

УДК 613-053.3-616.711-007.55

ДОНЧЕНКО Л.И., АРАР ТАЕР ДЖАМАЛ, КРАВЧЕНКО А.И., СТЕПУРА А.В.

НИИ травматологии и ортопедии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького

## ИЗМЕНЕНИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ДИСПЛАСТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА У ДЕТЕЙ

**Резюме.** У 45 детей в возрасте 7–15 лет с диспластическим сколиозом I–III степени до консервативного лечения изучены показатели содержания электролитов, белков, липидов и активность ферментов в сыворотке крови. Установлено, что у детей с диспластическим сколиозом, независимо от степени заболевания, имеет место сниженная активность АЛТ, ЛДГ и щелочной фосфатазы, что свидетельствует о дефиците энергетических метаболитов и снижении остеобластических процессов. Установлены изменения метаболизма в зависимости от степени диспластического сколиоза. Показано, что начальные проявления деформации позвоночника протекают на фоне дефицита энергетических метаболитов. Прогрессирование заболевания (II–III степень) сочетается с уменьшением содержания в сыворотке крови конечных продуктов деградации протеинов и нуклеопротеинов, снижением активности переаминирования аминокислот и транспорта их в клетки, а также дефицитом кальция и магния.

**Ключевые слова:** диспластический сколиоз, дети, метаболизм.

### Введение

Диспластический сколиоз у детей является наиболее актуальной проблемой детской ортопедии, так как характеризуется интенсивным прогрессирующим течением и высоким риском инвалидизации. Многолетними исследованиями доказано, что это заболевание является следствием патологии соединительной ткани всего организма [4, 8]. Вследствие этого у детей с диспластическим сколиозом имеют место изменения в иммунной, эндокринной, нервной, пищеварительной, мочевыделительной и других системах [2, 6, 10]. Естественно, что при этом страдают и процессы метаболизма, отражающие изменения на системном уровне. Исследования характера метаболических сдвигов у детей с различной степенью сколиоза показали преобладание катаболических процессов над анаболическими [3]. Было установлено, что у детей с III–IV степенью диспластического сколиоза имеет место гипоальбуминемия и повышение уровня глобулинов класса альфа. А.Ю. Ермошкина и соавт. констатировали статистически значимое повышение содержания серотонина в иммунокомпетентных клетках по мере нарастания тяжести процесса [1]. В литературе также рассматриваются фундаментальные молекулярно-биологические механизмы взаимосвязи дисплазии соединительной ткани и дефицита магния [5]. Выявлена повышенная активность матриксной металлопротеиназы у детей с синдромом гипермобильности суставов [9]. Имеются сведения о взаимосвязи между содержанием  $25(\text{OH})\text{D}_3$ , с одной сторо-

ны, и уровнем паратиреоидного гормона и кальция сыворотки крови, а также активностью щелочной фосфатазы — с другой [7].

**Целью** настоящей работы явилось исследование изменений показателей электролитного, белкового, липидного обменов и активности ферментов у детей в зависимости от степени диспластического сколиоза.

### Методы исследования

Исследование показателей метаболизма выполнено у 45 детей в возрасте 7–15 лет с диспластическим сколиозом, которые в зависимости от данных рентгенографии и степени деформации позвоночника были разделены на 3 группы. В первую группу вошли 16 детей с диспластическим сколиозом I степени; вторую группу составили 15 детей со II степенью сколиоза, и в третью группу вошли 14 детей с III степенью диспластического сколиоза. Клинико-лабораторное обследование детей проводили до консервативного лечения. Изучение показателей электролитного, белкового, липидного обменов и активности ферментов осуществлялось с помощью биохимического анализатора Humalyzer Junior. Результаты лабораторных исследований обработаны с помощью пакета статистических программ Statistica for Windows (StatSoft).

© Донченко Л.И., Арар Таер Джамал, Кравченко А.И., Степура А.В., 2014

© «Травма», 2014

© Заславский А.Ю., 2014

## Результаты исследования

Исследование содержания электролитов позволило выявить повышенный уровень калия в сыворотке крови детей с диспластическим сколиозом, который не зависел от степени выраженности заболевания. При этом содержание натрия и хлоридов в сыворотке крови детей было на уровне референтных значений (табл. 1). Учитывая, что калий является элементом мышечной силы, который наряду с натрием обеспечивает работу калий-натриевого насоса, за счет которого сокращаются и расслабляются мышцы, можно полагать, что повышенный уровень калия в сыворотке крови является одной из причин мышечной слабости у детей с диспластическим сколиозом.

