

УДК 796.01:612(045)

*Н.И. Шлык, Э.И. Зуфарова*

## **НОРМАТИВЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ИССЛЕДУЕМЫХ 16-21 ГОДА С РАЗНЫМИ ПРЕОБЛАДАЮЩИМИ ТИПАМИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ**

Представлен новый подход к оценке типов вегетативной регуляции по данным анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). Впервые разработаны нормативы показателей ВСР для разных типов вегетативной регуляции у исследуемых 16-21 года.

*Ключевые слова:* вариабельность сердечного ритма, преобладающий тип вегетативной регуляции, возраст 16-21 год, нормативы показателей ВСР.

Интерес к исследованиям регуляции системы кровообращения во всем мире достаточно велик, поскольку вегетативные дисфункции лежат в основе возникновения многих заболеваний. Ранее проведенные нами многолетние исследования индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у одних и тех же детей в возрасте от 2 до 15 лет показали, что процессы созревания регуляторных систем у детей одного возраста происходят неодинаково: у одних преобладают центральные механизмы регуляции сердечного ритма (центральный тип регуляции), а у других автономные (автономный тип регуляции) [1-7]. Для исследования и оценки преобладающих типов вегетативной регуляции используется метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) – современный, общепринятый индикатор функционального состояния различных звеньев регуляторного механизма, который начал развиваться в космической медицине и в настоящее время получил широкое распространение во всем мире [8; 9].

Характерной особенностью этого метода является его неспецифичность по отношению к нозологическим формам патологии и высокая чувствительность к самым разнообразным внутренним и внешним воздействиям. Метод основан на распознавании и измерении временных интервалов между R-R-интервалами электрокардиограммы, построении динамических рядов кардиоинтервалограммы и последующем анализе полученных числовых рядов различными математическими методами. Здесь простота регистрации кардиоинтервалограммы сочетается с возможностью извлечения из получаемых данных обширной и разнообразной информации о нейрогуморальной регуляции физиологических функций и адаптационных реакциях целостного организма [9; 10].

В то же время большинство российских исследователей в своих работах не учитывают огромный вклад отечественных ученых и пользуются стандартами измерений и «физиологической интерпретацией показателей ВСР», предложенными в 1996 г. Европейским и Североамериканским кардиологическими обществами [10]. Как показывает анализ большинства публикаций в Российских научных журналах, материалов многих конференций, симпозиумов и конгрессов, исследования отечественных ученых в области анализа ВСР не только не отстают от западных, но и во многих разделах опережают их. Отличие подходов отечественных ученых состоит в том, что анализ ВСР рассматривается ими как метод оценки переменных во времени интегральных характеристик функциональных систем, регулирующих работу сердца и других параметров кровообращения, индикатора адаптационно-приспособительных процессов не только по отношению к сердечно-сосудистой системе, но и к организму в целом [2; 9; 11-13].

Наиболее простая двухконтурная модель регуляции сердечного ритма, разработанная Р.М. Бавским (1979 г.), основывается на схеме, представляющей собой два уровня: центральный и автономный, с прямой и обратной связью.

Считается, что автономный контур регуляции отвечает за дыхательную цикличность сердечного ритма, а центральный – за недыхательную. Рабочими структурами автономного контура (или контура парасимпатической регуляции) являются синусовый узел, блуждающий нерв и его ядра в продолговатом мозге.

Центральный контур регуляции синусового ритма включает в себя многочисленные звенья подкорковых центров продолговатого мозга до гипоталамо-гипофизарного уровня и коры головного мозга. Он осуществляет симпатoadреналовую регуляцию ритма сердца и характеризуется медленноволновой составляющей спектра ВСР. Прямая связь между центральным и автономным контурами осуществля-

ется через нервные и гуморальные связи. Обратная связь осуществляется афферентной импульсацией с барорецепторов сердца и сосудов, хеморецепторов, рецепторов различных органов и тканей.

Используя представления о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, нами выделено четыре типа вегетативной регуляции: два с преобладанием центрального контура управления (с умеренным (I тип) и выраженным (II тип) преобладанием) и два с преобладанием автономного контура управления (с умеренным (III тип) и выраженным (IV тип) преобладанием) [2]. Взяв за основу предложенной нами классификации не отделы вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический), а центральный и автономный контуры вегетативного управления физиологическими функциями, тем самым мы подчеркиваем участие в процессах вегетативной регуляции многих звеньев единого регуляторного механизма. Это, по существу, системный подход к рассмотрению сложнейшего механизма регуляции физиологических функций, о котором можно судить по данным анализа ВСР. Выделение в качестве оптимального типа вегетативной регуляции умеренного преобладания автономной регуляции (III тип) подтверждает известное положение о том, что именно управляемая саморегуляция позволяет достигнуть оптимума без перенапряжения системы управления. Включение в процесс управления центрального контура дестабилизирует управляемую систему (организм), особенно когда выражена высокая активность центрального контура, который полностью подавляет процессы саморегуляции [2; 9].

На основании многолетних исследований ВСР было установлено, что для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы организм детей с центральным типом регуляции затрачивает постоянно больше усилий, нежели у детей с автономным типом регуляции.

У детей с центральным типом регуляции существенно ниже функциональные и адаптационные возможности организма и имеются различные дизрегуляторные проявления, особенно при выраженной централизации (II тип). Установленный тип регуляции у каждого индивидуума сохраняется (в определенном для каждого типа диапазоне показателей ВСР) и изменяется лишь при различных неблагоприятных воздействиях на организм (стресс, физические и умственные перегрузки, техногенные влияния, болезни).

