

Р. С. Остроумов, А. Д. Викулов

**Анализ соревновательной деятельности лыжников-гонщиков
с помощью прибора «Forerunner 305»**

Для анализа соревновательной деятельности лыжников-гонщиков 16–17 лет использован прибор «Forerunner 305» фирмы «Garmin» (США). В статье показатели соревновательной деятельности соотнесены с параметрами variability сердечного ритма (ВСР). Выявлена взаимосвязь результатов спортсменов в лыжной гонке и параметров ВСР, характеризующих повышенную активность парасимпатического отдела автономной нервной системы.

Ключевые слова: спортсмены, лыжники, «Garmin», соревновательная деятельность, ритм сердца, variability.

R. S. Ostroumov, A. D. Vikulov

**The Analysis of the Competitive Activity of Skier-Racers
by Means of Device «Forerunner 305»**

The device «Forerunner 305» of the firm «Garmin» (the USA) was used to analyse the competitive activity of ski-racers of 16–17 years old. In the article the indexes of the competitive activity are correlated with parameters of heart rate variability (HRV). Correlation of sportsmen's results in ski race and parameters of HRV characterizing the increased activity of the parasympathetic segment of the autonomic nervous system is determined.

Key words: sportsmen, skiers, «Garmin», a competitive activity, a heart rate, variability.

Занятое место и время в протоколе соревнований – интегральный показатель всей предшествующей подготовки спортсмена. Однако результат без глубокого анализа условий и соревновательной деятельности спортсмена в этих условиях недостаточен для оценки всех сторон его специальной подготовленности. Важнейшие характеристики каждой гонки на основе точной объективной информации, без сомнения, могут дать возможность такого анализа. К сожалению, в большинстве случаев спортсмен и тренер сегодня в большей степени располагают субъективной информацией, и на сегодняшний день – это весьма скудные данные.

Организация исследования и методы

В исследовании приняли участие спортсмены, лыжники-гонщики (1 спортивный разряд; n=31). Возраст испытуемых 16–17 лет. Все были перед соревнованиями практически здоровы.

Лыжная трасса была с тремя подъемами и тремя спусками. Высота подъемов соответственно составляла по отношению к уровню моря: 92 м – 167 м (75 м), 116.4 м – 164.9 м (48.5 м), 131.7 м – 163.7 м (32 м); спусков – соответственно: 167 м – 116.4 м (50.6 м), 164.9 – 123.1

м (41.8 м), 163.7 – 114.9 м (48.8 м). Длина трассы – 4990 м. Старт – на высоте 123.7 м, финиш – 124.4 над уровнем моря. Длина трех подъемов составляет – 1280 м, длина спусков – 1440 м, длина относительной равнины – 2270 м.

Соревновательные характеристики лыжников-гонщиков получены с использованием прибора «Forerunner 305» фирмы «Garmin» (США). Зарегистрированы следующие показатели: ЧСС на избранных участках дистанции, скорость на отдельных участках дистанции, время преодоления участка дистанции. Рассчитано суммарное время работы гонщиков в разных пульсовых режимах: режим 1 – ЧСС от 100 до 119 уд/мин.; режим 2 – ЧСС от 119 до 139 уд/мин.; режим 3 – ЧСС от 139 до 159 уд/мин.; режим 4 – ЧСС от 159 до 179 уд/мин.; 5 – 179 уд/мин. и выше. На любом участке дистанции фиксировалось время прохождения дистанции после стартового сигнала. Фиксировалась максимальная частота сердечных сокращений (ЧСС) во время прохождения дистанции, рассчитывался процент текущей ЧСС от ее максимального значения.

Анализ variability сердечного ритма (ВСР) проведен с использованием аппаратно-

программного комплекса «ВНС-Спектр» фирмы «НейроСофт» (Россия, г. Иваново).

При анализе ВСР применены статистические методы анализа изменений длительности последовательных интервалов R-R (RRmin, RRmax, RRNN, RMSSD, p50 %).

