УДК 613.68 : 359 (048)
https://doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-1-84-98

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТАТЬЯХ ПО ПОДВОДНОЙ МЕДИЦИНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ VOSVIEWER

[1, 3]В. И. Евдокимов, [1]Д. П. Зверев, [2,4]И. Г. Мосягин, [1]М. С. Плужник*
[1] Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
[2] Медицинская служба Главного командования Военно-Морского Флота России, Санкт-Петербург, Россия
[3] Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
[4]Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

ЦЕЛЬ. Повысить информационные возможности ученых, для чего провести анализ направлений научных исследований в зарубежных статьях по подводной медицине с использованием программы VOSviewer за 20 лет с 2003 по 2022 г.
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. При помощи поискового запроса (Submarine Medicine) OR (Diving medicine) в справочно-библиографической базе данных PubMed получили 2476 откликов на научные статьи, опубликованные в 2003–2022 гг. Созданный массив публикаций в формате «.txt» загрузили в аналитическую программу VOSviewer 1.6.20, способную быстро распознавать закономерности в больших массивах библиографических данных. В массиве статей было 6786 ключевых слов. При учете 10 повторений ключевых слов в статьях их стало 358 и они были объединены в 7 кластеров.
РЕЗУЛЬТАТЫ. В 1-м кластере, названном дайвинг-медицина (водолазная медицина), были сгруппированы 24,8 % статей с общей силой связи в 23,9 % от общего массива. Выявлено большое количество связей ключевых слов с терминами в других кластерах. Во 2-м кластере, получившем название «экспериментальные исследования на животных», оказалось 17,3 % статей с общей силой связи 19,8 %, в 3-м кластере – декомпрессионная болезнь – 12 % и 13 %, в 4-м кластере – проблемы влияния гипоксии на функциональные резервы организма с позиций доказательной медицины – 11,5 % и 12,8 %, в 5-м кластере – гипербарическая оксигенация – 13,5 и 12,6 %, в 6-м кластере – использование доказательных методов в исследованиях по подводной медицине – 12,8 % и 11,4 %, в 7-м кластере – военная медицина – 8 % и 6,5 %. Представлена визуализация ключевых слов в кластерах. Выявлены ведущие научные школы соавторств и аффилированные организации.
ОБСУЖДЕНИЕ. Отмечается динамика увеличения количества статей по подводной медицине. Найдены 11 авторов, которые издали лично или в соавторстве за 20 лет с 2003 по 2022 г. 30 статей и более. Ведущих авторов статей из Китая оказалось 3, Хорватии – 2, Австралии – 2. Неожиданно мало ведущих соавторов из США – 1.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Проведенные исследования способны повысить информационное сопровождение исследований по подводной медицине и помочь ученым определить направления собственных научных работ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, подводная медицина, дайвинг, военная медицина, военнослужащий, наукометрический анализ, библиометрия, кластерный анализ, статья, ключевое слово, визуализация, PubMed, VOSviewer

***Для корреспонденции:** *Евдокимов Владимир Иванович, e-mail: 9334616@mail.ru*
***For correspondence:** *Vladimir I. Evdokimov, e-mail: 9334616@mail.ru*

Для цитирования: Евдокимов В.И., Зверев Д.П., Мосягин И.Г., Плужник М.С. Анализ направлений научных исследований в зарубежных статьях по подводной медицине с использованием программы VOSviewer // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 1. С. 84-98, doi: https://doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-1-84-98 EDN: https://elibrary.ru/MJBIAA
For citation: Evdokimov V.I., Zverev D.P., Mosyagin I.G. Pluzhnik M.S. Analysis of directions of scientific research in foreign articles on underwater medicine, using VOSviewer program // *Marine medicine*. 2024. Vol. 10, No. 1. P. 84-98. doi: https://doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-1-84-98 EDN: https://elibrary.ru/MJBIAA

© Авторы, 2024. Издатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-Non-Commercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: https:// creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru

ANALYSIS OF DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH IN FOREIGN ARTICLES ON UNDERWATER MEDICINE, USING VOSVIEWER PROGRAM

[1, 3]*Vladimir I. Evdokimov**, [1]*Dmitriy P. Zverev*, [2, 4]*Igor G. Mosyagin*, [1]*Mikhail S. Pluzhnik*
[1]Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia
[2]Medical Service of the Main Command of the Navy of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia
[3]Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russia
[4]North State Medical University, Arkhangelsk, Russia

OBJECTIVE. Improve scientists' information capabilities by analyzing directions of scientific research in foreign articles on underwater medicine, using VOSviewer program, in 20 years from 2003 to 2022.
MATERIALS AND METHODS. The search query (Submarine Medicine) OR (Diving medicine) in PubMed bibliographic reference database provided 2476 responses to scientific articles, published in 2003–2022. The created array of publications in «.txt» format was uploaded to analysis program VOSviewer 1.6.20, capable of quick recognizing patterns in a huge array of bibliographic data. There were 6786 keywords in the array of articles. In recording 10 repetitions of keywords in articles, they became 358, being grouped into 7 clusters.
RESULTS. Cluster 1, named diving medicine, included 24,8 % of articles with the mutual association of 23,9 % of the total array. A large number of keyword associations with the terms in the other clusters was revealed. Cluster 2, dubbed the "experimental animal studies", had 17,3 % of articles with the mutual association of 19,8 %, in cluster 3 – decompression sickness – 12 % and 13 %, in cluster 4 – problems of hypoxia effect on the body's functional reserves from the standpoint of evidence-based medicine – 11,5 % and 12,8 %, in cluster 5 – hyperbaric oxygenation – 13,5 and 12,6 %, in cluster 6 – the use of evidence-based methods in research on underwater medicine – 12,8 % and 11,4 %, in cluster 7 – military medicine – 8 % and 6,5 %. There is visualization of keywords, presented in the clusters. Leading scientific schools of co-authorship and affiliated organizations have been identified.
DISCUSSION. There is dynamics of increase in the number of articles on underwater medicine. There are 11 authors, who have published 30 and more articles personally or co-authored in 20 years from 2003 to 2022. 3 lead authors of papers are from China, 2 –Croatia, 2 – Australia. There are surprisingly few lead co-authors from the USA – 1.
CONCLUSION. The conducted studies can increase information support of research on underwater medicine and help scientists determine directions of own scientific work.