Сравнительный анализ содержания макроэлементов в сыворотке крови не выявил существенных различий в зависимости от степени заболевания. В то же время в сравнении с референтными значениями в группе детей с III степенью сколиоза установлено повышенное содержание фосфора, что обусловило достоверное снижение показате-

ля соотношения кальций/фосфор, что указывает на дефицит содержания кальция в организме детей (табл. 1).

Исследование содержания белков и продуктов их обмена у детей показало, что уровень общего белка, альбуминов и глобулинов класса альфа и бета в сыворотке крови детей всех выделенных групп существенно не отличался от референтных значений. Напротив, содержание глобулинов класса гамма возрастало с увеличением степени сколиотической деформации позвоночника, и в группе детей с III степенью в сравнении с группой детей с I степенью и референтными значениями регистрировались статистически достоверные различия, что свидетельствовало о хроническом течении заболевания и развитии аутоиммунных процессов (табл. 2).

Исследования содержания продуктов обмена белков позволили установить закономерность снижения уровня мочевой кислоты и креатинина в сыворотке крови детей с деформацией позвоночника II степени в сравнении с группой детей с I и III степенью сколио-

**Таблица 1. Изменения показателей электролитов и макроэлементов в сыворотке крови в зависимости от степени диспластического сколиоза у детей**

Показатель	Референтное значение	Степень сколиотической болезни		
		I	II	III
Калий, ммоль/л	4,51 ± 0,04	4,79 ± 0,05*	4,69 ± 0,04*	4,89 ± 0,07*
Натрий, ммоль/л	142,60 ± 0,67	141,84 ± 0,81	142,74 ± 0,63	141,34 ± 0,48
Хлориды, ммоль/л	100,30 ± 0,82	101,08 ± 1,32	101,91 ± 1,10	100,67 ± 0,41
Кальций, ммоль/л	2,45 ± 0,02	2,38 ± 0,02	2,41 ± 0,04	2,39 ± 0,01
Фосфор, ммоль/л	1,15 ± 0,02	1,22 ± 0,03	1,18 ± 0,02	1,26 ± 0,03*
Магний, ммоль/л	0,95 ± 0,02	0,95 ± 0,03	0,92 ± 0,02	0,92 ± 0,02
Кальций/фосфор	2,10 ± 0,06	1,95 ± 0,08	2,04 ± 0,09	1,89 ± 0,05*
Кальций/магний	2,50 ± 0,08	2,51 ± 0,07	2,62 ± 0,10	2,60 ± 0,09

**Примечание:** \* —  $p < 0,05$  по сравнению с референтным значением.

**Таблица 2. Изменения показателей белков и продуктов их обмена в сыворотке крови в зависимости от степени диспластического сколиоза**

Показатель	Референтное значение	Степень сколиотической болезни		
		I	II	III
Общий белок, г/л	74,0 ± 1,8	71,43 ± 2,01	70,91 ± 1,46	71,33 ± 1,44
Альбумины, %	50,29 ± 0,69	51,67 ± 0,56	51,18 ± 0,40	50,31 ± 0,31
$\alpha_1$ -глобулины, %	3,82 ± 0,15	3,37 ± 0,09	3,34 ± 0,07	3,48 ± 0,09
$\alpha_2$ -глобулины, %	11,14 ± 0,34	9,97 ± 0,24	9,64 ± 0,16	9,94 ± 0,16
$\beta$ -глобулины, %	13,97 ± 0,21	14,24 ± 0,39	14,56 ± 0,19	14,12 ± 0,17
$\gamma$ -глобулины, %	20,88 ± 0,47	20,74 ± 0,29	21,28 ± 0,41	22,14 ± 0,24 <sup>*, 1</sup>
Мочевина, ммоль/л	4,43 ± 0,27	3,83 ± 0,39	3,61 ± 0,26	2,89 ± 0,27*
Мочевая кислота, мкмоль/л	257,05 ± 15,05	249,29 ± 13,06	190,64 ± 18,64 <sup>*, 1</sup>	244,00 ± 16,37
Креатинин, мкмоль/л	60,58 ± 2,80	66,57 ± 2,72	55,27 ± 2,56 <sup>1</sup>	69,33 ± 3,34 <sup>*, 2</sup>

**Примечания:** \* —  $p < 0,05$  по сравнению с референтным значением; <sup>1</sup> —  $p < 0,05$  по сравнению с первой степенью сколиоза; <sup>2</sup> —  $p < 0,05$  по сравнению со второй степенью сколиоза.

