

**ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ, ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ  
И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ГОРОДА МОСКВЫ,  
ООО «ОКУЛЮС 2000»**

**ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗНАГРУЗОЧНОЙ ДИАГНОСТИКИ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА  
СПОРТСМЕНОВ**

**С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА  
«СИМОНА 111»**

**МОСКВА  
2010-2018**

## ДИАГНОСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ

### Актуальность проблемы

Диагностике функционального состояния организма (ФСО) принадлежит ведущая роль в оценке спортивной формы. Врачу, тренеру и спортсмену крайне важно иметь объективную информацию об уровне ФСО в каждый день годичного тренировочно-соревновательного цикла, но особенно накануне или в день соревнований.

Функциональное состояние организма (ФСО) - это интегральная характеристика состояния здоровья, отражающая функциональные резервы и адаптационные возможности, которые могут быть израсходованы при спортивной нагрузке, болезни, травме, беременности...

В настоящее время спортивный врач располагает довольно скудным набором технологий функциональной диагностики. Это оценка состава тела и лабораторных данных, а также анализ пульса, артериального давления, ЭКГ, частоты дыхания и потребления кислорода под влиянием значительных физических нагрузок. Диагностика ФСО при максимальных физических нагрузках разрешена только с 15 до 40 лет, противопоказана при наличии травм или заболеваний и не применяется накануне и во время соревнований.

Функциональная диагностика в соревновательный период позволила бы врачу подводить ФСО к максимальному уровню, применяя те или иные средства реабилитации.

В России решили эту проблему и создали новую универсальную технологию диагностики ФСО спортсменов в покое, которая называется «Безнагрузочная диагностика функционального состояния организма спортсменов».

Диагностика ФСО осуществляется с помощью многофункционального аппаратно-программного комплекса «Система интегрального мониторинга «Симона 111» (РУ № ФСР 2008/03787 от 15 декабря 2008 г.). Обследование спортсмена занимает не более 10 минут и проводится в горизонтальном положении на спине в покое. Комплекс измеряет неинвазивно физиологические показатели центральной и периферической гемодинамики, транспорта и потребления кислорода, функции дыхания, температуры тела, метаболизма, активности центральной и вегетативной нервной системы. «Симона 111» применяется как в клинической практике (кардиология, пульмонология, функциональная диагностика, интенсивная терапия), так и спортивной медицине.

### **Технология удовлетворяет следующим критериям:**

1. Объективная. Не зависит от мотивации самого спортсмена.
2. Безнагрузочная (не нарушает планы тренировок и соревнований).
3. Универсальная (для любого вида спорта) и занимает короткое время.
4. Не противопоказана при болезнях или травмах.
5. Не имеет возрастных ограничений.

### **Отличительные особенности «СИМОНА 111»**

Это единственный в мире прибор, в котором оригинальные конструкция и компьютерная программа позволяют одновременно проводить диагностику всех 3-х жизненно важных систем: сердечно-сосудистой системы, системы внешнего дыхания и нервной системы (центральной и вегетативной). Именно функционирование этих 3-х жизненно важных систем определяет общий уровень здоровья человека, его работоспособность и продолжительность жизни. Симона обеспечивает системный подход к диагностике всего организма, как единого биологического субъекта.

### **Функциональные возможности «СИМОНА 111»**

- Измерение физиологических показателей, характеризующих центральную и периферическую гемодинамику, транспорт и потребление кислорода, функцию дыхания, температуру тела, метаболизм, активность центральной и вегетативной нервной системы.
- Сравнение всех показателей с индивидуальной медицинской нормой.
- Сохранение данных не менее 30 лет.
- Виртуальное моделирование физических нагрузок и различных клинических ситуаций.
- Статистическая обработка полученных массивов данных и ретроспективный анализ.
- Гибкое управление содержанием и формой итоговых протоколов и медицинских заключений.
- Экспорт полученных данных в виде электронных таблиц (формат Excel).
- Создание скриншотов и презентационных материалов (PowerPoint 2010).