KEYWORDS: marine medicine, underwater medicine, diving, military medicine, serviceman, scientometric analysis, bibliometrics, cluster analysis, article, keywords, visualization, PubMed, VOSviewer

Введение. Подводная медицина – отрасль медицины и физиологии, изучающая функциональные резервы организма, профилактику и лечение негативных состояний, возникающих при попадании человека в среду с повышенным давлением.

По данным международной справочно-библиографической базы данных медико-биологических исследований PubMed отмечается значительное увеличение публикаций по подводной медицине, которое связано, в том числе с исследованиями по дайвингу и достаточно широким применением гипербарической оксигенации (ГБО) при лечении ряда заболеваний и травм. С 2003 по 2022 г. в PubMed представлены 20 мета-обзоров.

В большинстве обзоров с позиций доказательной медицины исследовались показатели использования ГБО для лечения различных заболеваний, например, при некрозе головки бедренной кости [1], некротизирующих инфекциях мягких тканей [2], венозных язвах на ногах [3], рассеянном склерозе [4], мигрени и головной боли [5], остром коронарном синдроме [6], сердечных осложнениях при COVID-19 [7], сенсибилизации опухолей к лучевой терапии [8].

Изучались реакция на ныряние и активность блуждающего нерва [9], рекомпрессия и дополнительная терапия декомпрессионной болезни [10].

Немецкие ученые B. Jüttner и K. Tetzlaff провели широкомасштабное исследование гипербарической терапии и водолазной медицины при оказании неотложной помощи [11] и адъювантной (дополнительной) терапии [12].

В 2022 г. N.-Ch. Huang и соавт. (Тайвань) опубликовали мета-обзор с использованием программы VOSviewer [13], в котором представлен библиометрический анализ тенденций исследований по ГБО. Авторы изучили 5944 статьи по ГБО, опубликованные в 1991–2021 гг. и представленные в международной реферативно-библиографической базе данных Web of Science.

Исследований по изучению направлений научных направлений по подводной медицине, в

целом, не проводилось, что стало объектом нашего исследования.

Цель – повысить информационные возможности ученых, для чего провести анализ направлений научных исследований в зарубежных статьях по подводной медицине с использованием программы VOSviewer за 20 лет с 2003 по 2022 г.

Материал и методы. С началом проведения специальной военной операции на Украине российским исследователям было отказано в использовании ведущих зарубежных справочно-библиографических баз данных Web of Science и Scopus, в которых индексировались публикации из более 12,5 тыс. и 21 тыс. научных реферируемых журналов мира соответственно.

Объект исследования составили статьи по подводной медицине, представленные в базе данных PubMed, которую поддерживают сотрудники Национального центра биотехнологической информации (National Center for Biotechnology Information, NCBI) Национальной медицинской библиотеки США (National Library of Medicine, NLM) – самой представительной медицинской библиотеки в мире.

Отличительные особенности индексации статей в MEDLINE и документов в PubMed содержатся в статье Ю. И. Филиппова. В настоящее время в MEDLINE представлены более 26 млн статьей с 1946 г. из 5264 биомедицинских журналов, в том числе из 54, публикуемых на русском языке или хотя бы частично имеющих отношение к России [14].

Публикации в MEDLINE/PubMed соотносятся с медицинскими предметными рубриками (Medical Subject Headings, MeSH). Версия 2009 г. содержит около 25,2 тыс. предметных рубрик (дескрипторов), расположенных в виде иерархического дерева. Поисковые словосочетания проверили на наличие их в MeSH. Тренды подчиненности терминов:

All MeSH Categories (все категории);					
	Disciplines and Occupations Category (категория дисциплин и профессий);				
		Health Occupations (медицинские профессии);			
			Medicine (медицина);		
				Military Medicine (военная медицина);	
				Naval Medicine (военно-морская медицина);	
					Submarine Medicine (подводная медицина, H02.403.560.508).

Алгоритм поиска статей и подготовка передачи данных из PubMed в VOSviewer представлена на рис. 1. Поисковый режим составил период публикаций с 2003 по 2022 г. (см. рис. 1, п. 2), поисковые словосочетания (Submarine Medicine), OR (Diving medicine), соединенные оператором ИЛИ, позволяющим искать документы при поиске отдельно или вместе (см. рис. 1, п. 1).

При помощи опции «Save» в PubMed во всплывающем окне выбирали режим «All results», позволяющий выгрузить до 10 тыс. публикаций единовременно, и формат «PubMed» (см. рис 1, п. 5, 6). Созданный массив публикаций в формате «.txt» для программы VOSviewer хранили в специально созданной папке.

