

## СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ

Новиченок А. А., Хурса Р.В.

*Кафедра поликлинической терапии*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

**Ключевые слова:** гемодинамика, КАСПАД, физическая форма.

**Резюме.** Исследованы гемодинамика лиц, занимающихся водными видами спорта, методом количественного анализа параметров АД (КАСПАД) и показатели физической формы на АПК «Омега-С». Показано, что КАСПАД позволяет выявлять дисфункциональные типы гемодинамики, которые сопряжены с достоверно худшими показателями физической формы. КАСПАД открывает новые возможности в функциональной диагностике.

**Resume** Hemodynamics of persons engaged in water sports was investigated by the method of quantitative analyses of relation of blood pressure parameters (QARBPP) and index of physical form on hardware-software complex "Omega-S". It is shown that QARBPP allows reveal the dysfunctional hemodynamic types that are reliably worse indicators of physical form. QARBPP gives new opportunities for functional diagnostics.

**Актуальность.** Организм спортсменов во время тренировок и соревнований подвергается экстремальным физическим и эмоциональным нагрузкам, долгосрочные последствия которых не всегда могут быть выявлены своевременно поэтому необходим регулярный контроль физической формы. Одним из современных способов динамического контроля функционального состояния спортсменов является исследование с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК) «Омега-С», который определяет АД, вариабельность сердечного ритма (ВСР) и ряд расчетных показателей физической формы: уровень адаптации к физическим нагрузкам, тренированность организма, психоэмоциональное состояние и др. Основной адаптационной системой (универсальным показателем адаптации) является система кровообращения, поэтому актуальной является проблема раннего выявления скрытых гемодинамических нарушений скрининговыми методами.

Одним из способов выявления скрытых гемодинамических нарушений является количественный анализ связей параметров артериального давления (КАСПАД), предполагающий построение линейной регрессии по ряду величин артериального давления (АД) пациента, полученных в желаемом интервале времени наблюдения.

Общий вид регрессии представляют взаимосвязанные линейные уравнения:

$$S=Q+aW; \quad D=Q+(a-1)W;$$

где  $S$  – систолическое АД,  $D$  – диастолическое АД,  $W$  – пульсовое АД ( $W=S-D$ ). Коэффициенты имеют индивидуальные числовые значения,  $Q$  отражает давление крови в области исчезающей пульсовой волны (беспульсовой характер кровотока приобретает в конечной части артериол), коэффициент  $a$  – тип сердечно-сосудистого взаимодействия. В зависимости от величины коэффициента  $a$  выделяют

гемодинамические типы: гармонический (Г) при  $0 < a < 1$ , означающий нормальное физиологическое взаимодействие сердца и сосудов в продвижении крови; дисфункциональный диастолический (ДД) указывающий на «гипертрофированный» вклад сердца в продвижение крови ( $1 < a < 2$ ); дисфункциональный систолический (СД) – «гипертрофированный» вклад периферического сердца, прежде всего, сосудов ( $-1 < a < 0$ ). КАСПАД-типы характеризуют гомеостаз и адаптацию организма в интервале времени наблюдения [2,3]. Диагностические возможности метода КАСПАД у лиц, занимающихся спортом ранее не исследовались, также как их взаимосвязь с показателями АПК «Омега-С».

**Цель:** оценить функциональное состояние организма лиц, занимающихся водными видами спорта, с помощью комплексного исследования гемодинамики методом КАСПАД и показателей АПК «Омега-С», а также выявить связь между показателями физической формы и КАСПАД-типом.

**Задачи:**

1. Исследовать гемодинамику методом КАСПАД у лиц, занимающихся спортом, по величинам АД, полученным при использовании АПК «Омега-С».

2. Оценить комплекс показателей «Омега-С» в зависимости от КАСПАД-типа.

**Материал и методы.** Неоднократно ( $\geq 18$  раз) обследованы лица, регулярно занимающиеся греблей и прыжками в воду (12 мужчин, 8 женщин, средний возраст –  $21,2 \pm 1,0$  лет) на АПК «Омега-С» [1]. Оценивались параметры ВСР (статистические и спектральные), а также расчетные показатели, характеризующие функциональное состояние пациента: А – уровень адаптации к физическим нагрузкам; В – показатель тренированности организма; С – уровень энергетического обеспечения; D – психоэмоциональное состояние; Health – интегральный показатель «спортивной формы». Величины АД использованы для КАСПАД. Результаты обработаны с методами медицинской статистики, различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Среднее АД в группе было нормальным:  $108,5 \pm 2,0$  мм рт.ст. систолическое,  $66,0 \pm 1,3$  мм рт.ст. диастолическое, но оптимальное кровообращение (гармонический КАСПАД-тип) определено только у 65% (13 чел), у остальных были дисфункциональные типы, преобладал диастолический (ДД) – 30% (6 чел). Лица с ДД отличались от лиц с Г-типом достоверно более низкой величиной давления  $Q$ , отражающего кровоток в конечной части артериол ( $56,6 \pm 6,7$  мм рт.ст. и  $89,2 \pm 13,8$  мм рт.ст. соответственно,  $p < 0,05$ ), а также худшими показателями ВСР статистическими и спектральными.

