки.

Таблица 2.

Частота клинических проявлений у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки в зависимости от степени деформации грудной клетки (n=108)

Жалобы	I степень (n=15)		II степень (n=69)		III степень (n=24)	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Частые респираторные заболевания	4	26,7	34	49,3	17	70,8
Одышка при физической нагрузке	-	-	4	5,8	10	41,7
Перебои сердечного ритма	-	-	2	2,9	4	16,7
Боли в области сердца и грудной клетки	-	-	-	-	3	12,5
Повышенная утомляемость, слабость	5	33,3	27	39,1	13	54,2

У детей с воронкообразной деформацией грудной клетки наиболее частыми изменениями на электрокардиограмме были метаболические изменения миокарда (60,2%), гиперфункция левого желудочка (39,8%), неполная блокада правой ножки пучка Гиса (24,1%).

Все изменения усиливаются с увеличением степени воронкообразной деформации грудной клетки. Для детей с I степенью деформации грудной

клетки не характерны синусовая тахикардия, экстрасистолия и укорочение интервала PQ (табл. 3).

Таблица 3.

Изменения, выявленные при электрокардиографии у детей до оперативного лечения (n=108)

Изменения	I степень (n=15)		II степень (n=69)		III степень (n=24)		ВСЕГО	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Метаболические изменения миокарда	6	40	39	56,5	20	83,3	65	60,2
Гиперфункция левого желудочка	4	26,7	23	33,3	16	66,7	43	39,8
Неполная блокада правой ножки пучка Гиса	3	20	14	20,3	9	37,5	26	24,1
Синдром преждевременной реполяризации желудочков	2	13,3	11	15,9	7	29,2	20	18,5
Синусовая брадикардия	1	6,7	5	7,3	3	12,5	9	8,3
Синусовая тахикардия	-	-	4	5,8	4	16,7	8	7,4
Экстрасистолия	-	-	2	2,9	3	12,5	5	4,6
Укорочение PQ	-	-	2	2,9	2	8,3	4	3,7

С повышением степени деформации грудной клетки увеличивается число больных, у которых диагностируется дополнительная хорда левого желудочка, пролапс митрального клапана, а при III степени деформации наблюдается и пролапс трикуспидального клапана (табл. 4).

Таблица 4.

Изменения, выявленные при эхокардиографии у детей до оперативного лечения (n=108)

Изменения	I степень (n=15)		II степень (n=69)		III степень (n=24)		ВСЕГО	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Дополнительная хорда левого желудочка	8	53,3	38	55,1	16	66,7	62	57,4
Пролапс митрального клапана I степени	5	33,3	34	49,3	13	54,1	52	48,2
Пролапс митрального клапана II степени	-	-	4	5,8	4	16,6	8	7,4
Пролапс трикуспидального клапана	-	-	-	-	3	12,5	3	2,8

На спирограммах (табл. 5) детей с I степенью деформации определяется рестриктивный тип вентиляционных нарушений. У детей со II степенью происходит усиление рестриктивных нарушения ФВД. Для детей с III степенью

деформации грудной клетки характерен обструктивный механизм вентиляционной недостаточности.

Таблица 5.

Функциональные показатели системы внешнего дыхания у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки до оперативного лечения

Показатель	Группа сравнения	ВДГК I ст.	ВДГК II ст.	ВДГК III ст.
	n=45 (M±m)	n=15 (M±m)	n=69 (M±m)	n=24 (M±m)
ЧД (дв./мин)	20±0,61	20,4±0,93	20,8±0,17	24±0,62 ^{1,2}
ЖЕЛ (%)	91,5±2,03	76,2±2,65 ¹	67,5±1,94 ¹	58,8±2,48 ^{1,2,3}
ФЖЕЛ (%)	92,2±4,01	78,5±3,24	68,9±1,89 ¹	61,7±2,11 ^{1,2}
ОФВ ₁ (%)	86,3±2,85	82,7±2,53	70,5±1,63 ¹	41,2±2,04 ^{1,2,3}
МОС _{25%} (%)	84,4±3,71	73,1±3,57	48,7±1,75 ^{1,2}	40,7±2,09 ^{1,2}
МОС _{50%} (%)	88,3±4,15	75,8±3,44	53,2±1,67 ^{1,2}	43,3±2,15 ^{1,2}
МОС _{75%} (%)	97,3±2,44	89,2±2,39	59,6±1,71 ^{1,2}	55,8±2,07 ^{1,2}
ПОС (%)	98,4±1,71	92,9±2,41	64,5±1,88 ^{1,2}	58,1±2,12 ^{1,2}
Индекс Тиффно	93,6±3,14	105,4±3,98	102,3±2,89	66,7±2,38 ^{1,2,3}
Примечание:	¹ - p < 0,05 при сравнении с группой сравнения ² - p < 0,05 при сравнении с группой ВДГК I ст. ³ - p < 0,05 при сравнении с группой ВДГК II ст.			

У детей с I степенью воронкообразной деформацией грудной клетки отмечается достоверное увеличение количества эритроцитов ($4,26 \pm 0,04 \times 10^{12}/л$; $p < 0,05$), концентрации гемоглобина ($139,1 \pm 1,2$ г/л; $p < 0,05$) и гематокрита ($40,7 \pm 0,09\%$; $p < 0,05$). В лейкоцитарной формуле определяется умеренный лейкоцитоз ($7,8 \pm 0,2 \times 10^9/л$; $p < 0,05$), преимущественно за счёт лимфоцитов ($39,3 \pm 0,9\%$; $p < 0,05$) и эозинофилов ($3,9 \pm 0,09\%$; $p < 0,05$). В то же время количество нейтрофилов остаётся достоверно более низким, чем в группе сравнения ($50,1 \pm 1,1\%$; $p < 0,05$). Кислотно-основное состояние крови имеет смешанное нарушение: с одной стороны компенсированный лактат-ацидоз с повышениями лактата ($1,9 \pm 0,08$ ммоль/л; $p < 0,05$) и анионной разницы ($16,3 \pm 0,4$ ммоль/л; $p < 0,05$), с другой, дыхательный алкалоз со снижением pCO_2 ($44,7 \pm 1,8$ мм рт. ст.; $p < 0,05$) и электролитов крови (калий, натрий, хлор).