VOSviewer – программа визуализиции со свободным доступом, способная быстро распознавать закономерности в больших массивах библиографических данных, например, объединять ключевые слова в кластеры и тем самым выявлять направления научных исследований или отношения соавторства. Разработали программу сотрудники Centre for Science and Technology Studies of Leiden University (Нидерланды). В сети Интернет программа опубликована на английском языке [15], А. Д. Батов, П. Г. Гавриков и А. А. Косова из Уральского государственного медицинского университета представили обучающее видео по использованию VOSviewer[1].

На поисковое слово «VOSviewer» в базе данных PubMed найдено 1427 статей с 2010 по 2022 г., в которых авторы анализировали программное обеспечение VOSviewer [16], научные исследования по психическому здоровью при COVID-19 [17], профессиональный стресс [18]. Появились отечественные статьи с анализом публикаций при помощи программы VOSviewer, например по медицине катастроф [19], боевому стрессу и психотерапии, том числе с применением семантического анализа ключевых слов [20, 21], и др.

Использовали VOSviewer 1.6.20. В программе строится матрица сходства объектов из общего массива данных, в результате чего создается двумерное представление о них. При помощи программы выявляются статьи, имеющие сходство совместных проявлений (ключевое

[1]https://www.youtube.com/watch?v=V7kDupNMZyo

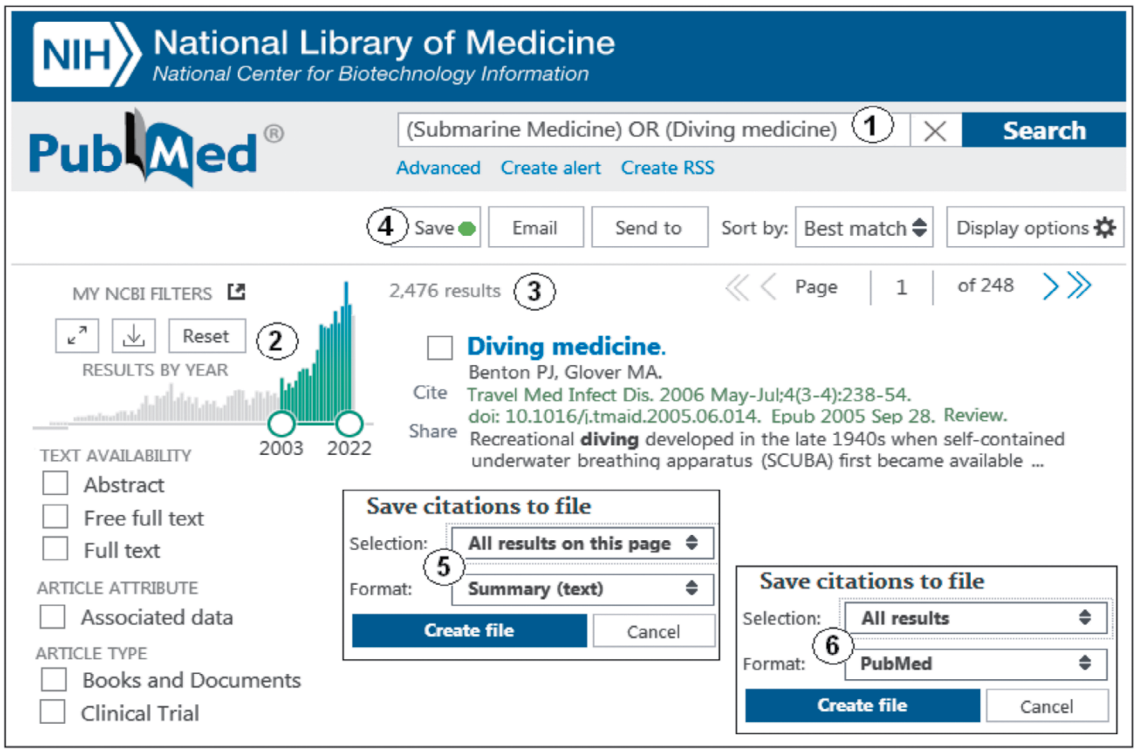

Рис. 1. Алгоритм поиска статей по подводной медицине и подготовка материалов для передачи в VOSviewer

Fig. 1. Algorithm for searching articles on submarine medicine and preparing materials for transfer to VOSviewer

слово, соавтор и др.), и уточняется общая сила их связей (Total Link Strength). Последний показатель принят как основополагающий для рейтинга объектов. При определении названия кластера, отражающем наиболее полное его содержание, исходят из находящихся в нем ключевых слов и применяют знания о предмете исследования.

При визуализации объектов диаметр маркера изучаемого термина (ключевого слова или автора, организации) на иллюстрациях в программе VOSviewer определялся количеством статей, а толщина линий между маркерами – силой связей или числом встречаемости их вместе в публикациях. Наведение курсора на эти графические изображения показывало во всплывающем окне цифровые взаимоотношения ключевых слов (соавторств).

Результаты. Поисковый режим позволил создать в базе данных PubMed 2476 откликов на статьи, опубликованные за 20 лет с 2003 по 2022 г. (см. рис. 1, п. 3). На рис. 2 показана динамика статей. Полиномиальный тренд при высоком коэффициенте детерминации показывает увеличение количества статей. Если в 2003 г. их было 77, в 2022 г. стало 217, рост – на 180 %. Среднегодовое количество статей составило (135 ± 14).