### **Применение «СИМОНА 111» в спорте позволяет проводить:**

- Выявление перспективной молодежи, отбор в национальные сборные команды,
- Оценку тренировочных нагрузок и диагностику перетренированности,
- Ранжирование спортсменов во время тренировок и соревнований,
- Оценку эффективности лечения нарушенных физиологических функций,
- Оптимизацию индивидуальных планов тренировок и соревнований.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№	Условное обозначение	Название	Единица измерения
<b>1. Показатели гемодинамики (1-41)</b>			
1.	DO <sub>2</sub> I	Индекс доставки кислорода	мл/мин/м <sup>2</sup>
2.	CaO <sub>2</sub>	Содержание кислорода в артериальной крови	мл/100мл
3.	SpO <sub>2</sub>	Сатурация артериальной крови	%
4.	ЧДД	Частота дыхательных движений	1/мин
5.	СИ	Сердечный индекс	л/мин/м <sup>2</sup>
6.	УИ	Ударный индекс	мл/уд/м <sup>2</sup>
7.	ЧСС	Частота сердечных сокращений	1/мин
8.	АДср	АД среднее	мм Hg
9.	МОК	Минутный объем крови	л/мин
10.	ИСМ	Индекс сократимости миокарда	1000/сек
11.	ИСИ	Индекс состояния инотропии	1/сек <sup>2</sup>
12.	ФВ	Фракция выброса левого желудочка	%
13.	PEP/VET	Отношение времени электр. систолы к механической	отн. ед.
14.	МИРЛЖ	Минутный индекс работы левого желудочка	кг*м/мин/м <sup>2</sup>
15.	УИРЛЖ	Ударный индекс работы левого желудочка	г*м/уд/м <sup>2</sup>
16.	КНМ	Коэффициент напряжения миокарда	у.е.
17.	ИПСС	Индекс периферического сосудистого сопротивления	дин*сек/см <sup>5</sup> /м <sup>2</sup>
18.	ПИПСС	Пульсовой индекс перифер. сосудистого сопротивления	10 <sup>-3</sup> *дин*сек/см <sup>5</sup> /м <sup>2</sup>
19.	ЖГК	Жидкость грудной клетки	1000/ом
20.	КН	Коэффициент напряжения	%
21.	Пульс	Частота пульса	1/мин
22.	ДП	Дефицит пульса	1/мин
23.	ИНП	Индекс наполнения пульса	%
24.	АДс	АД систолическое	мм Hg
25.	АДд	АД диастолическое	мм Hg
26.	АДсрпв	АДср, измерен. по скорости распротр. пульс. волны	мм Hg
27.	УО	Ударный объем	мл
28.	КДИ	Конечный диастолический индекс	мл/м <sup>2</sup>
29.	КДО	Конечный диастолический объем	мл
30.	КСИ	Конечный систолический индекс	мл/м <sup>2</sup>
31.	КСО	Конечный систолический объем	мл
32.	ИОСВ	Индекс объемной скорости выброса	мл/сек/м <sup>2</sup>
33.	PEP	Время электрической систолы левого желудочка	мсек
34.	VET	Время механической систолы левого желудочка	мсек
35.	ВРПВ	Время распространения пульсовой волны	мсек
36.	ИНБ	Индекс напряжения Баевского	у.е.
37.	ИСА	Индекс симпатической активности	у.е.
38.	ИШР	Индекс Шронке-Рознера	%
39.	ШИА	Шоковый индекс Альговера	у.е.
40.	КР	Кардиальный резерв	у.е.
41.	АР	Адаптационный резерв	у.е.
<b>2. Показатели процентного отклонения от нормы (42-60)</b>			
42.	ΔDO <sub>2</sub> I	Отклонение от нормы DO <sub>2</sub> I	±Δ%
43.	ΔУИРЛЖ	Отклонение от нормы УИРЛЖ	±Δ%
44.	ΔЧСС	Отклонение от нормы ЧСС	±Δ%
45.	ΔVO <sub>2</sub> I	Отклонение от нормы VO <sub>2</sub> I	±Δ%
46.	ΔКДИ	Отклонение от нормы КДИ	±Δ%
47.	ΔКСИ	Отклонение от нормы КСИ	±Δ%
48.	ΔИСМ	Отклонение от нормы ИСМ	±Δ%
49.	ΔИСИ	Отклонение от нормы ИСИ	±Δ%
50.	ΔФВ	Отклонение от нормы ФВ	±Δ%
51.	ΔПИПСС	Отклонение от нормы ПИПСС	±Δ%
52.	ΔСИ	Отклонение от нормы СИ	±Δ%