Проведен спектральный анализ ВСР. Определяли следующие параметры:

- мощность высокочастотного диапазона колебаний (HF-), характеризующих уровень активности парасимпатического звена регуляции;

- мощность низкочастотного диапазона колебаний (LF-), характеризующих активность симпатического звена регуляции (в частности, относительный уровень активности вазомоторного центра);

- мощность очень низкочастотного диапазона колебаний (VLF-), характеризующие уровень активности надсегментарного звена регуляции (эрготропность и трофотропность в лимбической системе);

- LF/HF, характеризующее соотношение или баланс симпатических и парасимпатических влияний;

- общую мощность спектра (TP), отражающую суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм.

Выполнены критерии оценки ВСР во временной области. Определены следующие параметры:

- мода (Mo) – наиболее часто встречающиеся значения R-R, указывающие на доминирующий уровень функционирования синусового узла. При симпатикотонии Mo меньше, при ваготонии Mo – больше;

- амплитуда моды (AMo) – число кардиоинтервалов (в %), соответствующих диапазону моды, отражающее меру мобилизирующего влияния симпатического отдела;

- ВР (X) – разность между длительностью наибольшего и наименьшего R-R интервалов.

- индекс вегетативного равновесия (ИВР);

- вегетативный показатель ритма (ВПР);

- индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

Статистическая обработка полученных данных выполнена на персональном компьютере в

специальной программе «Статистика 6.0». В выборках рассчитаны: выборочная средняя ($M \pm$), стандартное отклонение ($\pm \delta$), минимальное и максимальное значения признака.

Проведен корреляционный анализ по Спирмену.

Результаты исследования и их обсуждение

Общий результат на дистанции и время «пребывания» лыжников в зоне IV были взаимосвязаны: коэффициент ранговой корреляции составлял [$r = -0,39$; $p < 0,05$]. Положительная корреляционная связь нами отмечена между общим результатом и временем «пребывания» в зоне III [$r = 0,39$; $p < 0,05$]. Видно, что знаки коэффициентов корреляции были противоположными: фактически, чем дольше спортсмен бежит в третьей зоне, тем хуже его спортивный результат на дистанции. Надо полагать, что результат спортсмена определяется, прежде всего, умением поддерживать темп в IV зоне энергообеспечения на пульсе 153–172 уд/мин. 61,4 % от общего времени пробегания дистанции лыжники работали в этой зоне мощности.

Между показателями времени «пребывания» спортсменов в зоне IV и в зоне V отмечена сильная обратная корреляционная взаимосвязь [$r = -0,75$; $p < 0,05$]. Время нахождения в этой зоне составляло 29,2 % от общего времени, показанного спортсменами на дистанции (результата). Пульс в этой зоне составлял 172–199 уд/мин. Два лыжника (из 31) во время пробегания дистанции вообще не оказались в пятой зоне.

Таким образом, 90 % времени на дистанции лыжники выполняли работу в IV и V зонах энергообеспечения. 8,3 % от общего времени была работа в зоне III (ЧСС 134–153 уд/мин.).

Как показало проведенное исследование, результат в гонке был взаимосвязан с длительностью нормальных кардиоинтервалов в состоянии относительного покоя (средняя величина ЧСС в наблюдаемой группе равнялась $63,68 \pm 8,81$ уд/мин.): коэффициент ранговой корреляции составлял [$r = -0,55$; $p < 0,05$].

Результаты исследования вариабельности сердечного ритма в группе спортсменов-лыжников представлены в таблице.

Некоторые показатели variability сердечного ритма (BCP)
у спортсменов-лыжников (n=31)

Показатели BCP	M±
1. Стандартное отклонение нормальных последовательных кардиоинтервалов (SDNN), мс	49,00±18,04
2. Общая мощность волновой структуры сердечного ритма, мс ²	2606±1877
3. Мощность диапазона «очень низкочастотных» волн (VLF), мс ²	770±692
4. Мощность диапазона «низкочастотных» волн (LF), мс ²	828±566
5. Мощность диапазона «высокочастотных» волн (HF), мс ²	1008±868
6. Мощность диапазона «очень низкочастотных» волн (VLF), %	28,52±9,89
7. Мощность диапазона «низкочастотных» волн (LF), %	32,63±11,70
8. Мощность диапазона «высокочастотных» волн (HF), %	38,85±15,49
9. LF/HF	1,06±0,68
10. ЧСС, уд/мин.	63,68±8,81

Результат в гонке в значительной мере определялся уровнем тренированности спортсменов. Об уровне тренированности свидетельствовали наиболее информативные показатели variability сердечного ритма [4]. Так, индекс симпатико-парасимпатического равновесия (LF/HF) составлял величину 1,06±0,68 у. е., ЧСС – 63,68±8,81 уд/мин., отмечалась высокая парасимпатическая активность (38,85±15,49 % общей спектральной мощности колебаний волновой структуры сердечного ритма). У лиц, не занимающихся спортом, LF/HF обычно больше «единицы» (примерно 1,3). Нормальные величины ЧСС у юношей 16–17 лет: 67–70 уд/мин. [3]. Снижение ЧСС – признак высокого функционального состояния сердца [1].