за (табл. 2). Снижение уровня мочевины относительно референтных значений имело место лишь в группе детей с III степенью заболевания.

Известно, что в обмене белков важная роль принадлежит активности аминотрансфераз. Установлено, что АСТазная активность в сыворотке крови детей с I и II степенью сколиоза не отличалась от референтных значений, тогда как в группе детей с III степенью сколиоза активность данного фермента была снижена (табл. 3).

Анализ АЛТазной активности в сыворотке крови детей установил достоверное снижение ее уже при начальной степени сколиоза. В группе детей с III степенью сколиоза АЛТазная активность была ниже, чем у детей с I и II степенью заболевания (табл. 3).

Результаты исследования ГГТазной активности сыворотки крови выявило статистически значимое уменьшение ее показателей у детей со II и III степенью

деформации позвоночника в сравнении с референтными значениями, что свидетельствует о снижении транспорта аминокислот в клетки путем гамма-глутамильного цикла (табл. 3).

Исследование содержания липидов и продуктов их перекисидации показали, что деформация позвоночника не оказывает существенного влияния на уровень холестерина, триглицеридов и липопротеинов в сыворотке крови детей выделенных групп (табл. 4).

Сравнительный анализ ферментативной активности сыворотки крови детей с диспластическим сколиозом позволил выявить повышенную относительно референтных значений активность кислой фосфатазы и сниженную активность щелочной фосфатазы во всех группах обследованных. Следует отметить, что установленные особенности активности фосфатаз в сыворотке крови детей не зависели от степени деформации позвоночника.

**Таблица 3. Изменения активности аминотрансфераз в сыворотке крови детей в зависимости от степени диспластического сколиоза**

Показатель	Референтное значение	Степень сколиотической болезни		
		I	II	III
АСТ, Ед/л	34,42 ± 2,90	33,71 ± 2,04	29,18 ± 1,60	26,13 ± 1,12 <sup>*,1</sup>
АЛТ, Ед/л	33,63 ± 3,50	21,71 ± 1,24 <sup>*</sup>	21,27 ± 1,60 <sup>*</sup>	14,40 ± 1,14 <sup>*,1,2</sup>
ГГТ, Ед/л	31,02 ± 2,40	30,65 ± 2,65	21,72 ± 1,88 <sup>*,1</sup>	23,11 ± 1,60 <sup>*,1</sup>

**Примечания:** \* —  $p < 0,05$  по сравнению с референтным значением; <sup>1</sup> —  $p < 0,05$  по сравнению с первой степенью сколиоза; <sup>2</sup> —  $p < 0,05$  по сравнению со второй степенью сколиоза.

**Таблица 4. Изменения показателей липидного обмена у детей в зависимости от степени диспластического сколиоза**

Показатель	Референтное значение	Степень сколиотической болезни		
		I	II	III
Холестерин, ммоль/л	4,34 ± 0,23	4,66 ± 0,33	4,68 ± 0,22	4,12 ± 0,25
Триглицериды, ммоль/л	1,15 ± 0,15	1,09 ± 0,16	0,99 ± 0,10	1,00 ± 0,15
ЛПВП, %	32,09 ± 0,91	32,87 ± 0,30	32,33 ± 0,85	33,34 ± 0,98
ЛПОНП, %	25,38 ± 0,75	24,77 ± 0,62	25,72 ± 0,33	25,76 ± 0,31
ЛПНП, %	42,55 ± 1,06	42,31 ± 0,55	41,95 ± 0,83	40,89 ± 1,07
Диеновые конъюгаты, Ед/л	1,68 ± 0,07	1,42 ± 0,05	1,43 ± 0,04	1,43 ± 0,05

**Таблица 5. Изменения ферментативной активности сыворотки крови у детей в зависимости от степени диспластического сколиоза**

Показатель	Референтное значение	Степень сколиотической болезни		
		I	II	III
Щелочная фосфатаза, Ед/л	683,1 ± 48,7	526,3 ± 41,2 <sup>*</sup>	452,09 ± 45,00 <sup>*</sup>	487,11 ± 37,35 <sup>*</sup>
Кислая фосфатаза, Ед/л	3,22 ± 0,18	4,32 ± 0,26 <sup>*</sup>	3,99 ± 0,19 <sup>*</sup>	4,00 ± 0,19 <sup>*</sup>
Креатинкиназа, Ед/л	90,89 ± 6,78	107,00 ± 8,82	90,27 ± 8,46	84,89 ± 6,80
Амилаза, Ед/л	40,47 ± 3,80	41,28 ± 3,89	43,54 ± 3,25	59,89 ± 4,53 <sup>*,1,2</sup>
Лактатдегидрогеназа, Ед/л	377,42 ± 25,89	290,14 ± 22,61 <sup>*</sup>	322,27 ± 23,76	243,22 ± 18,76 <sup>*</sup>

**Примечания:** \* —  $p < 0,05$  по сравнению с референтным значением; <sup>1</sup> —  $p < 0,05$  по сравнению с первой степенью сколиоза; <sup>2</sup> —  $p < 0,05$  по сравнению со второй степенью сколиоза.