53.	ΔУИ	Отклонение от нормы УИ	±Δ%
54.	ΔCaO <sub>2</sub>	Отклонение от нормы CaO <sub>2</sub>	±Δ%
55.	ΔЖГК	Отклонение от нормы ЖГК	±Δ%
56.	ΔКНМ	Отклонение от нормы КНМ	±Δ%
57.	ΔКР	Отклонение от нормы КР	±Δ%
58.	ВОЛ	Отклонение от нормы волемиического статуса	±Δ%
59.	ИНО	Отклонение от нормы сократимости левого желудочка	±Δ%
60.	ИБ	Интегральный баланс	±Δ%
<b>3. Показатели температуры (61-64)</b>			
61.	T1	1-й температурный канал	°С
62.	T2	2-й температурный канал	°С
63.	ΔТ	Разница температур 2-х каналов	Δ°С
64.	T	Температура тела (сторонние данные)	°С
<b>4. Показатели дыхания (65-92)</b>			
65.	MAP	Среднее давление в дыхательных путях	смH <sub>2</sub> O
66.	PIP	Пиковое давление на вдохе	смH <sub>2</sub> O
67.	PEEP	Положительное давление в конце выдоха	смH <sub>2</sub> O
68.	Pplat	Давление плато	смH <sub>2</sub> O
69.	RES	Сопротивление дыхательных путей	смH <sub>2</sub> O/л/сек
70.	RRraw	Частота дыхательных движ. от модуля механики дыхания	1/мин
71.	RRco <sub>2</sub>	Частота дыхательных движений от газового модуля	1/мин
72.	Vt	Дыхательный объем	мл/дых
73.	MV	Минутный объем дыхания	л/мин
74.	RSBI	Индекс поверхностного дыхания	дых/мин/л
75.	PIF	Максимальный поток на вдохе	л/мин
76.	PEF	Максимальный поток на выдохе	л/мин
77.	V <sub>Ti</sub>	Объем вдоха	мл
78.	V <sub>Te</sub>	Объем выдоха	мл
79.	T <sub>i</sub>	Время вдоха	мсек
80.	T <sub>e</sub>	Время выдоха	мсек
81.	T <sub>i</sub> /T <sub>e</sub>	Соотношение времени Вдох/Выдох	у.е.
82.	VO <sub>2</sub>	Потребление O <sub>2</sub>	мл/мин
83.	VO <sub>2</sub> I <sub>газ</sub>	Индекс потребления O <sub>2</sub> от МД и ГМ	мл/мин/м <sup>2</sup>
84.	VCO <sub>2</sub>	Продукция CO <sub>2</sub>	мл/мин
85.	VCO <sub>2</sub> I	Индекс продукции CO <sub>2</sub>	мл/мин/м <sup>2</sup>
86.	ДК	Дыхательный коэффициент	у.е.
87.	PiCO <sub>2</sub>	Давление CO <sub>2</sub> на вдохе	мм Hg
88.	PetCO <sub>2</sub>	Давление CO <sub>2</sub> в конце выдоха	мм Hg
89.	FiCO <sub>2</sub>	Средняя концентрация CO <sub>2</sub> на вдохе	%
90.	FetCO <sub>2</sub>	Концентрация CO <sub>2</sub> в конце выдоха	%
91.	FiO <sub>2</sub>	Средняя концентрация O <sub>2</sub> на вдохе	%
92.	FetO <sub>2</sub>	Концентрация O <sub>2</sub> в конце выдоха	%
<b>5. Показатели на основе инвазивных исследований (93-103)</b> (данные берутся от других исследований)			
93.	Hb	Гемоглобин артериальной крови (инвазивный)	г/л
94.	ЦВД	Центральное венозное давление	мм Hg
95.	ДЗЛА	Давление заклинивания легочной артерии	мм Hg
96.	SvO <sub>2</sub>	Сатурация венозной крови	%
97.	Инв CaO <sub>2</sub>	Содержание O <sub>2</sub> в артериальной крови	мл/100мл
98.	Инв CvO <sub>2</sub>	Содержание O <sub>2</sub> в венозной крови	мл/100мл
99.	PvO <sub>2</sub>	Парциальное давл. кислорода в плазме венозной крови	мм Hg
100.	PaO <sub>2</sub>	Парц. давление кислорода в плазме артериальной крови	мм Hg
101.	VO <sub>2</sub> I <sub>гем</sub>	Индекс потребления O <sub>2</sub> (инвазивный SvO <sub>2</sub> )	мл/мин/м <sup>2</sup>
102.	КЭК	Коэффициент экстракции кислорода (инвазивный CvO <sub>2</sub> )	%
103.	ИО	Индекс оксигенации (инвазивный PaO <sub>2</sub> )	у.е.
<b>6. Показатели метаболизма (104-118)</b>			
104.	РЭ	Расход энергии (непрямая калориметрия)	ккал/сут
105.	ИРЭ	Индекс расхода энергии (непрямая калориметрия)	ккал/кг/сут

