



НЕИНВАЗИВНАЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ С ТЯЖЕЛОЙ СТЕПЕНЬЮ ГРУДНОГО СКОЛИОЗА

А.Г. Автандилов¹, С.Т. Ветрилэ², Р.В. Еналдиева¹, Д.И. Неманова¹, А.А. Кулешов²

¹Российская медицинская академия последипломного образования

²Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва

Для изучения прогностически значимых показателей состояния кардиореспираторной системы в предоперационном периоде у 47 больных с тяжелой степенью грудного сколиоза (с III степенью – 23 человека, с IV степенью – 24) проводились исследования функции внешнего дыхания, эхокардиография, оценка толерантности к физической нагрузке и уровня физической работоспособности с применением велоэргометрической пробы. Показано, что у пациентов с IV степенью сколиоза изменения функции внешнего дыхания носили более выраженный характер, чем при III степени. По данным эхокардиографии, у неоперированных пациентов с тяжелой степенью сколиоза выявлено увеличение размеров и толщины стенки правого желудочка, а также уровня легочной гипертензии. Толерантность к физической нагрузке, физическая работоспособность были достоверно ниже, а время восстановления артериального давления и частоты сердечных сокращений – длительнее по сравнению с контрольными показателями. Прогрессивное ухудшение функциональных параметров кардиореспираторной системы свидетельствует о необходимости своевременной оперативной коррекции сколиоза.

Ключевые слова: сколиоз, функция внешнего дыхания, правый желудочек, легочная гипертензия.

Cardiorespiratory system was examined in 47 patients with severe thoracic scoliosis: Grade III – 23 patients and Grade IV – 24 patients. Examination included evaluation of external respiration function, echocardiography (ECHO CG), and bicycle ergometer test (BEMT). It was shown that the function of external respiration was reliably lower in patients with Grade IV scoliosis than this in patients with Grade III. ECHO CG revealed reliable enlargement of the right ventricular and thickening of its wall as well as considerable increase in pulmonary hypertension. Tolerance to physical load at BEMT and working capacity were reliably lower and the term of restoration was longer in patients with Grade IV scoliosis. Progressive deterioration of cardiorespiratory functional parameters indicates that timely surgical correction of scoliosis is necessary.

Key words: scoliosis, external respiration function, right ventricle, pulmonary hypertension.

Сколиотическая болезнь характеризуется вполне определенными изменениями гемодинамики малого круга кровообращения и функционального состояния правого желудочка [8, 17, 19]. При сколиозе правый желудочек (ПЖ) функционирует в особом режиме, который определяется повышенным давлением в легочной артерии (ЛА) [4, 6, 8]. По данным литературы, у больных с тяжелой степенью сколиотической болезни развивается недостаточность функции внешнего дыхания (ФВД) по рестриктивному

типу вследствие деформации грудной клетки и уменьшения объемов грудной полости, ограничения подвижности ребер и диафрагмы, ослабления межреберных мышц, а также повышения внутригрудного давления [8, 13, 14, 18, 19]. По некоторым данным, наблюдаются и умеренные изменения по обструктивному типу [16].

Частота сколиоза имеет тенденцию к увеличению; к тому же растет смертность среди пациентов с нелеченым идиопатическим сколиозом вследствие кардиопульмональной не-

достаточности [17, 19]. Для больных сколиозом характерны повышенная общая заболеваемость, а также снижение трудовой активности вплоть до инвалидизации [17]. Вопрос о целесообразности хирургического лечения сколиоза до сих пор остается открытым, высказывается мнение, что коррекция носит исключительно косметический характер. Неинвазивные методы исследования кардиореспираторной системы значительно расширяют диагностические возможности выявления прогрессивного

ухудшения функции дыхания и кровообращения у больных сколиозом и показания к своевременной оперативной коррекции сколиоза.

Это определяет актуальность изучения изменений дыхательной и сердечно-сосудистой системы при данном заболевании.

Материал и методы

Обследованы 47 пациентов в возрасте 13–19 лет с тяжелой степенью грудного сколиоза: с III степенью – 23 человека, с IV степенью – 24. Больные ранее не подвергались хирургической коррекции сколиоза. Длительность заболевания в среднем составила 5,3 года. В контрольную группу вошли 30 практически здоровых лиц, сопоставимых по возрасту и полу, у которых при обследовании были исключены сколиотическая болезнь, заболевания легких и сердца.