После загрузки материалов статей из PubMed в VOSviewer в массиве оказалось 6786 ключевых слов, 8231 соавтор из 6010 организаций. В программе VOSviewer количество ключевых слов рекомендуется ограничивать до 1000, что достигается увеличением числа их повторений. При 10 повторениях ключевых слов их количество сократили до 415. Рутинным способом удалили явно случайные слова и объединили некоторые словосочетания (например, air embolism и embolism, air и др.). Таким образом, стало 358 терминов, которые расположились в 7 кластеров статей. Наглядно взаимоотношения слов показаны на рис. 3. В табл. 1 представлены наиболее значимые ключевые слова в кластерах.

В 1-м кластере, названном дайвинг-медицина (водолазная медицина), сгруппировали 73 ключевых слова, которые входили в 24,8 % статей с общей силой связи в 23,9 % от общего массива. На рис. 4 показаны ведущие ключевые слова и их взаимоотношения. Выявилось большое количество связей ключевых слов с другими класте-

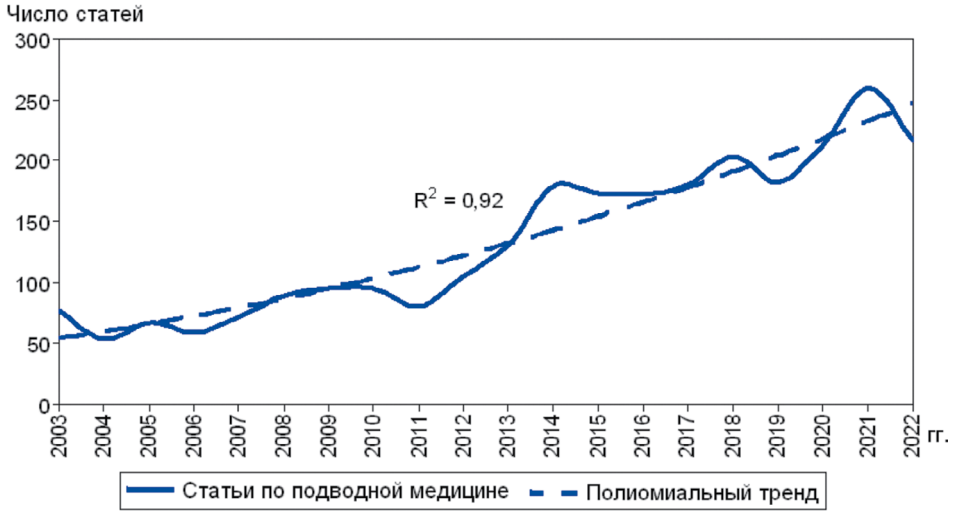

Рис. 2. Динамика изученных статей по подводной медицине
Fig. 2. Dynamics of the studied articles on submarine medicine

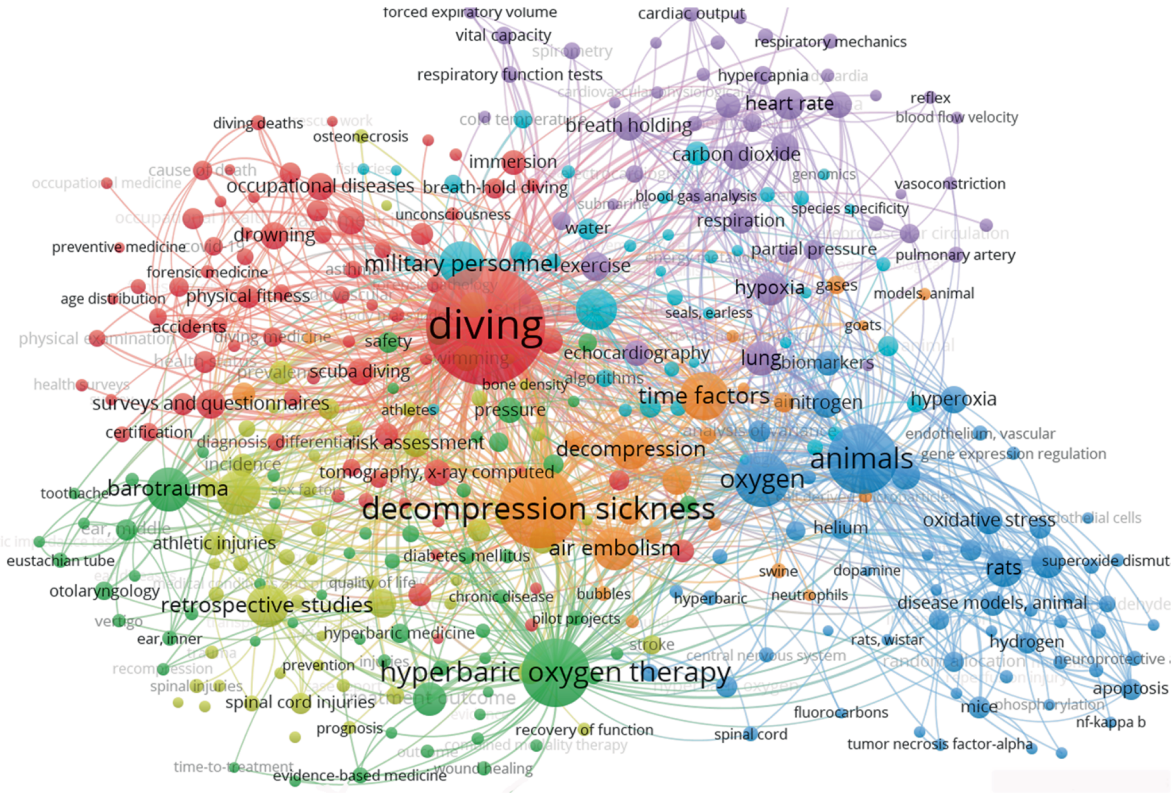

Рис. 3. Взаимоотношения ключевых слов в массиве статей по подводной медицине.
1-й кластер – красный цвет, 2-й кластер – синий, 3-й кластер – оранжевый, 4-й кластер – фиолетовый, 5-й кластер – зеленый, 6-й кластер – желтый, 7-й кластер – бирюзовый цвет
Fig. 3. Relationships of keywords in the array of articles on submarine medicine: 1st cluster – red, 2nd cluster – blue, 3rd cluster – orange, 4th cluster – purple, 5th cluster – green, 6th cluster – yellow, 7th cluster – turquoise

