



© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017
УДК 616.126.52:613.693

Актуальные вопросы врачебно-лётной экспертизы при аортальной регургитации

ОВЧИННИКОВ Ю.В., доктор медицинских наук, полковник медицинской службы
(ovchinnikov.tiunks@mail.ru)¹
ЧАПЛЮК А.Л., кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы²
НАГОВИЦЫН А.В., кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы
(cardio-7@mail.ru)³
ВОВКОДАВ В.С., кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы²
ЧЕРНОВ М.Ю., полковник медицинской службы запаса⁴
АНТОНИК Е.Ю.³

¹Главное военно-медицинское управление МО РФ, Москва; ²Главный центр военно-врачебной экспертизы МО РФ, Москва; ³Филиал № 1 (7-й Центральный военный клинический авиационный госпиталь) Главного военного клинического госпиталя им. Н.Н.Бурденко, Москва; ⁴Главный военный клинический госпиталь им. Н.Н.Бурденко, Москва

При определении годности к лётной работе особую актуальность приобретает аортальная регургитация (АР). По данным авторских многолетних наблюдений, наиболее частыми ее причинами у военнослужащих являются врожденные аномалии развития аортального клапана (АК), его возрастные дегенеративные изменения и системная артериальная гипертензия. Большая группа опытных лётных специалистов с незначительной АР без морфологических изменений АК ежегодно подвергается риску профессиональной дисквалификации. С целью унификации клинико-экспертных подходов при освидетельствовании лётного состава с АР выделены 3 клинических варианта: следовая регургитация на трехстворчатом АК, при бессимптомном течении и отсутствии морфологических изменений клапана; следовая или незначительная АР на двустворчатом, а также незначительная АР на трехстворчатом АК при бессимптомном течении и отсутствии морфологических изменений клапана; умеренная или более выраженная АР, а также незначительная АР, сочетающаяся с одним или несколькими нарушениями (изменение морфологии клапана, гипертрофия миокарда левого желудочка; дилатация и/или нарушение функции камер сердца; расширение корня или тубулярной части восходящего отдела аорты; наличие значимых нарушений сердечного ритма или проводимости; легочная гипертензия; отрицательная динамика эхокардиографических показателей и др.).

К л ю ч е в ы е с л о в а: лётный состав, аортальная регургитация, аортальный клапан, факторы риска, военно-врачебная экспертиза.

Ovchinnikov Yu.V., Chaplyuk A.L., Nagovitsyn A.V., Voykodav V.S., Chernov M.Yu., Antonik E.Yu. – Actual issues of medical-flight expertise in aortic regurgitation. Aortic regurgitation (AR) is of particular relevance in determining the fitness for flight work. According to author's long-term observations, the most common causes of it are military congenital anomalies of the aortic valve (AK), its age-related degenerative changes and systemic arterial hypertension. A large group of experienced flight specialists with a small AR without morphological changes of the AK annually is at risk of professional disqualification. In order to unify the clinical and expert approaches, three clinical variants are distinguished during the survey of the flight crew with AR: trace regurgitation on tricuspid AK, with asymptomatic flow and absence of morphological changes in the valve; Trace or insignificant AR on bivalvia, as well as insignificant AR on tricuspid AK, with asymptomatic flow and absence of morphological changes in the valve; moderate or more severe AR, as well as a minor AR, combined with one or more disorders (changes in the morphology of the valve, myocardial hypertrophy of the left ventricle, dilatation and / or dysfunction of the heart chambers, dilatation of the root or tubular part of the ascending aorta, significant cardiac arrhythmias Or conduction, pulmonary hypertension, negative dynamics of echocardiographic indicators, etc.).

K e y w o r d s: flight composition, aortic regurgitation, aortal valve, risk factors, military medical examination.