Со стороны периферической крови у детей со II степенью воронкообразной деформацией грудной клетки отмечается увеличение количества эритроцитов ($4,64 \pm 0,1 \times 10^{12}/л$; $p < 0,05$) и концентрации гемоглобина больше 20% ($159,6 \pm 1,2$ г/л, $p < 0,05$), что является одним из критериев к оперативному лечению ВДГК. Увеличивается количество лейкоцитов крови ($9,2 \pm 0,4 \times 10^9/л$, $p < 0,05$) с увеличением числа лимфоцитов ($42,7 \pm 1,2\%$, $p < 0,05$). При изучении кислотно-основного состояния крови выявлено наличие компенсированного метаболического ацидоза с достоверным дефицитом оснований ($-3,4 \pm 0,3$; $p < 0,05$) и бикарбонатов ($21,6 \pm 0,5$; $p < 0,05$), а также

повышением лактата ($2,1 \pm 0,06$ ммоль/л; $p < 0,05$) и анионной разницы ($18,6 \pm 0,2$ ммоль/л; $p < 0,05$).

Наиболее существенные изменения периферической крови и кислотно-основного состояния выявлены у больных с III степенью воронкообразной деформации грудной клетки. При исследовании периферической крови определяется значительное увеличение количества эритроцитов ($4,8 \pm 0,2 \times 10^{12}$ /л; $p < 0,05$), гемоглобина ($163,5 \pm 4,1$ г/л, $p < 0,05$) на 25% и более, и гематокрита ($44,2 \pm 1,2\%$, $p < 0,05$), отмечаются высокие показатели СОЭ ($13,4 \pm 0,8$ мм/ч, $p < 0,05$). Тенденции к нарастанию лейкоцитоза нет, но происходит увеличение содержания палочкоядерных ($3,1 \pm 0,09\%$, $p < 0,05$) и сегментоядерных нейтрофилов ($59,4 \pm 1,2\%$, $p < 0,05$), эозинофилов ($4,1 \pm 0,56\%$, $p < 0,05$), а также снижение лимфоцитов ($30,8 \pm 1,9\%$, $p < 0,05$) и моноцитов ($7,2 \pm 0,1\%$, $p < 0,05$), что, по-видимому, связано с наиболее частыми в этой степени респираторными заболеваниями и присоединением бактериальной инфекции.

Со стороны кислотно-основного состояния крови у больных III степенью воронкообразной деформации грудной клетки характерно достоверное снижение дефицита оснований ($-6,4 \pm 0,5$; $p < 0,05$), бикарбонатов ($18,2 \pm 0,6$; $p < 0,05$), парциального давления кислорода ($30,3 \pm 1,3$ мм рт. ст.; $p < 0,05$), а также повышение парциального давления углекислого газа ($67,5 \pm 1,9$ мм рт. ст.; $p < 0,05$), лактата ($2,6 \pm 0,09$ ммоль/л; $p < 0,05$) и анионной разницы ($21,9 \pm 0,6$ ммоль/л; $p < 0,05$), что в итоге приводит к усилению метаболического ацидоза.

Таким образом установлено, что клинико-функциональные изменения при воронкообразной деформации грудной клетки зависят от возраста ребенка и степени деформации, что является определяющим для проведения оперативного вмешательства.

В послеоперационном периоде дети были разделены на 2 группы в зависимости от вида оперативного вмешательства. Для оптимизации хирургического лечения воронкообразной деформации грудной клетки модифицирована методика торакопластики по Salamaa-Paltia. Модифицированная методика позволяет интраоперационно установить необходимый объем резекции реберного хряща.

С целью разработки данного способа лечения на аутопсийном материале детей ($n=45$), 3-17 лет обоего пола не имевших фенотипических проявлений дисплазии соединительной ткани, умерших в результате черепно-мозговой травмы или насильственной смерти, без повреждения передней грудной стенки проводилось стендовое ультразвуковое исследование передней грудной стенки на аппарате «Logiq-9» конвексным датчиком с частотой 9,0 МГц по нашей методике (Патент РФ №2299685 от 27.05.07 «Способ ультразвукового

определения структуры реберного хряща») и заключалось в следующем: исследование начиналось со II реберного хряща справа. На передней грудной стенке устанавливался датчик перпендикулярно реберному хрящу. Проводилось ультразвуковое исследование передней грудной стенки и реберного хряща (рис. 1). На сонограмме определялась передняя грудная стенка со всеми слоями: кожа, подкожная клетчатка, собственные фасции груди, структура реберного хряща, внутригрудная фасция, париетальный листок плевры.

