

где:  $D_{a, min}$  — минимальная терапевтическая доза препарата а;  $D_{a, max}$  — высшая терапевтическая доза препарата а;  $D_{a, cp}$  — средняя терапевтическая доза препарата а.

Применение представленной формулы целесообразно для индивидуализации терапии изониазидом, например, пациентам, страдающим туберкулезом легких, что позволит оптимизировать лечение и избежать развития нежелательных явлений.

#### Заключение

1. У европеоидов Гомельского региона выявлено тримодальное распределение фенотипа ацетилирования с соотношением медленных, промежуточных и быстрых ацетиляторов — 71, 10 и 19 % соответственно.

2. Не установлена взаимосвязь ацетиляторного фенотипа с полом ( $\tau = -0,047$ ,  $p = 0,42$ ) индивидов, их возрастом ( $\tau = -0,004$ ,  $p = 0,94$ ), массой тела ( $\tau = -0,01$ ,  $p = 0,86$ ) и пристрастием к курению ( $\tau = -0,112$ ,  $p = 0,08$ ).

3. Определение статуса ацетилятора позволяет индивидуализировать терапию и определить для каждого пациента эффективную дозу изониазида.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бажора, Ю. И. Фармакогенетика: достижения и перспективы / Ю. И. Бажора. — Одесса: Друк, 2003. — 140 с.
2. Середенин, С. Б. Лекции по фармакогенетике / С. Б. Середенин. — М.: Медицинское информационное агентство, 2004. — 303 с.

3. Прогностические фармакогенетические аспекты индивидуальной лекарственной переносимости — нерешенные проблемы и перспективы / О. А. Яковлева [и др.] // Укр. хіміотер. журнал. — 2000. — № 1. — С. 63–70.

4. Осипенко, Н. Б. Методические и программно-технологические средства оценки и анализа сезонной динамики доз внутреннего облучения жителей населенных пунктов / Н. Б. Осипенко и др. // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. — 2004. — № 6 (27). — С. 171–176.

5. Hildebrand, M. Determination of acetylator phenotype in Caucasians with caffeine / M. Hildebrand, W. Seifert // Eur. J. Clin. Pharmacol. — 1989. — Vol. 37. — P. 525–526.

6. Concordance between the deduced acetylation status generated by high-speed: real-time PCR based NAT2 genotyping of seven single nucleotide polymorphisms and human NAT2 phenotypes determined by a caffeine assay / H. P. Rihs [et al.] // Clin. Chim. Acta. — 2007. — Vol. 376, № 1/2. — P. 240–243.

7. Acetylation phenotypes and biological variation in a French Caucasian population / Z. B. Pontes [et al.] // Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. — 1993. — Vol. 31, № 2. — P. 59–68.

8. Сравнительный анализ результатов фенотипирования и генотипирования по полиморфизму N-ацетилирования у человека / И. В. Голденкова-Павлова [и др.] // Генетика. — 2006. — Т. 42, № 8. — С. 1443–1450.

9. Оценка фенотипов ацетилирования и окисления у больных сахарным диабетом 2 типа / С. Ю. Гармонов [и др.] // Нижегородский медицинский журнал. — 2005. — № 3. — С. 29–35.

10. Influence of age, sex and body weight on the dapsone acetylation phenotype / P. A. Philip [et al.] // Br. J. Clin. Pharmacol. — 1987. — Vol. 23, № 6. — P. 709–713.

11. Cigarette smoking, N-acetyltransferase 2 genetic polymorphisms and breast cancer risk / C. B. Ambrosone [et al.] // J.A.M.A. — 1996. — Vol. 276, № 18. — P. 1494–1501.

12. Azad Khan, A. K. The effect of the acetylator phenotype on the metabolism of sulphasalazine in man / A. K. Azad Khan, M. Nurazzaman, S.C. Truelove // Journal of Medical genetics. — 1983. — Vol. 20. — P. 30–36.

13. Urine levels of rifampicin and isoniazid in asymptomatic HIV-positive individuals / G. Ramachandran [et al.] // Indian J. Med. Res. — 2007. — Vol. 125, № 6. — P. 763–766.