Аортальная недостаточность (АН) характеризуется неполным смыканием полулунных створок клапана аорты во время диастолы, приводящим к обратному току крови (аортальной регургитации) из аорты в *левый желудочек* (ЛЖ), и является третьим по частоте встречаемости клапанным пороком сердца после стеноза устья аорты и недостаточности митрального клапана.

Сведения о распространенности *аортальной регургитации* (АР) в основном представлены исследованиями небольших групп населения, чаще старшего и пожилого возраста. В Framingham Heart Study при обследовании 3589 здоровых лиц (средний возраст 54 ± 10 лет) АР была выявлена у 13% мужчин и 8,5% женщин. Среди основных факторов риска развития АР выделены пожилой возраст и мужской пол [24]. При изучении распространенности клапанных пороков среди молодых людей и лиц среднего возраста в многоцентровом исследовании «CARDIA – Coronary Artery Risk Development in Young Adults» при обследовании 4352 человек в возрасте от 23 до 35 лет АР была выявлена у 1,2% обследованных. При этом авторы не выявили достоверного различия в частоте встречаемости АР среди мужчин и женщин [22].

Чаще всего АР обусловлена патологией створок клапана или корня аорты (идиопатическое расширение аорты, синдром Марфана, расслоение аорты, различные аортиты и др.). Среди причин поражения створок, приводящих к АН, ведущее место занимают дегенеративные изменения, составляя примерно половину всех случаев, далее следуют врожденная патология (наиболее часто двустворчатого АК), ревматизм и инфекционный эндокардит [15]. Более редкими причинами АР являются радиационные поражения, травмы, прием анорексических (эрготамин и ему подобные) препаратов. Большинство из них приводит к хронической АН, которая протекает с длительным бессимптомным периодом в течение многих десятилетий [1].

Основными гемодинамическими проявлениями АН на этапе формирования и прогрессирования порока являются эксцентрическая гипертрофия и ди-

латация ЛЖ, а на этапе декомпенсации порока – систолическая дисфункция, «митрализация» порока, развитие легочной гипертензии, коронарной недостаточности.

В доэхокардиографическую эпоху при отсутствии клинических проявлений пороки сердца при жизни нередко оставались нераспознанными. Появление современных визуализирующих методов диагностики позволило доказать возможность длительного бессимптомного течения некоторых врожденных аномалий развития и приобретенных пороков сердца. Так, по результатам анализа 95745 эхокардиографических исследований, выполненных в период 1975–1986 г., D.J. Ballard et al. (1989) отметили существенное увеличение встречаемости АР после 1982 г., что совпало с внедрением в клиническую практику *эхокардиографии* (ЭхоКГ) с доплеровским анализом [2].

Активное использование ЭхоКГ в деятельности военного здравоохранения в последние 25 лет привело к заметному увеличению выявляемости среди военнослужащих бессимптомной АР, которая, независимо от степени выраженности, рассматривается как патологическая. Вследствие этого выросло количество случаев дисквалификации летного состава при проведении *врачебно-летной экспертизы* (ВЛЭ), т. к. выявление указанных изменений в соответствии с требованиями Расписания болезней (приложение № 1 к Положению о медицинском освидетельствовании летного состава авиации Вооруженных Сил Российской Федерации) [7] ведет к преждевременной медицинской дисквалификации летного состава по всем графам (специальностям).

До настоящего времени ЭхоКГ отсутствовала в перечне обязательных диагностических исследований, проводимых при предварительном и окончательном медицинском освидетельствовании кандидатов, поступающих в военно-учебные заведения по подготовке летного состава, в военных комиссариатах, воинских частях и военно-учебных заведениях [5, 6, 8]. Это способствовало ежегодному пополнению рядов летного состава лицами с патологией клапанного аппарата сердца, которая, как правило, выявлялась



только по достижении 30-летнего возраста при прохождении ими первого стационарного медицинского освидетельствования.

