

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАРДИОРИТМОГРАММ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

Т.В. Арутюнян, Т.В.Бушуева, С.А. Онищук  
Кубанский государственный университет

Сердечно-сосудистая система является центральной с точки зрения жизнеобеспечения организма. Она чутко реагирует на изменения в функционировании любого органа. Также чутко она реагирует на изменения характеристик окружающей среды. Поэтому важно знание происходящих в сердечно-сосудистой системе процессов. Кардиоритмография - это метод диагностики, по результатам изменений скорости и ритмичности работы сердца. В отличие от анализа ЭКГ, где основным инструментом анализа является сопоставление точно измеренных длительностей и амплитуд характерных элементов кривой, методы анализа ритмограмм являются статистическими, т.е. основанными на оценке не конкретных, а обобщенных значений [1].

Целью данной работы было выявление основных взаимосвязей между различными показателями, воздействующими на состояние высококвалифицированных спортсменов и определение уровня их подготовки.

Для этого обрабатывались данные высококвалифицированных спортсменов разного профиля на разных этапах тренировочного процесса. Для различных показателей был проведен регрессионный анализ. Были вычислены коэффициенты корреляции и построены графики наиболее значимых зависимостей. Также был проведен факторный анализ, выявлены и интерпретированы наиболее значимые факторы.

Регрессией называется зависимость среднего значения одной случайной величины от некоторой другой (или от нескольких случайных величин), а регрессионным анализом — раздел математической статистики, объединяющий прикладные методы исследования регрессионных зависимостей [2].

По всем данным были вычислены коэффициенты корреляции. В простейшем виде коэффициент корреляции отражает линейную связь между признаками, когда изменения обоих признаков пропорциональны во всем диапазоне [3]. Была построена корреляционная матрица, из которой установлены наиболее значимые зависимости.

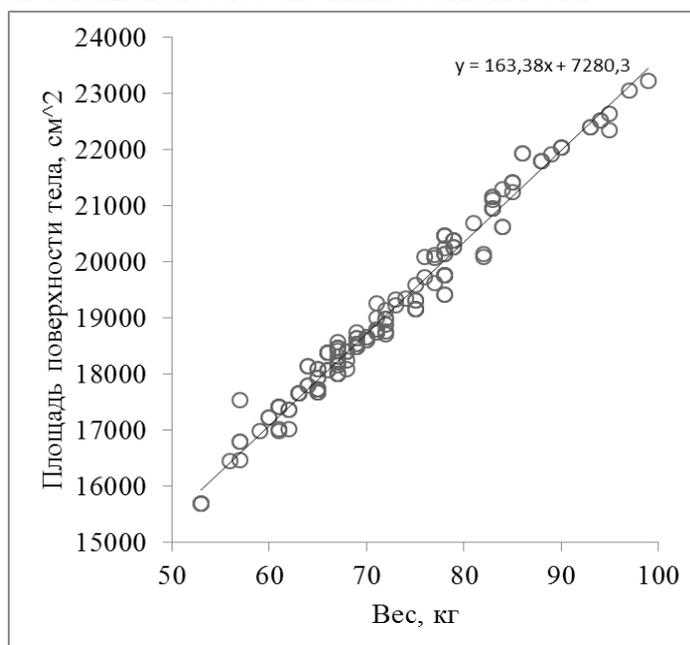


Рис. 1. Зависимость площади поверхности тела от веса спортсмена.

Из рис. 1 видно, что зависимость площади поверхности тела от веса спортсмена практически линейная. С одной стороны это тривиальный результат, но с другой имеются

отклонения, связанные как с процессом измерения указанных величин, так и с колебаниями данной зависимости.

Исследования показали, что мода распределения ЧСС экспоненциально зависит от ЧСС (рис.2). Мода показывает, что для данного ЧСС данная величина имеет наибольшую частоту кардиоинтервалов, т.е. это наиболее вероятное значение RR-интервалов. Таким образом, ЧСС может отличаться от значения частоты синусового ритма, определенного на основании среднего значения частоты пульса, которая не всегда характеризует наиболее часто встречающиеся кардиоциклы.