Поступила 23.10.2009

УДК 796.071.2:612.766.1

## ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ФОРМЫ СПОРТСМЕНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА «ОМЕГА-С»

Л. Л. Шилович

Гомельский государственный медицинский университет

Представлен анализ показателей функционального и физического состояния спортсменов по данным комплекса «Омега-С». Он показал хорошую сопряженность процессов тренированности, энергетического обеспечения и психо-эмоционального состояния. Интегральный показатель спортивной формы соответствует оценке «хорошее».

**Ключевые слова:** спортсмены, показатель процессов тренированности, энергетическое обеспечение, психо-эмоциональное состояние, комплекс «Омега-С».

## ESTIMATION OF THE CURRENT CONDITION OF THE FUNCTIONAL AND PHYSICAL FORM OF SPORTSMEN APPLICATION OF THE HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX «OMEGA-S»

L. L. Shilovich

Gomel State Medical University

The analysis of indicators of a functional and physical condition of sportsmen according to a complex «Omega-with» is presented. The analysis of data has shown a good associativity of processes level of the sports form power maintenance and a psychoemotional condition. The integrated indicator of the sports form corresponds to an estimation «good».

**Key words:** sportsmen, indicator of processes level of the sports form, power maintenance, psychoemotional condition, complex «Omega-S».

### **Введение**

Эффективность оптимального планирования и осуществление тренировочного процесса определяется наличием исчерпывающей, объективной и своевременной информации о состоянии спортсмена и о характере внешних воздействий на него. В связи с этим для оценки состояния организма спортсмена в настоящее время широко используются средства и методы комплексного контроля с автоматизированными системами математического анализа информации. Однако при этом возникают трудности, связанные с усложнением системы подготовки спортсменов; отставанием качества контроля от требований по организации спортивной тренировки как управляемого процесса; увеличением числа измеряемых показателей и сложностью системы их математической обработки и интерпретации [1]. Поэтому заслуживает интерес методика оценки функционального и физического состояния спортсменов с применением программно-аппаратного комплекса «Омега-С», который позволяет объективно оценить общее состояние организма спортсмена и определить последующую спортивную нагрузку на основе объективных данных. В основу функционирования заложена информационная технология анализа биоритмологических процессов, протекающих в организме человека. Для оценки функционального и физического состояния профессиональных спортсменов разработаны высокоинформативные показатели:

- уровень адаптации к физическим нагрузкам;
- степень тренированности;
- уровень энергетического обеспечения физических нагрузок;
- текущее психо-эмоциональное состояние;
- интегральный показатель «спортивной формы».

В режиме динамического наблюдения возможно контролировать функциональное состояние спортсмена, оценивать уровень тренировочной и соревновательной нагрузки, а также эффективность различных методов восстановления и профилактики.

Для программно-аппаратного комплекса «Омега-С» разработана модель дистанционного модуля регистрации сигнала ЭКГ. Для передачи ЭКГ в этом модуле используется USB-интерфейс для связи с портативным компьютером. Программное обеспечение комплекса «Омега-С» выполнено для Windows XP и обладает всем спектром возможностей современных операционных систем [2]. Для данной версии разработаны режимы мониторинга в реальном масштабе времени (контроль показателей физического состояния осуществляется непосредственно в процессе записи ЭКГ), биологической обратной связи (определение показателя саморегуляции и проведения коррекции психо-эмоционального состояния), скрининг-диагно-

стики, регистрации и анализа ЭКГ по 12-ти отведениям, электронная медицинская карта пациента.

**Цель исследования** — информация о текущем состоянии спортивной формы у спортсменов 17–20 лет для дальнейшего планирования тренировочного процесса. Исследование проведено на базе Научно-практического центра спортивной медицины г. Гомеля.

### **Материал и метод**

Обследованы спортсмены, тренирующиеся в различных видах спорта (бокс, футбол, вольная борьба, спортивная гимнастика, академическая гребля, баскетбол, волейбол, гребля на байдарках, плавание), с применением программно-аппаратного комплекса «Омега-С». Группа состояла из 35 человек, представлена юношами и девушками. Возраст спортсменов от 17 до 20 лет. Обследования выполнены в 9–12 часов.