По данным собственных многолетних наблюдений, наиболее частыми причинами изолированной АР у военнослужащих являются врожденные аномалии развития АК (преимущественно двустворчатого), возрастные дегенеративные изменения АК и системная артериальная гипертензия. Ежегодно в 7-м Центральном военном клиническом авиационном госпитале среди освидетельствуемых лиц АР впервые выявляется примерно у 40 человек и имеет преимущественно (до 90%) незначительную степень выраженности. Причинами АР в 37% случаев является двустворчатый АК, в 20% АР связана с дегенеративными изменениями АК или системной артериальной гипертензией. У остальных (43%) лиц определяются морфологически неизмененный трехстворчатый АК, нормальные размеры камер сердца и сохраненная систолическая функция. Таким образом, большая группа опытных летных специалистов с незначительной АР без морфологических изменений АК ежегодно подвергается риску профессиональной дисквалификации. В основном это молодые люди, не имеющие клинических и функциональных отклонений, с сохраненной функцией сердца и благоприятным прогнозом, учитывая длительную продолжительность бессимптомного периода незначительной АР.

Еще в 2004 г. в пособии для врачей, разработанном специалистами Центральной военно-врачебной комиссии МО РФ для подготовки врачей по военно-врачебной экспертизе, обсуждался вопрос об обоснованности диагностики порока сердца в форме АН только при наличии, по данным ЭхоКГ, изолированной АР первой степени [4]. По нашему мнению, пришло время переосмыслить сложившуюся ситуацию на основе полученных за последние годы результатов исследований распространенности АР, ее влияния на профессиональную деятельность и прогноз у лиц летного состава. Начать это целесообразно с обсуждения следующих вопросов:

1. Существует ли физиологическая АР у практически здоровых людей и следует ли любую АР считать патологической?

2. Как влияет АР на состояние здоровья и профессиональную деятельность летного состава и должна ли незначительная АР рассматриваться как препятствие к летной работе?

С внедрением в клиническую практику доплеровского ультразвукового исследования у некоторых детей и взрослых при ЭхоКГ стали выявлять бессимптомную незначительную регургитацию на трехстворчатом АК при отсутствии его морфологических изменений. В литературе нет единого мнения о возможности рассматривать подобную ситуацию у практически здоровых людей в качестве варианта нормы. По мнению ряда авторов, АР, обнаруженная при ЭхоКГ, в отличие от регургитации через все остальные клапаны почти всегда указывает на патологию [9, 10].

Другие исследователи полагают, что у небольшой части здоровых людей (от 1 до 5%) вследствие особенностей закрытия анатомически нормального трехстворчатого АК может быть очень маленькая (следовая) АР. Хотя эта ситуация является более редкой по сравнению с другими клапанами сердца, но она может встречаться у практически здоровых людей и в ряде случаев рассматриваться как физиологическая [11, 12, 16, 20, 24, 28].

Для обозначения очень маленькой регургитации чаще всего используется термин «следовая» (trace), или «тривиальная» (trivial) с целью указать на еще меньшую ее выраженность по сравнению с «незначительной» (mild). [14, 29].

Несмотря на то, что понятие «следовая АР» довольно широко используется как в литературе, так и на практике, эхокардиографические критерии для нее четко не определены. В рекомендациях по ведению пациентов с заболеваниями клапанов сердца Американской коллегии кардиологов и Американской ассоциации сердца (2014) рассматриваются четыре градации выраженности АР: следовая, незначительная, умеренная и выраженная, но эхокардиографические критерии указаны только для трех последних, а для следовой – не определены [19].



Чаще всего для идентификации следовой АР использовалось сопоставление ширины струи АР на уровне сразу ниже отверстия АК с диаметром *выносящего тракта левого желудочка* (ВТЛЖ) на этом же уровне в парастернальной позиции по длинной оси ЛЖ из парастернального доступа. Отношение ширины струи АР к диаметру ВТЛЖ менее 10% рассматривалось как критерий следовой АР [21, 24]. Высказывалось мнение, что для следовой АР характерно время полуспада диастолического градиента давления (РНТ) между аортой и ЛЖ по доплеровскому спектру АР более 600 мс [25].

