

УДК 612.13:616.248-053.5

ПОКАЗАТЕЛИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДЕТЕЙ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ В ПЕРИОД ОБОСТРЕНИЯ И РЕМИССИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Семерник О.Е.

*Ростовский государственный медицинский университет,
Ростов-на-Дону, e-mail: semernick@mail.ru*

Представлены результаты сравнительного анализа состояния вегетативной нервной системы у больных бронхиальной астмой в период обострения и ремиссии заболевания. В рамках исследования обследован 121 пациент (81 – в период обострения заболевания и 40 – в период ремиссии). По данным спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей обеих групп отмечалось преобладание в спектрограмме медленных волн II порядка, свидетельствующих о повышении гуморально-метаболических влияний. Причем у детей в период ремиссии заболевания средние значения спектральной мощности VLF-волн составили $2700,275 \pm 248,35 \text{ мс}^2$. Коэффициент вагосимпатического баланса (LF/HF) у 33,3% обследованных, испытывающих приступ удушья, и у 42,5% пациентов в период ремиссии заболевания превышал 2,0, что свидетельствует об активации симпатического отдела вегетативной нервной системы. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с бронхиальной астмой являются ранними маркерами патологической вегетативной регуляции.

Ключевые слова: бронхиальная астма, дети, спектральный анализ кардиоинтервалограмм, вегетативная нервная система

SPECTRAL INDICATORS HEART RATE VARIABILITY IN CHILDREN WITH ASTHMA DURING EXACERBATION AND REMISSION

Semernik O.E.

Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, e-mail: semernick@mail.ru

The results of the comparative analysis of autonomic nervous system condition in patients asthma during the period of both aggravation and remission of the disease are presented. The 121 patients are examined in the study (81 during the period of an exacerbation of a disease and 40 during the remission). According to the spectral analysis of heart rate variability in children of both groups the predominance of slow waves II order were noted in spectrogram, it testifying to increase of humoral-metabolic effects. The VLF waves made $2700,275 \pm 248,35 \text{ мс}^2$ values spectral power averaged in children during the period of remission of the disease. The vagosympathetic balance factor (LF/HF) in 33,3% of patients experiencing an attack of asthma and in 42,5% of patients during the remission of the disease is greater than 2,0, it indicating activation of sympathetic nervous system. Analyzing the data one can say that the findings of the spectral analysis of heart rate variability in children with asthma are early markers of abnormal autonomic regulation.

Keywords: asthma, children, spectral analysis cardiointervalograms, autonomic nervous system

Бронхиальная астма (БА) является чрезвычайно актуальной проблемой педиатрии. Эпидемиологические исследования последних лет выявили высокую распространенность заболевания среди детского населения, которая варьируется от 5 до 10%. При этом отмечается выраженная тенденция к ежегодному увеличению её частоты и тяжести течения [2]. Анализ литературных данных свидетельствует о несомненной роли центрального и периферического отделов вегетативной нервной системы (ВНС) не только в патогенезе развития бронхиальной обструкции, но и в обеспечении процессов адаптации дыхательной и сердечно-сосудистой систем при БА [1]. Нарушения вегетативной регуляции при этом касаются как адренергического, так и холинергического звеньев, а поддержание вегетативного равновесия в ходе развития патологического процесса позволяет сохранить достигнутый уровень компенсации, обеспечить

адекватный периферический кровоток и нормальный бронхиальный тонус [4].

В настоящее время разработан ряд методов исследования состояния ВНС у детей (определение исходного вегетативного тонуса с помощью опросников Вейна, расчет индекса Кердо, метод вариационной пульсометрии Р.М. Баевского, временной и статистической анализы кардиоинтервалограммы), однако наиболее объективным и информативным является спектральный анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР). Ритм сердечных сокращений является доступным для регистрации физиологическим параметром, отражающим процессы вегетативной регуляции в сердечно-сосудистой системе и организме в целом. Анализ ВСР – это современный метод исследования и оценки состояния регуляторных систем организма, в частности, функционального состояния различных отделов ВНС. А спектральные характеристики сердечного ритма

позволяют выявить предпосылки возникновения и эволюции болезней, которые как в норме, так и при развитии патологического процесса обеспечиваются морфофункциональной иерархией центральных и периферических структурных компонентов нервной системы.

Для изучения патогенетических механизмов развития и прогноза течения болезни несомненно важна оценка вегетативных взаимодействий у больных БА.

Целью нашего исследования явилось изучение особенностей вегетативного статуса у детей, страдающих БА, в период обострения и ремиссии заболевания.