106.	ЕОО	Основной обмен в условиях покоя	ккал/сут
107.	ДЕОО	Должный расход энергии	ккал/сут
108.	ИДЕОО	Индекс должного расхода энергии	ккал/кг/сут
109.	СПБ	Минимальная суточная потребность в белке	г/сут
110.	Амоч	Общий азот суточной мочи	г/сут
111.	РЭа	Расход энергии с учетом азота мочи	ккал/сут
112.	ИРЭа	Индекс расхода энергии с учетом азота мочи	ккал/кг/сут
113.	РБ	Расход белков	г/сут
114.	РУ	Расход углеводов	г/сут
115.	РЖ	Расход жиров	г/сут
116.	РЭБ	Расход энергии белков	ккал/сут
117.	РЭУ	Расход энергии углеводов	ккал/сут
118.	РЭЖ	Расход энергии жиров	ккал/сут
<b>7. Показатели электроэнцефалографа (119-120)</b>			
119.	Аээг	Амплитуда сигнала электроэнцефалограммы (ЭЭГ)	мкВ
120.	SEF95	Верхняя частота спектра ЭЭГ	Гц
<b>8. Показатели поверки реографа (121-123)</b>			
121.	$(dZ/dt)_{\max}$	Макс. скорость изменения импеданса грудной клетки	$10^{-3} \cdot \text{ом/сек}$
122.	$(d^2Z/dt^2)_{\max}$	Макс. значение второй производной измен. импед. гр. кл.	$\text{ом/сек}^2$
123.	$Z_0$	Базовый импеданс грудной клетки	ом

### Осциллограммы, графики, номограммы и тренды «СИМОНА 111»

№	Условное обозначение	Название
124.	ЭКГ	Электрокардиограмма
125.	ФПГ	Фотоплетизмограмма
126.	РЕО	Реокардиограмма
127.	ЭЭГ	Электроэнцефалограмма
128.	АСээг	Амплитудный спектр стандартных ритмов ЭЭГ
129.	ГКИ	Гистограмма кардиоинтервалов
130.	КИГ	Кардиоинтервалограмма
131.	КРГ	Корреляционная ритмограмма
132.	ФП	Фазовый портрет ритма сердца
133.	БИНА	Бисистемная интегральная номограмма гемодинамики
134.	ПГ	Номограмма пульсовой гемодинамики
135.	Raw	График давления в дыхательных путях
136.	V – Flow	Петля Объем/Поток (в дыхательном контуре)
137.	Raw – V	Петля Давление/Объем (в дыхательном контуре)
138.	O <sub>2</sub>	Оксиграмма
139.	CO <sub>2</sub>	Капнограмма
140.	<b>Тренды всех измеряемых и вычисляемых показателей</b>	

## ЖИЗНЕННО ВАЖНЫЕ ФУНКЦИИ В ПОКАЗАТЕЛЯХ

### Сердечно-сосудистая система

Сердечно-сосудистая система (ССС) человека выполняет в организме одну из главных функций – обеспечение всех тканей и органов кислородом и питательными веществами. Динамическим регулятором транспорта кислорода [1]\* является гемодинамика.

(\* - здесь и далее цифрой обозначается номер показателя в списке **Физиологические показатели или осциллограммы, графики, номограммы и тренды «СИМОНА 111»**).

Адекватная гемодинамика – это абсолютно необходимое условие работоспособности, быстрого восстановления после физической и умственной работы и успешного выздоровления после любой болезни, травмы или хирургической операции. По показателям, характеризующим работу сердца, циркуляцию крови и транспорт кислорода, раньше всего можно судить об особенностях адаптации физиологических систем и функций к напряженной мышечной и нервно-психической деятельности, о скорости восстановительных процессов и об эффективности лечебно-восстановительных мероприятий. Снижение показателей центральной и периферической гемодинамики ведет к значительному ухудшению спортивной формы (работоспособности), замедлению восстановительных процессов, появлению заболеваний и травм, а также к укорочению самой жизни.

Для оценки гемодинамики необходимо определить насосную функцию сердца [15], зависящую от объема циркулирующей крови (преднагрузка левого желудочка = волемиа) [28, 58], сократимости миокарда (инотропия) [10-12, 32, 59] и постнагрузки (сосудистый тонус) [18]. Интегральными показателями, учитывающими объем циркулирующей крови, сократимость миокарда, постнагрузку, транспорт кислорода, насосную функцию сердца и частоту сердечных сокращений являются [60, 132-133].

При обезвоживании организма и восстановлении водного баланса следует обращать внимание на [5-7, 9, 15, 23, 28, 29, 58, 60].

Важнейшими показателями в оценке центральной гемодинамики являются показатели, характеризующие фазы, ритм и частоту сердечной деятельности [7, 13, 21, 33, 34, 36-38, 40, 124, 132-134]. Интегральными показателями, характеризующими резервные возможности миокарда и всего организма в целом, являются [40, 57], которые учитывают фазы, ритм и частоту сердечных сокращений.

