

Мартынова Дарья Владимировна, Студент,
Физико-технологический институт, РТУ МИРЭА
Москва

Научный руководитель:
Баландин Вячеслав Алексеевич
К.ф.-м.н., старший научный сотрудник, доцент кафедры
оптических и биотехнических систем и технологий,
Физико-технологический институт, РТУ МИРЭА
Москва

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Аннотация: Работа посвящена возрастным изменениям статистических параметров сердечного ритма в сравнении RR-интервалов здоровых добровольцев и пациентов с патологией – аритмией.

Ключевые слова: ЭКГ, RR – интервал (ы), амплитудно-временной анализ ЭКГ, Вариабельность сердечного ритма (BCP).

Вариабельность сердечного ритма (BCP), также известное как вариабельность ритма сердца (вариабельность длины цикла, синонимичные BCP, вариабельность RR, тахограмма RR интервалов)– физиологическое явление, проявляющееся в изменении интервала между началами двух соседних сердечных циклов.

Учитывая возможности новых цифровых, высокочастотных, многоканальных устройств для 24-часовой записи ЭКГ, измерение вариабельности сердечного ритма предоставляет новые возможности по определению физиологического и патофизиологического состояния и повышает возможность снижения рисков. С накоплением научных и клинических данных стало ясно, что многие болезни омолаживаются. Это и порождает необходимость изучения зависимости BCP от возраста. Так изучение старения сердца, его систем регуляции и механизмов, стало одним из самых актуальных вопросов современности.

Так как нет данных, где одному или нескольким здоровым людям на протяжении жизни определяли показатели BCP, приходится обращаться к методам статистики.

Методика исследования заключается в выборе пятиминутных записей RR-интервалов людей разных возрастных категорий (от 20 до 90 лет), здоровых добровольцев и пациентов с диагностированной аритмией. Для каждого пациента рассчитываются статистические параметры и далее результаты сгруппировываются по возрастным категориям (20-30 лет, 30-40 лет, 40-50 лет и т.д.). Рассчитывается среднее значение для каждого параметра в каждой возрастной категории и доверительный интервал. Полученные данные сравниваются между собой для выявления возрастной зависимости.

Исходными материалами для исследования являлись записи ЭКГ из открытого международного ресурса медицинских сигналов Physionet, в частности, базы MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database, MIT-BIH Arrhythmia Database, Normal Sinus Rhythm RR Interval Database; Fantasia Database.

Для определения зависимости между статистическими параметрами сердечного ритма и изменением возраста рассчитывались основные показатели статистического анализа. В



исследуемый промежуток времени статистические методы используются как количественная оценка ВСР. При их использовании кардиограммы рассматривается как общее целое последовательных временных промежутков (R–R интервалов). Рассчитывалось: Математическое ожидание ($M=X_{ср}$, RRNN,), Частота сердечных сокращений ЧСС, Мода (M_0), Амплитуда моды (AM_0), Среднее квадратическое отклонение (σ , СКО, SDNN, CLV, SDRR), Коэффициент асимметрии (As), Эксцесс (Ex , E), Вариационный размах (AX , BP), Вегетативный показатель ритма (ВПП), Коэффициент вариации (V), Индекс напряжения регуляторных систем (индекс Баевского, ИН), Индекс вегетативного равновесия (ИВР) [1].

Также проводится временной анализ. Метод отличается от статистического анализа не механизмом расчёта параметров, а наличием специфических показателей, которые используются только в случае анализа ВСР.

Возрастающее значений всех показателей временного анализа соответствует преобладающей роли ПНС. Убывающее значение говорит об усиленной роли СНС и вышестоящих центров регуляции сердечного ритма.

К временным показателям относятся математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение, а также: rMSSD (квадратный корень суммы разностей последовательных R–R интервалов), NN50 count, PNN50 [1].

Все рассчитанные параметры для выбранных испытуемых отражены в Таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Значения статистических параметров в зависимости от возрастной категории здоровых людей.

