

УДК [613.68]: 612.1: 612.766.1

Найдич С.И.<sup>1</sup>, Сафронова Н.С.<sup>2</sup>

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ВО ВРЕМЯ НАПРЯЖЕННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ МОРСКОГО ПЛАВАНИЯ

<sup>1</sup> – Крымский инженерно-педагогический университет, г. Симферополь, Украина;

<sup>2</sup> – Таврический национальный университет, г. Симферополь, Украина;

E-mail: [tournesi@rambler.ru](mailto:tournesi@rambler.ru)

*Ключевые слова:* морское плавание, мышечная деятельность, сердечно-сосудистая система

Сохранение здоровья яхтсменов и моряков является важной задачей для поддержания высокой производительности их труда и профессионального долголетия. Один из путей повышения эффективности профилактических и лечебных мероприятий связан с решением недостаточно исследованного до сих пор аспекта проблемы адаптации человека к условиям длительного плавания – это дифференциация адаптивных сдвигов от предпатологических состояний, а также своевременная диагностика последних в условиях инициализации адаптационного процесса при индивидуальных типах его формирования.

Адаптивные реакции человека в условиях морского плавания изучались преимущественно во время пребывания на моторных судах [4, 5]. Сообщения об изучении работоспособности спортсменов-виндсерфингистов встречались лишь в единичных исследованиях [1, 6, 7], в связи, с чем изучались индивидуальные реакции виндсерфингиста во время заплыва длительностью 36 дня и протяженностью 2300 км в акватории Черного моря.

### МЕТОДИКА

По условиям плавания спортсмен ежедневно проходил на парусной доске от 70 до 150 км в течение светового дня в сопровождении яхты, переходя на яхту только для ночлега и трехразового кратковременного отдыха (15-20 мин). Погодные условия характеризовались следующими значениями: сила ветра – от

12 до 22 м/сек., температура воздуха – от 26 до 34 градусов, влажность составляла в среднем 72,6%. Функции сердечно-сосудистой системы изучали ежедневно утром перед выходом в плавание методом электрокардиографии. На основании полученных данных электрической активности сердца и его ритма определялись следующие показатели: систолический показатель Фогельсона-Черногорова (СП), показатель регулярности сердечного ритма (ПР), индекс напряжения (ИН) и вегетативный индекс Кердо (ВИК). Кроме того, определяли концентрацию ионов кальция, калия и натрия в слюне спортсмена.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные электрической активности сердца и его ритма, зарегистрированные во время перехода представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Показатели сердечно-сосудистой системы у виндсерфингиста во время многодневного плавания

Дни плавания	Показатели				
	Систолические показатели	Кардиологический индекс	Показатель регулярности сердечного ритма	Индекс напряжения миокарда	Вегетативный индекс
2	51,2	0,800	28	31,1	-25,6
3	75,2	0,900	41	45,5	-20,6
4	47,8	0,800	58	72,5	-36,5
7	31,0	1,100	31	12,8	-23,7
8	45,8	0,900	63	70,0	-7,3
10	33,5	0,700	45	10,6	-3,2
12	42,3	0,900	57	63,3	-14,4
13	37,9	0,800	20	25,0	-14,9
15	35,4	0,800	16	20,0	-7,7
16	42,3	0,750	16	21,3	-31,4
17	28,0	0,950	44	46,3	-10,5
20	42,3	0,900	17	18,8	-2,5
23	37,9	0,800	24	30,0	-17,3
25	42,3	1,000	64	64,0	-28,3
26	44,8	0,900	61	67,7	-20,2
28	64,5	1,000	32	32,0	-15,5
29	52,1	0,950	31	32,6	-13,6
30	28,0	0,900	39	43,3	-15,5
31	47,7	0,950	33	41,2	-11,2
32	39,9	0,900	47	52,2	-9,5
33	35,4	0,800	26	32,5	-11,8
34	35,4	0,850	44	51,7	-4,3
35	47,7	0,850	33	38,8	-14,6
36	39,9	0,800	23	28,7	-13,5

Показатели электрической активности сердца и его ритма, полученные во время длительного перехода служат подтверждением тяжелых нагрузок, испытываемых сердечно-сосудистой системой виндсерфингиста. При изучении систолического показателя Фогельсона-Черногорова (СП), отражающего состояние энергетических процессов миокарда, уровень СП в шестнадцати из двадцати четырех проводимых обследованиях был повышен на 67%. Это указывает на хроническое напряжение миокардиальной мышцы и продолжительную работу сердца в неблагоприятных условиях.

Степень ритмической деятельности сердца в покое может быть оценена с помощью показателя регулярности сердечного ритма (ПР). У здоровых людей ПР не должен превышать 50%, то есть чем ниже показатель ПР, тем ритмичнее сокращается сердце. Согласно исследованиям, у виндсерфингиста только в восьми случаях из тридцати пяти наблюдалось устойчивое состояние сердечного ритма, в пяти случаях физиологическая аритмия была явно выражена, и еще в пяти показатели указывали на срыв ритмической деятельности сердца. Кроме того, в современной физиологии получили распространение два интегральных показателя сердечного ритма: индекс напряжения (ИН) и вегетативный индекс Кердо (ВИК). Повышение величин индекса напряжения отражает преобладание корковой, или центральной, регуляции сердечной деятельности.