Проводилось исследование ФВД, доплерэхокардиография (ДЭХОКГ), исследования с велоэргометрической пробой (ВЭМП). Для спирографического исследования применялся аппарат «Этон 01–22» (Россия), запись спирограммы осуществляли по стандартной методике.

Измеряли и сопоставляли с должными значениями следующие показатели ФВД: жизненную емкость легких на вдохе (ЖЕЛвд, % от должной величины) и на выдохе (ЖЕЛвыд, % от должной величины), частоту дыхания (ЧД, в мин), дыхательный объем (ДО, л), резервный объем вдоха (РОВд, л) и выдоха (РОВыд, л), форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ, % от должной величины), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1, л). Рассчитывали величину минутного объема дыхания (МОД, л) и соотношение ОФВ1/ЖЕЛ (% от должной величины).

Приведение полученных легочных объемов к условиям ВTPS, расчет индивидуальных величин, сопоставление фактических величин с должными производили по специальной программе аппарата «Этон 01–22», где использованы индивидуальные должные величины, разработанные

во Всесоюзном НИИ пульмонологии Минздрава России и НИИ педиатрии РАМН [5, 9].

Эхокардиографическое исследование правых отделов сердца выполняли с помощью аппарата «Megas» (Италия). ЭХОКГ проводили по стандартной методике, размер правого желудочка в диастолу (ПЖД, мм) получали из апикальной 4-камерной позиции на уровне трикуспидального клапана, толщину передней стенки правого желудочка (ТПСПЖ, мм) – М-режиме из парастернальной позиции [11, 20]. Полученные величины нормализовали к площади поверхности тела (мм^2).

Трикуспидальный кровоток и кровоток в легочной артерии оценивали в постоянно-волновом доплеровском режиме. Измеряли показатели максимальной скорости кровотока в фазу быстрого наполнения правого желудочка (пик E, м/с) и в фазу систолы правого предсердия (пик A, м/с), рассчитывали соотношение между ними (E/A) [11, 20]. Указанные величины также нормализовали к площади поверхности тела (мм^2). Максимальное систолическое давление в легочной артерии (СДЛА, мм рт. ст.) определяли по скорости потока трикуспидальной регургитации [1, 2, 11]. Диастолическое давление в легочной артерии (ДДЛА, мм рт. ст.) рассчитывали как сумму конечного диастолического градиента между легочной артерией и правым желудочком и давления в правом предсердии [1, 2]. В импульсно-волновом доплеровском режиме измеряли время ускорения кровотока из правого желудочка (AcT, мс), продолжительность изгнания крови из правого желудочка (RVET, мс), рассчитывали соотношение AcT/RVET с последующим определением среднего гемодинамического давления в легочной артерии по A. Kitabatake.

Велоэргометрическая проба проводилась по стандартной методике на велоэргометре «Medicor» (Венгрия). В процессе исследования использовался непрерывный ступенчатый вид нагрузки. Начальная степень нагрузки составляла 25 Вт с последующим ее увеличением на 25 Вт каждые 3 мин при частоте

педальирования 60–70 об/мин. Пробу прекращали при достижении субмаксимальной частоты сердечных сокращений, развитии физического утомления, чрезмерной одышки, головокружения или предобморочного состояния, головной боли, появлении боли или дискомфорта в грудной клетке, артериальной гипо- или гипертензии, частой, политопной или ранней экстрасистолии, а также при отказе пациента от продолжения исследования [10].

При проведении пробы с физической нагрузкой учитывали следующие параметры:

- 1) толерантность к физической нагрузке, которую оценивали как низкую при выполнении обследуемым I–II ступеней протокола, как среднюю – при выполнении III–IV ступеней и как высокую – V ступени;
- 2) величину физической работоспособности, рассчитывавшуюся по формуле:

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1},$$

где PWC_{170} – физическая работоспособность при частоте сердечных сокращений 170 в минуту; N_1 и N_2 – соответственно мощность первой и второй нагрузки; f_1 и f_2 – частота сердечных сокращений в конце первой и второй нагрузки [10];

- 3) показатели гемодинамики: частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин); артериальное давление (АД, мм рт. ст.); время восстановления ЧСС и АД.