Сохранение типа регуляции дает основание предположить наличие генетической детерминированности типов регуляции сердечного ритма. Известно, что генетически обусловленные качества организма в детском возрасте тесно взаимодействуют с приобретенными в процессе жизни. Речь идет о долгосрочном прогнозировании развития организма и управлении динамическим здоровьем у индивидуумов с разными типами вегетативной регуляции. Поэтому важно посмотреть на вегетативное обеспечение системы кровообращения и как на генетический фактор риска развития патологии сердечно-сосудистой системы у детей с центральным типом регуляции сердечного ритма [1; 2].

Для детей с IV типом регуляции характерна выраженная variability сердечного ритма, которая определяется существенным преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритм и резко сниженной активностью симпатических центров сосудистой регуляции, что указывает на несовершенство центральной регуляции и вегетативные дисфункции.

При этом типе регуляции следует различать физиологический и патологический характер. Разброс значений  $MxDMn$  за пределами 530 мс объясняется не только выраженным включением автономной регуляции, но и смещением водителя ритма или развитием СА-блокады I степени.

Доказано, что выявление типологических особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма указывают на то, что функциональные и адаптационные возможности организма индивидуальны и реализуются у детей с различным включением регуляторных систем, что позволяет прогнозировать эти возможности и управлять динамическим уровнем здоровья [1-4].

Полученные нами данные подтверждают чрезвычайно высокую чувствительность регуляторных систем, которая отражается на показателях ВСР. Нами установлено, что усреднение показателей ВСР у исследуемых с разными преобладающими типами вегетативной регуляции ведет к ложной интерпретации полученных данных ВСР и, как следствие, к искажению трактовки изучаемых процессов в организме, а значит и к дискредитации этого метода.

Многолетние исследования и анализ ВСР у детей возрастных групп от 7 до 15 лет позволили нам составить нормативы показателей ВСР для разных типов вегетативной регуляции. Для каждого типа регуляции установлен определенный диапазон показателей ВСР [1; 4].

Целью данной работы явилось исследование и анализ ВСР в возрастных группах от 16 до 21 года и на этой основе разработка нормативов показателей ВСР для каждого типа вегетативной регуляции.

## Материалы и методы исследований

При проведении исследований ВСП регистрация ЭКГ-сигнала осуществлялась в положении лежа во II стандартном отведении в течение 5 минут с использованием комплекса «Варикард 2.51» и программы «Иским-6». При анализе variability сердечного ритма (ВСП) учитывались рекомендации Европейского кардиологического и Североамериканского электрофизиологических обществ (1996) и группы Российских экспертов (2002). Нами анализировались временные (R-R, MxDMn, RMSSD, pNN50, SDNN, AMo50, SI) и спектральные (TP, HF, LF, VLF, ULF) показатели ВСП. Преобладающий тип вегетативной регуляции определялся по данным анализа ВСП согласно предложенной нами классификации [2], в которой для экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции за основу берутся количественные критерии ВСП SI и VLF. Умеренному преобладанию центральной регуляции соответствуют значения  $SI > 100$  усл. ед.,  $VLF > 240$  мс<sup>2</sup>. Для выраженного преобладания центральной регуляции -  $SI > 100$  усл. ед.,  $VLF < 240$  мс<sup>2</sup>; умеренному преобладанию автономной регуляции соответствует значения  $SI > 30$  и  $< 100$  усл. ед.,  $VLF > 240$  мс<sup>2</sup>; выраженному преобладанию автономной регуляции -  $SI < 30$  усл. ед.,  $VLF > 240$  мс<sup>2</sup>,  $TP > 8000$  мс<sup>2</sup>.

При этом необходимо учитывать, что резкое увеличение суммарной мощности спектра TP (более 20 000 мс<sup>2</sup>) и резкое снижение SI (меньше 10 усл. ед.) свидетельствуют о нарушении работы синусового узла сердца.

Исследования и анализ ВСП проводились у 508 человек в возрасте от 16 до 21 года. При проведении исследований соблюдались биоэтические нормы.

Статистическая обработка результатов исследования ВСП при разных типах регуляции проводилась с использованием t-критерия Стьюдента. Достоверными считались различия при уровне значимости не ниже 95 % ( $P < 0,05$ ).

## Результаты и их обсуждение

Результаты анализа ВСП у исследуемых от 16 до 21 года в зависимости от индивидуально-типологических особенностей представлены в табл. 1 и на рис.1. Сравнительный анализ временных (MxDMn, RMSSD, SI) и спектральных (TP, HF, LF, VLF, ULF) показателей ВСП у исследуемых с разными типами вегетативной регуляции в каждой возрастной группе выявил достоверные различия при  $P < 0,05$ .

Согласно представленным данным установлено, что у исследуемых с преобладанием центральной регуляции (I и II типы) не зависимо от возраста достоверно меньше разброс кардиоинтервалов (MxDMn), больше SI, меньше суммарная мощность спектра (TP) и меньше показатели волновой структуры спектра ВСП (HF, LF, VLF и ULF), чем у исследуемых с преобладанием автономной регуляции (III и IV типы). Эти данные указывают на избыточность симпатических влияний на сердце особенно у исследуемых со II типом вегетативной регуляции. Известно, что более низкая амплитуда вазомоторных (LF) и низкочастотных (VLF) волн в спектре ВСП у исследуемых II типа регуляции по сравнению с I типом указывают на существенное напряжение стволового сосудодвигательного центра и надсегментарных влияний. Установлено, что подобные состояния со стороны регуляторных систем у детей 7-15-летнего возраста приводят к снижению адаптационных и резервных возможностей организма, а у спортсменов – к развитию электрической нестабильности миокарда [1; 2].

