

ПРЕДИКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ К ДЕКОМПРЕССИОННОМУ ГАЗООБРАЗОВАНИЮ У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ВОДОЛАЗОВ



АЛПАТОВ Вадим Николаевич

Кандидат медицинских наук,
докторант военно-учебного
научного центра Военно-морского
флота «Военно-морская академия»,
г. Санкт-Петербург,
alpatovvn@gmail.com

ALPATOV Vadim

PhD, Doctoral student of the
Military-Scientific Research Center
of the Navy «Naval Academy»,
St. Petersburg, alpatovvn@gmail.com

ЯТМАНОВ

Алексей Николаевич

Кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник
НИИ спасания и подводных технологий военно-учебного
научного центра Военно-морского флота «Военно-морская
академия», г. Санкт-Петербург, yan20220@mail.ru

YATMANOV Aleksey

PhD, Junior Researcher, Research Institute for Rescue and
Underwater Technologies of the Military-Scientific Research
Center of the Navy «Naval Academy», St. Petersburg,
yan20220@mail.ru

Ключевые слова: декомпрессионное газообразова-
ние, устойчивость, прогноз, водолаз.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы изучения устойчивости к декомпрессионному газообразованию у профессиональных водолазов. В исследовании приняло участие 36 мужчин, профессиональных водолазов в возрасте 21–37 лет. На основании метода эхолокации после стандартного пересыщения организма азотом воздуха в барокамере ПДК-2 было выявлено 8 человек неустойчивых и 28 водолазов устойчивых к декомпрессионному газообразованию. Устойчивость профессиональных водолазов к декомпрессионной болезни обуславливается их антропометрическими (возраст), физиологическими (показатель RRmin методики вариационной пульсометрии) и психологическими характеристиками (уровень развития пространственных отношений, уровень реактивной тревожности). У устойчивых водолазов возраст и показатель RRmin методики вариационной пульсометрии статистически значимо ниже, чем у неустойчивых. «Неустойчивые» имеют статистически значимо более высокий уровень развития пространственных отношений и уровень реактивной тревожности. Пути дальнейшего изучения устойчивости к декомпрессионному газообразованию у водолазов лежат в области возрастной физиологии и физиологии стресса. Разработанную дискриминантную модель можно использовать как дополнительный расчетный метод прогноза устойчивости к декомпрессионному газообразованию у водолазов..

PREDICTORS OF RESISTANCE TO DECOMPRESSION GAS FORMATION AT PROFESSIONAL DRIVERS

Keywords: decompression gas formation, stability, forecast, diver.

Abstract. The article deals with the study of resistance to decompression gas formation in professional divers. The study involved 36 men, professional divers aged 21-37 years. Based on the echolocation method, after standard oversaturation of the body with nitrogen in the air in the PDK-2 pressure chamber, 8 unstable people and 28 divers resistant to decompression gas formation were identified. Resistance of professional divers to decompression sickness is determined by their anthropometric (age), physiological (index RRmin methods of variation pulsometry) and psychological characteristics (level of development of spatial relationships, level of reactive anxiety). Stable divers have a statistically significantly lower age and RRmin value for variational

pulsometry methods than unstable ones. «Unstable» have a statistically significantly higher level of development of spatial relationships and the level of reactive anxiety. Ways of further study of resistance to decompression gas formation among divers lie in the area of age physiology and stress physiology. The developed discriminant model can be used as an additional computational method for predicting resistance to decompression gas formation in divers.

Актуальность. Работа водолаза является экстремальным видом деятельности [1]. Одним из наиболее актуальных специфических заболеваний у водолазов является декомпрессионная болезнь (ДБ) [2, 3].

Несмотря на большое количество исследований, остается не до конца понятной природа и факторы устойчивости человека к внутрисосудистому газообразованию, что и являлось целью работы.

Материалы и методы. На базе НИИ спасания и подводных технологий военно-учебного научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия» в рамках НИР «Гиппократ-2018» обследовано 36 мужчин, профессиональных водолазов в возрасте 21–37 лет. На основании метода эхолокации, после стандартного пересыщения организма азотом воздуха в барокамере ПДК-2, было выявлено 8 человек неустойчивых и 28 водолазов устойчивых к декомпрессионному газообразованию.

До барокамерного тестирования проводилось исследование с использованием следующих методик. Анамнестический анализ: длительность работы по специальности, количество часов погружений. Физиологические пробы: артериальное давление по методу Короткова, частота

сердечных сокращений, вариационная пульсометрия. Психофизиологические: реакция на движущийся объект, простая зрительно-моторная реакция, критическая частота световых мельканий, компьютерная стабелография. Психологические: опрос жалоб с помощью методики АСС, самооценка самочувствия, активности и настроения с помощью методики САН, тест нервно-психическая адаптация (НПА), личностный опросник МЛО Адаптивность, уровень интеллектуальных способностей по методике КР-3-85, уровень личностной и реактивной тревожности методикой Спилберга-Ханина.