Вегетативные нарушения выражались снижением полного спектра частот ( $3073 \pm 1851$   $\text{мс}^2/\text{Гц}$  и  $5725 \pm 1718$   $\text{мс}^2/\text{Гц}$  соответственно,  $p < 0,05$ ); показателя LF ( $978,4 \pm 618$   $\text{мс}^2/\text{Гц}$  и  $1915,3 \pm 814$   $\text{мс}^2/\text{Гц}$  соответственно, что указывает на преобладание симпатических влияний) и статистических показателей SDSD, RMSSD ( $p < 0,05$ ).

Индекс вегетативного равновесия (ИВР), который отражает соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС, был достоверно больше при ДД:  $109,2 \pm 80,8$   $\text{мс}^2/\text{Гц}$  и  $195,6 \pm 79,3$   $\text{мс}^2/\text{Гц}$ , соответственно,  $p < 0,05$ . Это подтверждается индексом напряженности (ИН), демонстрирующим

степень централизации управления сердечным ритмом: при ДД-типе он составил  $150 \pm 74,2$  мс<sup>2</sup>/Гц, а при Г-типе  $79,4 \pm 72,6$  мс<sup>2</sup>/Гц.

ДД-тип демонстрировал также худшие результаты по расчетным показателям «Омега-С» (Рис. 1).

- Напряжение систем регуляции и адаптации организма к условиям среды – уровень тренированности, включающий в себя индексы В1 – вегетативный гомеостаз (при ДД-типе он был  $66,2 \pm 23,3$ , а при Г-типе –  $85,2 \pm 16,4$ ) и В2 – резервы тренированности (при ДД-типе –  $60,7 \pm 17,1$ ; при Г –  $80,4 \pm 11,2$ ,  $p < 0,05$ ).

- Нейродинамический анализ, дающий представление о нервном и эндокринном компонентах регуляции (на уровне гипоталамо-гипофизарной системы) по индексам С1 – нервный компонент, характеризующий уровень энергетического обеспечения (при ДД-типе он составил  $58,0 \pm 13,2$ , при Г-типе  $73,3 \pm 12,9$ ,  $p < 0,05$ ), и С2 – эндокринный компонент, отражающий резервы энергетического обеспечения (при ДД-типе он был  $63,7 \pm 13,0$ , при Г –  $79,7 \pm 11,6$ ,  $p < 0,05$ ).

- Психоэмоциональное состояние (динамический анализ ритма по суммарному биоэлектрическому сигналу ЦНС). Это показатель отражает склонность к усталости, стрессу и депрессии, и включает индексы Д1– «быстрая» адаптация, характеризующий уровень управления (он составил  $59,2 \pm 12,6$  и  $76,0 \pm 12,8$  при ДД- и при Г-типах, соответственно,  $p < 0,05$ ), и Д2 – «медленная» адаптация, характеризующий резервы управления (при ДД-типе  $55,8 \pm 13,1$ , при Г-типе –  $71,0 \pm 13,2$ ,  $p < 0,05$ ).