Материалы и методы исследования

В рамках настоящего исследования был обследован 121 ребенок с установленным диагнозом БА. Средний возраст больных составил $12,2 \pm 3,5$ лет. Среди пациентов преобладали мальчики – 94 человека (77,7%), девочек было 27 (22,3%). Обследование детей проводилось в период обострения ($n = 81$) и ремиссии ($n = 40$) заболевания.

Изучение особенностей вегетативного гомеостаза у детей с БА осуществляли методом спектрального анализа кардиоинтервалограммы с использованием кардиоанализатора «АНКАР-131» (Медиком МТД, г. Таганрог).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью набора прикладных программ «Microsoft Office 2000 Pro» for Windows OSR 2 на ЭВМ PC Intel Pentium-166 (Microsoft Office 97 Professional, 1997), для статистического анализа применялась компьютерная программа «STATISTICA 6.0». Анализ включал в себя определение средних арифметических величин, коэффициентов корреляции. Достоверность различий между группами по среднеарифметическим величинам, а также достоверность коэффициента корреляции определялась по *t*-критерию Стьюдента. Достоверным считался результат при $t > 2$, при котором $p < 0,05$ [3].

Результаты исследования и их обсуждения

Методом спектрального анализа кардиоинтервалограмм исследовано состояние вегетативного гомеостаза у детей, страдающих БА, в период обострения и ремиссии заболевания. Кардиоинтервалография (КИГ) является неинвазивным методом оценки ВСР, позволяющим в течение пяти минут определить уровень функционирования синусового узла и систем регуляции организма в целом.

По данным проведенного нами обследования у 71 ребенка (87,65%) с обострением БА в спектрограмме преобладают недыхательные (медленные) волны, отражающие активность гуморального и нервного каналов центральной регуляции сердечного ритма. Причем более чем у половины пациентов (58,02%) отмечаются преимущественные колебания ВСР в диапазоне очень

низкочастотного компонента (VLF%), что характеризует гиперадаптивную реакцию детского организма, развивающуюся в ответ на бронхиальную обструкцию.

Индивидуальный анализ спектральной мощности дыхательных волн (HF) выявил преобладающее влияние у 40 обследованных (49,38%) парасимпатического кардиоингибиторного центра продолговатого мозга. Причем значения мощности волн высокой частоты более 4500 мс² отмечены у трети обследованных, что отличается от средних значений у здоровых детей. Мощность волн низкой частоты, определяющих активность вазомоторного центра, у 35 (43,21%) пациентов была менее 754 мс², что свидетельствует о развитии стрессорной реакции у ребенка, формирующейся в ходе патологического процесса.

Необходимо отметить, что у 36 пациентов (44,44%) по данным КИГ спектральная мощность медленных волн II порядка превышала 1200 мс² (рис. 1).

Увеличение амплитуды VLF-волн в структуре сердечного ритма свидетельствует о повышении активности гуморального звена и напряженности регуляторных механизмов при обеспечении функционирования организма. Причем отмечена тенденция к возрастанию процентного содержания медленных волн II порядка при увеличении степени тяжести приступа БА. Это подтверждает, что процесс регуляции витальных функций при повышении нагрузки на организм ребенка осуществляется при участии неспецифических механизмов путем активации симпатического отдела ВНС и нейрогуморального звена регуляции. Несмотря на то, что средние показатели процентного содержания высокочастотных волн у детей с различной степенью тяжести приступа превышают нормальные значения (легкий приступ – $28,67 \pm 14,92\%$, среднетяжелый – $33,10 \pm 20,28\%$ и тяжелый – $25,49 \pm 18,46\%$), свидетельствуя тем самым о влиянии парасимпатического отдела ВНС, ответственного за торможение активности автономного контура регуляции, у более чем 40% обследованных в спектрограмме преобладали медленные волны II порядка, характеризующие активацию неадреналин-нхолинэргической системы. Этим подтверждается сопряженность реагирования различных звеньев адаптации организма ребенка к стрессорным воздействиям.

Выявлена достоверная корреляционная зависимость между степенью тяжести приступа БА и коэффициентом вагосимпатического баланса ($r = 0,48$). Следовательно, чем тяжелее состояние больного, тем менее

выражено влияние парасимпатического отдела ВНС, о чем свидетельствуют значения отношения мощности волн низкой частоты к мощности волн высокой частоты. Это объяснимо с точки зрения патофизиологии бронхообструктивного синдрома, возникающего при БА: бронхоспазм, развивающийся в процессе заболевания, приводит к увеличению остаточного объема легких и, следовательно, к их растяжению, что рефлекторно ослабляет тоническое возбуждение преганглионарных вагусных нейронов. Одновременно такое же действие

на эти нейроны оказывает дыхательный центр, приводя к усилению влияния симпатического и нейрогуморального звеньев регуляции. В результате этих воздействий активность парасимпатического отдела ВНС снижается, что демонстрирует уменьшение спектральной мощности дыхательных волн. Подтверждением данному факту является обратная корреляционная зависимость между показателями пиковой скорости выдоха (ПСВ) ребенка и значениями коэффициента вагосимпатического баланса ($r = -0,22$) (рис. 2).

