

УДК 613.68:616-003.96

Найдич С. И.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЕНСАТОРНЫХ РЕАКЦИЙ ВИНДСЕРФИНГИСТА ВО ВРЕМЯ ПЛАВАНИЯ НА ПАРУСНОЙ ДОСКЕ

*У статті виявлені основні закономірності адаптації людини під час інтенсивної м'язової діяльності у складних погодних умовах.*

**Ключові слова:** морське плавання, м'язова діяльність, адаптація.

*В статье выявлены основные закономерности адаптации человека во время напряженной мышечной деятельности в сложных условиях морского плавания.*

**Ключевые слова:** морское плавание, мышечная деятельность, адаптация.

*It is shown, that the main principles of the man's adaptation while strenuous mussel's activity in difficult conditions of sea sailing.*

**Key words:** sea sailing, mussel's activity, adaptation.

**Постановка проблеми.** Постоянно возрастающее количество людей, принимающих участие в развлекательных и спортивных плаваниях

на яхтах и парусных досках, требует более детального изучения физиологических процессов, происходящих в организме человека в процессе

адаптации к сложным условиям морского плавания. Плавание связано с непрерывной сменой климатических зон, длительным отрывом от берега, различным спектром деприваций на фоне выраженного эмоционального напряжения, вызванного «физиологической платой» за напряженность адаптационного процесса, ведущего к формированию хронического стресса.

**Анализ литературы.** 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. Не утратило также своей актуальности изучение вопросов сравнительной оценки влияния на организм яхтсменов и моряков различной продолжительности пребывания экипажей в море. Кроме того, одним из перспективных направлений является поиск неинвазивных методик тестирования адаптационных возможностей организма человека, диагностика резервов основных регуляторных систем и межсистемных взаимоотношений [1; 2].

Особенности физиологических реакций человека во время плавания на парусных судах освещены лишь в единичных исследованиях [3–5]. Однако комплексные исследования системы внешнего дыхания и системы терморегуляции не проводились. В связи с этим, с целью получения новых данных изучались индивидуальные реакции виндсерфингиста во время заплыва длительностью 36 дня и протяженностью 2300 км в акватории Черного моря.

**Целью данной статьи** является исследование компенсаторных реакций виндсерфингиста во время плавания на парусной доске.

**Изложение основного материала.** 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%.

Обследования спортсмена проводились ежедневно перед выходом в плавание. Функции сердечно-сосудистой системы изучали 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).

Также методом Дугласа–Холдена определяли следующие значения параметров внешнего дыхания: уровень потребления кислорода ( $VO_2$ ) и выделения углекислого газа ( $VCO_2$ ), объем легочной вентиляции ( $Ve$ ), дыхательный коэффициент ( $R$ ), коэффициент использования кислорода ( $KIO_2$ ).

Кроме этого, фиксировались показатели температурного баланса организма спортсмена методом термотопографии – измерением температуры разных участков кожного покрова. В дополнение определяли концентрацию ионов кальция, калия и натрия в слюне спортсмена.

Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2.

**Таблица 1.**

**Показатели внешнего дыхания у виндсерфингиста во время многодневного плавания.**

Дни плавания	Показатели						
	МОД л/мин.	$VO_2$ мл/мин.	$VCO_2$ мл/мин.	$R$ отн. ед.	$KIO_2$ мл/л	$РАСО_2$ мм. рт. ст.	$РАО_2$ мм. рт. ст.
2	6,2	275	209	0,76	44,4	30,4	123,1
3	5,9	232	155	0,71	39,3	31,2	123,9
4	5,9	285	160	0,56	27,1	29,66	121,6
5	3,9	177	124	0,70	45,4	31,9	122,4
7	6,7	257	174	0,68	38,4	30,6	123,1
8	7,1	272	220	0,81	38,3	30,4	123,1
10	10,6	416	283	0,68	39,2	31,9	121,6
11	6,2	268	186	0,69	43,2	31,9	123,1
12	8,9	350	338	0,97	39,3	38,0	123,1
13	7,6	382	332	0,87	50,3	36,5	123,1
15	10,6	501	476	0,95	47,3	35,0	120,8
16	6,7	257	154	0,60	38,4	27,4	127,7
17	5,3	192	184	0,96	36,2	38,8	117,8
20	3,6	138	97	0,70	38,3	30,4	119,3
23	4,8	237	158	0,67	49,4	29,6	121,6

25	5,3	224	159	0,71	42,3	28,9	124,6
26	6,8	392	302	0,77	57,6	30,4	121,6
27	6,7	270	241	0,89	40,3	31,2	125,4
28	5,1	226	168	0,74	44,3	31,9	120,1
29	7,8	357	346	0,95	45,8	38,0	118,6
30	5,6	241	180	0,75	42,9	35,7	112,5
32	3,6	158	107	0,68	43,9	32,7	119,3
33	7,6	318	289	0,91	41,8	41,0	116,3
34	5,3	250	201	0,80	47,2	35,7	124,6
35	6,7	281	241	0,86	41,9	34,2	120,8
36	6,4	218	244	1,12	34,1	29,6	121,6

Таблица 2.

Показатели электрокардиографии 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

Полученные данные указывают на то, что во время плавания у виндсерфингиста постепенно происходило изменение характера энергопродукции: более энергетически выгодный процесс окисления углеводов и жиров аэробным (с участием кислорода) способом образования энергии замещался менее эффективным безкислородным механизмом. В дальнейшем, из-за хронического утомления и значительных энерготрат, процессы образования энергии были угнетены.

