

УДК 616.711-007.55-071

## ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ДЕТЕЙ СО СКОЛИОЗОМ II СТЕПЕНИ

Косенко Ю.В., Менджеричкий А.М., Трегубенко О.А.

ФАГОУ ВПО «Южный федеральный университет», кафедра анатомии и физиологии детей и подростков, Ростов-на-Дону, e-mail: kosenko-i@yandex.ru

Проведен анализ биохимического спектра слюнной жидкости и вариабельности ритма сердца у 10-летних школьников со сколиозом II степени. В слюнной жидкости у детей со сколиозом выявлено усиление процессов свободнорадикального окисления за счет снижения уровня мочевой кислоты. У детей со сколиотической болезнью отмечено увеличение активности  $\alpha$ -амилазы и уровня кортизола в слюне относительно здоровых школьников, что отражает наличие биохимических признаков стрессированности организма. Увеличение уровня кортизола в слюне может являться причиной нарушения обменных процессов у детей со сколиозом, приводящих к нарушению структуры костной ткани. При анализе вариабельности ритма сердца установлено, что у детей контрольной группы вегетативный тонус формируется сегментарными симпатико-парасимпатическими механизмами саморегуляции. В то же время у детей со сколиозом II степени в большей степени выражено влияние VLF-волн на вариабельность сердечного ритма, что может свидетельствовать о напряжении вегетативного баланса с участием эрготропных систем.

**Ключевые слова:** сколиоз, слюна, антиоксиданты, вариабельность ритма сердца

## FEATURES OF THE BIOCHEMICAL AND FUNCTIONAL PARAMETERS IN CHILDREN WITH SCOLIOSIS II DEGREE

Kosenko Y.V., Mendzheritskiy A.M., Tregubenko O.A.

Southern Federal University, department of anatomy and physiology of children and teenagers Rostov-on-Don, e-mail: kosenko-i@yandex.ru

We have done the analysis of the biochemical spectrum of salivary fluid and heart rate variability in 10-year-olds with scoliosis II degree. In the salivary fluid of children with scoliosis revealed increased free radical oxidation processes by reducing uric acid levels. Children with scoliosis was an increase in the activity of  $\alpha$ -amylase and cortisol levels in the saliva of relatively healthy schoolchildren, reflecting the presence of biochemical stressirovannosti body. The increase in cortisol levels in saliva can cause metabolic disorders in children with scoliosis, leading to disruption of the structure of bone. In the analysis of heart rate variability found that the children of the control group formed segmental autonomic tone of sympathetic-parasympathetic mechanisms of self-regulation. At the same time, children with scoliosis II level to more pronounced effect of VLF-waves on heart rate variability, which may indicate a pressure of autonomic balance with ergotropic systems.

**Keywords:** scoliosis, saliva, antioxidants, heart rate variability

В настоящее время, по мнению ряда авторов, данные о частоте встречаемости сколиотических деформаций позвоночника у детей значительно различаются и составляют от 2–5 до 47% [3, 2]. Известно, что при сколиозе нарушается деятельность внутренних органов, ухудшается механика дыхания, снижается концентрация кислорода в артериальной крови, развивается гипертрофия миокарда правой половины сердца [12]. Поэтому актуальным является исследование кислородообеспечивающей функции организма у детей со сколиотической болезнью.

Для получения данных о функциональном состоянии систем организма, в том числе сердечно-сосудистой, необходим комплексный подход, опирающийся на современные методы диагностики, особое место в котором отводится биохимическим методам исследования. Однако их практическое применение затруднено из-за сложности инвазивного забора крови. Одной из наиболее доступных биологических жидкостей является слюнная [14], биохимические

показатели которой необходимо исследовать параллельно со значениями вариабельности ритма сердца [1].

**Целью данного исследования** явилось изучение особенностей биохимического состава слюнной жидкости и показателей вариабельности ритма сердца у детей 10 лет со сколиозом II степени.