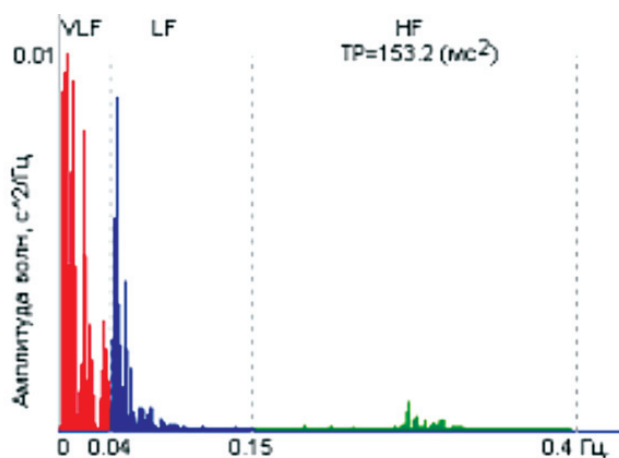


Рис. 1. Спектрограмма пациента Л., 12 лет, страдающего БА, с преобладанием в КИГ гуморально-метаболических влияний

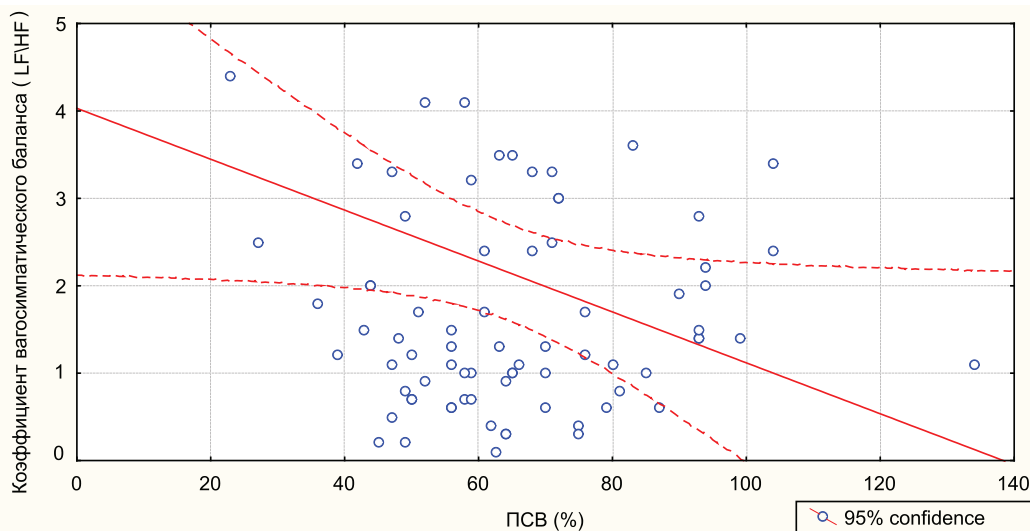


Рис. 2. Корреляционная зависимость между показателями ПСВ и значениями коэффициента вагосимпатического баланса

Об увеличении симпатического звена регуляции также свидетельствует возрастание количества пациентов имеющих превышение относительного значения мощности

волн высокой частоты более 58,8 нормализованных единиц (36 человек, 44,44%), тогда как HFnorm менее 40 норм. ед. имели лишь 17 пациентов (20,99%). Это под-

тверждает факт активации у конкретного ребенка защитных механизмов при развитии бронхообструктивного синдрома.

В табл. 2 представлены показатели спектрального анализа ВСП у детей с БА в периоде обострения и ремиссии заболевания.