Установлено, что креатинкиназная активность сыворотки крови у детей выделенных групп не имела существенных различий в сравнении с референтными значениями (табл. 5).

Изменения амилазной активности сыворотки крови обследованных детей характеризовались повышением активности данного фермента лишь у детей с III степенью сколиотической болезни (табл. 5).

Известно, что одним из энергетических метаболитов является лактатдегидрогеназная активность сыворотки крови. Установлено, что в группах детей с I и III степенью сколиоза лактатдегидрогеназная активность сыворотки крови была достоверно ниже референтных значений (табл. 5).

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать, что метаболические процессы у детей с диспластическим сколиозом имеют как общие, так и зависимые от степени деформации позвоночника особенности. Для всех детей с диспластическим сколиозом характерны повышенный уровень калия в сыворотке крови, пониженная активность АЛТ и щелочной фосфатазы и, соответственно, повышенная активность кислой фосфатазы в сыворотке крови. Выявленные особенности свидетельствуют о субклинической гипоксии, дефиците энергетических метаболитов и об ослаблении остеобластических процессов.

Помимо вышеуказанных особенностей метаболизма, у детей с I степенью сколиоза отмечалось уменьшение активности лактатдегидрогеназы, что в сочетании со сниженной активностью АЛТ свидетельствовало о дефиците энергетических метаболитов.

У детей со II степенью сколиоза отмечалось уменьшение содержания креатинина и мочевой кислоты, а также активности ГГТ в сыворотке крови, что указывало на снижение интенсивности белкового обмена и активности транспорта аминокислот в клетки путем гамма-глутамильного цикла.

Прогрессирование деформации позвоночника обусловливало у детей с III степенью сколиоза нарушение соотношения кальций/фосфор и кальций/магний за счет дефицита кальция и магния. Со стороны белкового обмена отмечалось уменьшение содержания мочевины в сыворотке крови в сравнении с референтными значениями, что характерно для нарушения мочевинообразующей функции печени, следствием которого является повышенная возбудимость вегетативной нервной системы. Так же, как и у детей со II степенью сколиоза, активность аминотрансфераз была снижена по отношению к группе детей с I степенью сколиоза. Снижение активности белкового обмена компенсировалось повышением активности амилазы, т.е. углеводного обмена.

## Выводы

1. Метаболические процессы у детей с диспластическим сколиозом, независимо от степени заболевания, характеризуются изменениями электролитного баланса, дефицитом энергетических метаболитов и снижением остеобластических процессов.

2. Начальные проявления деформации позвоночника у детей (I степень сколиоза) протекают на фоне дефицита энергетических метаболитов. Прогрессирование заболевания (II–III степень) сочетается с изменениями обмена белков, что подтверждается уменьшением конечных продуктов дегградации протеинов и нуклеопротеинов, снижением активности переаминирования аминокислот и транспорта их в клетки, а также дефицитом кальция и магния.