Достоверность различий оценивали с использованием критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования ФВД у больных представлены в табл. 1.

У пациентов наблюдались значительные нарушения функции внешнего дыхания по рестриктивному типу, выражавшиеся в снижении ЖЕЛ и составляющих ее объемов, уменьшении ФЖЕЛ, снижении способности к максимальному увеличению вентиляции

Таблица 1

Показатели функции внешнего дыхания у подростков с III–IV степенью грудного сколиоза ($M \pm m$)

Показатель	III степень	IV степень
ЖЕЛ, %	64,0 ± 18,2	51,1 ± 15,4
ЧД в мин	21,7 ± 2,7*	26,5 ± 2,3**
ДО, л	0,45 ± 0,09*	0,34 ± 0,08**
МОД, л	11,3 ± 1,8	8,9 ± 1,4*
РОВд, л	0,98 ± 0,18*	0,80 ± 0,16*
РОВыд, л	0,90 ± 0,15*	0,46 ± 0,18**
ФЖЕЛ, %	73,1 ± 16,0*	48,8 ± 19,0**
ОФВ1/ЖЕЛ, %	102,6 ± 12,1	91,1 ± 21,0
МВЛ, л	42,9 ± 12,4*	31,3 ± 9,0**

* – $p < 0,05$ по сравнению с показателями контрольной группы;** – $p < 0,01$ по сравнению с показателями контрольной группы.

при форсированном дыхании. Несмотря на значительное увеличение частоты дыхания, МОД был снижен, т. к. у этих пациентов резко уменьшен дыхательный объем, что свидетельствует об истощении резервных возможностей организма и декомпенсации функции внешнего дыхания. Вместе с тем нарушений бронхиальной проходимости у больных с тяжелой степенью сколиоза по результатам исследования не отмечено.

По данным эхокардиографии, у больных отмечались дилатация и гипертрофия миокарда правого желудочка (табл. 2).

Максимальное систолическое, диастолическое и среднее гемодинамическое давление в легочной артерии имело четкую тенденцию к повышению в сравнении с физиологической нормой (в норме СДЛА = 21–23 мм рт. ст.; ДДЛА = 7–9 мм рт. ст. [3]), что свидетельствует о развитии гипертензии в малом круге кровообращения у пациентов с выраженной сколиотической деформацией. Укорочение времени ускорения кровотока АсТ и снижение отношения АсТ/ RVET отражает увеличение легочного сопротивления и также является признаком легочной гипертензии.

Соотношение Е/А у больных также было достоверно меньше, вероятно, вследствие нарушения расслабления правого желудочка, то есть его диастолической дисфункции.

При проведении велоэргометрической пробы средняя толерантность к физической нагрузке у пациентов с IV степенью сколиоза выявлена лишь у 16,5 %, показатель физической работоспособности PWC₁₇₀ при III степени составил 453,7 ± 65,3 кгм/мин ($p < 0,01$), а при IV степени – 387,2 ± 41,2 кгм/мин ($p < 0,01$) по сравнению с группой контроля, где величина физической работоспо-

Таблица 2

Эхокардиографические показатели у подростков с III–IV степенью грудного сколиоза ($M \pm m$)

Показатель	III степень	IV степень
ПЖд, мм/м ²	25,0 ± 1,8*	25,8 ± 1,5*
ТПСПЖ, мм/м ²	3,60 ± 0,19**	4,10 ± 0,13**
Е/А	1,29 ± 0,18	1,23 ± 0,22*
СДЛА, мм рт. ст.	26,1 ± 2,8*	34,2 ± 3,1*
ДДЛА, мм рт. ст.	11,0 ± 2,0	17,9 ± 3,2*
АсТ, мс	126 ± 36**	98 ± 33**
RVET, мс	300 ± 41*	306 ± 34*
АсТ/ RVET	0,41 ± 0,01*	0,35 ± 0,01**
Среднее ДЛА, мм рт. ст.	17,8 ± 1,9	24,6 ± 2,0*

* – $p < 0,05$ по сравнению с показателями контрольной группы;** – $p < 0,01$ по сравнению с показателями контрольной группы.