Параметр	Возрастные категории, года						
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90
M, с	0.84±0.12	0.76±0.08	0.73±0.11	0.71±0.09	0.79±0.06	0.79±0.10	1.03±0.28
σ , с	0.07±0.02	0.06±0.01	0.078±0.02	0.05±0.02	0.08±0.02	0.05±0.01	0.07±0.06
As	-0.17±0.62	0.00±0.45	0.12±0.24	0.05±0.32	-0.12±0.39	0.12±0.74	-0.75±0.91
Ex	0.88±0.79	0.63±0.57	-0.56±0.32	0.24±1.43	-0.09±0.50	0.58±1.05	2.93±3.72
V, %	8±2	8±1	11±12	7±2	10±3	6±2	6±5
ЧСС, 1/с	73.17±11.10	80.42±7.39	87.35±58.37	85.30±11.20	76.71±5.92	77.61±9.01	59.16±16.16
Амо, %	7.30±2.34	8.15±1.44	7.31±4.32	9.56±6.03	7.58±1.79	9.52±2.05	6.57±6.01
BP, с	0.39±0.11	0.33±0.04	0.40±0.43	0.27±0.03	0.41±0.10	0.30±0.07	0.47±0.23
ВПП	3.92±1.63	4.58±0.88	4.32±1.91	5.30±1.46	3.52±0.73	5.10±1.52	2.60±2.58
ИН, 1/с	17.74±11.31	22.84±10.76	16.71±4.56	28.77±26.11	14.14±5.46	26.54±12.61	11.78±19.48
ИВР	25.44±13.78	32.93±14.22	20.70±8.77	37.94±28.57	22.45±9.36	38.47±17.53	20.08±28.89
rMSSD	0.06±0.02	0.03±0.01	0.04±0.05	0.02±0.004	0.04±0.02	0.03±0.02	0.06±0.05
PNN50 count, %	11.79±7.73	10.02±4.65	12.39±3.80	0.82±0.62	6.18±2.69	2.64±2.41	27.36±4.13



Значения статистических параметров в зависимости от возрастной категории людей с патологией – аритмия.

Параметр	Возрастные категории, года						
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90
M, с	0.84±0.30	0.78±0.19	0.73±0.28	0.72±0.09	0.88±0.15	0.93±0.15	0.80±0.12
σ, с	0.14±0.10	0.06±0.02	0.12±0.18	0.10±0.05	0.08±0.03	0.12±0.05	0.11±0.09
As	-0.07±1.2	0.47±0.24	0.19±0.66	-0.28±1.75	-0.39±0.54	0.14±1.06	-0.44±0.89
Ex	0.38±0.90	0.34±0.49	-0.36±0.09	1.50±2.11	6.59±5.33	6.40±4.82	4.84±4.45
V, %	17±11	7±2	18±32	18±8	9±5	12±5	15±6
ЧСС, 1/с	75.88±30.44	78.45±18.60	84.68±32.60	85.56±10.01	71.22±10.38	66.75±10.42	77.63±12.17
Амо, %	0.63±1.28	0.81±1.96	3.10±3.25	4.83±3.40	2.50±1.54	4.16±1.15	3.81±1.27
BP, с	0.78±0.32	0.34±0.13	0.56±0.86	0.54±0.34	0.55±0.19	0.82±0.33	0.71±0.32
ВПР	1.85±1.55	4.33±2.87	4.24±5.73	6.89±6.25	2.80±0.92	1.79±0.99	2.90±1.31
ИН, 1/с	2.72±2.44	8.88±8.32	8.55±2.77	27.94±2.25	6.92±3.33	3.81±1.97	6.22±2.42
ИВР	4.08±2.57	12.82±4.48	14.86±2.59	37.49±4.74	12.03±4.42	6.66±3.27	10.21±2.83
rMSSD	0.21±0.17	0.04±0.03	0.16±0.27	0.15±0.15	0.11±0.06	0.12±0.07	0.15±0.11
PNN50 count, %	63.35±14.42	20.88±12.65	47.21±7.64	26.94±4.15	29.33±3.93	32.57±6.53	39.12±3.3

Проанализировав полученные данные, можно отметить, что такие параметры как математическое ожидание (M), среднее квадратическое отклонение (СКО, σ) и ЧСС не являются достаточными для определения возрастной зависимости. Так как при сравнении всех возрастных категорий доверительный интервал находится примерно в одном диапазоне. Также они не позволяют отличить по своим значениям здорового пациента от пациента с аритмией, из-за совмещенных интервалов действия. Очень слабую возрастную зависимость демонстрируют такие статистические параметры как Индекс Напряжения (ИН) и Индекс Вегетативного Равновесия (ИВР). Как для здоровых людей, так и для пациентов с патологией.