**В практической работе, чтобы быстро и просто оценить состояние ССС, достаточно воспользоваться 4-мя интегральными показателями [40, 41, 60, 132].**

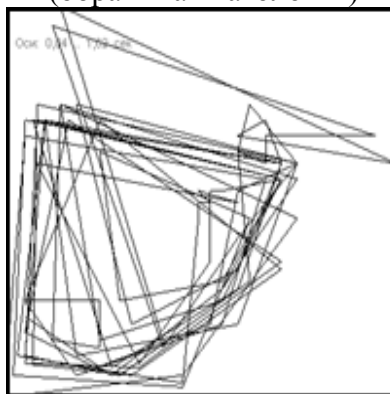
**Фазовый портрет ритма сердца [132]** графически отражает детерминированный (ограниченный определенной областью, не беспредельный) хаос в структуре ритма сердца. Снижение хаоса ниже нормы (уменьшение пятна рассеивания) указывает на выраженный (избыточный) гуморально-метаболический механизм сердечной регуляции и является отражением слабого влияния центральной нервной системы на ССС и, прежде всего, на работу сердца. Встречается при черепно-мозговой травме, менингоэнцефалите, во время наркоза. Повышение хаоса больше нормы (увеличение пятна рассеивания) указывает на опасность развития грозных осложнений, как показатель выраженного износа собственных резервов адаптации, вплоть до необратимых последствий: внезапная смерть на фоне острой сердечной недостаточности.

**Некоторые варианты фазовых портретов ритма сердца [132]:**

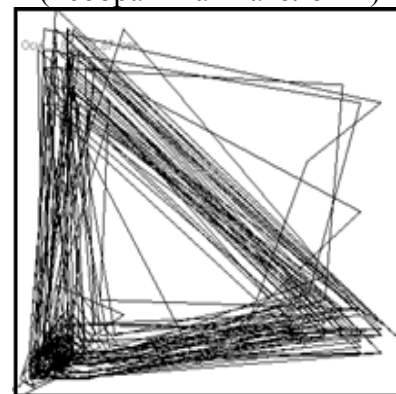
**Норма**



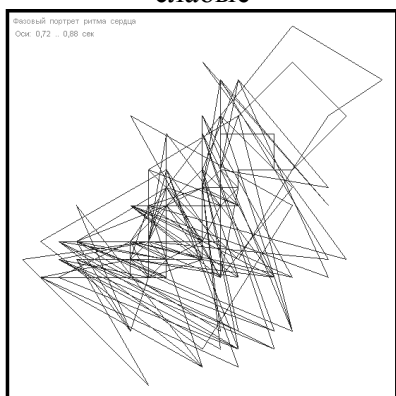
**Миокардиопатия (обратимая патология)**



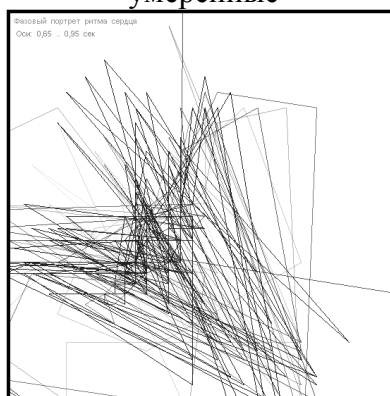
**Миокардиодистрофия (необратимая патология)**



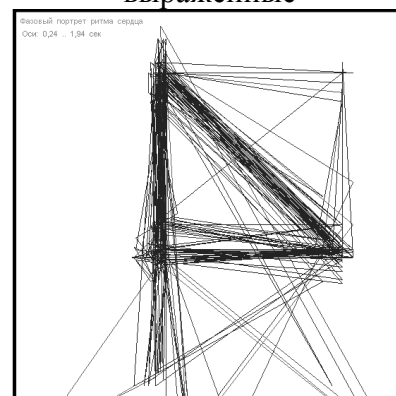
**слабые**



**Нарушения ритма сердца умеренные**



**выраженные**



**Дыхательная система**

Дыхательная система составляет начальный этап транспорта кислорода [1]. Легкие являются важнейшим звеном в совокупности систем, транспортирующих кислород и



углекислоту, т.е. осуществляющих газообмен между внешней средой и кровью. Нормальный газообмен обеспечивают несколько физиологических функций:

- вентиляция легких [4, 72-81, 136-139],
- диффузия газов [2, 3, 100, 102-103],
- транспорт кислорода [1],
- потребление кислорода [82, 83, 96, 102, 138],
- продукция углекислого газа [84-86, 139],
- системный перфузионный кровоток [5-7, 28, 58].

Основным переносчиком газов между легкими и тканями является гемоглобин [93].

### **Метаболизм и тканевой обмен**

«СИМОНА 111» учитывает косвенное, непрямое, определение метаболизма в организме по его газообмену – учету количества потребленного кислорода [82, 83] и выделенного углекислого газа [84, 85].