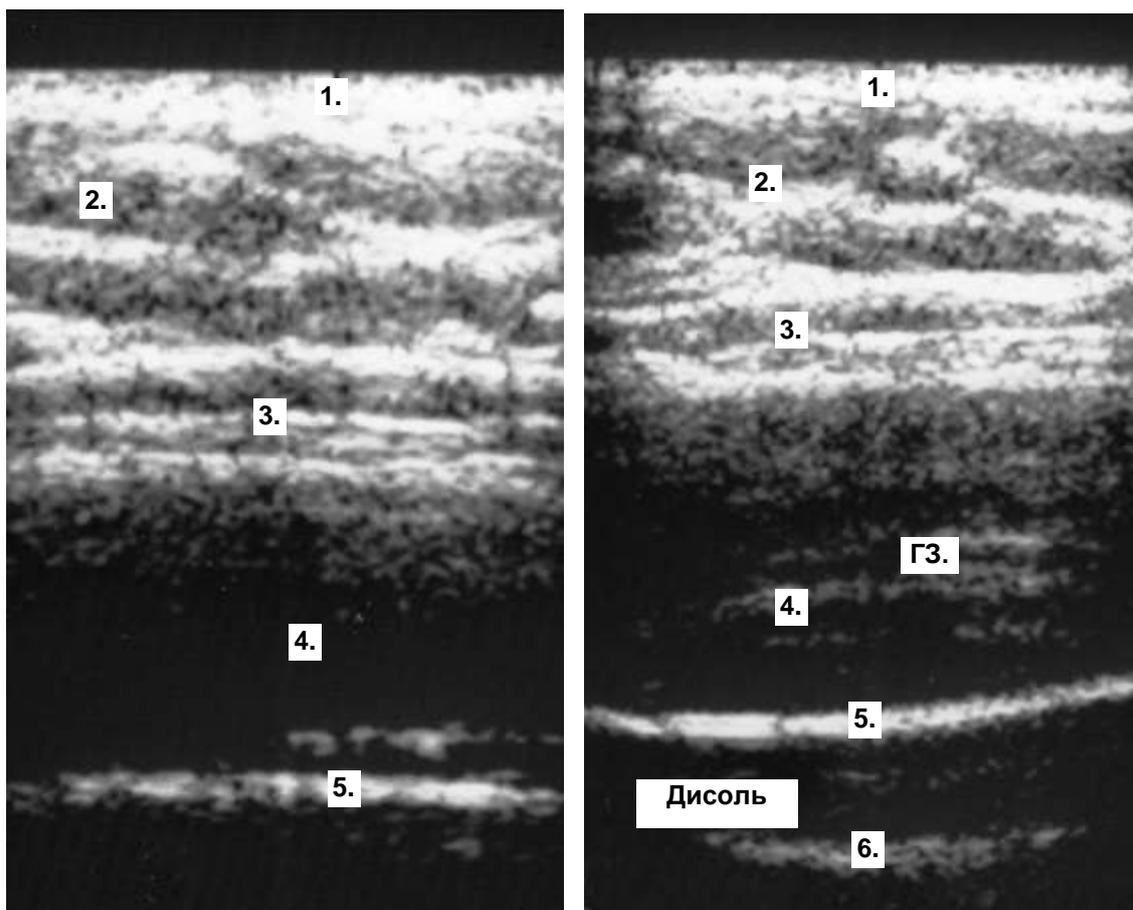


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 1 и 2: 1 – кожа; 2 – подкожный соединительнотканый комплекс; 3 – собственные фасции груди; 4 – гомогенная структура реберного хряща; 5 – внутригрудная фасция; 6 – париетальный листок плевры; ГЗ – гиперэхогенная зона хряща.

Под ультразвуковым контролем инъекционной иглой осуществлялся прокол передней грудной стенки по верхнему краю реберного хряща (первое препятствие – кожа, первый провал – подкожная жировая клетчатка, второе препятствие – собственная фасция груди, второй провал – большая грудная мышца, третье препятствие – внутригрудная фасция), присоединялся шприц и вводился раствор «Дисоль» в пространство между внутригрудной фасцией и

париетальным листком плевры. Датчик устанавливался параллельно хрящу. Введение раствора «Дисоль» позволило улучшить визуализацию структуры реберного хряща (рис. 2), так как четко определяется гиперэхогенная зона, имеющая центральное расположение.

Далее датчик опускался на III реберный хрящ и исследование повторялось с включением VI реберного хряща. Аналогичным образом датчик проводился с левой стороны.

У детей без фенотипических признаков дисплазии соединительной ткани в дошкольном и школьном возрастах структура реберного хряща во всех случаях определялась как гомогенная и гипоэхогенная. У 15,4% детей подросткового периода вблизи реберно-грудинного сочленения определялась гиперэхогенная зона реберного хряща незначительной протяженности. Для более детального изучения морфологической структуры реберного хряща использовались гистологические методы, которые позволили установить нормальную структуру реберного хряща.

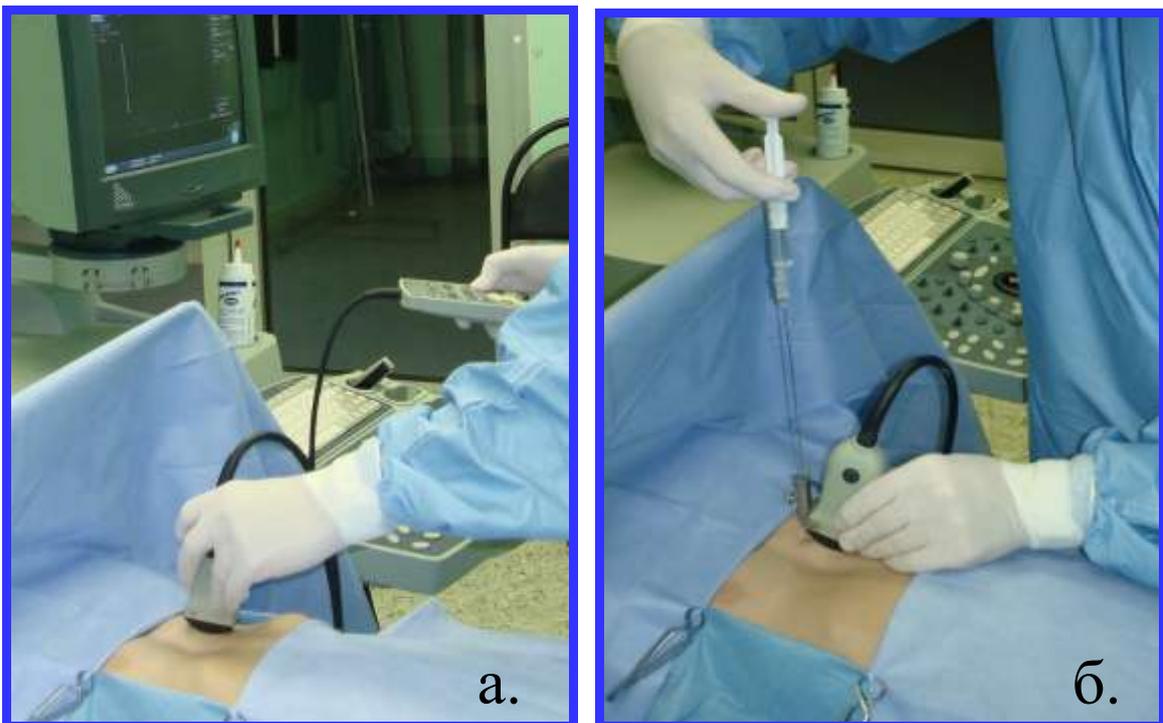


Рис. 3. Интраоперационное ультразвуковое исследование реберных хрящей у больных воронкообразной деформацией грудной клетки: **а** – под контролем УЗИ осуществляется поиск реберного хряща; **б** – ультразвуковой датчик зафиксирован, вводится раствор «Дисоль» в пространство между внутригрудной фасцией и париетальным листком плевры.