рами. В кластере представлены статьи с оценкой и наблюдением за состоянием здоровья водолазов, отчеты о возможных несчастных случаях при дайвинге, таких как баротравма легких, газовая эмболия, потеря сознания, смерть. Среди профилактических мероприятий указывается на необходимость сертификации оборудования, отказ от курения, оптимизация физической подготовленности путем проведения занятий по физической подготовке и пр.

Таблица 1

Ключевые слова, представляющие наибольший вклад общей силы связи в кластерах

Table 1

Keywords representing the largest contribution to the total link strength in clusters

Ранг	Ключевое слово	Показатель в кластере	
		количество статей, %	общая сила связи, %
1-й кластер			
1-й	Diving/Дайвинг	9,34	7,92
2-й	Surveys and questionnaires/Опросы и анкеты	0,57	0,57
3-й	Occupational diseases/Профессиональные заболевания	0,51	0,50
4-й	Pulmonary edema/Отек легких	0,43	0,50
5-й	Drowning/Утопление	0,48	0,50
6-й	Scuba diving/Подводное плавание с аквалангом	0,45	0,46
7-й	Immersion/Погружение	0,41	0,46
8-й	Pulmonary barotrauma/Легочная баротравма	0,36	0,43
9-й	Physical fitness/Физическая подготовка	0,36	0,41
10-й	Tomography, X-ray computed/Томография, компьютерная рентгенография	0,46	0,38
	Доля в общем массиве статей	24,76	23,86
2-й кластер			
1-й	Animals/Животные	3,28	2,93
2-й	Oxygen/Кислород	2,01	2,31
3-й	Rats/Крысы	0,90	1,16
4-й	Rats, sprague-dawley/Крысы, Спрэг-Доули	0,72	0,96
5-й	Nitrogen/Азот	0,53	0,68
6-й	Brain/Мозг	0,57	0,64
7-й	Hyperoxia/Гипероксия	0,50	0,58
8-й	Disease models, animal/Модели болезней, животные	0,41	0,53
9-й	Oxidative stress/Окислительный стресс	0,50	0,50
10-й	Random allocation/Случайное распределение	0,27	0,45
	Доля в общем массиве статей	17,31	19,82
3-й кластер			
1-й	Decompression sickness/Декомпрессионная болезнь	4,20	3,98
2-й	Time factors/Временные факторы	1,56	1,90
3-й	Air embolism/Воздушная эмболия	1,25	1,37
4-й	Decompression/Декомпрессия	0,99	1,16
5-й	Atmospheric pressure/Атмосферное давление	0,55	0,63
6-й	Ultrasonography/Ультразвуковая эхография	0,39	0,39
7-й	Air/Воздух	0,27	0,37
8-й	Altitude/Высота	0,33	0,36
9-й	oxygen inhalation therapy/Кислородная ингаляционная терапия	0,26	0,32
10-й	Aerospace medicine/Аэрокосмическая медицина	0,34	0,28
	Доля в общем массиве статей	12,03	12,95
4-й кластер			
1-й	Lung/Легкое	0,78	0,93
2-й	Hypoxia/Гипоксия	0,73	0,73
3-й	Heart rate/Частота сердцебиения	0,64	0,66
4-й	Bood pressure/Артериальное давление	0,51	0,66
5-й	Carbon dioxide/Углекислый газ	0,53	0,65
6-й	Breath holding/Задержка дыхания	0,56	0,60
7-й	Exercise/Упражнение	0,56	0,57
8-й	Oxygen consumption/Потребление кислорода	0,41	0,51