По общему мнению, учеба в современной школе особенно в старших классах и вузе – это один из тех видов деятельности, при котором на организм падает огромная интеллектуальная и психоэмоциональная нагрузка, что неизбежно приводит к повышению напряженности регуляторных систем и снижению компенсаторно-приспособительных систем организма [11].

По разным данным, в состоянии умеренного и выраженного стресса, обусловленного учебной, находится 20-32 % учащихся. Гипертензивные состояния, характеризующиеся умеренной и выраженной активностью вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус, наблюдаются примерно у половины исследуемых [14].

Согласно данным наших исследований, представленным в табл. 2, выраженное преобладание центральной регуляции (II тип) особенно часто встречается у исследуемых 17, 18 и 19 лет.

Таблица 1

## Показатели ВСР у исследуемых 16-21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции

| Тип регуляции | Возраст |    | ЧСС,<br>уд/мин | MxDMn,<br>мс | SI, усл. ед. | TP, мс <sup>2</sup> | HF, мс <sup>2</sup> | LF, мс <sup>2</sup> | VLF, мс <sup>2</sup> | ULF, мс <sup>2</sup> | HF% | LF% | VLF% | ULF% |
|---------------|---------|----|----------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----|-----|------|------|
| I тип         | 16 лет  | M  | 80*            | 232*         | 151*         | 1975*               | 440*                | 605*                | 389*                 | 541                  | 24* | 30  | 20*  | 26*  |
|               |         | ±m | ±3             | ±17          | ±19          | ±223                | ±29                 | ±131                | ±54                  | ±134                 | ±2  | ±4  | ±2   | ±5   |
|               | 17 лет  | M  | 79             | 209*         | 170*         | 1921*               | 482*                | 550*                | 451                  | 437                  | 25  | 29  | 24*  | 23   |
|               |         | ±m | ±6             | ±11          | ±37          | ±210                | ±137                | ±76                 | ±58                  | ±93                  | ±6  | ±3  | ±2   | ±4   |
|               | 18 лет  | M  | 75             | 222*         | 146*         | 1583*               | 384*                | 583*                | 366*                 | 250*                 | 23* | 38  | 25*  | 14   |
|               |         | ±m | ±3             | ±12          | ±11          | ±151                | ±80                 | ±54                 | ±15                  | ±75                  | ±3  | ±2  | ±3   | ±3   |
|               | 19 лет  | M  | 81*            | 237*         | 142*         | 1556*               | 393*                | 489*                | 364*                 | 311*                 | 25* | 32  | 24*  | 19*  |
|               |         | ±m | ±2             | ±10          | ±11          | ±107                | ±55                 | ±55                 | ±36                  | ±61                  | ±3  | ±3  | ±3   | ±3   |
|               | 20 лет  | M  | 76*            | 208*         | 173*         | 1513*               | 336*                | 499*                | 353*                 | 324*                 | 22* | 32  | 25*  | 21   |
|               |         | ±m | ±3             | ±9           | ±14          | ±176                | ±61                 | ±85                 | ±29                  | ±68                  | ±3  | ±3  | ±2   | ±3   |
|               | 21 год  | M  | 79*            | 219*         | 155*         | 1948*               | 429*                | 638*                | 283*                 | 596                  | 22* | 33  | 15   | 31*  |
|               | ±m      | ±5 | ±4             | ±16          | ±17          | ±78                 | ±49                 | ±15                 | ±61                  | ±4                   | ±3  | ±1  | ±3   |      |
| II тип        | 16 лет  | M  | 82             | 185*         | 241*         | 1247*               | 454*                | 381*                | 187*                 | 224*                 | 38  | 28  | 17   | 18*  |
|               |         | ±m | ±6             | ±22          | ±45          | ±298                | ±90                 | ±156                | ±13                  | ±53                  | ±4  | ±5  | ±2   | ±1   |
|               | 17 лет  | M  | 86*            | 153*         | 430*         | 826*                | 295*                | 274*                | 109*                 | 149*                 | 25  | 34  | 19   | 23   |
|               |         | ±m | ±3             | ±13          | ±63          | ±179                | ±111                | ±58                 | ±15                  | ±28                  | ±5  | ±3  | ±3   | ±3   |
|               | 18 лет  | M  | 89*            | 162*         | 410*         | 819*                | 291*                | 257*                | 99*                  | 173*                 | 28* | 34  | 15   | 23*  |
|               |         | ±m | ±2             | ±11          | ±37          | ±92                 | ±53                 | ±30                 | ±8                   | ±27                  | ±3  | ±2  | ±1   | ±2   |
|               | 19 лет  | M  | 88*            | 161*         | 392*         | 818*                | 270*                | 298*                | 108*                 | 142*                 | 29* | 35  | 16*  | 20   |
|               |         | ±m | ±1             | ±7           | ±37          | ±74                 | ±36                 | ±36                 | ±8                   | ±18                  | ±2  | ±2  | ±1   | ±2   |
|               | 20 лет  | M  | 78*            | 184*         | 265*         | 1033*               | 375*                | 367*                | 119*                 | 173*                 | 33* | 34* | 14   | 18   |
|               |         | ±m | ±2             | ±7           | ±32          | ±81                 | ±43                 | ±42                 | ±7                   | ±19                  | ±2  | ±2  | ±1   | ±2   |
|               | 21 год  | M  | 75*            | 182*         | 219*         | 1154*               | 439*                | 365*                | 142*                 | 207*                 | 38  | 32  | 13   | 17   |
|               | ±m      | ±2 | ±8             | ±22          | ±100         | ±50                 | ±44                 | ±14                 | ±36                  | ±3                   | ±2  | ±1  | ±2   |      |