### Материалы и методы исследования

Исследование проведено в начале учебного года (октябрь) после завершения периода адаптации детей к учебному процессу. В исследовании приняли участие дети, у которых наблюдали идиопатический сколиоз (согласно классификации Дж. Кобба, 1958). Испытуемые были разделены на следующие группы:

1 группа (контрольная группа) – мальчики ( $n = 20$ ) и девочки ( $n = 21$ ), не страдающие сколиотической болезнью (по данным анамнеза врача-педиатра это дети 1 и 2 групп здоровья);

2 группа (основная группа) – мальчики ( $n = 15$ ) и девочки ( $n = 15$ ) со сколиотической болезнью II степени (3 группа здоровья). Степень тяжести сколиоза определяли путем измерения величины угла искривления позвоночника по методу В.Д. Чаклина.

Забор слюнной жидкости проводили в первой половине дня через 2–3 часа после еды. Слю-

ну собирали в пластиковые пробирки, которые немедленно замораживали и хранили при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . В слюнной жидкости определяли активность каталазы, супероксиддисмутазы, содержание мочевины, мочевой кислоты, уровень кортизола, активность  $\alpha$ -амилазы, уровень глюкозы и содержание 8-гидроксидеоксигуанозина [6]. Исследование было проведено на спектрофотометре Beckman Culter DU 800 (USA).

Оценку вариабельности ритма сердца (BPC) осуществляли на компьютерном кардиоанализаторе «Анкар-131» (Россия, г. Таганрог) с программным обеспечением анализа ритма сердца. Согласно международным стандартам, для анализа были взяты записи, источником ритма в которых являлся синусный узел. Артефакты и экстрасистолы удаляли из электронной записи вручную. Анализировали показатели 5-минутных фрагментов ЭКГ по следующим диапазонам волн BPC, предложенные кардиологическим и Северо-Американским электрофизиологическим обществом: HF – высокочастотные колебания в диапазоне 0,15–0,4 Гц (характеризуют вагусный контроль сердечного ритма); LF – низкочастотные колебания в диапазоне 0,04–0,15 Гц (характеризуют влияния симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы); VLF – очень низкочастотные колебания в диапазоне 0,003–0,04 Гц (характеризуют эрготропную симпатoadреналовую регуляцию ритма); LF/HF – отражает баланс симпатических и парасимпатических влияний.

Результаты экспериментального исследования обрабатывали методами вариационной статистики с использованием программы «Statistica 6.0». Различия считали достоверным при  $p < 0,05$  [8].

### Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что при сколиозе межпозвоночные диски, подвергаясь асимметричному давлению, деформируются и раздражают окружающие их нервные корешки, в том числе и вегетативные, регулирующие обменные процессы в кровеносных сосудах, мышцах и внутренних органах. Это приводит к патологическим изменениям функций многих систем организма [4]. Однако в настоящее время остается неизученным вопрос об особенностях протекания сво-

боднорадикальных процессов (СРП) при функциональных нарушениях систем организма у детей со сколиотической деформацией позвоночника. Поэтому была изучена активность антиоксидантных систем в слюнной жидкости у детей со сколиозом II степени. Первым звеном внутриклеточной защиты клеток от активных форм кислорода являются каталаза и супероксиддисмутаза. Кроме того, известно, что информативным показателем антиоксидантной защиты организма является концентрация в слюне мочевины, обладающей пероксидазной активностью [13]. При этом достоверно значимых отличий активности каталазы и супероксиддисмутазы, а также уровня мочевины в слюнной жидкости у детей контрольной и основной групп не установлено. Антиоксидантными свойствами также обладает мочевая кислота, которая способна хелатировать ионы железа и меди, ингибировать оксиды азота, супероксид-анион радикал, гидроксильный радикал, синглетный кислород, а также гемовые оксиданты [9]. В данном исследовании установлено, что у мальчиков и девочек 2 группы уровень мочевины в слюне на 63% ( $p < 0,05$ ) и 44% ( $p < 0,05$ ) ниже относительно мальчиков и девочек контрольной группы соответственно. Следовательно, показано, что при сколиотической болезни функциональная активность отдельных звеньев антиоксидантной системы слюнной жидкости, которая близка по составу к плазме крови, ниже физиологической нормы. В то же время показатель оксидантной системы (8-гидроксидеоксигуанозин), напротив, превышал уровень условно здоровых школьников. Данный маркер окислительного стресса отражает уровень окисленных молекул ДНК [9], и был выше на 12% ( $p < 0,05$ ) у мальчиков и девочек 2 группы на 18% ( $p < 0,05$ ) относительно мальчиков и девочек 1 группы соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Активности каталазы и супероксиддисмутазы, содержание мочевины, мочевой кислоты и 8-гидроксидеоксигуанозина в слюнной жидкости у школьников 1 и 2 групп ( $M \pm m$ )