Всем детям с воронкообразной деформацией грудной клетки исследуемой группы II (n=72) проводилось интраоперационное ультразвуковое исследование

реберных хрящей детей по нашей методике (Патент РФ №2299685 от 27.05.07 «Способ ультразвукового определения структуры реберного хряща»).

Непосредственно во время операции после начала седации у детей проводилось ультразвуковое исследование реберных хрящей (рис. 3).

Полученные данные отмечались маркером на коже пациента напротив каждого ребра и учитывались непосредственно во время торакопластики: производилась резекция реберного хряща в объёме, зависящем от протяжённости гиперэхогенной зоны.

При ультразвуковом исследовании во время операции у всех детей исследуемой группы II в структуре реберного хряща выявлена гиперэхогенная зона (ГЗ). При подробном ее изучении установлено, что она визуализируется неодинаково. Это позволило нам выделить **3 варианта картины поражения реберного хряща (рис. 4, 5, 6): 1 – гиперэхогенная зона поражения, имеющая центральное расположение определяется до 1/3 протяженности реберного хряща; 2 – гиперэхогенная зона поражения до 1/2 длины реберного хряща; 3 – гиперэхогенная зона больше 1/2 или распространяется на всю длину реберного хряща.**

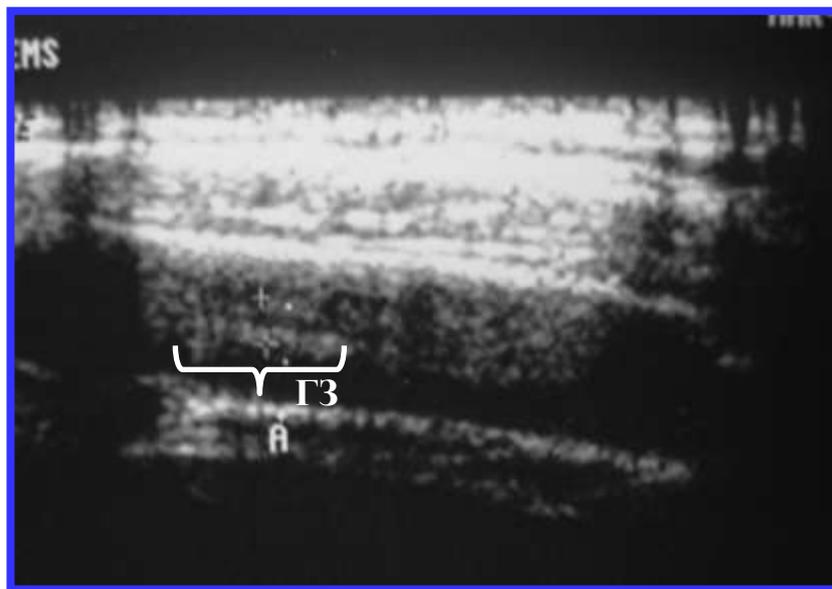


Рис. 4. Ультразвуковая картина реберного хряща с гиперэхогенной зоной поражения до 1/3 протяженности реберного хряща (1 вариант).

Для получения более достоверных данных производилось детальное исследование ультразвуковой структуры реберного хряща у детей в зависимости от возраста и формы деформации.

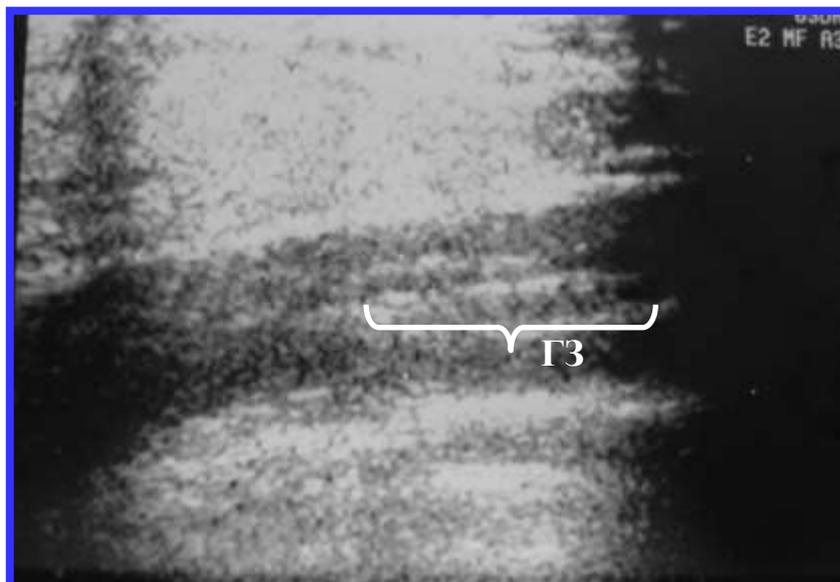


Рис. 5. Ультразвуковая картина реберного хряща с гиперэхогенной зоной поражения до $\frac{1}{2}$ длины реберного хряща (2 вариант).

При ультразвуковом исследовании реберных хрящей детей дошкольного возраста (3-7 лет) с симметричной деформацией грудной клеткой чаще всего (31,4%) определялась гиперэхогенная зона поражения, которая занимала до $\frac{1}{2}$ протяженности реберного хряща (2 вариант).

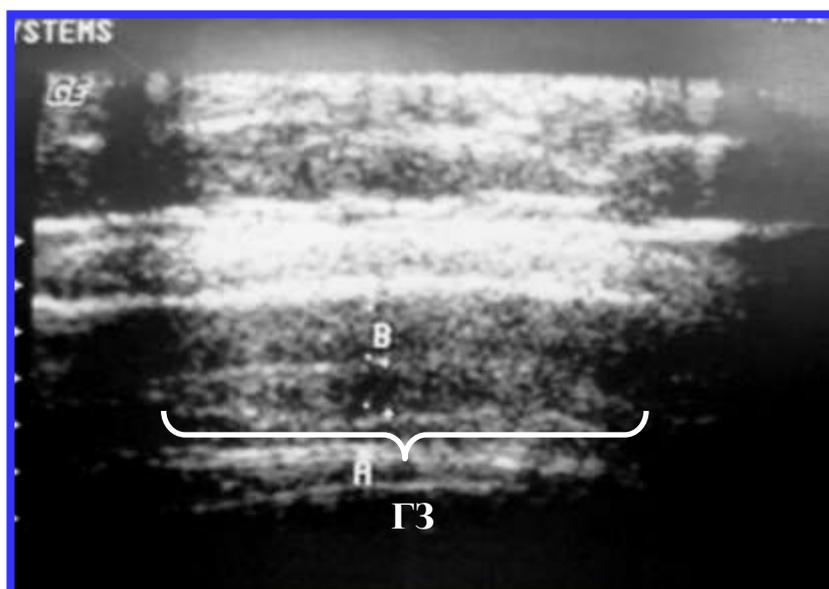


Рис. 6. Ультразвуковая картина реберного хряща с гиперэхогенной зоной поражения по всей длине реберного хряща (3 вариант).