Отношение выделенного  $\text{CO}_2$  [84, 85] к объему поглощенного  $\text{O}_2$  [82, 83] называется дыхательным коэффициентом - ДК [86]. При смешанной пище у человека  $\text{ДК}=0,85-0,89$ . При окислении углеводов  $\text{ДК}=1,0$ . При окислении жиров  $\text{ДК}=0,7$ . При окислении белков  $\text{ДК}=0,8$ .

Во время интенсивной мышечной работы ДК повышается и приближается к единице. Это объясняется тем, что главным источником энергии во время напряженной мышечной деятельности является окисление углеводов. После завершения работы ДК в течение первых нескольких минут так называемого периода восстановления резко снижается до величин меньших, чем исходные, и только спустя 30-50 минут после напряженной работы обычно нормализуется.

Изменения ДК после окончания работы не отражают истинного отношения между используемым в данный момент  $\text{O}_2$  и выделенной  $\text{CO}_2$ . ДК в начале восстановительного периода повышается по следующей причине: в мышцах во время работы накапливается молочная кислота, образующаяся из-за дефицита кислорода в тканях (анаэробный путь получения энергии – быстрый, но малоэффективный). Молочная кислота поступает в кровь и вытесняет  $\text{CO}_2$  из гидрокарбонатов, присоединяя основания. Благодаря этому количество выделенного  $\text{CO}_2$  больше количества  $\text{CO}_2$ , образовавшегося в данный момент в тканях. Обратная картина наблюдается в дальнейшем, когда молочная кислота постепенно исчезает из крови. Одна часть её окисляется, другая ресинтезируется в гликоген, а третья выделяется с мочой и потом. По мере уменьшения в крови молочной кислоты освобождаются основания, которые до того были отняты у гидрокарбонатов. Эти основания вновь связывают  $\text{CO}_2$  и образуют гидрокарбонаты. Поэтому через некоторое время после работы ДК резко падает

вследствие задержки в крови  $\text{CO}_2$ , поступающего из тканей. По скорости изменения ДК можно судить о скорости описанных выше биохимических процессов. Чем выше эта скорость, тем лучше (более развиты), биохимические процессы адаптации.

### **Вегетативная нервная система**

«СИМОНА 111» имеет 2 показателя, характеризующих активность вегетативной нервной системы:

- ИНБ – индекс напряжения Баевского [36], характеризующий активность парасимпатического отдела (норма 80-300);
- ИСА – индекс симпатической активности [37], характеризующий активность симпатического отдела (норма 30-70).

В здоровом организме при любой мышечной работе происходят учащение и усиление сердечных сокращений, перераспределение крови, протекающей через различные органы (сужение сосудов внутренних органов и расширение сосудов работающих мышц), увеличение количества циркулирующей крови за счет выброса ее из кровяных депо, усиление и углубление дыхания, мобилизация сахара из депо и т. д. Все эти приспособительные реакции, способствующие мышечной деятельности, формируются высшими отделами ЦНС, влияния которой реализуются через вегетативную нервную систему.

В большинстве органов, иннервируемых вегетативной нервной системой, раздражение симпатических и парасимпатических волокон вызывает противоположный эффект. Так, сильное раздражение блуждающего (парасимпатического) нерва вызывает уменьшение ритма и силы сердечных сокращений, раздражение симпатического нерва увеличивает ритм и силу сердечных сокращений; парасимпатические влияния расширяют сосуды языка, слюнных желез, половых органов, симпатические — суживают эти сосуды; парасимпатические нервы суживают зрачок, симпатические — расширяют; парасимпатические влияния суживают бронхи, симпатические — расширяют; блуждающий нерв стимулирует работу желудочных желез, симпатический — тормозит; парасимпатические нервы вызывают расслабление сфинктеров мочевого пузыря и сокращение его мускулатуры, симпатические сокращают сфинктер и расслабляют мускулатуру и т. д.

**Симпатическая нервная система** выполняет универсальную адаптационно-трофическую функцию. Она регулирует обмен веществ, трофику и возбудимость всех органов и тканей тела, обеспечивая адаптацию организма к текущим условиям деятельности.

Симпатический отдел вегетативной нервной системы активирует процессы, связанные с расходом энергии, а парасимпатический — с ее накоплением в организме. «Антагонизм» между этими двумя отделами проявляется именно в том, что симпатические влияния активируют процессы, связанные с деятельностью организма, а парасимпатические влияния способствуют восстановлению тех ресурсов, которые потрачены при этой деятельности.

Однако известно, что ряд органов, иннервируемых симпатическими нервами (скелетные мышцы, органы чувств, сама ЦНС), весьма активно функционируют при напряжении сил, хотя не имеют парасимпатической иннервации. А именно эти органы в первую очередь нуждаются в восстановлении своих ресурсов, потраченных при напряженной деятельности.