V. Remenyi et al. (2012) предложили считать АР физиологической, если она не отвечает критериям патологической АР. Патологическая АР, по их мнению, должна соответствовать следующим условиям (обязательно наличие всех 4 признаков):

1. АР должна регистрироваться минимум в двух эхокардиографических позициях.

2. Протяженность струи АР хотя бы в одной из позиций ≥ 1 см.

3. Максимальная скорость АР в начале диастолы ≥ 3 м/с.

4. Струя АР должна регистрироваться на протяжении всей диастолы хотя бы в одном из циклов.

Авторы полагают, что если отсутствуют какие-либо изменения морфологии АК (например, утолщение створок) и АР не соответствует ни одному из четырех критериев, то ее можно рассматривать как вариант нормы (физиологическая АР). Для применения этих критериев должны быть использованы рекомендованные авторами установки на ультразвуковом аппарате [23].

По нашему мнению, АР может рассцениваться как «следовая», или «тривиальная», если она не только соответствует общепринятым критериям незначительной [18, 19], но при этом отвечает следующим условиям:

1. При цветовом доплеровском картировании кровотока струя АР не выходит за пределы ВТЛЖ и ее длина менее 1 см.

2. В парастернальной позиции по длинной оси отношение ширины струи

АР сразу ниже створок АК к диаметру ВТЛЖ на этом же уровне должно быть менее 10%.

Таким образом, у практически здоровых лиц бессимптомная АР может рассматриваться как непатологическая, если степень ее выраженности соответствует следовой (тривиальной), а АК является трехстворчатым и отсутствуют какие-либо изменения его эхокардиографической морфологии.

В связи с малой клинической значимостью проблема оценки незначительной АР освещена в литературе весьма скромно, а полноценная информация о распространенности АР среди военнослужащих практически отсутствует. Есть единичные публикации, посвященные этой проблеме. Так, известно, что в период 1994–2006 г. при выполнении 20208 ЭхоКГ кандидатам, поступавшим в академию ВВС США (мужчины и женщины, средний возраст $23,6 \pm 2,5$ года, в диапазоне от 18 до 34 лет), была выявлена следовая АР на трехстворчатом АК в 434 (2,1%) случаях, которая в дальнейшем не рассматривалась как препятствие к летному обучению. Политика отбора летного состава в ВВС США регулярно изменялась и с 1998 г., в отличие от предыдущих лет, уже не препятствовала допуску к начальной летной подготовке лиц с двустворчатым АК при отсутствии или со следовой АР, а также с незначительной АР на трехстворчатом АК. В 2004 г. правила отбора вновь претерпели изменения, а двустворчатый АК уже и с незначительной АР перестал рассматриваться как причина для отказа в прохождении начальной летной подготовки [26].

По данным S.M. Davis et al. (2014), у лиц летного состава частота прогрессирования АР от незначительной до умеренной низка и составляет около 8% [13].

В медицинской базе данных ВВС США содержится информация о 249 пилотах с двустворчатым АК, наблюдавшихся в среднем около 10 лет. За это время у 8,5% из них отмечено прогрессирование заболевания в виде развития стеноза устья аорты, нарастания АР, в т. ч. приведшее к протезированию клапана. В период наблюдения смертельных ис-



ходов или внезапного ухудшения общего состояния пилота во время полета отмечено не было. Все случаи прогрессирования АР были диагностированы при плановых медицинских осмотрах. Учитывая это, лица с двусторчатым АК допускаются к обучению по программам подготовки летчиков для ВВС США [17].