Распространение гиперэхогенной зоны поражения больше чем $\frac{1}{2}$ длины реберного хряща (3 вариант) встречался у 22,9% исследуемых пациентов. С 1 вариантом, когда гиперэхогенная зона поражения определялась до $\frac{1}{3}$ длины реберного хряща, было 20% детей дошкольного возраста. При этом

ультразвуковая картина с обеих сторон была одинаковой. Ультразвуковая структура вторых реберных хрящей у детей дошкольного возраста с симметричной деформацией грудной клетки имела гомогенную и гипозоногенную картину. Наибольшее поражение характерно для IV реберного хряща – в 42,8% случаев определяется гиперэхогенная зона на всем протяжении реберного хряща (3 вариант).

Для детей школьного возраста (7-11 лет) с симметричной формой деформации грудной клетки наиболее характерен 2 вариант распространения гиперэхогенной зоны поражения реберного хряща (38,6% случаев). Наличие гиперэхогенной зоны поражения более чем $\frac{1}{2}$ протяженности реберного хряща (3 вариант) характерно для 31,4% детей школьного возраста, а 14,3% случаев – для 1 варианта распространения гиперэхогенной зоны поражения. Зона поражения во вторых реберных хрящах определялась в 21,4% случаев. Ультразвуковая картина с обеих сторон была одинаковой. Наибольшие изменения характерны для IV реберного хряща – в 57,1% случаев определяется гиперэхогенная зона на всем протяжении реберного хряща.

Для детей подросткового возраста (12-17 лет) с симметричной формой деформации грудной клетки наиболее характерной (49,1% случаев) ультразвуковой картиной было распространение гиперэхогенной зоны поражения более чем $\frac{1}{2}$ длины реберного хряща (3 вариант). У 38,2% исследуемых детей подросткового возраста определялся 2 вариант распространения гиперэхогенной зоны. Первый вариант имел место в 12,7%, но в этом возрасте он является вариантом нормы, поскольку аналогичная ультразвуковая картина характерна для детей подросткового периода без фенотипических проявлений дисплазии соединительной ткани. Гиперэхогенная зона во вторых реберных хрящах определялась в 36,4% случаев. Ультразвуковая картина с обеих сторон была одинаковой. Больше всего изменений ультразвуковой структуры в виде гиперэхогенной зоны на всем протяжении было в IV реберном хряще (63,6%).

Таким образом, для симметричной формы деформации грудной клетки характерно наличие одинакового поражения реберных хрящей с обеих сторон, которое при ультразвуковом исследовании определяется как гиперэхогенная структура, имеющая центральное расположение в реберном хряще. С ростом ребенка происходит улучшение ультразвукового определения гиперэхогенной зоны поражения реберного хряща с наибольшими изменениями в IV реберном хряще. У всех детей дошкольного возраста с воронкообразной деформацией грудной клетки по данным ультразвукового метода исследования II-е реберные хрящи не изменены, что не требует их резекции во время торакопластики.

В группе детей дошкольного возраста (3-7 лет) с асимметричной деформацией грудной клетки справа 3 вариант распространения гиперэхогенной зоны поражения реберного хряща отмечался в 37,1% случаев, а слева в 25,7% случаев. Ультразвуковая картина гиперэхогенной зоны реберного хряща характерная для 2 варианта справа определялась у 28,6% исследуемых детей, слева в 34,3% случаев. Первый вариант, характеризующийся распространением гиперэхогенной зоны поражения до 1/3 протяженности реберного хряща справа имелся в 11,4% случаев, а слева в 17,1%. Гиперэхогенная зона во вторых реберных хрящах определялась в 14,4% случаев. Наибольшие изменения ультразвуковой структуры характерны для IV реберного хряща справа (57,2%).

Проведенное ультразвуковое исследование передней грудной стенки у детей школьного возраста (7-11 лет) с асимметричной деформацией грудной клетки выявило, что 3 вариант распространения гиперэхогенной зоны поражения реберного хряща справа отмечался в 25% случаев, а слева в 40%. Второй вариант справа имел место в 42,5% случаев, слева в 32,5%. Первый вариант, характеризующийся визуализацией гиперэхогенной зоны поражения до 1/3 протяженности реберного хряща справа определялся в 15% случаев, слева в 10%. Гиперэхогенная зона во вторых реберных хрящах определялась в 25% случаев. У детей с воронкообразной деформацией грудной клетки 7-11 лет гиперэхогенная зона на всем протяжении чаще всего определялась в IV реберном хряще слева (62,5%).

Для детей подросткового возраста (12-17 лет) с асимметричной воронкообразной деформацией грудной клетки гиперэхогенная зона поражения реберного хряща с распространением более чем $\frac{1}{2}$ длины хряща (3 вариант) отмечалась справа в 52,9% случаев, слева в 40% случаев. Второй вариант справа определялся у 34,2% исследуемых детей, слева в 47,1%, а первый вариант с обеих сторон определялся одинаково (12,9%) и являлся вариантом нормы. Гиперэхогенная зона во вторых реберных хрящах выявлена в 41,2% случаев. У детей подросткового возраста с асимметричной деформацией грудной клетки для IV реберного хряща характерен 3 вариант распространения гиперэхогенной зоны, который чаще встречается справа (70,6% случаев).