Таблица 2

Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с БА в период обострения и ремиссии заболевания, (M ± m)

Показатели	Период обострения БА (n = 81)	Период ремиссии БА (n = 40)	p
HF, мс ²	3517,630 ± 982,45	2088,600 ± 190,30	p > 0,05
LF, мс ²	2232,037 ± 327,13	2972,875 ± 225,664	p > 0,05
VLF, мс ²	1766,654 ± 221,70	2700,275 ± 248,353	p < 0,05
Общая спектральная мощность, мс ²	9453,649 ± 235,29	7586,925 ± 587,42	p > 0,05
%HF, %	28,973 ± 18,46	26,013 ± 12,40	p > 0,05
%LF, %	35,180 ± 11,25	40,723 ± 11,28	p < 0,05
%VLF, %	35,843 ± 16,91	33,263 ± 10,95	p > 0,05
LF/HF	2,163 ± 2,54	2,105 ± 1,46	p > 0,05
Hfnorm, %	42,228 ± 18,82	38,618 ± 15,43	p > 0,05
Lfnorm, %	57,772 ± 18,82	61,585 ± 15,34	p > 0,05

Количественное значение спектральной мощности медленных волн II порядка у пациентов вне обострения заболевания имеет достоверные отличия от показателей детей, испытывающих приступ удушья, и значительно превышает норму более чем у половины обследованных (среднее значение VLF = 2700,275 ± 2483,53 мс²), что свидетельствует о повышенной активности центральных эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма. Также необходимо отметить, что у 23 (57,5%) пациентов в спектрограмме выявлено высокое процентное содержание медленных волн II порядка, обусловленное влиянием надсегментарного уровня регуляции. Показано, что VLF-волны отражают центральное влияние на нижележащие уровни и позволяют судить о функциональном состоянии организма человека. Целенаправленные исследования А.Н. Флейшмана [5] продемонстрировали важное значение анализа ВСП в VLF-диапазоне. В его исследованиях показано, что мощность VLF-колебаний ВСП является чувствительным индикатором управления метаболическими процессами и хорошо отражает энергодефицитное состояние организма. Мобилизация энергетических и метаболических резервов при функциональных воздействиях может отражаться изменениями мощности спектра в VLF-диапазоне. Высокий по сравнению с нормой уровень VLF-волн у обследованных нами больных можно трактовать как гипер-адаптивное состояние, формирующееся на фоне хронической патологии.

Установлено, что показатели мощности вазомоторных волн (низкочастотной состав-

ляющей спектра) не соответствуют нормативным показателям лишь у 5 пациентов (12,5%) в периоде ремиссии заболевания, тогда как в периоде обострения БА более 35 детей (43,28%) имели значения LF менее 754 мс². Полученные данные подтверждают наличие нарушений вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы, возникающие при развитии бронхоспазма, и могут являться ранним маркером срыва адаптационных резервов организма ребенка, формирующихся в период обострения БА.

Изучение показателей высокочастотной составляющей спектра выявило значительное преобладание HF-волн (показатели мощности волн высокой частоты более 1178 мс²) у 25 (62,5%) больных. Причем анализ процентного распределения значений дыхательных волн указывает на усиление автономного контура регуляции у половины обследованных, тогда как снижение HF менее 10% выявлено лишь у двух пациентов (5,0%), а нормальные показатели – у 45,0% обследованных детей в период ремиссии заболевания. Необходимо отметить, что высокие значения HF-волн (более 2000 мс²) были отмечены у 40,0% пациентов с продолжительностью заболевания более 7 лет, что свидетельствует о повышенной их тренированности, формирующейся на фоне рецидивирующих приступов бронхообструкции.

Значения коэффициента вагосимпатического баланса у детей в период ремиссии заболевания не имели статистически значимых отличий от пациентов в приступном периоде. В то же время следует отметить, что у 17 (42,5%) обследованных, не испытывающих приступ удушья, значения

LF/HF были более 2,0, что свидетельствует об активации у них симпатического отдела ВНС. Эти показатели коррелируют с величиной индекса дыхательных волн ($r = -0,90$) (рис. 3). Более половины детей в периоде ремиссии заболевания имеют значения относительной мощности волн высокой частоты менее 40%. Полученные результаты показали, что у больных БА отмечается снижение вегетативной модуляции сердечного ритма на фоне симпатикотонии. Примечательно, что у детей с нормальной бронхиальной

проходимостью обнаруживается и достоверное снижение показателей ВСР, характеризующих дизрегуляцию пейсмекерной активности синоатриального узла, которая может развиваться у ребенка с БА, указывая на раннее вовлечение сердца в патологический процесс. Выявленные изменения даже при отсутствии симптомов бронхиальной обструкции говорят о сохраняющейся напряженности регуляторных систем в организме ребенка, находящегося в состоянии хронического стресса, вызванного заболеванием.