В наших исследованиях показатели ИН, характеризующие стабильность сердечного ритма, отмечались в десяти случаях из двадцати четырех зафиксированных. Таким образом, наблюдался срыв регуляции сердечной деятельности со стороны структур головного мозга из-за преобладающего влияния гуморальных факторов, то есть от перенапряжения вегетативных систем организма (недостаточное снабжение сердца кислородом, снижение концентрации электролитов в крови, уменьшение сократительной способности миокарда).

Для оценки влияния парасимпатической иннервации на работу сердца используется вегетативный индекс Кердо (ВИК). Его положительные значения говорят о преобладании симпатических влияний, отрицательные — о влиянии парасимпатических. Как известно, симпатические влияния оказывают положительные воздействия на сердечную деятельность вследствие увеличения силы и мощности сокращения миокарда, усиления кровотока через сердечные (коронарные) кровеносные сосуды, повышения частоты сердечных сокращений, а также благоприятных изменений электрической активности сердца. Парасимпатическая активность

вызывает отрицательные эффекты: снижение ЧСС, уменьшение силы сокращений предсердий миокарда, уменьшение кровотока через коронарные сосуды, что приводит к ослаблению насосной функции сердца. У виндсерфингиста только в трех случаях из двадцати четырех (1,3%) наблюдались благоприятные симпатические влияния со стороны нервной системы, что подтверждает состояние хронического перенапряжения сердечной деятельности.

Одним из наиболее важных последствий дегидратации является уменьшение объема плазмы крови, что приводит к снижению венозного возврата и к падению систолического объема сердца. Другим результатом уменьшения объема плазмы крови является гемоконцентрация, что увеличивает нагрузку на сердце и снижает его производительность. При потере воды с потом организм теряет и некоторые минеральные вещества, в том числе соли. Во время длительной и напряженной мышечной деятельности человек теряет с потом ионы натрия, хлора, кальция, т. е. те ионы, которые находятся в жидкости внеклеточных пространств — плазме и тканевой жидкости. Это главные электролиты, которые больше других определяют осмотическое давление плазмы и тканевой жидкости, а значит, объем внеклеточной жидкости в теле. Уменьшение объема внеклеточной жидкости нарушает нормальную жизнедеятельность скелетных и сердечных мышц, значительно уменьшая на клеточном уровне их сократительную способность [2]. При изучении изменения в ходе спортивных соревнований показателей гематокрита и электролитов в крови у виндсерфингистов [6], была обнаружена значительная потеря жидкости и явно выраженное снижение концентрации калия вследствие высокой степени перегревания тела. Субъективное ощущение спортсменов характеризовалось жалобами на быстро наступающую усталость, мышечную слабость и даже на судороги мышц и тошноту.

На основании данных о концентрации ионов кальция, калия и натрия в слюне виндсерфингиста (табл. 2) видно, что в течение перехода у виндсерфингиста прослеживалась тенденция к уменьшению ионов кальция (на 63,6% на четырнадцатый день и на 75% — на тридцать третий день) и ионов калия (на 30,3% на пятый день и на 84,1% — на тридцать первый день). Концентрация ионов натрия снизилась на 90% на третий день и на 70% — на двадцать девятый день. Значительные колебания электролитного баланса виндсерфингиста свидетельствуют о перенапряжении физиологических систем организма.

Таблица 2. Показатели электролитного состава слюны у виндсерфингиста во время многодневного плавания

Дни плавания	Показатели		
	Na	K	Ca
1	7,0	11,6	4,0
3	1,0	10,5	0,8
5	9,8	8,9	1,3
6	13,3	10,0	6,5
9	10,3	16,3	3,0
10	7,5	11,6	4,0
11	4,5	8,9	3,0
14	7,3	15,8	1,1
16	6,5	9,5	3,0
19	7,0	10,5	6,3
20	11,0	10,5	2,8
21	5,3	11,0	4,5
24	4,3	12,6	7,0
25	5,3	11,0	4,5
26	7,8	12,6	4,0
27	5,0	11,6	2,8
29	3,3	10,0	1,5
30	4,5	9,5	2,5
31	11,8	6,3	1,3
33	6,8	10,0	1,0

Как видно из полученных данных, неблагоприятное влияние климатических и температурных факторов на фоне интенсивной мышечной деятельности приводило к значительному напряжению сердечно-сосудистой системы. В таких условиях сердечно-сосудистая система должна одновременно обеспечить адекватное кровоснабжение работающих мышц кислородом (метаболический запрос) и усиленный кожный кровоток для повышенной теплоотдачи (терморегуляционный запрос). Эта задача еще больше усложняется из-за уменьшения объема циркулирующей крови и повышения ее вязкости. При продолжительной работе в таких условиях сердце начинает как бы «разрываться» для выполнения физиологически несовместимых задач. В результате этого, оно не справляется ни с одной из них: с одной стороны, происходит ухудшение кровоснабжения работающих мышц, то есть к дефициту снабжения их кислородом, преобладанию бескислородного способа образования энергии и «закислению» крови большим количеством вредных продуктов обмена, а с другой стороны — к снижению объемной скорости кожного кровотока из-за нарушения терморегуляторной функции и уменьшению периферического сосудистого