Продолжение табл. 1 см. на стр. 90

Ранг	Ключевое слово	Показатель в кластере	
		количество статей, %	общая сила связи, %
9-й	Apnea/Апноэ	0,45	0,50
10-й	Respiration/Дыхание	0,44	0,50
	Доля в общем массиве статей	11,52	12,84
5-й кластер			
1-й	Hyperbaric oxygen therapy/Гипербарическая оксигенотерапия	3,09	2,66
2-й	Barotrauma/Баротравма	1,29	1,23
3-й	Treatment outcome/Результат лечения	0,73	0,60
4-й	Pressure/Давление	0,44	0,43
5-й	Equipment/Оборудование	0,39	0,37
6-й	Ear, middle/Ухо, среднее	0,29	0,34
7-й	Reference values/Эталонные значения	0,23	0,30
8-й	Carbon monoxide poisoning/Отравление угарным газом	0,27	0,30
9-й	Safety/Безопасность	0,31	0,29
10-й	Review article/Обзорная статья	0,19	0,24
	Доля в общем массиве статей	13,51	12,62
6-й кластер			
1-й	Risk factors/Факторы риска	1,28	1,28
2-й	Retrospective studies/Ретроспективные исследования	1,17	1,10
3-й	Prospective studies/Проспективные исследования	0,55	0,59
4-й	Risk assessment/Оценка риска	0,48	0,50
5-й	Cross-sectional studies/Перекрестные исследования	0,44	0,47
6-й	Incidence/Заболеваемость	0,36	0,39
7-й	Age factors/Возрастные факторы	0,30	0,38
8-й	Case-control studies/Исследования случай–контроль	0,36	0,36
9-й	Swimming/Плавание	0,44	0,36
10-й	Foramen ovale/Овальное окно	0,42	0,36
	Доля в общем массиве статей	12,77	11,41
7-й кластер			
1-й	Military personnel/Военнослужащие	1,33	1,00
2-й	Submarine medicine/Подводная медицина	1,13	0,88
3-й	Seawater/Морская вода	0,32	0,37
4-й	Adaptation, physiological/Адаптация, физиологическая	0,37	0,35
5-й	Water/вода	0,31	0,26
6-й	Stress/Стресс	0,29	0,26
7-й	Cold temperature/Холодная температура окружающей среды	0,23	0,25
8-й	Behavior, animal/Поведение, животное	0,27	0,21
9-й	Algorithms/Алгоритмы	0,20	0,21
10-й	Military medicine/Военная медицина	0,22	0,17
	Доля в общем массиве статей	8,09	6,49

Во 2-м кластере, получившем название «экспериментальные исследования на животных», оказалось 57 ключевых слов, содержащихся в 17,3 % статей с общей силой связи в 19,8 %. На рис. 5 показаны ведущие ключевые слова и их взаимоотношения во 2-м кластере. Кластер сгруппировал статьи, в которых с позиций доказательной медицины исследовали моделирование различных воздействий при дайвинге, окислительный стресс, воздействия активных форм кислорода, биохимические и иммунологические показатели, зависимости доза–реакция при применении лекарственных средств.

В 3-м кластере, названном декомпрессионной болезнью, содержалось 25 ключевых слов, представленных в 12 % статей с общей силой связи в 13 %. На рис. 6 показаны ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 3-м кластере. В статьях этого кластера с позиций доказательной медицины изучали причины

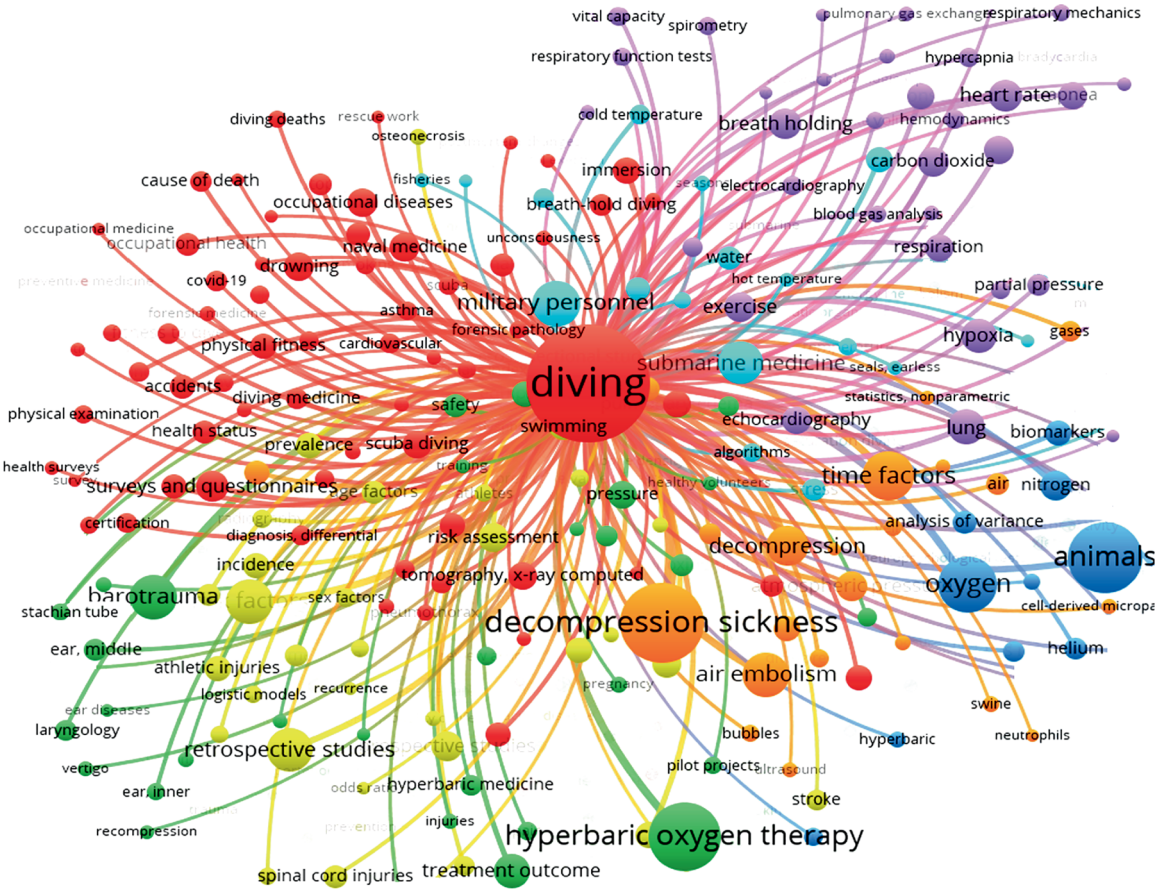

Рис. 4. Ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 1-м кластере статей (красный цвет)
Fig. 4. Leading keywords and their relationships in the 1st cluster of articles (red color)