Жизнь организмов в естественных биологических условиях - непрерывная борьба за существование, в которой побеждает наиболее приспособленный, т. е. наиболее сообразительный, сильный, ловкий, быстрый, неутомимый. У высших организмов в процессе эволюции появилась жизненная необходимость в создании инструмента, максимально мобилизующего двигательную и интеллектуальную активность, запускающего в действие все ресурсы, все резервы организма. Таким инструментом стал симпатический отдел вегетативной нервной системы. Этот отдел нередко дестабилизирует физиологические процессы, обеспечивая максимальное напряжение функций всех тех органов и систем, которые необходимы для огромных усилий, для гигантской мобилизации интеллектуальных, энергетических ресурсов, для небывалой по мощности и масштабам мышечной деятельности, для спасения организма путем борьбы или бегства. Из сказанного ясно, что симпатический отдел нередко нарушает постоянство внутренней среды. **Задача восстановления и сохранения постоянства внутренней среды при любых нарушениях и сдвигах, вызванных возбуждением симпатического отдела, падает на долю парасимпатического отдела.** В этом смысле деятельность двух отделов может проявляться иногда как антагонизм. Но это не значит, что функции органов и тканей управляются только антагонистическими влияниями.

**Парасимпатические нервные волокна** в ряде случаев могут как стимулировать, так и тормозить функцию регулируемых ими органов, обеспечивая все процессы текущей регуляции, необходимые для сохранения гомеостаза. В последнее время показано, что выделяемый окончаниями парасимпатической системы ацетилхолин может тормозить секрецию норадреналина окончаниями симпатической нервной системы и, кроме того, понижать чувствительность адренорецепторов к действию катехоламинов. Таким образом, парасимпатическая система может играть роль и регулятора (модулятора) симпатических влияний, являясь своеобразным «антистрессорным» фактором. Задача парасимпатического

отдела вегетативной нервной системы — непрерывно корректировать сдвиги, вызванные влиянием симпатического отдела, восстанавливать и сохранять гомеостаз.

У отдохнувших (восстановившихся) спортсменов высокого уровня (не зависимо от вида спорта) в спокойном расслабленном состоянии в положении на спине – исходный уровень (не перед стартом) ИНБ = 65 (13-116), ИСА = 50 (19-70). Сразу после выступления эти показатели достигают максимальных величин ИНБ 900-1500, а ИСА 98-100. В ранний период восстановления – первые часы или даже 2-3 суток – оба показателя сохраняются на повышенном, по сравнению с исходным, уровне, характеризуя степень дезадаптации (ИСА) и степень напряжения восстановительных процессов (ИНБ).

## **ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ СПОРТСМЕНОВ С ПОМОЩЬЮ «СИМОНА 111»**

Прибор позволяет определять норму для данного спортсмена и отклонения от нее в лучшую и худшую стороны с течением времени (часов, дней, месяцев, лет), сравнивая любые показатели в одном медицинском протоколе формата А4. Кроме этого можно обнаруживать патологические отклонения любых показателей, что позволяет рано начинать соответствующее лечение или изменять режим тренировок.

### **Как находить НОРМУ для данного спортсмена.**

Обследование необходимо проводить в период максимального здоровья, до тренировки, в период суток, когда бывают соревнования. Накануне не должно быть изнурительной тренировки или соревнований. Состояние спортсмена должно быть таким, как будто он готовится начать разминку перед выступлением в финале и готов установить рекорд. Т.е. с нормальной температурой, выспавшийся, отдохнувший, не сытый и не голодный, не испытывающий жажду, не пивший кофе и др. и счастливый. Не после болезни.

Если спортсмен не соответствует вышеописанным условиям, все равно его можно обследовать, но следует записать в протокол проблему (что не так). В следующий раз обследовать при соблюдении всех вышеописанных условий. Это позволит получить базовый сравнительный материал для последующего выявления каких-либо нарушений (слабых мест) данного спортсмена.

### **Продолжительность и методика обследования.**

Перед обследованием необходимо иметь информацию об уровне гемоглобина (общий анализ крови).

Перед измерением показателей минимум 10 минут лежать на спине и успокоиться. Для повышения пропускной способности Системы можно организовать рабочее место с 2-мя кушетками. Один обследуется, другой укладывается-отлеживается.

4 минуты снятие показателей гемодинамики.

4 минуты то же самое + дыхание через маску.

### **Протоколирование исследования.**

Мы рекомендуем создавать, распечатывать и хранить 3 сравнительных (каждый без маски и с маской) протокола (всего 6):

- «СТАНДАРТ С НОМОГРАММОЙ» (25 показателей),
- «СТАНДАРТ 60 ПОКАЗАТЕЛЕЙ»,
- «СТАНДАРТ ФАЗОВЫЙ ПОРТРЕТ РИТМА СЕРДЦА» (25 показателей).