Группа, пол	Активность каталазы (мМ/с на 1 г белка)	Активность СОД (U/ml)	Содержание мочевины (ммоль/л)	Содержание мочевой кислоты (мкмоль/л)	Содержание 8-ОНдГ (ng/ml)
1 группа мальчики	13,11 ± 1,04	3,67 ± 0,60	0,80 ± 0,10	166,10 ± 20,24	7,01 ± 0,60
1 группа девочки	14,35 ± 1,36	4,67 ± 0,64	0,89 ± 0,12	125,25 ± 22,14	6,07 ± 0,68
2 группа мальчики	13,21 ± 1,14	3,77 ± 0,51	0,89 ± 0,16	61,75 ± 24,72*	7,88 ± 0,64*
2 группа девочки	14,63 ± 1,01	4,92 ± 0,58	0,88 ± 0,14	69,87 ± 19,74#	7,18 ± 0,58#

Примечания: \* – отличия достоверны относительно мальчиков 1 группы ( $p < 0,05$ ); # – отличия достоверны относительно девочек 1 группы ( $p < 0,05$ ).

Известно, что одной из причин, приводящих к возрастанию свободнорадикальных процессов в организме, является повышение в крови уровня гормонов стресса [7], в том числе кортизола, содержание которого в слюне является показателем концентрации свободного или биологически активной кортизола в сыворотке и моче. Кортизол выделяется во время психоэмоциональной нагрузки [10]. Согласно проведенному исследованию, уровень кортизола в слюнной жидкости девочек 2 группы выше на 34% ( $p < 0,05$ ), а у мальчиков – на 19% ( $p < 0,05$ )

относительно уровня кортизола у детей 1 группы. Известно, что кортикостероиды (в частности, кортизол) тормозят всасывание кальция в кишечнике, увеличивают синтез и секрецию паратгормона, а суммарный эффект паратгормона – резорбция костной ткани [15]. Разрушению подвергается не только минеральный компонент, но и компоненты органического матрикса кости. Данные изменения могут усугублять нарушения обменных процессов у детей со сколиозом, в том числе структуры костной ткани (табл. 2).

Таблица 2

Активность  $\alpha$ -амилазы, содержание глюкозы, общего белка и уровень кортизола в слюнной жидкости у школьников 1 и 2 групп ( $M \pm m$ )

Группа, пол	Активность $\alpha$ -амилазы (Ед/л)	Содержание глюкозы (ммоль/л)	Содержание кортизола (ng/ml)
1 группа мальчики	1008,16 $\pm$ 161,81	0,09 $\pm$ 0,03	11,87 $\pm$ 0,76
1 группа девочки	959,97 $\pm$ 148,76	0,07 $\pm$ 0,01	11,70 $\pm$ 0,71
2 группа мальчики	1186,10 $\pm$ 85,60*	0,18 $\pm$ 0,05*	14,17 $\pm$ 0,75*
2 группа девочки	1143,08 $\pm$ 114,87#	0,10 $\pm$ 0,02#	15,72 $\pm$ 1,66#

Примечания: \* – отличия достоверны относительно мальчиков 1 группы ( $p < 0,05$ ); # – отличия достоверны относительно девочек 1 группы ( $p < 0,05$ ).