Таким образом, при ультразвуковом исследовании передней грудной стенки у детей с асимметричной формой воронкообразной деформации грудной клетки выявлено, что изменения реберных хрящей носили асимметричный характер, которые определялись наличием разной по протяженности гиперэхогенной зоны поражения справа и слева. Так, для детей дошкольного и подросткового возраста в IV реберном хряще наибольшие изменения, соответствующие 3 варианту распространения гиперэхогенной зоны,

характерны справа. Тогда как в школьном возрасте гиперэхогенная зона более чем $\frac{1}{2}$ длины реберного хряща характерна слева. Уже с 3-7 лет во вторых реберных хрящах отмечается гиперэхогенная зона (14,4%), при этом частота ее обнаружения увеличивается и в возрасте 12-17 лет составляет 41,2% случаев.

У детей подросткового возраста (12-17 лет) с плоской формой воронкообразной деформации грудной клетки справа и слева выявлялось симметричное распространение гиперэхогенной зоны поражения, которая в 57,5% реберных хрящей определялась по всей длине реберного хряща, а в 42,5% менее $\frac{1}{2}$ длины хряща. Максимальные изменения структуры, соответствующие 3 варианту, характерны для IV реберного хряща (75%). Распространение гиперэхогенной зоны поражения до $\frac{1}{3}$ протяженности реберного хряща для детей с плосковороночной формой деформации грудной клетки не характерно.

У детей исследуемой группы II после оперативного вмешательства резецированные участки реберных хрящей подвергались морфологическому исследованию и сравнивались с аутопсийным материалом (n=45) реберных хрящей гомогенной и гипозохогенной ультразвуковой структуры.

В ходе морфологического исследования реберных хрящей исследуемой группы II и аутопсийного материала выявлено 3 зоны: субперихондральная, средняя и центральная. Морфологических различий в строении субперихондральной и средней зон реберных хрящей аутопсийного материала и детей исследуемой группы II не было, что соответствует гомогенной и гипозохогенной ультразвуковой картине.

При морфологическом исследовании центральной зоны реберного хряща исследуемой группы II, которая представлена ультразвуковой гиперэхогенной зоной поражения, при сравнении с аутопсийным материалом выявлено, что хондроциты неправильной формы и расположены хаотично, ядра в них имели эксцентричное расположение, в межтерриториальных пространствах находились толстые волокнистые структуры, расположенные хаотично, межтерриториальные пространства были узкими и окрашивались базофильно, размер хондроцитов увеличился до $9,2 \pm 0,5$ мкм ($6,5 \pm 0,2$ мкм; $p \leq 0,05$), объем основного вещества реберного хряща уменьшился до $42,8 \pm 1,8\%$ ($72,0 \pm 2,6\%$; $p \leq 0,05$), объем хондроцитов возрос более чем в 2,1 раза до $47,4 \pm 2,4\%$ ($22,4 \pm 1,8\%$; $p \leq 0,05$), а объем волокнистых структур увеличился до $9,8 \pm 0,8\%$ ($5,6 \pm 0,4\%$; $p \leq 0,05$).

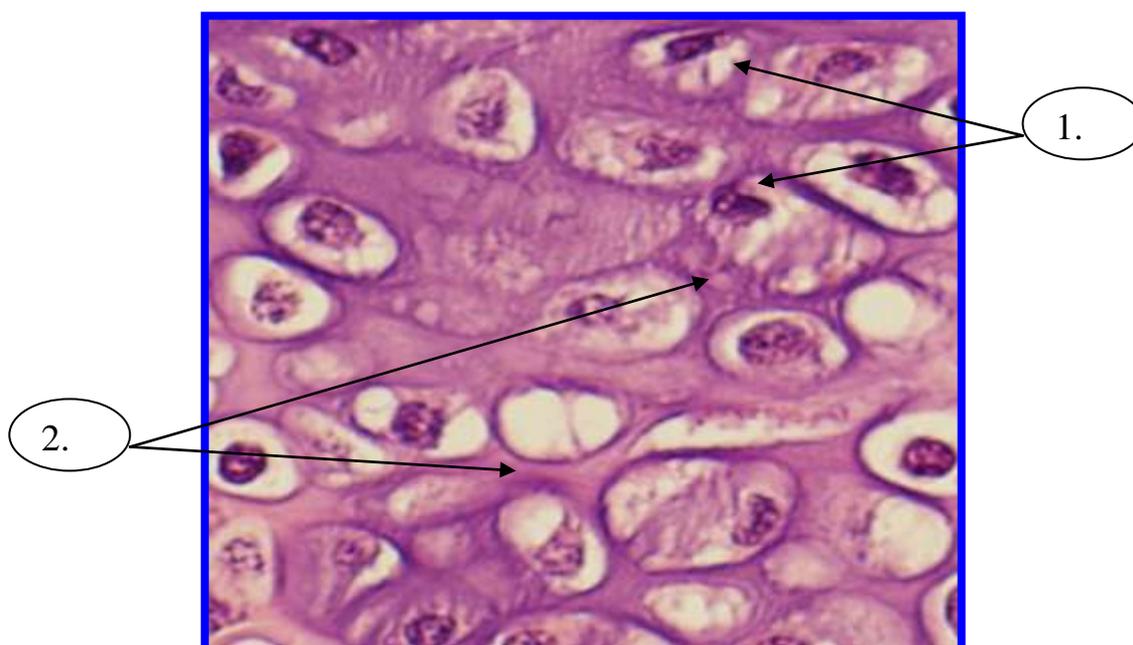


Рис. 7. Фотография реберного хряща в области ультразвуковой гиперэхогенной зоны поражения. Окраска препарата гематоксилин-эозин. Увеличение – х400: 1 – хондроциты с эксцентрично расположенными ядрами; 2 – узкие межтерриториальные пространства.

Таким образом, в центральной зоне реберного хряща с гиперэхогенной ультразвуковой картиной при морфологическом исследовании наблюдаются изменения структуры характерные для диспластических изменений гиалинового хряща (рис. 7). В субперихондральной и средней зонах при морфологическом исследовании достоверных изменений структуры реберного хряща при сравнении с аутопсийным материалом не выявлено.

Наиболее выраженные изменения структуры характерны для IV реберного хряща независимо от возраста детей и формы воронкообразной деформации грудной клетки и характеризуются наличием ультразвуковой визуализации гиперэхогенной зоны поражения на всем протяжении реберного хряща. В подростковом периоде изменения в реберных хрящах имеют максимальные значения и занимали от 1/3 до поражения всего хряща. При плосковороночной форме деформации патологические изменения происходят во всех реберных хрящах на всем их протяжении.