## Список литературы

1. Активность ферментов иммунокомпетентных клеток крови у девушек, страдающих сколиозом / А.Ю. Ермошкина, В.В. Фефелова, Л.А. Нагирная и др. // Вопросы сохранения и развития здоровья населения Севера и Сибири: Матер. итог. науч.-практ. конф. молодых ученых. — Красноярск, 2007. — № 6. — С. 269-270.
2. Гертнер Д. Болезни костей и нарушения минерального обмена у детей // Эндокринология: Пер. с англ. / Под ред. Н. Лавина. — М.: Практика, 1999. — С. 480-516.
3. Иванова Е.Р. 45-летний опыт консервативного лечения сколиозов в санаторной школе-интернате № 76 / Е.Р. Иванова, В.Л. Федотова, Т.В. Хромченко // Научный и практический журнал «Медицинская консультация». — 2009. — № 2. — С. 86-91.
4. Кадурина Т.И. Дисплазии соединительной ткани у детей (клиника, диагностика, лечение): автореф. дис... д-ра мед. наук: спец. 14.00.09 «Педиатрия» / Т.И. Кадурина. — СПб., 2003. — 26 с.
5. Калачева А.Г. Нарушения формирования соединительной ткани у детей как следствие дефицита магния / А.Г. Калачева, О.А. Громова, Н.В. Керимкулова, А.Н. Галустян, Т.Р. Гришина // Лечащий врач. — 2012. — № 3. — С. 41-45.
6. Климовицкий В.Г. Изменения иммунной системы в зависимости от степени диспластического сколиоза у детей / Климовицкий В.Г., Донченко Л.И., Арар Таер Джамал, Стороженко Л.Л., Кравченко А.И., Степура А.В. // Травма. — 2013. — Т. 14, № 3. — С. 70-72.
7. Кривошапкина Д.М. Особенности фосфорно-кальциевого обмена у детей: 4 подростка с нарушениями осанки в условиях Республики Саха (Якутия): дис... канд. мед. наук: спец. 14.00.09 «Педиатрия» / Кривошапкина Дора Михайловна. — СПб, 2004. — 21 с.
8. Лапкин Ю.А. Гипермобильность суставов в детской ортопедической практике / Ю.А. Лапкин // Дисплазия соединительной ткани. Руководство для врачей / Т.И. Кадурина, В.Н. Горбунова. — СПб.: Элби-СПб., 2009. — С. 301-317.
9. Мадякин П.В. Клинико-биохимические особенности недифференцированной дисплазии соединительной ткани у детей и подростков с хронической болью при гипермобильности суставов / П.В. Мадякин // Тез. докл. научно-практ. конференции молодых ученых. — Казань, 2011. — С. 215-217.
10. Черноземов В.Г. Висцеральные нарушения при сколиозах начальных степеней у детей школьного возраста: автореф. дис... д-ра мед. наук: спец. 14.00.09 «Педиатрия» / В.Г. Черноземов — [Сев. гос. мед. ун-т]. — Архангельск, 2006. — 31 с.

Получено 25.03.14 ■

Донченко Л.І., Арар Таер Джамал, Кравченко А.І.,  
Степура А.В.  
НДІ травматології та ортопедії Донецького національного  
медичного університету ім. М. Горького

### ЗМІНИ МЕТАБОЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СТУПЕНЯ ДИСПЛАСТИЧНОГО СКОЛІОЗУ У ДІТЕЙ

**Резюме.** У 45 дітей віком 7–15 років із диспластичним сколіозом I–III ступеня до консервативного лікування вивчено показники вмісту електролітів, білків, ліпідів та активність ферментів у сироватці крові. Встановлено, що в дітей із диспластичним сколіозом, незалежно від ступеня захворювання, має місце знижена активність АЛТ, ЛДГ і лужної фосфатази, що свідчить про дефіцит енергетичних метаболітів і зниження остеобластичних процесів. Встановлено зміни метаболізму залежно від ступеня диспластичного сколіозу. Показано, що початкові прояви деформації хребта перебігають на тлі дефіциту енергетичних метаболітів. Прогресування захворювання (II–III ступінь) поєднується зі зменшенням вмісту в сироватці крові кінцевих продуктів деградації протеїнів і нуклеопротеїнів, зниженням активності переамінування амінокислот і транспорту їх у клітини, а також дефіцитом кальцію і магнію.

**Ключові слова:** диспластичний сколіоз, діти, метаболізм.

Donchenko L.I., Arar Thaer Jamal, Kravchenko A.I., Stepura A.V.  
Research Institute of Traumatology and Orthopedics of  
Donetsk National Medical University named after M. Gorky,  
Donetsk, Ukraine

### CHANGES IN METABOLIC PROCESSES DEPENDING ON THE DEGREE OF DYSPLASTIC SCOLIOSIS IN CHILDREN

**Summary.** In 45 children aged 7–15 years with dysplastic scoliosis of I–III degree before conservative treatment we studied indicators of electrolytes, proteins, lipids and enzyme activity in blood serum. It is found that in children with dysplastic scoliosis, regardless of disease degree, there is a reduced activity of ALT, LDH and alkaline phosphatase, which indicates the deficiency of energy metabolites and reduced osteoblastic processes. The changes in metabolism depending on the degree of dysplastic scoliosis were noted. It is shown that the initial manifestations of spinal deformity occur against deficiency of energy metabolites. Progression of the disease (II–III degree) is combined with reduction of final products of proteins degradation and nucleoproteins in blood serum, decreased activity of amino acids transamination and transport of them into cells, as well as calcium and magnesium deficiency.

**Key words:** dysplastic scoliosis, children, metabolism.