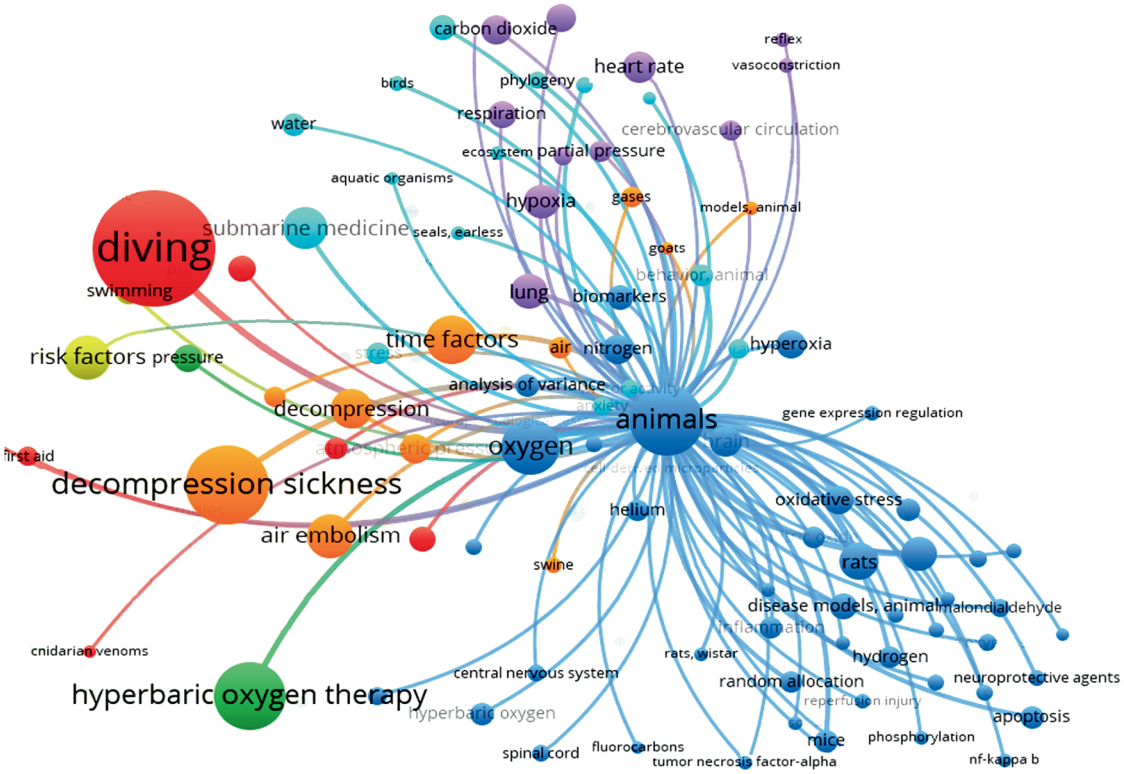

Рис. 5. Ведущие ключевые слова и их взаимоотношения во 2-м кластере статей (синий цвет)
Fig. 5. Leading keywords and their relationships in the 2nd cluster of articles (blue color)