Окончание табл. 1

|         |        |     |      |      |        |        |       |       |       |      |     |     |    |    |
|---------|--------|-----|------|------|--------|--------|-------|-------|-------|------|-----|-----|----|----|
| III тип | 16 лет | M   | 71   | 323  | 63     | 3880   | 1615  | 1189  | 532   | 543  | 42  | 31  | 14 | 14 |
|         |        | ±m  | ±1   | ±7   | ±3     | ±207   | ±124  | ±87   | ±40   | ±67  | ±2  | ±2  | ±1 | ±1 |
|         | 17 лет | M   | 76   | 323  | 63     | 3769   | 1430  | 1053  | 499   | 787  | 35  | 30  | 15 | 19 |
|         |        | ±m  | ±3   | ±13  | ±5     | ±558   | ±395  | ±141  | ±70   | ±179 | ±5  | ±3  | ±3 | ±2 |
|         | 18 лет | M   | 69   | 380  | 51     | 4635   | 1918  | 1656  | 536   | 524  | 38  | 37  | 13 | 12 |
|         |        | ±m  | ±2   | ±20  | ±5     | ±471   | ±364  | ±164  | ±49   | ±86  | ±3  | ±3  | ±1 | ±2 |
|         | 19 лет | M   | 68   | 378  | 50     | 4355   | 1725  | 1488  | 498   | 644  | 37  | 34  | 13 | 16 |
|         |        | ±m  | ±1   | ±15  | ±3     | ±343   | ±267  | ±151  | ±36   | ±103 | ±3  | ±2  | ±1 | ±2 |
|         | 20 лет | M   | 61   | 359  | 48     | 4483   | 1956  | 1359  | 509   | 659  | 43  | 29  | 14 | 15 |
|         |        | ±m  | ±1   | ±10  | ±3     | ±324   | ±160  | ±169  | ±28   | ±99  | ±2  | ±2  | ±1 | ±1 |
| IV тип  | 21 год | M   | 61   | 363  | 48     | 4345   | 1907  | 1292  | 490   | 656  | 43  | 29  | 13 | 15 |
|         |        | ±m  | ±1   | ±14  | ±4     | ±332   | ±198  | ±174  | ±36   | ±112 | ±2  | ±2  | ±1 | ±2 |
|         | 16 лет | M   | 62*  | 537* | 18*    | 11030* | 6467* | 2750* | 884*  | 928  | 58* | 25  | 8* | 9  |
|         |        | ±m  | ±3   | ±35  | ±2     | ±1576  | ±1075 | ±446  | ±134  | ±207 | ±4  | ±2  | ±1 | ±2 |
|         | 17 лет | M   | 70   | 466* | 26*    | 8513*  | 5963* | 1173  | 512   | 866  | 72* | 13* | 6* | 9  |
|         |        | ±m  | ±6   | ±41  | ±2     | ±1317  | ±135  | ±483  | ±343  | ±626 | ±13 | ±4  | ±3 | ±6 |
|         | 18 лет | M   | 63*  | 527* | 21*    | 10934* | 6693* | 2315  | 729   | 1196 | 58* | 23* | 8* | 12 |
|         |        | ±m  | ±2   | ±30  | ±2     | ±1392  | ±1457 | ±386  | ±85   | ±334 | ±5  | ±4  | ±1 | ±3 |
|         | 19 лет | M   | 60*  | 554* | 19*    | 7508*  | 3311  | 2141* | 882*  | 1173 | 40  | 29  | 14 | 17 |
|         |        | ±m  | ±3   | ±21  | ±1     | ±971   | ±766  | ±241  | ±105  | ±251 | ±5  | ±2  | ±3 | ±3 |
| 20 лет  | M      | 56* | 551* | 17*  | 10333* | 3546*  | 3878* | 1441* | 1468* | 37   | 37* | 13  | 13 |    |
|         | ±m     | ±1  | ±19  | ±1   | ±955   | ±337   | ±526  | ±264  | ±351  | ±3   | ±3  | ±1  | ±2 |    |
| 21 год  | M      | 54* | 538* | 19*  | 10319* | 3542*  | 3143* | 1094* | 2541* | 40   | 31  | 10  | 18 |    |
|         | ±m     | ±1  | ±20  | ±1   | ±1231  | ±347   | ±395  | ±249  | ±855  | ±4   | ±3  | ±1  | ±4 |    |

\* – достоверные различия показателей относительно III группы при  $p < 0,05$ .