Применение метода Salamaa-Paltia в нашей модификации у больных воронкообразной деформацией грудной клетки, позволило значительно улучшить течение послеоперационного периода и на 6-е сутки полностью отказаться от назначения обезболивания (табл. 6).

Таблица 6.

Частота жалоб пациентов на боль со стороны места операции в зависимости от суток послеоперационного периода

П/о сутки	Исследуемая группа I (n=36)		Исследуемая группа II (n=72)	
	Кол-во	%	Кол-во	%
1-е	36	100	72	100
2-е	35	97,2	64	88,9
3-и	30	83,3	34	47,2
4-е	19	52,8	15	20,8
5-е	7	19,4	5	6,9
6-е	4	11,1	-	-
7-е	2	5,6	-	-
8-е	1	2,8	-	-

Отделяемое по дренажу из межмышечного пространства уменьшилось в 2 раза, что позволило раньше удалить дренаж и расширить двигательный режим, что в свою очередь положительно сказалось на самочувствии пациентов и экскурсии грудной клетки.

После торакопластики на 14 сутки в исследуемой группе I происходит нарастание метаболических изменений миокарда, гиперфункции левого желудочка и синдрома преждевременной реполяризации желудочков. Вероятно, это связано с большей, чем в исследуемой группе II операционной травмой. В исследуемой группе I на 14 сутки после оперативного лечения происходит хоть незначительное, но снижение количества патологических изменений на электрокардиограмме. При проведении электрокардиографии на 4 и 8 месяцы после оперативного лечения количество патологических изменений функциональной деятельности сердца продолжает уменьшаться, при этом лучшие показатели выявляются в исследуемой группе II, хотя они не имеют достоверных различий с показателями исследуемой группы I.

При проведении исследований функции внешнего дыхания на 14 сутки после оперативного лечения выявлено, что у детей происходит снижение всех показателей спирографии и увеличение частоты дыхания, но скоростные функциональные показатели имеют достоверно лучшие значения по сравнению с исследуемой группой I (МОС₂₅ – 62,5±1,74%, МОС₅₀ – 64,8±1,55%, МОС₇₅ – 71,2±1,61%, ПОС – 81,4±2,15%; p<0,05). Эти изменения связаны с ранним послеоперационным периодом и болевой реакцией организма на травму. На 4 месяце после торакопластики увеличиваются дыхательные объемы (ЖЕЛ – 80,9±1,72%, ФЖЕЛ – 81,4±1,63%, ОФВ₁ – 83,2±1,37%; p<0,05), а скоростные функциональные показатели и частота дыхания (20,5±0,62 дв./мин;

$p < 0,05$) достоверно неразличимы с группой сравнения. На 8 месяце после оперативного лечения показатели функции внешнего дыхания исследуемых групп I и II достоверно неразличимы с группой сравнения. Однако, во все периоды в исследуемой группе II данные спирографии лучше, чем в исследуемой группе I (на 14 сутки достоверно различимы скоростные функциональные показатели, на 4 месяце – дыхательные объемы).

В послеоперационном периоде наибольшие изменения в общем анализе крови происходят на 14 сутки после торакопластики. В исследуемой группе I достоверное снижение эритроцитов ($3,61 \pm 0,1 \times 10^{12}/л$; $p < 0,05$), гемоглобина ($119,6 \pm 2,4$ г/л; $p < 0,05$) и гематокрита ($35,2 \pm 0,7\%$; $p < 0,05$) указывают на существенную кровопотерю, что говорит о высокой травматичности оперативного вмешательства в этой группе больных. Достоверное увеличение лейкоцитов и скорости оседания эритроцитов в обеих группах свидетельствует о воспалительном ответе организма на операционную травму. На 4 месяце после оперативного лечения достоверные отличия показателей имеются в исследуемой группе I (СОЭ $11,4 \pm 0,4$ мм/час, лейкоциты $10,7 \pm 0,5 \times 10^9/л$; $p < 0,05$). Через 8 месяцев после торакопластики показатели в исследуемых группах между собой и группой сравнения различий не имели.

Таким образом, в исследуемой группе II количество эритроцитов, гемоглобин и гематокрит по сравнению с группой сравнения не различались, а с исследуемой группой I имели достоверные различия. Кроме этого, в исследуемой группе I достоверно увеличиваются скорость оседания эритроцитов и лейкоциты, при чем эти показатели выше, чем в исследуемой группе II, что говорит о более выраженном воспалительном ответе организма в послеоперационном периоде.

При исследовании кислотно-основного состояния крови основные изменения происходят на 14 сутки после оперативного лечения и характеризуются компенсированным метаболическим ацидозом. При этом в исследуемой группе I показатели кислотно-основного состояния имеют более выраженные изменения. На 4 месяце метаболический ацидоз является компенсированным в исследуемой группе I с достоверным снижением дефицита оснований ($-4,3 \pm 0,5$; $p < 0,05$) и бикарбонатов ($20,2 \pm 0,3$; $p < 0,05$). Метаболический ацидоз в раннем послеоперационном периоде является следствием операционной травмы и более выражен в исследуемой группе I.

К 8-му месяцу после оперативного лечения (удаление металлоконструкции) у детей, оперированных методом Salamaa-Paltia в нашей модификации жалоб на одышку, боли в сердце и грудной клетке не было. Признаки астеновегетативного синдрома были у 2 детей, что в 4 раза меньше, чем в исследуемой группе I. Кроме этого, в исследуемой группе I у 2 детей

(5,6%) имеющих до оперативного лечения II степень (ИГ 0,65 и 0,68) деформации грудной клетки, был рецидив деформации до I степени (ИГ 0,72 и 0,74 соответственно). В исследуемой группе II рецидив деформации грудной клетки (ИГ 0,76) был у 1 ребенка (1,4%), имеющего до операции III степень деформации (ИГ 0,49).

Таким образом, разработанный нами метод определения структуры реберного хряща позволил неинвазивно определить объем поражения, произвести резекцию патологически измененной его части, морфологически подтвердить оптимальный объем резекции и добиться более раннего восстановления нормальных структур реберного хряща.