способности составила $1004,8 \pm 72,3$ кг/мин. У подростков с увеличением степени сколиотической деформации формировался удлиненный восстановительный период после физической нагрузки: время восстановления АД и ЧСС у больных с III степенью равнялось $7,3 \pm 0,6$ мин ($p < 0,01$) и $8,1 \pm 0,3$ мин ($p < 0,01$) соответственно; в группе больных с IV степенью период восстановления был еще длиннее – соответственно $7,8 \pm 0,4$ мин и $8,6 \pm 0,6$ мин; в контрольной группе – $6,1 \pm 0,4$ мин и $6,2 \pm 0,3$ мин соответственно.

Таким образом, проведенное исследование показало, что у больных с тяжелой степенью грудного сколиоза уже в подростковом возрасте развивалась недостаточность функции внешнего дыхания по рестриктивному типу вследствие деформации грудной клетки и повышения внутригруд-

ного давления. Эти изменения сопровождалась нарушениями центральной гемодинамики, признаками легочной гипертензии, диастолической дисфункции правого желудочка, что свидетельствует о формировании у больных с тяжелой степенью грудного сколиоза «кифосколиотического» сердца уже в молодом возрасте. Эти данные можно использовать при определении показаний к хирургической коррекции сколиоза.

Выводы

1. При тяжелых формах сколиотической болезни выявлены выраженные функциональные нарушения кардиореспираторной системы даже в подростковом возрасте, что необходимо учитывать при рассмотрении вопроса об оперативном лечении сколиоза.

2. Все подростки со сколиотической болезнью, особенно с тяжелыми формами грудного сколиоза, подлежат в предоперационный период обязательному обследованию, включающему спирографию, ЭХОКГ, ДЭХОКГ, ВЭМП, для определения периоперационного и отдаленного послеоперационного прогноза состояния больных.

Литература

1. **Али Садек Али** // Тер. Арх. – 1987. № 3. С. 138–141.
2. **Ворожьев А.С., Бутаев Т.Д.** Клиническая эхокардиография у детей и подростков. СПб, 1999.
3. **Дворецкий Д.П., Ткаченко В.И.** Гемодинамика в легких. М., 1987.
4. **Капустина Г.М.** Внешнее дыхание и некоторые показатели гемодинамики у больных сколиозом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1969.
5. Клиническая интерпретация данных исследования функции внешнего дыхания: Метод. рекомендации. М., 1990.
6. **Малова М.Н., Капустина Г.М.** // Повреждения и заболевания костей и суставов. М., 1971. С. 253–259.
7. **Мовшович И.А.** Сколиоз. М., 1964.
8. **Неманова Д.И., Автандилов А.Г., Ветрилэ С.Т.** Особенности гемодинамики и диастолической функции правых отделов сердца у подростков с различной степенью сколиоза // Кардиология. 2003. № 9. С. 64–66.
9. Определение показателей функционального состояния легочно-сердечной системы у больных туберкулезом легких: Метод. рекомендации. М., 1988.
10. **Преварский Б.П., Буткевич Г.А.** Клиническая велоэргометрия. Киев, 1985.
11. **Струтынский А.В.** Эхокардиограмма: анализ и интерпретация. М., 2001.
12. **Чаклин В.Д., Абальмасова Е.А.** Сколиоз и кифозы. М., 1972.
13. **Черкасова Т.И., Казьмин А.И.** // Вестн. хир. 1964. Т. 93. № 3. С. 76–83.
14. **Черноусова Л.Н., Ганюшкина С.М.** // Ортопед. травматол. 1970. № 8. С. 65–70.
15. **Шувчинская В.В.** // Вопр. курортол. 1977. № 3. С. 26–29.
16. **Шумская Т.Н.** Влияние сколиотической деформации и ее лечения на функциональное состояние дыхательной системы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л., 1981.
17. **Bjure J.** // J. Bone Jt Surg. Am. 1974. Vol. 56A. P. 443.
18. **Boffa P., Staviv P., Shneerson J.** // Thorax. 1984. Vol. 39. P. 681–682.
19. **Day G. A.** // Spine. 1994. Vol. 19. P. 1027–1031.
20. **Fegenbaum H.** Echocardiography. Philadelphia, 1986.

Адрес для переписки:

Ветрилэ Степан Тимофеевич
125299, Москва, ул. Приорова, 10, ЦИТО.