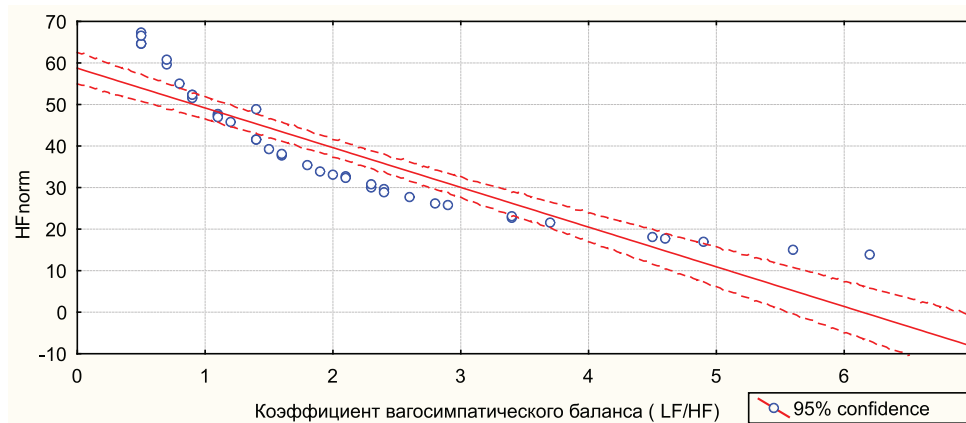


Рис. 3. Корреляционная зависимость между индексом дыхательных волн (HFnorm) и коэффициентом вагосимпатического баланса (LF/HF)

Заключение

Анализ показателей ВСР у детей с БА в период обострения заболевания выявил выраженный дисбаланс ВНС в виде активации нейрогуморального и симпатического отделов регуляции и подавления парасимпатических влияний. В период ремиссии БА отмечается снижение общей вариабельности сердечного ритма, а также преобладание в спектрограмме медленных волн II порядка, обусловленных угнетением быстрого симпато-парасимпатического и повышением гуморально-метаболического влияний. Это подтверждает важное значение нарушений вегетативной регуляции в патогенезе БА и формировании нарушений функционирования сердечно-сосудистой системы. Выявляемые с помощью спектральной КИГ регуляторные взаимодействия при БА позволяют индивидуализировать тактику лечения пациентов и профилактировать у них кардиогемодинамические нарушения.

Список литературы

1. Лебеденко А.А., Тараканова Т.Д. Особенности вегетативного статуса у детей с бронхиальной астмой // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 11. – С. 57–59.
2. Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика». – М., 2012. – 10 с.
3. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: Медиа Сфера. – 2003. – 312 с.
4. Сависько А.А., Лебеденко А.А., Тараканова Т.Д. Функциональное состояние миокарда и характер изменений

вегетативной регуляции у подростков с бронхиальной астмой // *Валеология*. – 2011. – № 1. – С. 54–58.

5. Флейшман А.Н. Медленные колебания кардиоритма и феномены нелинейной динамики: классификация фазовых портретов, показателей энергетики, спектрального и детрентного анализов // *Материалы 3-го Всероссийского симпозиума 2001 г.* – Новокузнецк, 2001. – С. 49–61.

References

1. Lebedenko A.A., Tarakanova T.D. Osobennosti vegetativnogo statusa u detej s bronhial'noj astmoj // *Fundamental'nye issledovanija*. 2011. no. 11. pp. 57–59.
2. Nacional'naja programma «Bronhial'naja astma u detej. Strategija lechenija i profilaktika». M., 2012. 10 p.
3. Rebrova O.Ju. Statisticheskij analiz medicinskih danyh. Primenenie paketa prikladnyh programm STATISTICA. M.: Media Sfera. 2003. 312 p.
4. Savis'ko A.A., Lebedenko A.A., Tarakanova T.D. Funkcional'noe sostojanie miokarda i harakter izmenenij vegetativnoj reguljicii u podrostkov s bronhial'noj astmoj // *Valeologija*. 2011. no. 1. pp. 54–58.
5. Flejshman A.N. Medlennye kolebanija kardioritma i fenomeny nelinejnoj dinamiki: klassifikacija fazovyh portretov, pokazatelej energetiki, spektral'nogo i detrentnogo analizov // *Materialy 3-go Vserossijskogo simpoziuma 2001g.* Novokuzneck. 2001. pp. 49–61.

Рецензенты:

Тараканов А.В., д.м.н., профессор, зав. кафедрой скорой и неотложной помощи ФПК и ИПС Ростовского государственного медицинского университета, г. Ростов-на-Дону;

Соколов О.Ю., д.м.н., доцент кафедры фармакологии и клинической фармакологии Ростовского государственного медицинского университета, г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 23.01.2013.