ВЫВОДЫ

1. Установлена зависимость степени и формы деформации воронкообразной грудной клетки от возраста ребенка: симметричная форма деформации встречается с одинаковой частотой во всех возрастных периодах, асимметричная форма характерна для детей подросткового возраста, степень деформации с возрастом увеличивается. Наиболее оптимальным периодом для торакопластики является дошкольный возраст (3-7 лет).
2. У детей с воронкообразной деформацией грудной клетки имеется корреляция степени деформации и клинко-функциональных показателей, о чем свидетельствуют рестриктивно-обструктивные нарушения функции внешнего дыхания, метаболические изменения миокарда, изменения кислотно-основного состояния крови, повышение эритроцитов, гемоглобина и гематокрита.
3. Реберный хрящ у детей дошкольного и школьного возрастов (3-11 лет) в норме при ультразвуковом исследовании имеет гомогенную и гипоэхогенную структуру без морфологических признаков дисплазии и, только у 15,4% детей подросткового возраста (12-17 лет), в области грудино-реберного сочленения определяется незначительная по протяженности зона гиперэхогенной структуры реберного хряща, без морфологических признаков дисплазии, что не является патологией.
4. Объем резекции реберного хряща при воронкообразной деформации грудной клетки коррелирует с распространенностью диспластических изменений в хрящевой ткани, оценить которые можно при ультразвуковом исследовании реберного хряща по протяженности. Установлено, что наиболее выраженные патологические изменения определяются в IV реберном хряще. Данные ультразвукового сканирования полностью

подтверждаются патоморфологической картиной дисплазии реберного хряща.

5. У детей дошкольного возраста с симметричной формой деформации грудной клетки резекции II реберных хрящей не требуется.
6. Примененный метод Salamaa-Paltia в нашей модификации является эффективным способом торакопластики, позволяющим с помощью ультразвукового неинвазивного определения объема резекции реберного хряща значительно уменьшить операционную травму и время операции.
7. Дети с воронкообразной деформацией грудной клетки, оперированные методом торакопластики Salamaa-Paltia в нашей модификации имеют более короткий реабилитационный период с ранним восстановлением кислотно-основного состояния крови, клинико-функциональных показателей дыхательной и сердечной систем.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В план обследования детей с воронкообразной деформацией грудной клетки, необходимо включать проведение ультразвукового исследования реберных хрящей непосредственно перед оперативным вмешательством
2. При воронкообразной деформации грудной клетки у детей различного возраста с I, II и III степенями деформации целесообразно использовать интраоперационное ультразвуковое определение объема резекции реберного хряща, что уменьшает операционный травматизм, время операции и сокращает реабилитационный период
3. Для торакопластики при воронкообразной деформации грудной клетки оптимальным возрастом является 3-7 лет, поскольку в этот период механическое воздействие деформации на органы грудной клетки является минимальным. Показанием к торакопластике с применением интраоперационного ультразвукового определения объема резекции реберного хряща является воронкообразная деформация I-III степени. Данный метод диагностики диспластических изменений реберного хряща позволяет получить отличные результаты хирургического лечения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Применение рентгенометрии для оценки степени тяжести клинко-рентгенологических изменений у детей с врожденной воронкообразной деформацией грудной клетки / Плякин В.А., Моторин О.М., Юрчук В.А., Зеленый П.В., Моторина М.А. // Современные технологии в педиатрии и детской хирургии: Матер. IV Российского конгресса. – М., 2005. – С.420.

2. Способ ультразвукового определения структуры реберного хряща в эксперименте / Горбунов Н.С., Плякин В.А., Киргизов И.В. // В сб. «Актуальные проблемы морфологии». – Красноярск, 2006. – С.125-127.
3. Фенотипические проявления дисплазии соединительной ткани у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки / Плякин В.А., Горбунов Н.С. Киргизов И.В. // В сб. «Актуальные проблемы морфологии». – Красноярск, 2006. – С.128-129.
4. Определение ультразвуковых изменений структуры реберного хряща у соматически здоровых детей / Плякин В.А., Киргизов И.В. // Мат. XI конгресса педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии». – М., 2007. – С.538.
5. Определение ультразвуковых изменений структуры реберного хряща у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки / Киргизов И.В., Плякин В.А. // Мат. XI конгресса педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии». – М., 2007. – С.539.
6. Ультразвуковое определение переднезадних размеров реберных хрящей у соматически здоровых детей 4-7 лет / Плякин В.А., Дворяковский И.В., Киргизов И.В. // Мат. VI Российского конгресса «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии». – М., 2007. – С.352.
7. Способ ультразвукового определения структуры реберного хряща / Горбунов Н.С., Киргизов И.В., Плякин В.А., Дударев В.А., Чикун В.И., Илларионова А.В. // Бюллетень «Описание изобретений». – М., 2007. – №15. – С.437-438.
8. Изменение кислотно-восстановительных процессов в патогенезе воронкообразной деформации грудной клетки / Плякин В.А., Дударев В.А., Киргизов И.В. // Мат. XII конгресса педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии». – М., 2008. – С.456.
9. Ультразвуковая оценка объема резекции реберных хрящей у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки / Плякин В.А., Киргизов И.В., Дворяковский И.В., Злотников Е.Н. // Российский педиатрический журнал. – 2008. – №4. – С. 14-23.
10. Сравнительная оценка способов гемостаза при оперативном лечении врожденной воронкообразной деформации грудной клетки / Киргизов И.В., Плякин В.А., Кирпичев С.В. // Российский педиатрический журнал. – 2008. – №4. – С. 26-31.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАБОТЕ

- ВДГК – воронкообразная деформация грудной клетки
- ГЗ – гиперэхогенная зона
- ЖЕЛ – объем жизненной емкости легких
- ИГ – индекс Гижицкой
- ИТ – индекс Тиффно
- $МОС_{25\%}$ - максимальная объемная скорость 25% от форсированной жизненной емкости
- $МОС_{50\%}$ - максимальная объемная скорость 50% от форсированной жизненной емкости
- $МОС_{75\%}$ - максимальная объемная скорость 75% от форсированной жизненной емкости
- $ОФВ_1$ - объем форсированного выдоха за 1 секунду
- ПОС – пиковая объемная скорость
- РХ – реберный хрящ
- СОЭ – скорость оседания эритроцитов
- ФВД – функция внешнего дыхания
- ФЖЕЛ – объем форсированной жизненной емкости легких
- ЧД – частота дыхания