Вместе с тем показатель общей мощности волновой структуры сердечного ритма (TP, мс²) имел величины, близкие к таковым у не занимающихся спортом. Возможно, это свидетельствовало об относительно полном восстановлении с момента предыдущей тренировочной нагрузки и достаточным периодом отдыха.

Как видно из данных таблицы, у спортсменов-лыжников данной выборки отмечалась тенденция к увеличению доли высокочастотного спектра волн в общей волновой структуре сердечного ритма (38,85±15,49 %) при снижении мощности «очень низкочастотного» диапазона (28,52±9,89 %). А. Д. Немировым [4] на большой выборке (n=98) приводятся аналогичные значения для лиц, не занимающихся спортом соответственно: 33,14±14,34 % и 37,72±14,40 %.

Как правило, у спортсменов наиболее высокой квалификации отмечается в покое более выраженная парасимпатическая активность. В обследованной группе оказалось 7 спортсме-

нов (22,6 %), у которых значения LF/HF были значительно больше «единицы», что указывает на преобладание в симпатико-парасимпатическом равновесии влияния симпатического отдела. Вероятно, это связано или с недоставлением спортсменов после предыдущих тренировочных нагрузок, либо с их меньшим уровнем тренированности.

Мы провели аналогичный корреляционный анализ, удалив из массива данные этих спортсменов. Результаты анализа оказались аналогичны. Можно полагать, что выявленные корреляционные связи носили устойчивый характер и объективно отражали обусловленность спортивного результата текущим функциональным состоянием организма.

Между индексом симпатико-парасимпатического равновесия и результатом спортсменов на дистанции величина коэффициента корреляции была равна [r=0,40; p<0,05], то есть чем лучше результат, тем меньше величина этого индекса. Коэффициент корреляции с процентной долей мощности высокочастотного спектра (HF-) составлял [r=-0,36; p<0,05], с ЧСС – [r=0,54; p<0,05], с показателем моды нормальных кардиоинтервалов (числом наиболее часто встречающихся кардиоинтервалов) – [r=-0,48; p<0,05], с показателем амплитуды моды – [r=-0,46; p<0,05], показателем RMSSD – [r=-0,044; p<0,05]. Известно, что показатель RMSSD определяется преимущественно влиянием парасимпатического отдела автономной нервной системы и является отражением синусовой аритмии.

Статистически значимых корреляций между показателями variability сердечного ритма и показателями длительности работы в IV и V зонах энергообеспечения не выявлено.

Надо полагать, что экономизация физиологических функций в покое и оптимизация кровообращения в условиях предельных режимов мышечной работы требуют разных принципов организации [2].

Таким образом, у 16–17-летних спортсменов-лыжников результаты в лыжной гонке взаимосвязаны с рядом параметров variability сердечного ритма, характеризующих, прежде всего, активность парасимпатического отдела автономной нервной системы.

Библиографический список:

1. Дембо, А. Г. Спортивная кардиология: Руководство для врачей [Текст] / А. Г. Дембо, Э. В. Земцовский. – Л. : Медицина, 1989. – 464 с.
2. Карпман, В. Л. Динамика кровообращения у спортсменов [Текст] / В. Л. Карпман, Б. Г. Любина. – М. : ФиС, 1982. – 135 с.
3. Макарова, Г. А. Практическое руководство для спортивных врачей [Текст] / Г. А. Макарова. – Ростов н/Д. : «Изд-во БАРО-ПРЕСС», 2002. – 800 с.
4. Немиров, А. Д. Информативность параметров variability сердечного ритма у спортсменов [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Д. Немиров. – Ярославль, 2004. – 22 с.