Пусть и не выявляют возрастной зависимости, но показатели ИН и ИВР по своим значениям практически на всех возрастных категориях позволяют отличить результаты здорового человека от пациента с диагнозом – аритмия.

По эффективности из статистических параметров можно выделить группу, дающих возрастные изменения только для здоровых или для больных пациентов. Как например вариационный размах (BP) и Амплитуда Моды (АМо).

Для здоровых пациентов значения BP находятся в одном диапазоне во всех возрастных категориях. Но для пациентов с аритмией значения падают в категории 20-40 лет, а далее начинают снова расти. Показания Амплитуды Моды для здоровых людей на протяжении жизни также не имеют четких возрастных изменений, но для пациентов с аритмией наблюдается ярко выраженный рост значений. А также при сравнении интервалов значений, видно, что параметры BP и АМо помогают разделить здоровых людей от пациентов с аритмией на определенных возрастных категориях.

Для такого статистического параметра как Коэффициент Вариации (V), наоборот наблюдается возрастная зависимость у здоровых пациентов – с каждым годом показатели



уменьшаются, а для пациентов с нарушением СР значения варьируются в одном диапазоне для всех категорий. Но этот диапазон практически в два раза выше по показаниям в сравнении с результатами здоровых пациентов, что позволяет говорить о эффективности Коэффициента Вариации для разделения здоровых результатов от показаний с нарушением в ССС. Но также есть статистические параметры, которые, напротив, демонстрируют ярко выраженную зависимость результатов от возраста как для здоровых, так и для людей с патологией. У здоровых пациентов значения Коэффициента Асимметрии (As) увеличивается в возрастной категории от 20 до 50 лет, а далее с течением жизни значения параметра уменьшаются.

У пациентов с диагнозом показатели растут до 40 лет, а далее падают до возрастного рубежа в 70 лет. Так же по области рассчитанного доверительного интервала для выборки практически полностью здоровых людей, заметно, что линия, отображающая значения больных, входит в него во всех возрастных категориях. Следовательно, статистически значимой разницы для такой патологии как аритмия, показатель As не выявляет.

Значения Вегетативного Показателя Ритма (ВПР) в обеих группах (здоровые, больные) возрастают в среднем до 55 лет, а в оставшихся возрастных категориях резко убывают. И также как и Коэффициент Асимметрии, показатель ВПР не подходит для диагностики аритмии.

По результатам практической части работы, выявлено, что такие статистические показатели как Ex, rMSSD и PNN50count, не только хорошо демонстрируют возрастные изменения, но и обладают значительной статистической разницей с патологией ССС – аритмия.

Для здоровых людей значения параметров rMSSD убывают до возрастной категории в 50-60 лет. А далее снова начинают расти. Аналогично ведут себя показания у пациентов с аритмией для параметров rMSSD и PNN50count. Для параметра PNN50count возрастная зависимость у здоровых людей прослеживается еще проще – с течением жизни значения убывают.

При анализе зависимости статистических параметров от возраста у здоровых людей и пациентов с диагнозом аритмия, был также проведен коэффициент регрессионный анализ. Выходит, что наибольшую статистическую разницу показывают такие параметры как эксцесс Ex и PNN50count, т.е. их результаты лучше всего отражают разницу в значениях здорового человека и пациента с диагнозом аритмия.

Таким образом проведенное исследование определило параметры, не отражающие возрастную зависимость: Математическое ожидание, СКО, ЧСС. Лучше всего такую зависимость и разницу между здоровыми больными пациентами показывают такие статистические параметры, как Эксцесс (Ex), rMSSD и PNN50count.

Список литературы:

1. Бабунц И. В. Алфавит анализа вариабельности сердечного ритма//Ставрополь: Принт мастер. – 2002.
2. Парин В. В., Баевский Р. М., Газенко О. Г. Сердце и кровообращения в условиях космоса //Cor et vasa. – 1965. – №. 7. – С. 165-183.
3. Агелин М. В. и др. Стандартизированные тесты вариабельности сердечного ритма: нормальные диапазоны, полученные от 309 здоровых людей, и влияние возраста, пола и частоты сердечных сокращений //Клинические автономные исследования. – 2001. – № 11. – № 2. – С. 99-108.
4. Кузнецов А. А. Биофизика сердца: методы обработки и анализа электрокардиографической информации при донозологических исследованиях: учебное пособие для вузов по направлению 201000" 57 Биотехнические системы и технологии". – 2012