сопротивления. При максимальном сердечном выбросе, связанном с высоким уровнем нагрузки, это ведет к падению артериального давления, вплоть до уровня, вызывающего сосудистый коллапс (обморок). При этом создается дополнительное затруднение для необходимого уровня кровоснабжения органов брюшной полости, прежде всего печени [3].

По условиям перехода виндсерфингист должен был совершать длительные переходы ежедневно в любую погоду, не имея достаточного времени для восстановления организма. Поэтому неудивительно, что две трети плавания у него отмечалось хроническое напряжение сердечной деятельности, а дважды, на шестой и двадцать седьмой день перехода, отмечались перенапряжения сердечной деятельности, которые приходилось устранять медикаментозным путем.

### **ВЫВОДЫ:**

1. Продолжительное плавание на парусной доске в сложных погодных условиях предъявляет повышенные требования к сердечно-сосудистой системе человека вследствие того, что температурный фактор начинает «отвлекать» деятельность сердца от адекватного обеспечения работающих мышц кислородом процессом усиления кожного кровотока. Таким образом, в спортивной деятельности виндсерфингистов необходимо, прежде всего, учитывать температурный фактор, максимально устраняя его возмущающее влияние на организм.

2. Одним из интегральных показателей эффективной работы сердца при плавании на виндсерфере может служить вегетативный индекс Кердо (ВИК) – наличие положительных его значений свидетельствует об эффективной сократительной функции миокарда.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Агаджанян и др. Состояние проходимости трахеобронхиального дерева в условиях автономного плавания на парусном судне. – 7 Всероссийский симпозиум, Москва, 1994. Эколого-физиологические проблемы адаптации. – М., 1994. – 421 с.
2. Коц Я.М. Физиология мышечной деятельности. – М.: ФИС, 1982. – 347 с.
3. Красников Н. П. Значение газообменной функции легких и кислотно-основного состояния крови в механизме повышения работоспособности и развития мышечного утомления / Автореф. дис. доктора биол. наук. — М., 1995. – 37с.
4. Скуратова Л.Я., Шишловская К.Я. Наблюдения за состоянием сердечно-сосудистой системы у членов экипажа морских и речных судов. – В кн.: Физиология труда. Материалы 5-й Всесоюзной конференции по физиологии труда. – М., 1967. – 273 с.

5. Страхов А.П. Адаптация моряков в длительных океанских плаваниях. – М.: Медицина, 1976. – 126 с.
6. Schonle Ch. Elettrolitverlust beim Regatta-Windsurfen. / Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 1983. – N. 3. – P. 93-96.
7. Ulrich J. Sportmedizinische Aspekte des Brettsegelns / Medizin und Sport, 1981. – V. 21. – N. 5. – P. 138-142.

**Найдич С.И., Сафронова Н.С.**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ВО ВРЕМЯ НАПРЯЖЕННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ МОРСКОГО ПЛАВАНИЯ**

*Ключевые слова: морское плавание, мышечная деятельность, сердечно-сосудистая система*

Выявлено, что продолжительное плавание на парусной доске в сложных погодных условиях предъявляет повышенные требования к сердечно-сосудистой системе человека вследствие того, что температурный фактор начинает «отвлекать» деятельность сердца от адекватного обеспечения работающих мышц кислородом через усиление кожного кровотока. Таким образом, в спортивной деятельности виндсерфингистов необходимо, прежде всего, учитывать температурный фактор, максимально устраняя его возмущающее влияние на организм. Также показано, что одним из интегральных показателей эффективной работы сердца при плавании на виндсерфере может служить вегетативный индекс Кердо (ВИК) – наличие положительных его значений свидетельствует об эффективной сократительной функции миокарда.

**Naidych C.I., Sofronova N.S.**

**RESEARCH OF THE HEART-VASCULAR SYSTEM REACTION DURING STRENUOUS MUSSELS ACTIVITY IN EXTREME CONDITIONS OF THE SEA SAILING**

*Key words: sea sailing, mussels activity, heart-vascular system*

It is revealed that prolonged sailing in extreme weather conditions demands well-trained heart-vascular system, as temperature factor starts “distracting” heart activity from its adequate oxygen supply of the working mussels because of intensification of the skin blood flow. Thus, while windsurfing it is obligatory to take into account temperature factor, eliminating its strenuous effect on the body to the maximum. It is also shown that one of the integral figures, presenting effective heart work while windsurfing can be vegetative index Kerdo (VIK) – its positive values justify effective contracting Myocardium function.