При рассмотрении проблемы влияния АР на профессиональную деятельность летного состава нельзя оставить без внимания подходы, используемые в работе врачебно-летных экспертных комиссий гражданской авиации. Действующие положения, регламентирующие вопросы медицинского освидетельствования, позволяют выносить решение о допуске к летной работе авиационного персонала с незначительной или умеренной АР при нормальных размерах полостей и сохраненной функции сердца [3].

При освидетельствовании асимптомных практически здоровых лиц с незначительной АР ключевым фактором становится эхокардиографическая оценка ее выраженности. Для этого целесообразно использовать общепризнанные и регулярно обновляемые рекомендации Американской коллегии кардиологов (American College of Cardiology) и Американской ассоциации кардиологов (American Heart Association) [20], Европейского общества кардиологов (European Society of Cardiology), Европейской ассоциации кардиоторакальных хирургов (European Association for Cardio-Thoracic Surgery) [27], Американского общества эхокардиографии (American Society of Echocardiography) и Европейской ассоциации специалистов по методам визуализации сердечно-сосудистой системы (European Association of Cardiovascular Imaging) [18, 29].

При проведении ЭхоКГ у пациентов с АР во врачебном заключении обязательно оцениваются и отражаются: количество створок АК, их плотность, толщина и подвижность; наличие и распространенность кальциноза; причина и механизм развития АР (изменение морфологии створок, их пролабирование, наличие вегетаций, патология корня и восходящей аорты и др.); результаты измерений и вычисления объемов левого же-

лудочка в конце систолы и в конце диастолы, а также другие характеристики и параметры, предусмотренные стандартным протоколом трансторакального исследования. Обязательно дается итоговая оценка выраженности АР (следовая, незначительная, умеренная или выраженная) с использованием полуколичественных и количественных характеристик, при необходимости указывается целесообразность выполнения чреспищеводной ЭхоКГ. Оценка тяжести АР не может осуществляться только на основании какого-либо одного количественного или полуколичественного параметра, а должен применяться комплексный подход с использованием всех доступных методов. Выбор конкретных оценочных показателей определяется возможностями прибора, качеством визуализации сердца, квалификацией и опытом врача, выполняющего исследование.

Применяемый в 7 ЦВКАГ «Стандарт обследования летного состава, кандидатов, курсантов и слушателей военно-учебных заведений по подготовке летного состава» включает трансторакальную ЭхоКГ в обязательный объем обследования при первичном стационарном освидетельствовании курсантов военно-учебных заведений перед началом летной практики, что позволяет своевременно выявлять патологию клапанного аппарата сердца. Для изучения внутрисердечной гемодинамики и поведения АР при моделировании летных нагрузок у летного состава с бессимптомной АР в госпитале апробируется методика стресс-эхокардиографии с использованием дозированной статической нагрузки.

Вариабельность строения внутрисердечных структур бывает достаточно выражена и может вызывать затруднения при разграничении нормы (варианта развития) и аномалии развития. Необходимы четкие клинично-инструментальные критерии для разделения понятий «порок сердца», «аномалия развития сердца», «вариант развития сердца». В настоящее время подобные общепринятые критерии для оценки АР пока не определены, и в практической деятельности врачебно-летных комиссий остается открытым вопрос экспертной оценки про-



фессиональной пригодности молодых людей при наличии у них незначительной АР с бессимптомным течением.

С целью унификации клинико-экспертных подходов при освидетельствовании летного состава с АР предлагается выделять следующие клинические варианты.

1. Следовая (тривиальная) регургитация на трехстворчатом АК при бессимптомном течении и отсутствии морфологических изменений клапана (например, утолщение створок), гипертрофии миокарда ЛЖ, увеличения размеров камер сердца или нарушения их функции, а также расширения корня или тубулярной части восходящего отдела аорты не должна рассматриваться как препятствие к летной работе, за исключением курсантов факультетов по подготовке летного состава для истребительной (маневренной и высокоманевренной) авиации и лиц, поступающих на обучение в данные учреждения.