При анализе изменений величины парциального давления углекислого газа была выявлена тенденция к снижению его величины по мере увеличения продолжительности плавания. Так, на финише заплыва снижение уровня  $PaCO_2$  составило 28,4% от исходного, а наибольшее падение отмечалось на 16-й день – 53%. Кроме того,

была отменена корреляционная взаимосвязь величины  $PaCO_2$  с уровнем дыхательного коэффициента –  $r = 0,689$ .

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 обследований был повышен на 67%. Это указывает на хроническое напряжение миокардиальной мышцы и продолжительную работу сердца в неблагоприятных условиях. Таким образом, можно говорить о развитии двигательной гипокании, связанной с

продолжительной мышечной деятельностью, что согласуется с рядом исследований [6, с. 7].

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.

У наших исследуемых 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 воздействий. 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.

Полученные данные показали, что у виндсерфингиста во время плавания отмечались повышенные энерготраты и быстрое ухудшение функционального состояния. По-видимому, это было связано не только с высокой интенсивностью мышечной нагрузки в течение продолжительного времени, но и с неблагоприятными условиями окружающей среды.

При анализе температурных показателей наибольший интерес представляет изменение градиента (разности) между температурой полярных участков тела – подмышки и кисти, подмышки и стопы. Значительное изменение этих

градиентов проявилось уже на четвертый день перехода; на пятнадцатый день градиенты резко нивелировались, что свидетельствовало о расстройстве механизмов терморегуляции и снижении адаптации в конце плавания; на тридцать третий день пути градиенты составляли наименьшие значения, а уменьшение основной температуры тела составило 0,6 градуса, что указывает на периферический сосудистый тонус и нарушение терморегуляции.

На основании данных о концентрации ионов кальция, калия и натрия в слюне виндсерфингиста было отмечено, 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 подтверждают перенапряжение физиологических систем организма.

Анализируя показатели физиологических систем организма виндсерфингиста, можно сказать, что во время многосуточного перехода спортсмен подвергался комплексному воздействию неблагоприятных факторов: чрезмерной физической нагрузке, дискомфортным климатическим условиям (шторму и штилю), психофизиологическим напряжениям. Это привело к истощению резервов организма и прогрессирующему утомлению на грани патологических изменений.

Как показано в исследованиях (например [9]), в случае, когда физическая нагрузка достигает экстремальной интенсивности, посредством иммунной системы включается так называемая «тревожная» реакция, подобная той, что проявляется при воспалительных явлениях в организме человека. Одним из проявлений такой реакции является дополнительное выделение лейкоцитов из костного мозга в кровь и повышение их фагоцитарной активности. То есть реакции организма на хронические стрессы, вызванные различными бактериальными инфекциями и чрезмерной физической нагрузкой, протекают одинаково.

**В заключение** отметим, что основные закономерности адаптации человека в условиях морского плавания сводятся к формированию в течение первых семи суток физиологических реакций, направленных на достижение устойчивой терморегуляции организма, затем происходит перестройка основных физиологических систем: внешнего дыхания, кровообращения, деятельности сердца и, в конечном итоге, всего организма

в целом. Однако одновременное сохранение температурного баланса и обеспечение продолжительной интенсивной мышечной деятельности становятся физиологически несовместимыми задачами, вследствие чего возникает быстрое перенапряжение различных органов и систем организма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скуратова Л. Я. Наблюдения за состоянием сердечно-сосудистой системы у членов экипажа морских и речных судов / Л. Я. Скуратова, К. Я. Шишловская // Физиология труда : материалы 5-й Всесоюзной конференции по физиологии труда. – М., 1967. – С. 273–277.
2. Страхов А. П. Адаптация моряков в длительных океанских плаваниях / А. П. Страхов. – М. : Медицина, 1976. – 126 с.
3. Агаджанян. Состояние проходимости трахеобронхиального дерева в условиях автономного плавания на парусном судне / Агаджанян и соавт. // Эколого-физиологические проблемы адаптации : материалы 7 Всероссийского симпозиума. – М., 1994. – С. 183–187.
4. Ulrich J. Sportmedizinische Aspekte des Brettsegelns / J. Ulrich // *Medizin und Sport*. – 1981. – V. 21. – № 5. – P. 138–142.
5. Schonle Ch. Elektrolytverlust beim Regatta-Windsurfen / Ch. Schonle // *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. – 1983. – № 3. – P. 93–96.
6. Красников Н. П. Значение газообменной функции легких и кислотно-основного состояния крови в механизме повышения работоспособности и развития мышечного утомления : автореф. дис. на соискание ученой степ. докт. биол. наук / Н. П. Красников. – М., 1995.
7. Goutier H. Gaz exchanges during exercise in normoxia and hyperoxia / H. Goutier // *Res. Physiol*. – 1978. – V. 33. – P. 199.
8. Коц Я. М. Физиология мышечной деятельности / Я. М. Коц. – М. : ФИС, 1986.
9. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Р. Пшенникова. – М. : Медицина, 1988. – 253 с.
10. Novak J. & K. Extremní vytrvalostní výkon zlekarskerho hlediska : Parametry bunecne imunity / J. & K. Novak // *Teoric a praxe telesne vrychovy*. – 1985. – V. 10. – № 10. – P. 614–627.