Для получения информации регистрация ЭКГ выполнялась в течение 5 минут (запись 300 кардиоциклов). Ритмы головного мозга оценивались по сигналу ЭКГ на базе разработанной программы соотношения биоритмов мозга и миокарда. Обследуемым проводили регистрацию электрокардиограммы в положении сидя, электроды накладывали в область запястий (I стандартное отведение). При оценке состояния организма спортсменов осуществляли:

1. Вариационный анализ ритмов сердца — оценка уровня текущей тренированности.
2. Нейродинамический анализ — оценка ресурсов регуляции (энергетическое обеспечение организма).
3. Картирование биоритмов мозга — для оценки психо-эмоционального статуса.
4. Фрактальный анализ биоритмов мозга, позволяющий оценить гармоничность биоритмов и сделать вывод о соответствии достигнутого уровня тренированности текущим, реальным возможностям организма.

Заключение об уровне физического и психо-эмоционального состояния спортсмена в соответствии с программой ПАК «Омега-С» выводилось в суммирующих градациях:

1. Физическое состояние отличное, показатель спортивной формы — 5 баллов.
2. Физическое состояние хорошее, показатель спортивной формы — 4 балла.
3. Физическое состояние удовлетворительное, показатель спортивной формы — 3 балла.
4. Физическое состояние неудовлетворительное, показатель спортивной формы — 2 балла.
5. Физическое состояние плохое, показатель спортивной формы — 1 балл.

Данные исследования заносились с помощью функции экспорта в таблицы Excel. Статистическая обработка результатов проводилась программой «Statistica» 7.0.

### **Результаты и обсуждение**

В результате обследования программно-аппаратным комплексом «Омега-С» спортсменов

были получены 50 значений показателей физического развития, функциональной готовности и показателей статистической обработки информации, представленные в таблице 1. Для оценки ис-

тинного размаха выборки и центральной тенденции измерений при обработке значений в программе «Statistica» 7.0 были использованы медиана, нижний и верхний квартиль.

Таблица 1 — Показатели функционального и физического состояния комплекса «Омега-С»