Статистический анализ выполняли с помощью пакета программ Statistica 7,0. Математическое моделирование проводили с помощью дискриминантного анализа. Сравнительный анализ в независимых группах проводили с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение. При проведении дискриминантного анализа методом «вперед пошагово» получена высокоинформативная модель: Wilks' Lambda: 0,27584 approx. F (4,31)=20,346 $p < 0,0001$ и определены предикторы устойчивости профессиональных водолазов к внутрисосудистому газообразованию (Таблица 1).

Таблица 1 – Дискриминантные переменные

Показатель	Wilks' Лямбда	Частичн Лямбда	F-remove (1,19)	p-level	Toler	1-Toler. (R-Sqr.)
Возраст	0,5877	0,4694	35,0448	0,0000	0,3175	0,6825
Кубы	0,5468	0,5045	30,4519	0,0000	0,3191	0,6809
Реактивная тревожность	0,3498	0,7886	8,3115	0,0071	0,6464	0,3536
RRmin	0,3304	0,8347	6,1371	0,0189	0,6620	0,3380

Таблица 2 – Сравнительный анализ предикторов устойчивости к декомпрессионному газообразованию в группах обследованных, $M \pm s$

Показатель	Устойчивые	Неустойчивые
Возраст, лет	25,43±3,5	29,75±6,2*
Кубы, балл	16,29±3,2	19,50±5,8*
Реактивная тревожность, балл	23,50±4,7	29,75±5,7*
RRmin, мс	737,29±65,7	814,33±91,2*

Примечание: * – $p < 0,05$

Таблица 3 – Классификационные функции для определения прогноза устойчивости профессиональных водолазов к внутрисосудистому газообразованию

Показатели	Коэффициенты	
	ЛКФ-1	ЛКФ-2
Возраст	7,879	9,248
Кубы	7,988	9,412
Реактивная тревожность	3,558	3,976
RRmin	0,447	0,487
Constant	-376,585	-483,126

Выявлено, что предикторами устойчивости профессиональных водолазов к внутрисосудистому газообразованию являются: возраст (В), субтест Кубы (К) методики КР-3-85, уровень реактивной тревожности (РТ) и показатель RRmin методики вариационной пульсометрии. Таким образом, устойчивость профессиональных водолазов к ДБ обуславливается их антропометрическими, физиологическими и психологическими характеристиками.

Показано, что у устойчивых водолазов возраст статистически значимо ниже, чем у неустойчивых. Существует точка зрения, что с увеличением длительности погружений, устойчивость к декомпрессионной болезни у водолаза повышается.

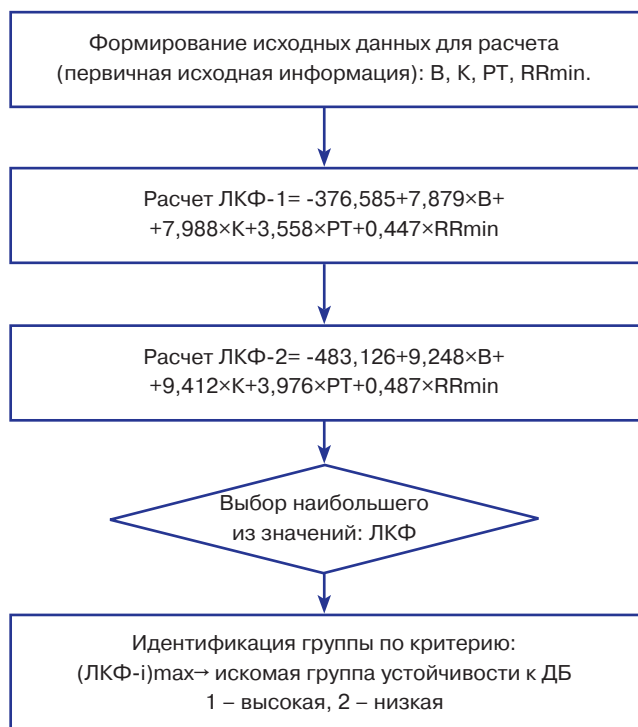


Рисунок 1 – Алгоритм определения прогноза устойчивости профессиональных водолазов к внутрисосудистому газообразованию

В группах обследованных средняя длительность времени погружений равна 185,07 часов у устойчивых и 400,75 часов у неустойчивых, при этом статистических различий в группах не выявлено. Таким образом, можно предположить, что 185 часов достаточно для формирования профессиональной устойчивости. Разница возраста в 4 года (25,43 лет против 29,75) значимо оказывает влияние на устойчивость водолаза к ДБ, следовательно, конкретные маркеры устойчивости к ДБ необходимо искать в возрастной физиологии (Таблица 2).

Обследованные обеих групп успешно выполнили тест интеллектуального развития КР-3-85, в частности субтест Кубы, но неустойчивые имеют статистически значимо более высокий уровень развития понимания пространственных отношений. Уровень общего интеллектуального развития различается в группах незначимо, но выше у неустойчивых – 75,00 балла против 72,14 балла у устойчивых. Можно предположить, что устойчивость в данном случае обусловлена степенью угнетения функций ЦНС при стабилизации мембран, которое выше у «более умных» водолазов.