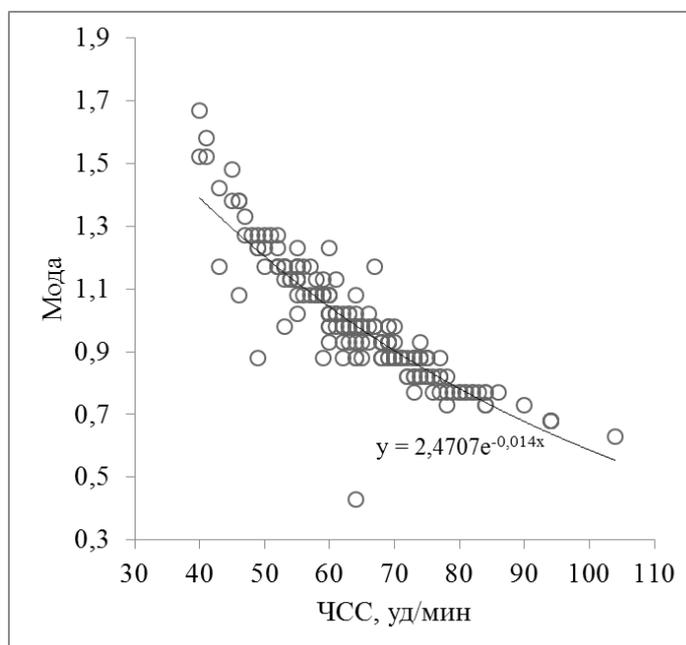


Рис. 2. Зависимость моды от ЧСС.

Факторный анализ — статистический метод, применяемый для снижения размерности, то есть для выделения во всей совокупности признаков тех, которые качественно влияют на изменение зависимой переменной. Согласно результатам проведенного анализа выделяются 3 наиболее значимых фактора –  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$ . Все данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторный анализ кардиоритмограмм

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
ЧСС	<b>0,729</b>	-0,501	-0,408
САД	-0,023	0,005	-0,250
ДАД	-0,132	0,020	-0,057
ПАД	0,095	-0,010	-0,244
ПДП	0,630	-0,448	-0,489
Математическое ожидание	-0,658	0,530	0,446
RR max	<b>-0,909</b>	0,193	0,170
RR min	0,018	<b>0,699</b>	0,513
Размах	<b>-0,874</b>	-0,263	-0,165
СКО	-0,561	-0,289	-0,061
Дисперсия	<b>-0,734</b>	-0,551	0,086
Вариация	<b>-0,723</b>	-0,600	-0,195

Ассиметрия	0,170	-0,247	-0,355
Эксцесс	-0,280	-0,035	-0,303
Мода	-0,502	<b>0,669</b>	0,408
Амплитуда моды	0,459	-0,022	0,116
Коэффициент монотонности	<b>0,822</b>	-0,102	0,097
Индекс напряжения	<b>0,790</b>	-0,178	0,003
Мощность БВ	<b>-0,750</b>	-0,054	-0,416
Мощность БВ(норма)	-0,170	0,556	-0,567
Мощность МВ2	<b>-0,745</b>	-0,431	-0,092
Мощность МВ2 (норма)	0,165	-0,557	0,565
Мощность МВ1	-0,561	-0,607	0,276
МВ2/БВ	-0,149	0,058	-0,138
МВ1/БВ	-0,134	-0,526	<b>0,680</b>
(МВ1+ МВ2)/БВ	-0,106	-0,568	<b>0,707</b>
Триангулярный индекс	<b>0,834</b>	-0,013	0,126
Ширина базовой линии	<b>0,833</b>	-0,016	0,125
Дифференциальный индекс ритма	-0,279	-0,357	-0,076
СКО для разностей RR	<b>-0,888</b>	-0,151	-0,192
pRR50	<b>-0,768</b>	0,405	-0,224
Общая дисперсия фактора	10,610	4,722	3,507
Вес фактора	0,342	0,152	0,113

Наиболее высок удельный вес фактора  $F1$ , отражающего напряжение симпатического отдела ВНС. При этом установлено, что из комплекса многочисленных показателей, анализируемых в рамках данной компьютерной программы вариационной пульсометрии, наиболее информативны в плане отражения тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы ЧСС, СКО  $RR$ , колеблемость  $RR$ , размах МВ (медленных волн).

Вторым по величине удельного веса выделился фактор  $F2$ , отражающий напряжение парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Его основными критериями являются показатели  $RR_{min}$  и мода. С увеличением влияния фактора  $F2$   $RR_{min}$  увеличивается.

Третий фактор  $F3$ , судя по входящим в него компонентам (МВ1/БВ; (МВ1+МВ2)/БВ), отражает соотношение тонуса симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы.

Заключение: был проведён статистический анализ кардиоритмограмм спортсменов, выявлены наиболее значимые зависимости показателей и наиболее информативные факторы. Полученные данные позволяют использовать анализ в качестве инструмента определения уровня подготовки спортсменов.

#### Литература:

1. Березный Е.А., Рубин А.М., Утехина Г.А. Практическая кардиоритмография. НПП «Нео», 2005. 140 с.
2. Афифи А.А., Эйзен С. Статистический анализ, пер. с англ., М., 1982.
3. Кошечев В.А. Автоматизация статистического анализа данных, М., 1988.