Наличие стрессированности организма доказывает также повышение активности  $\alpha$ -амилазы и увеличение уровня глюкозы в слюнной жидкости. Было установлено, что у мальчиков и девочек основной группы активность  $\alpha$ -амилазы выше ( $p < 0,05$ ), чем у детей контрольной группы. Содержание глюкозы в слюнной жидкости у мальчиков и девочек 2 группы также было выше на 99% ( $p < 0,05$ ) и 43% ( $p < 0,05$ ) относительно мальчиков и девочек контрольной группы соответственно. Таким образом, у детей со сколиозом II степени выражены биохимические признаки стрессированности организма (табл. 2).

Индикатором любых стрессорных воздействий является ритм и сила сердечных сокращений [1]. Поэтому были рассмотрены спектральные параметры ВРС у детей основной и контрольной групп. У мальчиков и девочек 1 и 2 групп средние групповые параметры HF, LF и VLF находятся в пределах возрастных норм, установленных А.Р. Галлевым с соавт. (2002) [5]. Однако необходимо отметить, что у детей 1 группы в состоянии физиологического покоя процент вклада VLF-колебаний в общий спектр мощности минимален, влияния HF и LF на ритм сердца уравновешены, что позволяет говорить о ненапряженном вегетативном балансе (рисунок, а). Следовательно, у школьников контрольной группы вегетативный тонус формируется сегментарными симпатико-парасимпатическими

механизмами саморегуляции [11]. В то же время у детей основной группы в значительно большей степени выражено влияние VLF-волн на ВРС, что может свидетельствовать о напряжении вегетативного баланса с участием эрготропных систем (рисунок, б).

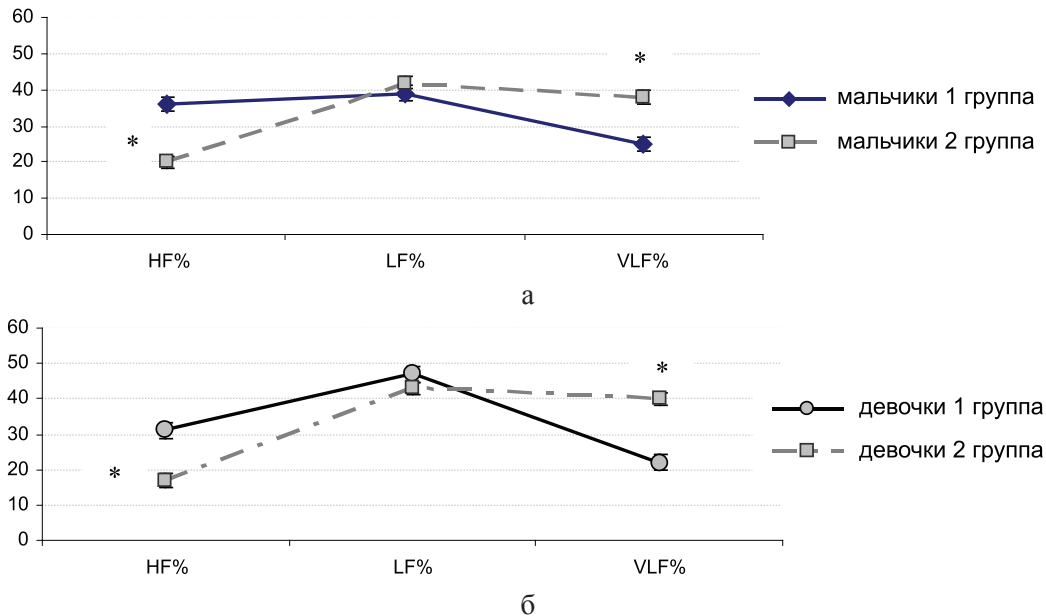
Кроме того, установлена прямая корреляционная взаимосвязь между процентом вклада VLF-волн с общую мощность спектра и содержанием кортизола в слюнной жидкости у школьников исследуемых групп ( $r = 0,97$ ).