Все исследования и протоколы автоматически полностью сохраняются в Системе и всегда могут быть извлечены.

### **Когда исследовать реакцию на физическую нагрузку.**

Реакция на минимальную физическую нагрузку изучается при дыхании через маску. Это одинаковая для всех нагрузка с сопротивлением дыханию.

Реакция на максимальную или другую физическую нагрузку изучается сразу после тренировки и/или после дозированной нагрузки, например, на велоэргометре.

### **Быстрая и простая оценка физического состояния.**

Измерение обычных медицинских показателей (ЭКГ, пульс, АД) не позволяет судить о физическом состоянии спортсмена. Для этого необходимо одновременно и комплексно оценить показатели гемодинамики, дыхания, метаболизма и нервной системы. Симона позволяет это сделать невазивно и в любых условиях (открытый стадион, рядом с бассейном и прочее).

Для быстрой и простой оценки физического состояния спортсмена в Симоне имеются 3 интегральных показателя: кардиальный резерв (КР) [40], адаптационный резерв (АР) [41] и интегральный баланс (ИБ) [60].

**ИБ – интегральный баланс (%)**. Характеризует уровень функционирования сердечно-легочной системы в покое по сравнению с обычным здоровым человеком такого же пола, возраста, веса, роста. У здорового не спортсмена норма  $0 \pm 100\%$ . У отдохнувших спортсменов в спокойном состоянии ИБ всегда выше 100, а у элитных спортсменов может достигать 400-700. Если у отдохнувшего профессионального спортсмена ИБ значительно снизился и находится меньше 100, то это признак перетренированности. Уровень падения ИБ после тренировки или соревнований отражает физиологическую стоимость перенесенной физической нагрузки. Отрицательное значение ИБ после нагрузки говорит об избыточности перенесенной нагрузки и о плохой тренированности спортсмена.

**КР – кардиальный резерв (у.е.)**. Характеризует существующие резервы работы сердца. У здорового не спортсмена норма  $5 \pm 1$ . У хорошо отдохнувших и восстановившихся элитных спортсменов в спокойном состоянии КР может достигать 11,0. После физической нагрузки КР снижается и расходуется на восстановление организма. У хорошо тренированных спортсменов в спокойном состоянии после тяжелой тренировки или соревнований КР не снижается ниже 4,5. Чем выше КР, тем выше выносливость. Чем ниже КР, тем хуже ФСО, тем ниже уровень спортивной формы.

**АР – адаптационный резерв (у.е.)**. Характеризует уровень резервов организма для выполнения физической и психической работы. У здорового не спортсмена норма  $500 \pm 100$ . У хорошо отдохнувших и восстановившихся элитных спортсменов в спокойном состоянии на пике спортивной формы АР может достигать 1400-1500. После интенсивной тренировки или соревнований АР может снижаться до 400. У хорошо тренированных спортсменов высокого уровня после тренировки или соревнований АР не снижается ниже 600. Чем больше АР, тем лучше ФСО, тем выше уровень спортивной формы.

При полном восстановлении организма и высокой готовности к максимальному результату прослеживается восстановление КР, ИБ и АР до привычно высоких цифр. Эти 3 показателя очень удобны для комплексной оценки физического состояния и готовности к высокому результату (обследование перед подписанием контракта, формирование команды (эстафеты) накануне соревнований и т. д.).

Особенностью тяжелоатлетов, по сравнению с другими видами спорта, является нормальный (не повышенный или умеренно повышенный) КР (4-6) и ИБ (-80 - +200), и слабые их колебания под влиянием физических нагрузок. Коэффициент напряжения миокарда [16] у тяжелоатлетов нормальный, но ближе к верхней границе нормы, а в других

видах спорта – низкий. У тяжелоатлетов наблюдаются нормальные (не повышенные как у других спортсменов) индекс доставки кислорода [1], показатели сократимости миокарда [10-12] и конечный диастолический индекс [28].

Отслеживая динамику КР, ИБ и АР можно судить:

- об интенсивности физических нагрузок (по падению этих показателей наблюдают физиологическую стоимость физической нагрузки),
- о скорости (продолжительности и эффективности) восстановительных мероприятий,
- о готовности к выдающемуся спортивному результату.

У молодых (12-16 лет) профессиональных спортсменов КР, ИБ и АР превышают норму сверстников (не спортсменов), но не значительно. Дальнейший прогресс в физическом развитии идет параллельно с увеличением КР, ИБ и АР.

***Правила пользования прибором описаны в Руководстве по эксплуатации.***