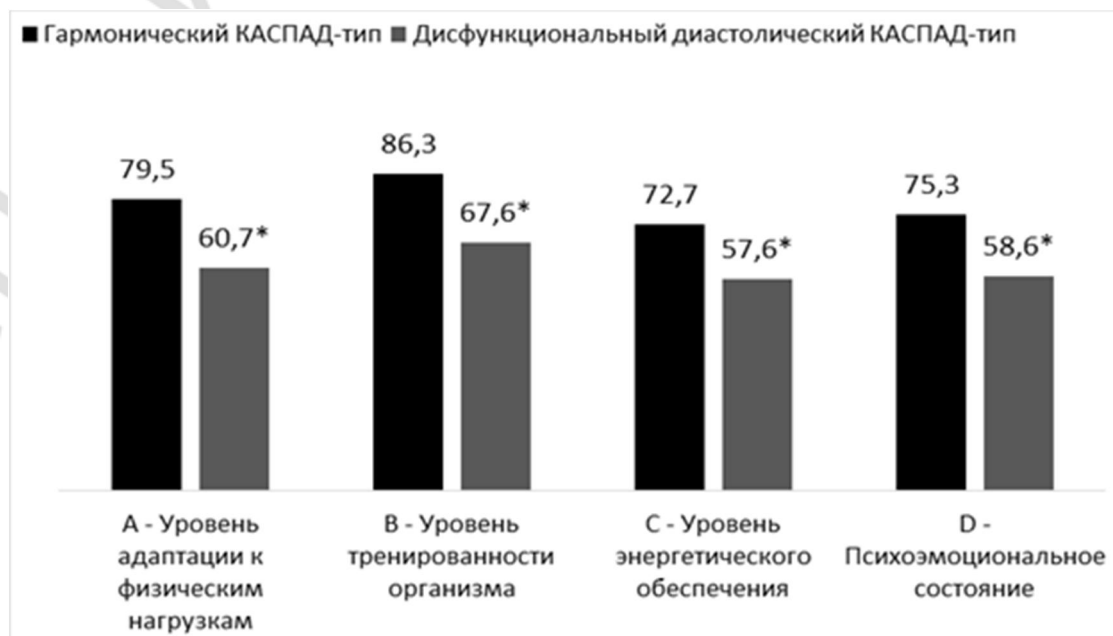
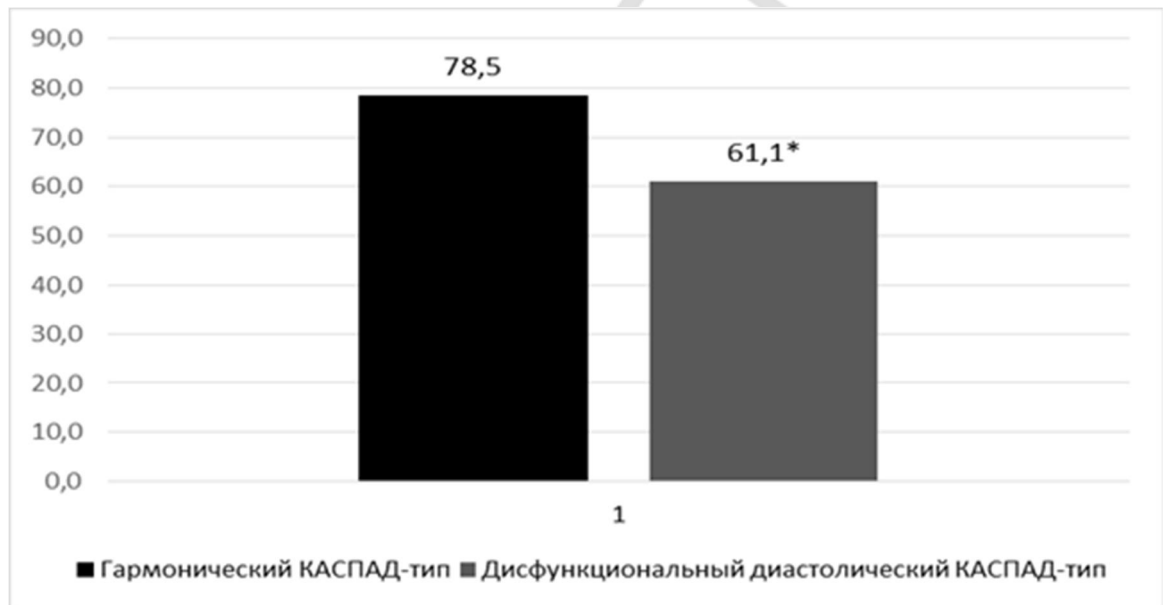


Рис. 1- Показатели физического состояния по данным АПК «Омега-С»

Примечание-\*- достоверные различия между типами

Таким образом, гемодинамический типа ДД сопряжен с достоверно более низкими уровнями адаптации к физическим нагрузкам, тренированности организма, энергетического обеспечения и психоэмоционального состояния, что

выразилось в снижении интегрального показателя физической формы Health –  $61,1 \pm 16,1$ : при Г-типе –  $78,5 \pm 13,6$ ,  $p < 0,05$ ), (Рис. 2). Это обстоятельство подтверждает патологический характер ДД-типа, который нередко выявляется у практически здоровых нормотензивных людей [2,3].



*Рис. 2- Health - Интегральный показатель "спортивной формы"*  
 Примечание-\*- достоверные различия между типами

**Выводы:**

1. У лиц, занимающихся водными видами спорта (гребля, прыжки в воду), КАСПАД позволил выявить дисфункциональные типы гемодинамики у 35% лиц, самым частым был диастолический дисфункциональный тип – 30%;

2. По данным комплексного исследования с помощью АПК «Омега-С» ДД-тип сопряжен с нарушением вегетативной регуляции, преобладанием симпатических влияний и достоверным ухудшением интегральных показателей спортивной формы:

- адаптации к физическим нагрузкам;
- тренированности и ее резервов;
- уровня энергетического обеспечения и его резервов;
- уровня и резервов психоэмоционального состояния.

3. КАСПАД открывает новые возможности функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы по параметрам АД, и может быть рекомендован для скрининговой оценки здоровья лиц, занимающихся спортом.

### Литература

1. Система комплексного компьютерного исследования физического состояния спортсменов «ОМЕГА-С»: Документация пользователя.- СПб.: Научно-производственная фирма «ДИНАМИКА», 2010. - 74с.
2. Хурса, Р.В. Пульсовое давление крови: роль в гемодинамике и прикладные возможности в функциональной диагностике / Р.В. Хурса // Медицинские новости.- 2013.-№4.- С.13-19; Артериальная гипертензия.-2014.-№5(37).- С.21-28 (Укр).
3. Хурса, Р.В. Количественный анализ связей параметров артериального давления (линейная регрессия) в функциональной диагностике кровообращения / Р.В. Хурса // Вопросы организации и информатизации здравоохранения.-2012.-№4.- С.89-91.