2. Следовая или незначительная АР на двустворчатом, а также незначительная АР на трехстворчатом АК при бессимптомном течении и отсутствии морфологических изменений клапана (например, утолщение створок), гипертрофии миокарда ЛЖ, увеличения размеров камер сердца или нарушения их функции, расширения корня или тубулярной части восходящего отдела аорты, а также при хорошей переносимости летных нагрузок (по данным служебной и медицинской характеристик), специальных и функциональных нагрузочных проб предусматривают индивидуальную оценку годности к летной работе летного состава [15] с ограничением допуска к летной работе следующих контингентов:

- летчики (штурманы) высокоманевренной авиации;
- граждане, поступающие на обучение, и курсанты (слушатели) военно-учебных заведений по подготовке летного состава.

3. Умеренная или более выраженная АР, а также незначительная АР, сочетающаяся с одним или несколькими следующими нарушениями:

- изменение морфологии АК (например, утолщение створок);

- гипертрофия миокарда ЛЖ;
- дилатация и/или нарушение функции камер сердца;
- расширение корня или тубулярной части восходящего отдела аорты;
- наличие значимых нарушений сердечного ритма или проводимости;
- признаки легочной гипертензии;
- отрицательная динамика эхокардиографических показателей при динамическом наблюдении (увеличение размеров камер сердца, увеличение массы миокарда ЛЖ, снижение систолической функции ЛЖ, увеличение выраженности регургитации на аортальном или митральном клапанах, повышение давления в легочной артерии и др.).

Эта группа должна рассматриваться в рамках порока сердца и является препятствием для допуска к летной работе.

Ограничение пригодности летного состава высокоманевренной авиации при незначительной АР вызвано тем, что в условиях воздействия чрезмерных пилотажных перегрузок, сопровождающихся развитием гравитационных отклонений и сложных функциональных перестроек, направленных на компенсацию происходящих гемодинамических изменений в организме летчика, возникают условия, способные ускорить прогрессирование АН.

Для сохранения единого подхода к экспертизе профессиональной пригодности летный состав с впервые выявленной патологией клапанного аппарата сердца для дополнительного обследования и медицинского освидетельствования подлежит направлению в 7 ЦВКАГ. Все лица с любой степенью АР, допущенные к летной работе, должны ежегодно проходить медицинское освидетельствование в условиях 7 ЦВКАГ.

В 2017 г. с целью своевременного выявления врожденной патологии сердечно-сосудистой системы у кандидатов, поступающих в военно-учебные заведения по подготовке летного состава, в перечень обязательных диагностических исследований включена ЭхоКГ (проект методических рекомендаций Главного центра военно-врачебных экспертиз МО РФ «Об организации военно-врачебной экспертизы в Вооруженных Силах Российской Федерации»).



Представленные предложения по совершенствованию подходов к освидетельствованию лиц с бессимптомной АР направлены на сохранение здоровья, недопущение преждевременной медицинской дисквалификации и продление профессионального долголетия летного со-

става. Данные положения требуют дальнейшего изучения, всестороннего анализа и согласованного решения всех профильных специалистов — кардиологов, кардиохирургов, специалистов по функциональной диагностике, экспертов в области авиационной медицины.