### Заключение

Результаты работы позволяют заключить, что у детей со сколиотической деформацией позвоночника II степени анализ биохимического спектра слюнной жидкости показал напряжение в метаболическом статусе и усиление процессов свободнорадикального окисления. Эти биохимические изменения у детей со сколиозом находят свое отражение в вегетативном балансе регуляции сердечной деятельности в виде повышения влияния очень низкочастотных колебаний в общий спектр мощности сердечного ритма. Данный факт свидетельствует о повышении уровня личностной тревожности у детей со сколиозом II степени, что необходимо учитывать при организации педагогического процесса. Следует также отметить, что в данном исследовании приняли участие дети со сколиозом идиопатической группы, возникновение которых

и в настоящее время остается неизученным. Биохимический анализ слюнной жидкости позволил выявить увеличение уровня кортизола в слюне у детей со сколиозом относительно контрольной группы школьников. Данный факт является ключевым в понимании одной из возможных причин возникновения деформации позвоночника

вследствие того, что кортизол тормозит всасывание кальция в кишечнике и увеличивает синтез и секрецию паратгормона, который, в свою очередь, вызывает резорбцию костной ткани. Кортизол, возможно, также потенцирует наблюдаемый дисбаланс в про- и антиоксидантном статусе слюнной жидкости детей со сколиозом.



*Вклад спектральных параметров сердечного ритма – HF, LF, VLF (в %) в общую мощность спектра в состоянии покоя у мальчиков (а) и девочек (б) 1–2 групп:  
\* – отличия достоверны относительно контрольной группы*

В данном исследовании выявление параметров функционального статуса детей со сколиозом проводили только в спокойном состоянии, тогда как актуальным является также исследование адаптивных перестроек функционирования сердечно-сосудистой системы на нагрузку. Это даст возможность определить критерии, которые могли бы лечь в основу гигиенических требований к образовательному процессу детей с нарушением опорно-двигательного аппарата.

**Список литературы**

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108–127.
2. Бутуханов В.В. Развитие нервной, сердечно-сосудистой, мышечной систем в онтогенезе, способ оптимизации их коррекции и зависимость сердечно-сосудистой, мышечной систем от пластичности центральной нервной системы у пациентов со сколиотической болезнью I–II степени: монография. – Иркутск, 2010. – С. 9.
3. Ветрилэ С.Т., Кисель А.А., Кулешов А.А. Исследование изменения самооценки, качества жизни и удовлетворенности пациентов результатами хирургической коррекции

- диспластического сколиоза // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 2. – С. 40–44.
4. Волков М.В., Дедова В.Д. Детская ортопедия. – М., 1972. – 240 с.
5. Галлеев А.Р., Игишева Л.Н., Казин Э.М. Вариабельности сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет // Вестник Харьковского национального университета. – 2002. – № 545. – С. 35–40.
6. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. В 2 т. – Минск: Беларусь, 2000. – Т. 1–2.
7. Особенности гормонального статуса у детей младшего школьного возраста на Европейском Севере / Р.В. Кубасов, А.В. Ткачев, Л.В. Поскотинова и др. // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 5. – С. 153–155.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
9. Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты / Е.Б. Меньщикова, В.З., Ланкин, Н.К. Зенков, И.А. Бондарь, Н.Ф. Круговых, В.А. Труфакин. – М.: Слово, 2006. – 556 с.
10. Сорвачев К.Ф. Биологическая химия. – М.: Просвещение, 1971. – С. 195–206.
11. Вариабельность сердечного ритма в исследовании панических атак, нейрогенных обмороков и приступов мигрени / Н.Б. Хаспекова, З.А. Мусаева, З.Н. Тумалаева и др. // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2000. – Т. 9, № 1. – С. 173–175.