Таблица 2

**Распределение исследуемых по преобладающим типам вегетативной регуляции  
сердечного ритма (по данным анализа ВСР)**

| Возраст | I тип, % | II тип, % | III тип, % | IV тип, % | Всего (чел.) |
|---------|----------|-----------|------------|-----------|--------------|
| 16 лет  | 13,8     | 6,9       | 63,8       | 15,5      | 58           |
| 17 лет  | 15,6     | 46,9      | 34,4       | 3,1       | 32           |
| 18 лет  | 12,0     | 54,2      | 24,1       | 9,6       | 83           |
| 19 лет  | 12,3     | 50,0      | 29,2       | 8,5       | 106          |
| 20 лет  | 8,6      | 35,1      | 40,4       | 15,9      | 151          |
| 21 год  | 3,8      | 24,4      | 44,9       | 26,9      | 78           |
| Всего   | 10,2     | 37,2      | 38,4       | 14,2      | 508          |

Необходимо отметить, что избыточное включение симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) в состоянии покоя у исследуемых со II типом регуляции почему-то не корректируется со стороны парасимпатического отдела, призванного восстанавливать и сохранять гомеостаз, что, в свою очередь, является донозологической основой для развития дизадаптации. Гиперфункцию симпатического отдела ВНС ученые также объясняют гиповаготонизией, замедленным созреванием блуждающего нерва и многими другими причинами (стресс, перегрузки, техногенные факторы и т. п.). Считается, что вегетативная дисфункция и ее направленность часто наследуется, в связи с чем типологические особенности регуляции могут являться одной из причин вегето-сосудистой дистонии.

Данные анализа ВСР у исследуемых с III типом регуляции показывают, что умеренное преобладание дыхательных волн (HF) в структуре спектра ВСР согласуется с представлениями об адапционно-трофическом защитном действии блуждающих нервов на сердце. Подобное состояние ВСР можно принять за физиологическую норму состояния регуляторных систем, отражающих высокие адаптационные возможности организма. Предположение о наличии физиологической «нормы» ВСР у лиц с умеренным преобладанием автономной регуляции подтверждают данные анализа ВСР, полученные нами у спортсменов [2; 15; 16].

Наблюдаемое у исследуемых с IV типом регуляции существенное удлинение R-R кардиоинтервалов и увеличение значений Mx и MxDMn подтверждают выраженность парасимпатической регуляции на ритм сердца, по сравнению с III типом регуляции. Считается, что смещение водителя ритма не всегда обусловлено влияниями вегетативной нервной системы. Это явление отражает феномен ускользания функционирования СА-узла из-под нейрогуморального контроля. Поэтому регистрируемые во всех возрастных группах малый SI (<10 усл. ед.) и очень высокие значения TP (>18000 мс<sup>2</sup>) и HF% (>70%) на фоне нормокардии или брадикардии нужно трактовать как несовершенство или дисфункцию в состоянии регуляторных механизмов.

Кроме того, у исследуемых с избыточной парасимпатической активностью (IV тип) часто встречаемые аритмии могут быть связаны и с множеством других причин. На этот вопрос должны дать ответ кардиологи после тщательных клинических исследований. Наши исследования еще раз подтверждают, что простота и быстрота оценки результатов ВСР делают данный метод важным для оперативного контроля вероятности патологических состояний.

Многочисленные клинические наблюдения о роли дисфункции центральной и вегетативной нервной системы в возникновении аритмий подтверждены экспериментальными исследованиями, доказывающими, что раздражение гипоталамуса и ствола мозга может развивать различные аритмии [11]. Очагам хронической инфекции независимо от возраста также придается определенное значение в возникновении аритмий [14].

К другим факторам, провоцирующим вегетативные дисфункции, относят гиподинамию, чрезмерные физические нагрузки, неблагоприятные или резко меняющиеся техногенные влияния, аллергию и т. д. Показано, что эмоции, депрессии, фобии также сопровождаются выраженными сдвигами парасимпатического звена [8; 9].

Таким образом, выявленные нами типологические особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у исследуемых 16-21 года указывают, что функциональные возможности организма

индивидуальны и осуществляются у разных людей включением разных звеньев кардиорегуляторных систем. Эти данные согласуются с исследованиями ВСР, полученные нами у детей 7-15 лет [2].

Изменения показателей ВСР возрастных групп от 16 до 21 года у лиц с разными типами вегетативной регуляции лучше просматривается на рис.1. Согласно этому рисунку у исследуемых с умеренным преобладанием центральной регуляции (I тип) с увеличением возраста не наблюдается четкой закономерности в изменении показателей ВСР. У исследуемых со II типом наиболее выражено напряжение регуляторных систем в 17, 18 и 19 лет (больше ЧСС, больше SI, меньше значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF). У лиц с оптимальной регуляцией сердечного ритма (III тип) с увеличением возраста наблюдается снижение показателей ЧСС, SI, LF и увеличение значений MxDMn, TP, HF, VLF, ULF. При выраженном преобладании автономной регуляции (IV тип) после 19 лет отмечается снижение амплитуды дыхательных (HF) волн и увеличение амплитуды вазомоторных (LF), низкочастотных (VLF) и ультранизкочастотных(ULF) волн.