Литература

1. Клинические рекомендации по ведению, диагностике и лечению клапанных пороков сердца. — М.: Изд-е НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН, 2009. — 356 с.
2. *Марченко С.П.* Эпидемиология пороков клапанов сердца // CardioSchool.ru — 17.10.2009. URL: <http://www.cardioschool.ru/for-specialists/article-351/116/> (10.02.2017).
3. Методы медицинского освидетельствования авиационного персонала: Метод. пособие для врачбно-летных экспертных комиссий / Под общ. ред. *В.В.Книгу.* — М.: Воздушный транспорт, 2004. — 304 с.
4. Организационно-методологические аспекты военно-врачебной экспертизы граждан с заболеваниями внутренних органов: Пособие для врачей / Под общей ред. *В.В.Куликова.* — М.: РИЦ ГШ ВС РФ, 2004. — 160 с.
5. Организация военно-врачебной экспертизы в Вооруженных Силах Российской Федерации: Метод. рекомендации (проект). — М.: ГЦ ВВЭ МО РФ, 2015, п. 65.
6. Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе: Постановление Правительства РФ от 4.07.2013 г. № 565.
7. Об утверждении Положения о медицинском освидетельствовании летного состава авиации Вооруженных Сил Российской Федерации: Приказ министра обороны РФ от 9.10.1999 г. № 455.
8. О мерах по реализации в Вооруженных Силах Российской Федерации правовых актов по вопросам проведения военно-врачебной экспертизы: Приказ министра обороны РФ от 20.10.2014 г. № 770 (приложение № 2).
9. *Рыбакова М.К., Алексин М.Н., Митьков В.В.* Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография: изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Издательский дом Видар-М, 2008. — 544 с.
10. *Шиллер Н., Осипов М.А.* Клиническая эхокардиография: 2-е изд. — М.: Практика, 2005. — 344 с.
11. *Armstrong W.F., Ryan T.* Feigenbaum's Echocardiography / Edition: 7th ed. — Lippincott: Williams & Wilkins, 2010. — P. 785.
12. *Akasaka T., Yoshikawa J., Yoshida K.* et al. Age-related valvular regurgitation: a study by pulsed Doppler echocardiography // *Circulation.* — 1987. — Vol. 76, N 2. — P. 262–265.
13. *Davis S.M., Davenport E.D., Haynes J.T., Alvarado R.L.* Regurgitant valvular disease prevalence and progression found on

- echocardiogram in military aviators // *Aviat. Space Environ. Med.* — 2014. — Vol. 85, N 10. — P. 1013–1018.
14. *Gardin J.M., Adams D.B., Douglas P.S.* et al. Recommendations for a standardized report for adult transthoracic echocardiography: a report from the American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee and Task Force for a Standardized Echocardiography Report // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* — 2002. — Vol. 15, N 3. — P. 275–290.
15. *Iung B., Baron G., Butchart E.G.* et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: the Euro Heart Survey on valvular heart disease // *Eur. Heart. J.* — 2003. — Vol. 24, N 13. — P. 1231–1243.
16. *Jobic Y., Slama M., Tribouilloy C.* et al. Doppler echocardiographic evaluation of valve regurgitation in healthy volunteers // *Br. Heart J.* — 1993. — Vol. 69, N 2. — P. 109–113.
17. *Jones S.O.* Evolving Concepts in Aerospace and United States Air Force Cardiology // *Amer. College of Cardiology.* — Feb 24, 2016. URL: <http://www.acc.org/latest-in-cardiology/articles/2016/02/24/14/03/evolving-concepts-in-aerospace-and-united-states-air-force-cardiology> (10.02.2017).
18. *Lancellotti P., Tribouilloy C., Hagendorff A.* et al. Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: an executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging // *Eur. Heart. J. Cardiovasc. Imaging.* — 2013. — Vol. 14, N 7. — P. 611–644.
19. *Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O.* et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease // *Circulation.* — 2014. — Vol. 129, N 23. — P. 2440–2492.
20. *Otto C.M.* Textbook of clinical echocardiography / Edition: 5th ed. — Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders, 2013. — P. 552.
21. *Otto C.M.* The practice of clinical echocardiography / Edition: 3rd ed. — Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders, 2007. — P. 1153.
22. *Reid C.L., Anton-Culver H., Yunis C., Gardin J.M.* Prevalence and clinical correlates of isolated mitral, isolated aortic regurgitation, and both in adults aged 21 to 35 years (from the CARDIA study) // *Am. J. Cardiol.* — 2007. — Vol. 99, N 6. — P. 830–834.
23. *Remenyi B., Wilson N., Steer A.* et al. World Heart Federation criteria for echocardiographic diagnosis of rheumatic heart disease — an evidence-based guideline // *Nat. Rev. Cardiol.* — 2012. — Vol. 9, N 5. — P. 297–309.