Показатели	Среднее и стандартное отклонение	Нижний квартиль	Медиана	Верхний квартиль
Частота сердечных сокращений, уд./мин	69,91 ± 9,00	64,00	69,00	75,00
A — Уровень адаптации к физическим нагрузкам, %	71,28 ± 20,70	60,64	76,86	87,78
B — Уровень тренированности организма, %	77,94 ± 22,22	57,81	86,74	95,55
C — Уровень энергетического обеспечения, %	60,28 ± 17,21	45,65	61,66	70,97
D — Психо-эмоциональное состояние, %	62,46 ± 15,04	52,63	66,90	72,90
H — Интегральный показатель спортивной формы, %	67,99 ± 17,59	57,24	73,70	83,45
Средний RR-интервал, мс	870,25 ± 102,70	795,59	858,51	931,58
Индекс вегетативного равновесия, у.е.	140,84 ± 96,00	79,52	108,08	182,97
ВПР — вегетативный показатель ритма	0,30 ± 0,08	0,25	0,30	0,37
Показатель адекватности процессов регуляции, у.е.	38,56 ± 13,15	28,30	35,15	49,74
Индекс напряженности, у.е.	92,84 ± 67,35	50,39	67,65	127,06
Ik — Значение коэф-та корреляции после первого сдвига	0,56 ± 0,22	0,43	0,59	0,73
m0 — Число сдвигов, в результате которых значение коэф-фициента корреляции становится отрицательным (<0)	23,46 ± 29,28	3,00	6,00	37,00
АМо — Амплитуда моды, %	31,56 ± 11,18	23,69	28,72	37,54
Мо — Мода, мс	843,43 ± 120,15	760,00	840,00	920,00
dX — Вариационный размах, мс	260,31 ± 78,49	193,00	259,00	305,00
СКО (SDNN) — Среднее квадратическое отклонение, мс	54,51 ± 18,27	38,76	55,02	68,28
N СКО	117,29 ± 90,29	51,51	84,43	163,87
B1 — Уровень тренированности, %	77,09 ± 24,55	57,81	86,73	95,55
B2 — Резервы тренированности, %	60,25 ± 23,7	48,82	64,18	78,79
NRV index триангулярный индекс	13,07 ± 3,92	10,61	13,00	15,67
HRV индекс 40	74,26 ± 5,93	69,55	73,66	77,40
NN50 — Количество пар соседних RR-интервалов, различающихся более чем на 50 мс	87,40 ± 61,35	46,00	81,00	144,00
PNN50 — Доля NN50, выраженная в процентах	30,03 ± 21,07	15,86	27,83	50,17
SDSD — Стандартное отклонение разностей соседних RR-интервалов, мс	0,04 ± 0,02	0,03	0,04	0,05
RMSSD — Квадратный корень из суммы квадратов разностей RR-интервалов, мс	51,08 ± 24,66	36,46	47,59	68,70
WN 1–8	0,18 ± 0,05	0,16	0,17	0,21
WN 1–40	0,27 ± 0,08	0,20	0,28	0,32
WN 5–8	0,03 ± 0,02	0,00	0,02	0,05
WN 5–40	0,21 ± 0,053	0,16	0,20	0,24
WAM 5–8	0,21 ± 0,06	0,17	0,22	0,24
WAM 5–40	0,27 ± 0,08	0,20	0,28	0,32
WAM 10–8	0,18 ± 0,06	0,13	0,17	0,21
WAM 10–40	0,27 ± 0,08	0,20	0,28	0,32
HF — Высокочастотный компонент спектра, мс <sup>2</sup>	1135,83 ± 145,17	357,68	848,14	1580,02
LF — Низкочастотный компонент, мс <sup>2</sup>	1013,94 ± 586,49	580,89	961,74	1369,96
LF/HF	1,81 ± 1,792	0,56	1,18	2,39
Total — Полный спектр частот, мс <sup>2</sup>	3052,90 ± 1924,56	1391,39	2789,01	4297,79
C1 — Уровень энергетического обеспечения, %	59,45 ± 18,11	45,65	61,66	70,96
C2 — Резервы энергетического обеспечения, %	67,75 ± 17,82	61,18	69,26	82,24
Коды с нарушенной структурой, %	10,40 ± 22,15	0,00	0,00	3,42
Коды с измененной структурой, %	52,19 ± 29,18	25,71	51,43	78,86
Коды с нормальной структурой, %	37,40 ± 33,55	0,00	22,28	66,57
Показатель анаболизма, у.е.	113,68 ± 43,75	82,00	117,00	147,00
Энергетическое обеспечение, у.е.	219,28 ± 86,51	167,00	212,00	285,00
Энергетический баланс	3,32 ± 14,04	0,790	0,960	1,160
Показатель катаболизма, у.е.	105,60 ± 46,22	65,00	99,00	140,00
Параметр Z	0,39 ± 0,15	0,30	0,37	0,51
D1 — Уровень управления, %	62,02 ± 15,45	49,29	66,90	72,90
D2 — Резервы управления, %	56,53 ± 19,32	42,56	57,08	70,69

При анализе полученных данных по результатам обследования спортсменов возможно сделать следующие обобщающие выводы о состоянии организма. Уровень функционирования си-

нусового узла демонстрируют следующие показатели: значение моды (Мо), как интегрального показателя продолжительности интервалов от R-R, колеблется в пределах нормы, что говорит об