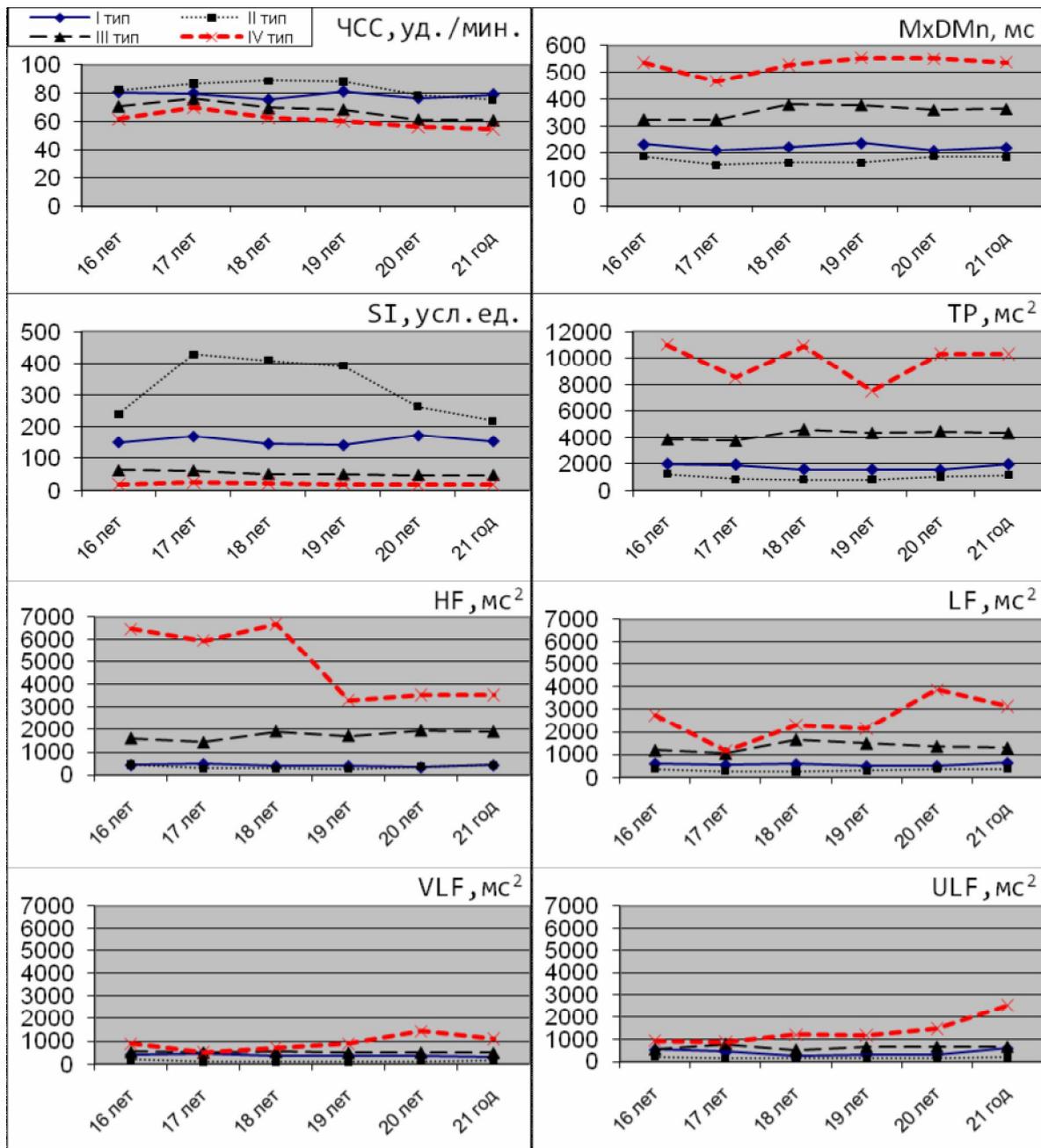


Рис. 1. Особенности ВСР у исследуемых 16-21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции

Эти данные позволяют сделать вывод о том, что у лиц с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма с увеличением возраста происходит увеличение variability сердечного ритма, в то время как при других типах вегетативной регуляции возрастные особенности ВСР не имеют четкой направленности в результате различных дисрегуляторных проявлений.

При анализе ВСР мы неоднократно отмечали, что одна и та же ЧСС у разных индивидуумов независимо от типа вегетативной регуляции может скрывать за собой разное состояние и степень напряжения кардиорегуляторных систем [2].

Таблица 3

### Анализ показателей ВСР у исследуемых с одинаковой частотой сердечных сокращений

| Исследуемый | Тип регуляции | ЧСС, уд./мин. | MxDMn, мс | SI, усл.ед. | TP, мс <sup>2</sup> | HF, мс <sup>2</sup> | LF, мс <sup>2</sup> | VLF, мс <sup>2</sup> | ULF, мс <sup>2</sup> | HF% | LF% | VLF% | ULF% |
|-------------|---------------|---------------|-----------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----|-----|------|------|
| Ч.О.        | I             | 64            | 218       | 125         | 1298                | 193                 | 342                 | 301                  | 461                  | 15  | 26  | 23   | 36   |
| П.Ю.        | II            | 64            | 192       | 166         | 1379                | 531                 | 272                 | 121                  | 456                  | 38  | 20  | 9    | 33   |
| С.А.        | III           | 64            | 358       | 44          | 2997                | 1023                | 774                 | 621                  | 578                  | 34  | 26  | 21   | 19   |
| Б.В.        | IV            | 64            | 549       | 19          | 10471               | 4275                | 3298                | 1172                 | 1726                 | 41  | 31  | 11   | 16   |