24. Singh J.P., Evans J.C., Levy D. et al. Prevalence and clinical determinants of mitral, tricuspid and aortic regurgitation (the framingham heart study) // Am. J. Cardiol. – 1999. – Vol. 83, N 6. – P. 897–902.

25. Strader J.R., Gray G.W., Kruyer W.B. Clinical Aerospace Cardiovascular Medicine // Fundamentals of aerospace medicine 4th ed. / Ed. by J.R. Davis, R. Johnson, J. Stepanek, J.A. Fogarty. – Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2008. – P. 318–348.

26. Strader J.R., Harrell T.W., Adair A., Kruyer W.B. Efficacy of echocardiographic screening of pilot applicants // Aviat. Space Environ Med. – 2008. – Vol. 79, N 5. – P. 514–517.

27. Vahanian A., Alferi O., Andreotti F. et al. Guidelines on the management of valvular heart

disease (version 2012). Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) // Eur. Heart J. – 2012. – Vol. 33, N 19. – P. 2451–2496.

28. Webb R.H., Gentles T.L., Stirling J.W. et al. Valvular Regurgitation Using Portable Echocardiography in a Healthy Student Population: Implications for Rheumatic Heart Disease Screening // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2015. – Vol. 28, N 8. – P. 981–988.

29. Zoghbi W.A., Enriquez-Sarano M., Foster E. et al. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2003. – Vol. 16, N 7. – P. 777–802.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017
УДК 616-001.11-084

Новый подход к разработке отечественных режимов декомпрессии водолазов

[ЛИТОШКО И.А.](#), кандидат биологических наук
[ГОЛОВЯШКИН Г.В.](#), кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы в отставке (gennady.doc@mail.ru)
[МОТАСОВ Г.П.](#), кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы запаса (mgp777@mail.ru)

Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург

В статье отражены некоторые результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке новых режимов декомпрессии для водолазных погружений, выполняемых в интересах ВМФ РФ, а также для экстренных водолазных работ. Разработаны рекомендации режимов декомпрессии для водолазных спусков с использованием для дыхания кислородно-азотных газовых смесей и с применением кислородно-гелиевых дыхательных газовых смесей. Математическая модель модифицирована таким образом, чтобы контролировать суммарное насыщение мягких тканей организма в целом. Основной проблемой являлся выбор граничных параметров с целью исключения их индивидуальной вариативности. Выводы содержат ряд рекомендаций прикладного характера. Результаты использованы при расчете таблиц режимов декомпрессии, успешно прошедших лабораторные испытания в условиях барокамеры.

К л ю ч е в ы е с л о в а: величина допустимого перенасыщения, режимы декомпрессии водолазов, насыщение тканей организма, индифферентный газ, тканевая жидкость, клеточные структуры.

Litoshko I.A., Golovyashkin G.V., Motasov G.P. – New approach for calculation of decompression modes for diving. The paper contains some results of theoretic and experimental studies in calculating and testing of new decompression modes for RF Navy and Emergency diving. New recommendations for decompression modes for diving bounce oxygen/nitrogen or nitrogen/helium gas-mixtures. A mathematical model for calculations was modified to consider the total (summary) saturation of soft biological tissues of the human organism. The main problem was to evaluate the parameters of the suggested model in order to even the individual variations. The findings include a number of recommendations for practical needs. The results were transformed into new decompression tables and tested successfully under laboratory conditions in hyperbaric chamber.

К е у w o r d s: biological tissues, cellular constructions, decompression, decompression modes for divers, breathing gas-mixture, inert gas, interstitial (tissue) fluid, permissible supersaturation, saturation/desaturation, short duration diving.