12. Ходос Х.Г. Нервные болезни. – М., 1965. – 677 с.
13. Биохимия костной ткани, тканей зуба [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http://bone-surgery.ru/view/biohimiya\\_kostnoj\\_tkani\\_tkanej\\_zuba](http://bone-surgery.ru/view/biohimiya_kostnoj_tkani_tkanej_zuba) (дата доступа 6.09.2012).
14. Krinsky N.L. Membrane antioxidants // *Ann. NY. Acad. Sci.* – 1988. – Vol. 551. – P. 17–33.
15. Malamud D., Rodrigues-Chavez I. Saliva as a Diagnostic Fluid // *Dent Clin North Am.* – 2011. – Vol. 55. – № 1. – P. 159–178.
7. Kubasov R.V., Tkachov A.V., Poskotinova L.V. *Fiziologiya cheloveka* (Human Physiology), 2003. V. 29, no. 5. pp. 153–155.
8. Lakin G.F. *Biometriya* (Biometrics). Moscow, 1973. 343 p.
9. Menshikova E.B. Lankin V.Z. Zenkov N.K. Bondar I.A. Krugovykh N.F. Trufakin V.A. *Okislitelnyy stress. Prooksidanty i antioksidanty* (Oxidative stress. Prooxidants and antioxidants). Moscow, 2006. 556 p.
10. Sorvachev K.F. *Biologicheskaya khimiya* (Biological Chemistry). Moscow, 1971. pp. 195–206.
11. Khaspecova N.B. Musaeva Z.A. Tumalaeva Z.N. Dyukova G.M. Tabeeva G.R. Vornovskaya O.V. Veyn A.M. *Arkhiv klinicheskoy i eksperimentalnoy meditsiny* (Archive for Clinical and Experimental Medicine), 2000. V. 9, no 1. pp. 173–175.
12. Khodos Kh.G. *Nervnye bolezni* (Nervous Diseases). Moscow, 1965. 677 p.
13. *Biokhimiya kostnoy tkani, tkaney zuba* (Biochemistry of bone, tooth) Available at: [http://bone-surgery.ru/view/biohimiya\\_kostnoj\\_tkani\\_tkanej\\_zuba](http://bone-surgery.ru/view/biohimiya_kostnoj_tkani_tkanej_zuba) (accessed 6 September 2012).
14. Krinsky N.L. Membrane antioxidants // *Ann. NY. Acad. Sci.* 1988. Vol. 551. pp. 17–33.
15. Malamud D., Rodrigues-Chavez I. Saliva as a Diagnostic Fluid // *Dent Clin North Am.* – 2011. Vol. 55. no. 1. pp. 159–178.

### References

1. Baevskiy R.M. Ivanov G.G. *Ultrazvukovaya i funktsionalnaya diagnostika* (Ultrasound and Functional Diagnostics), 2001, no. 3, pp. 108–127.
2. Butukhanov V.V. *Razvitie nervnoy, serdechno-sosudistoy, myshechnoy sistem v ontogeneze, sposob optimizatsii ikh korrektsii i zavisimost serdechno-sosudistoy, myshechnoy sistem ot plastichnosti tsentralnoy nervnoy sistemy u patsientov so scolioticheskoy boleznyu I-II stepeni* (The development of the nervous, cardiovascular and muscular systems in ontogeny, a way to optimize their correction and the dependence of the cardiovascular, muscular systems of the plasticity of the central nervous system in patients with scoliosis I–II degree). Monografiya, Irkutsk, 2010.
3. Vetrile S.T., Kisel A.A., Kuleshov A.A. *Khirurgiya pozvonochnica* (Spinal Surgery), 2004, no. 2, pp. 40–44.
4. Volkov M.V., Dedova V.D. *Detskaya ortopediya* (Pediatric Orthopedics). Moscow, 1972. 240 p.
5. Galleev A.R. Igisheva L.N. Kazin E.M. *Vestnic Kharsrogo natsionalnogo universiteta* (Kazan Herald Nazis), 2002, no. 545, pp. 35–40.
6. Kamyshnikov V.S. *Spravochnik po kliniko-biokhimicheskoy diagnostike* (Handbook of clinical and biochemical laboratory diagnostics). Minsk: Belarus, 2000.

### Рецензенты:

Буриков А.А., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой общей биологии, ФАГОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону;

Черноситов А.В., д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник, ФГУ «Ростовский НИИ акушерства и педиатрии МЗ РФ», г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 15.02.2013.