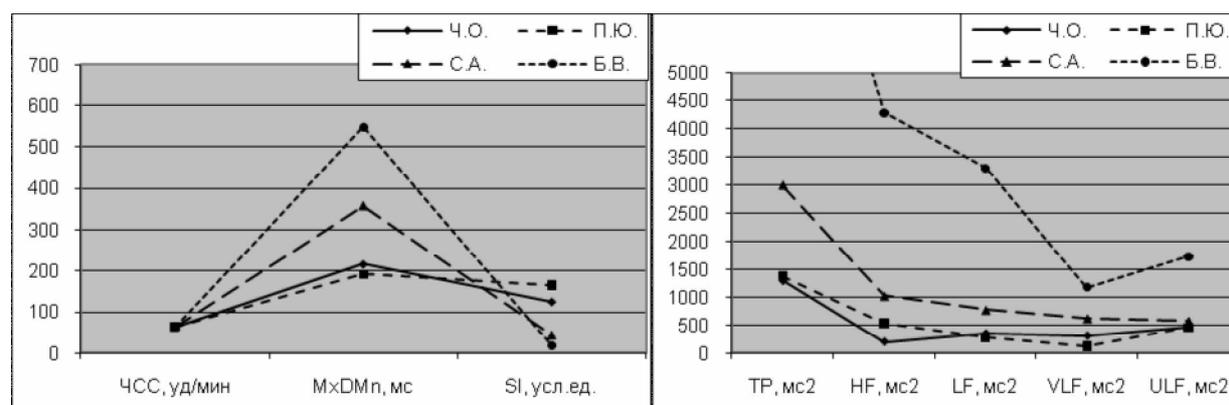


Рис. 2. Различия в показателях ВСР у исследуемых с одинаковой частотой сердечных сокращений

Согласно представленным данным анализа ВСР в табл. 3 и на рис. 2 показано, что при одинаковой ЧСС у четырех исследуемых включаются разные механизмы управления ритмом сердца.

Так, при одинаковой ЧСС наиболее оптимальное состояние регуляторных систем отмечается у исследуемого С.А., у других исследуемых эта же ЧСС определяется выраженным включением центрального (Ч.О., П.Ю.) или автономного (Б.В.) контуров регуляции. Эти данные подтверждают, что оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы только по частоте сердечных сокращений без учета уровня активности и взаимодействия регуляторных систем ведет к ложной интерпретации изучаемых физиологических процессов системы кровообращения.

Следовательно, оценить влияние на ритм сердца каждого из звеньев (центрального, автономного, гуморального) по данным анализа ВСР является важным, так как с помощью таких оценок можно получить новые научные данные о регуляции ритма сердца [2; 8; 10].

Об устойчивости типов вегетативной регуляции говорят результаты повторных исследований ВСР у одних и тех же исследуемых, представленных в табл. 4. Как следует из данных анализа ВСР, при повторных исследованиях преобладающие типы вегетативной регуляции сохраняются и изменяется лишь количественный диапазон колебаний показателей ВСР (в пределах установленной нормы показателей ВСР для каждого типа, представленной в табл. 1).

Особого внимания заслуживают результаты повторных исследований ВСР у лиц с выраженным преобладанием автономной (IV тип) и центральной (II тип) регуляцией сердечного ритма, которые свидетельствуют о хроническом стрессе (малые значения MxDMn, TP, VLF и большие значения SI) у исследуемого Г.С. (II тип) и устойчивом нарушении со стороны работы синусового узла (увеличен разброс кардиоинтервалов MxDMn, низкий SI, большая суммарная мощность спектра TP и HF, очень большое содержание дыхательных (HF %>80) волн у исследуемого Р.А. (IV тип). На основании полученных данных анализа ВСР у исследуемого Г.С. необходимо выявить причину выраженного устойчивого напряжения регуляторных систем, а исследуемый Р.А. должен пройти ЭХО кардиографическое исследование. Таким образом, выявление индивидуально-типологических особенностей ВСР имеет также и важное прогностическое значение.

Таблица 4

#### Результаты анализа ВСР при повторных исследованиях у лиц с разными типами регуляции

| Исследуемый | № исследования | Тип регуляции | ЧСС, уд./мин. | MxDMn, мс | SI, усл.ед. | TP, мс <sup>2</sup> | HF, мс <sup>2</sup> | LF, мс <sup>2</sup> | VLF, мс <sup>2</sup> | ULF, мс <sup>2</sup> | HF% | LF% | VLF% | ULF% |
|-------------|----------------|---------------|---------------|-----------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----|-----|------|------|
| Б.В.        | 1              | I             | 90            | 195       | 194         | 1419                | 242                 | 633                 | 361                  | 183                  | 17  | 45  | 25   | 13   |
|             | 2              | I             | 81            | 236       | 134         | 1854                | 516                 | 753                 | 404                  | 181                  | 28  | 41  | 22   | 10   |
| Г.С.        | 1              | II            | 84            | 130       | 366         | 442                 | 126                 | 210                 | 82                   | 25                   | 29  | 47  | 18   | 6    |
|             | 2              | II            | 75            | 147       | 307         | 640                 | 157                 | 255                 | 79                   | 149                  | 25  | 40  | 12   | 23   |
| А.С.        | 1              | III           | 51            | 417       | 26          | 7100                | 3060                | 2167                | 886                  | 987                  | 43  | 31  | 12   | 14   |
|             | 2              | III           | 52            | 429       | 29          | 5896                | 2497                | 1986                | 908                  | 505                  | 42  | 34  | 15   | 9    |
| Р.А.        | 1              | IV            | 64            | 690       | 13          | 17255               | 13972               | 2618                | 277                  | 388                  | 81  | 15  | 2    | 2    |
|             | 2              | IV            | 67            | 579       | 19          | 19358               | 15318               | 3317                | 508                  | 215                  | 79  | 17  | 3    | 1    |

Примечания: 1 – первое исследование; 2 – второе исследование (через день у Б.В., А.С., Р.А., через 5 месяцев у Г.С.).