Уровень реактивной тревожности перед проведением пробы на чувствительность к декомпрессионному газообразованию статистически значимо выше у неустойчивых водолазов. Таким образом, маркеры устойчивости к ДБ необходимо искать в области физиологии стресса.

Показатель RRmin методики вариационной пульсометрии статистически значимо ниже у устойчивых водолазов (737,29 мс. и 814,33 мс.). Поскольку у них RRmax при этом незначительно выше (1181,14 мс. и 1170,67 мс.), то более широкий размах показателей RR указывает на меньшее влияние ЦНС на уровень регуляции сердца, что указывает на меньший уровень стрессового напряжения у устойчивых водолазов.

Таблица 4 – Точность распознавания прогноза устойчивости профессиональных водолазов к внутрисосудистому газообразованию (базовый расчет)

Группа	Точность распознавания, %	Чувствительность и специфичность, количество обследованных, чел	
		устойчивые	неустойчивые
Устойчивые	92,85	26	2
Неустойчивые	100	0	8
Всего	94,44	26	10

Компоненты линейных классификационных функций (ЛКФ): переменные и коэффициенты при переменных, константы, для определения прогноза устойчивости профессиональных водолазов к внутрисосудистому газообразованию представлены в таблице 3.

Для определения прогноза устойчивости профессиональных водолазов к внутрисосудистому газообразованию производят расчет по всем имеющимся формулам, та группа, результаты которой являются наибольшими и является искомой. Для ЛКФ данная процедура является стандартной.

(ЛКФ-и)max= высокий уровень (1) или низкий уровень (2) устойчивости к внутрисосудистому газообразованию.

Алгоритм определения прогноза устойчивости профессиональных водолазов к внутрисосудистому газообразованию представлен на рисунке 1.

Пример 1. У обследуемого определены показатели: $V= 25$, $K= 18$, $PT= 23$, $RR_{min}= 815$. При расчете формул ЛКФ-1= 410,31 у.е., ЛКФ-2= 405,84 у.е. Максимальное число соответствует расчету формулы ЛКФ-1, таким образом, у обследованного прогнозируется высокий уровень устойчивости к внутрисосудистому газообразованию.

Пример 2. У обследуемого определены показатели: $V= 29$, $K= 21$, $PT= 44$, $RR_{min}= 702$. При расчете формул ЛКФ-1= 490 у.е., ЛКФ-2= 499,54 у.е. Максимальное число соответствует расчету формулы ЛКФ-2, таким образом, у обследованного прогнозируется низкий уровень устойчивости к внутрисосудистому газообразованию.

Дискриминантная модель имеет высокую прогностическую способность – 94,44% (Таблица 4).

Выводы:

1. Устойчивость профессиональных водолазов к декомпрессионной болезни обуславливается их антропометрическими (возраст), физиологическими (показатель RR_{min} методики вариационной пульсометрии) и психологическими характеристиками

(уровень развития пространственных отношений, уровень реактивной тревожности).

2. У устойчивых водолазов возраст и показатель RR_{min} методики вариационной пульсометрии статистически значимо ниже, чем у неустойчивых. «Неустойчивые» имеют статистически значимо более высокий уровень развития пространственных отношений и уровень реактивной тревожности.

3. Пути дальнейшего изучения устойчивости к декомпрессионному газообразованию у водолазов лежат в области возрастной физиологии и физиологии стресса.

4. Разработанную дискриминантную модель можно использовать как дополнительный расчетный метод прогноза устойчивости к декомпрессионному газообразованию у водолазов.

Литература

1. Байковский, Ю.В. Факторы, определяющие экстремальность спортивной деятельности / Ю.В. Байковский // Экстремальная деятельность человека. – 2016. – № 2 (39). – С. 55-59.
2. Мясников, А.А. Определение устойчивости водолазов к декомпрессионному газообразованию / А.А. Мясников, А.Ю. Шитов, В.И. Чернов и др. // Военно-медицинский журнал. – 2013. – Т. 334. № 2. – С. 45-50.
3. Мясников, А.А. Проблемные вопросы военной морской медицины / А.А. Мясников, И.В. Петреев, А.Ю. Шитов, и др. // Военно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 335. № 5. – С. 89-91.

Literature

1. Baikovskij, Yu.V. Faktory, opredelyayushchie ekstremal'nost' sportivnoj deyatel'nosti / YU.V. Baikovskij // Ekstremal'naya deyatel'nost' cheloveka. – 2016. – № 2 (39). – P. 55-59.
2. Myasnikov, A.A. Opredelenie ustojchivosti vodolazov k dekompressionnomu gazoobrazovaniyu / A.A. Myasnikov, A.Yu. Shitov, V.I. Chernov i dr. // Voenno-medicinskij zhurnal. – 2013. – T. 334. – № 2. – P. 45-50.
3. Myasnikov, A.A. Problemnye voprosy voenno-morskoj mediciny / A.A. Myasnikov, I.V. Petreev, A.Yu. Shitov, i dr. // Voenno-medicinskij zhurnal. – 2014. – T. 335. № 5. – P. 89-91.