эйтоническом уровне функционирования синусового узла. Амплитуда моды АМ, равняющаяся 31,56 % при норме — АМо = 30–50 %, подтверждает это и отражает стабильность ритма без значительных преобладаний симпатического либо парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на синусовый узел проводящей системы сердца. Значение вариационного размаха  $dx = 260,31$  мс, являющегося по сути шириной основания выводимой в результате обследования гистограммы количества RR-интервалов, показывает состояние вегетативного равновесия регуляции работы сердца. Это же отмечается по показателям WN и WAM, отражающих ширину купола гистограммы и процентное отклонения от численного значения АМо. WN 5–40 % = 0,21 мс и WAM 10–40 % = 0,27 мс при норме распределения от 0,15 до 0,45 мс также соответствуют состоянию вегетативного равновесия в регуляции работы сердца. Среднее квадратное отклонение (СКО), показатель динамики ритмов сердца и вегетативной регуляции ритма, равный 54,51 мс, говорит об отсутствии усиления влияния симпатического либо парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на синусовый узел сердца. Все вышеперечисленные факторы подтверждаются нормальными средними показателями индекса вегетативного равновесия, вегетативным показателем ритма и индексом напряженности. Однако в полученных показателях ИВР — индекса вегетативного равновесия и ИН — индекса напряженности верхний квартиль превышает норму, равную для ИВР = 35–45 и ИН = 10–100, что может говорить о превалировании симпатических влияний на ритм сердца у некоторых спортсменов. Следует отметить, что для спортсменов в норме характерно значительное преобладание парасимпатических влияний на синусовый ритм сердца. Повышение показателя соотношения частот LF/HF = 1,81 (при норме 1,0) в нашем обследовании подтверждает превалирование симпатических влияний и указывает о некоторой рассогласованности в регуляции кардиоритма. Но об общей тенденции данного явления говорить нельзя, так как показатель высоких частот (HF), характерных для парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, выше уровня (LF) низких частот, характерных для симпатического отдела. Подтверждением является интегральный показатель Total, соответствующий норме (2000–9000 мс<sup>2</sup>) [3].

О функциональном состоянии обследованных спортсменов можно судить по показателям А — уровне адаптации к физическим нагрузкам, В — уровне тренированности, С — уровне энергетического обеспечения, D — психо-эмоциональном состоянии, H — интегральном показателе спортивной формы. Данные показатели находятся в пределах нормы (нижняя граница нормы для каждого показателя равна 60 %). Выявилось наличие кодов с измененной и нарушенной структурой, что

свидетельствует скорее о некоторой перетренированности спортсменов. При сравнении схожих показателей, полученных в результате обследования В1 — уровня тренированности с В2 — резервами тренированности, С1 — уровня энергетического обеспечения с С2 — резервами энергетического обеспечения; D1 — уровня управления с D2 — резервами управления, явных отличий в их величинах не наблюдается, что говорит о сопряженности данных процессов. Однако при сравнении показателей энергетического обеспечения и психо-эмоционального состояния по отношению к уровню текущей тренированности организма можно отметить некоторое снижение в их величинах. В этом случае при длительном сохранении данной тенденции возможны неблагоприятные изменения временно благополучного показателя текущей тренированности за счет снижения резервов регуляции и психо-эмоционального статуса, что отражается в величине интегрального показателя спортивной формы.

В результате анализа полученных данных можно сделать вывод о хорошем физическом и функциональном состоянии организма спортсменов 17–20-летнего возраста.

#### **Выводы**

При анализе данных ритмов сердца в результате обследования спортсменов можно сделать обобщающий вывод об эйтоническом уровне функционирования синусового узла и о хорошем физическом состоянии спортсменов. Анализ показателей функционального состояния обследованных спортсменов показал хорошую сопряженность процессов тренированности, энергетического обеспечения и психо-эмоционального состояния.

#### **Заключение**

Программно-аппаратный комплекс «Омега-С» в настоящее время имеет важное значение в учебно-методическом обеспечении тренировочного процесса на всех его этапах, начиная от подготовительного и завершая соревновательными периодами. При этом может быть обеспечен контроль за состоянием спортивной формы, не допускающий ее «провального» снижения с высоким риском случайной травматизации спортсменов и развития синдрома перетренированности. Своевременный контроль позволяет максимально уменьшить избыточное физиотерапевтическое или медикаментозное воздействие на спортсмена с учетом его индивидуальных функциональных возможностей, что позволит сократить сроки реабилитации после травм, болезней или иных неблагоприятных ситуаций.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Мак-Дугала, Дж. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / Дж. Мак-Дугала, Г. Уэнгера, Г. Грина. — Киев: Олимпийская литература, 1998. — 300 с.
2. Система комплексного компьютерного исследования физического состояния спортсменов «Омега-С»: документация пользователя. — СПб.: Динамика, 2006. — 64 с.
3. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. — М.: Медицина, 1979. — 256 с.

Поступила 11.02.2010