#### Заключение

Таким образом, анализ ВСР у исследуемых от 16 до 21 года выявил наличие разного уровня (типов) функционирования регуляторных систем организма. Нами разработаны нормативы показателей variability сердечного ритма у исследуемых 16-21 года с учетом типа вегетативной регуляции. Согласно полученным данным каждый тип в определенной степени проявляется качественно однородными явлениями в состоянии вегетативной регуляции сердечного ритма. Поэтому представления о норме ВСР как среднестатистическом показателе без учета типа вегетативной регуляции должны подвергаться сомнению, так как ведут к ложной интерпретации изучаемых процессов.

Практическая значимость проведенных нами исследований ВСР в обосновании объективного контроля за функциональным состоянием организма заключается в следующем:

1. При анализе ВСР обязательно учитывать преобладающий тип вегетативной регуляции сердечного ритма.
2. Важно учитывать, что при одинаковой ЧСС независимо от типа вегетативной регуляции могут включаться разные кардиорегуляторные механизмы, поэтому исследования ВСР обязательны.
3. Исследуемых с выраженным преобладанием автономной или центральной регуляции сердечного ритма необходимо относить к «группе риска».

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ на проведение НИР ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет» по теме «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции у человека в онтогенезе и при занятиях спортом» № 4.8320.2013.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. Ижевск: Филиал изд-ва Нижегород. ун-та, 1991. 418 с.
2. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Удм. ун-т, 2009. 255 с.
3. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., Кириллова Т.Г., Семенов В.С. Типологические особенности функционального состояния регуляторных систем у школьников и юных спортсменов (по данным variability сердечного ритма) // Физиология человека. 2008. Т. 35, № 6. С. 1-9.
4. Сапожникова Е.Н., Шлык Н.И., Кириллова Т.Г., Шумихина И.И. Типологические особенности variability сердечного ритма у школьников 7-11 лет в покое и при занятиях спортом // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2012. Вып. 2. С. 79-88.
5. Schlyk N. Autonomic regulation of circulation and cardiac contractility in pre-school children: aging and individual features // XVIII European congress on noninvasive cardiovascular dynamics. Reggio Emilia, Itali, 1997.
6. Schlyk N.I., Berseneva A.P., Bersenev I.A. Heart rate variability in schoolboys // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular system dynamics society (August 27 – 30, 1998, Gent, Belgium). 1998. Vol. 15, N 2. P. 140.
7. Schlyk N.I., Sapoznikova E.N. The individual portrait of mechanisms of vegetative regulations in schoolchildren variability (according to the facts of heart rate) // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular system dynamics society (August 27 – 30, 1998, Gent, Belgium). 1998. Vol. 15, N 2. P. 141.
8. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 295 с.
9. Баевский Р.М., Берсенёва А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 235 с.
10. Variability of heart rate: standards of measurement, interpretation, clinical use: Report of the Working Group of the European Society of Cardiology and the North American Society of Cardiac Pacing and Electrophysiology // Вестн. аритмологии. 1999. № 11. С. 53-78.
11. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. М.: Горизонт, 1998. 267 с.
12. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Новосибирск: Наука, 1999. 264 с.
13. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Variability of heart rate. М.: СтарКо, 1998. 156 с.
14. Пономарев С.Б., Александров А.Б., Половникова А.А., Чубаров А.Л., Тененев В.А. Моделирование риска болезни адаптации в молодом возрасте: монография. Ижевск: Изд-во ИЖГТУ, 2007. 236 с.
15. Schlyk N., Zhuzhov A., Krasnoperova T. Individual peculiarities of the vegetative regulation mechanisms in skiers (according to mathematical analysis of the cardiac rhythm) // Overtraining and overreaching in sport: Physiological, Psychological and Biomedical Considerations. Memphis, 1996. P. 51.
16. Schlyk N.I., Sapoznikova E.N., Kirillova T.G. Type of Autonomic Regulation and Risk of Cardiac Event in Athletes (Based on the Results of Dynamic Study of Heart Rate Variability and Dispersed ESG Mapping) // International Multidisciplinary Journal. European Researcher. 2012. Vol. 24, № 6. P. 942-946.

Поступила в редакцию 28.10.13

*N.I. Shlyk, E.I. Zufarova*

**Qualifying standards of heart rate variability for 16-21 years old testees with different prevalent types of autonomic regulation of heart**

The article introduces a new approach to the evaluation of types of autonomic regulation of heart which are based on the analysis findings of heart rate variability. It was the first time when qualifying standards of heart rate variability for 16-21 years old testees with different types of autonomic regulation of heart were developed.

*Keywords:* heart rate variability, prevalent types of autonomic regulation of heart; age (16-21 years old), qualifying standards of heart rate variability.

Шлык Наталья Ивановна,  
доктор биологических наук, профессор  
Зуфарова Эльвира Ильдаровна, магистрант

ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»  
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1  
E-mail: medbio@uni.udm.ru

Shlyk N.I.,  
doctor of biology, professor  
Zufarova E.I., magister degree student

Udmurt State University  
426034, Russia, Izhevsk, Universitetskaya st., 1  
E-mail: medbio@uni.udm.ru