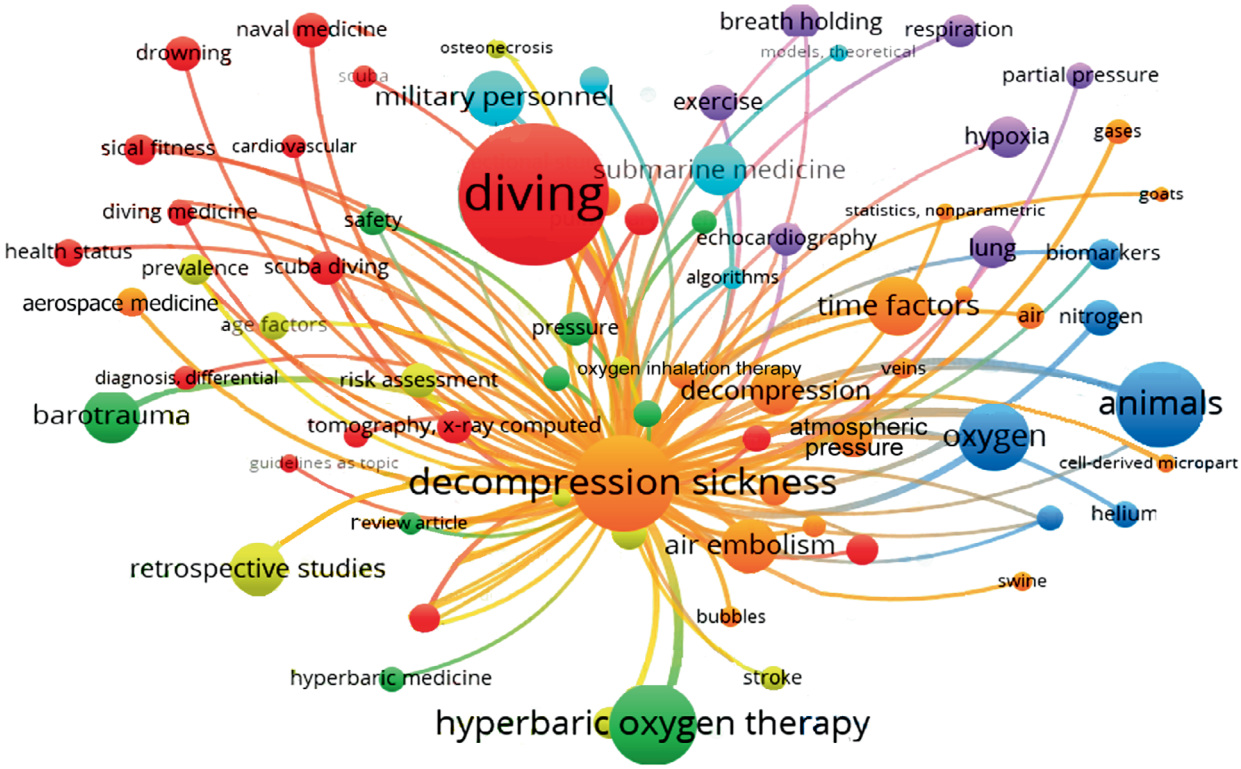

Рис. 6. Ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 3-м кластере статей (оранжевый цвет)
Fig. 6. Leading keywords and their relationships in the 3rd cluster of articles (orange color)

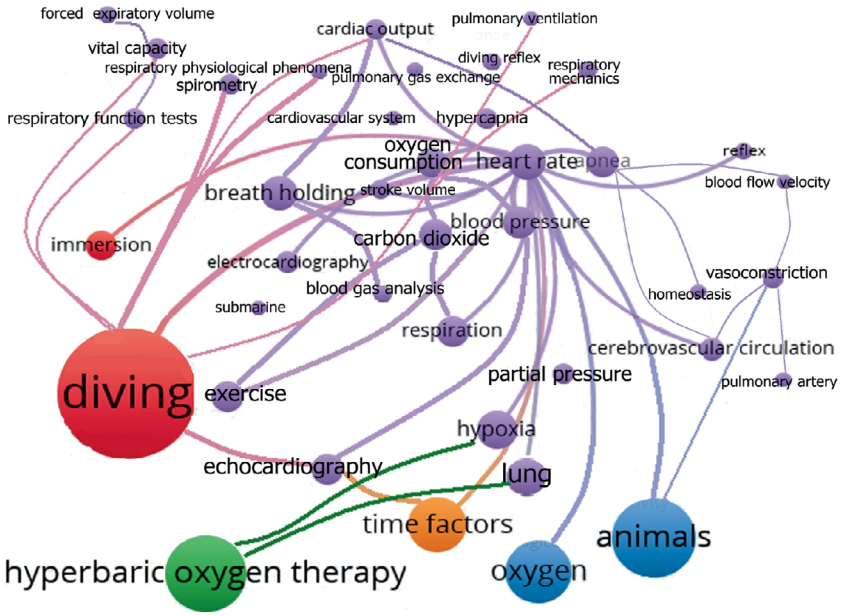

Рис. 7. Ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 4-м кластере статей (фиолетовый цвет)
Fig. 7. Leading keywords and their relationships in the 4th cluster of articles (purple color)

развития декомпрессионной болезни, тяжесть ее проявлений в зависимости от продолжительности латентного периода. Рассматривались такие тяжелые состояния, развивающиеся при декомпрессионной болезни, как воздушная эмболия жизненно важных органов. Кроме того, исследовались методы лечения декомпрессионной болезни, в частности, ГБО. В статьях в том числе были представлены экспериментальные исследования по аэрокосмической медицине.

В 4-м кластере исследовали проблемы влияния гипоксии на функциональные резервы

организма с позиций доказательной медицины при помощи методов функциональной диагностики. Данный кластер включал 48 ключевых слов, содержащихся в 11,5 % статей с общей силой связи в 12,8 %. На рис. 7 показаны ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 4-м кластере.

В 5-м кластере, названном гипербарическая оксигенация, сгруппировали 61 ключевое слово в 13,5 % статей с общей силой связи в 12,6 %. В кластере объединились статьи по лечению профессиональных расстройств у водолазов и некоторых заболеваний у пациентов с позиций доказательной медицины. На рис. 8 показаны ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 5-м кластере.

В 6-м кластере, получившем название использование доказательных методов в исследованиях по подводной медицине, содержалось 54 ключевых слова, представленных в 12,8 % статей с общей силой связи в 11,4 %. На рис. 9 показаны ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 6-м кластере.

В 7-м кластере, сгруппировавшем исследования по военной медицине, оказалось 39 ключевых слов, содержащихся в 8 % статей с общей силой связи в 6,5 %. В статьях кластера изучались вопросы адаптации военнослужащих при воздействии негативных условий среды, психического стресса. Выявились значимые связи статей этого кластера с декомпрессионными расстройствами и другими кластерами. На рис. 10 показаны ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 7-м кластере.

При 10 повторениях соавторов, которые встречались в статьях 10 раз и более, по программе VOSviewer оказалось 74. В табл. 2 представлены 11 соавторов, издавших лично или в соавторстве в 2003–2022 гг. 30 статей и более. Ведущих соавторов из Китая оказалось 3, Хорватии – 2, Австралии – 2. Неожиданно мало было ведущих соавторов из США – 1 (табл. 2).

На рис. 11 представлены 4 научные школы соавторов статей по изучению проблем подводной медицины. Как правило, зеленым цветом выделены авторы из организаций Хорватии и Норвегии, красным – из Австралии, Новой Зеландии, желтым – из Франции и Швейцарии. Особняком находятся авторы из Department of Naval Medicine, Naval Medical University (Шанхай, Китай), которые не имели соавторств

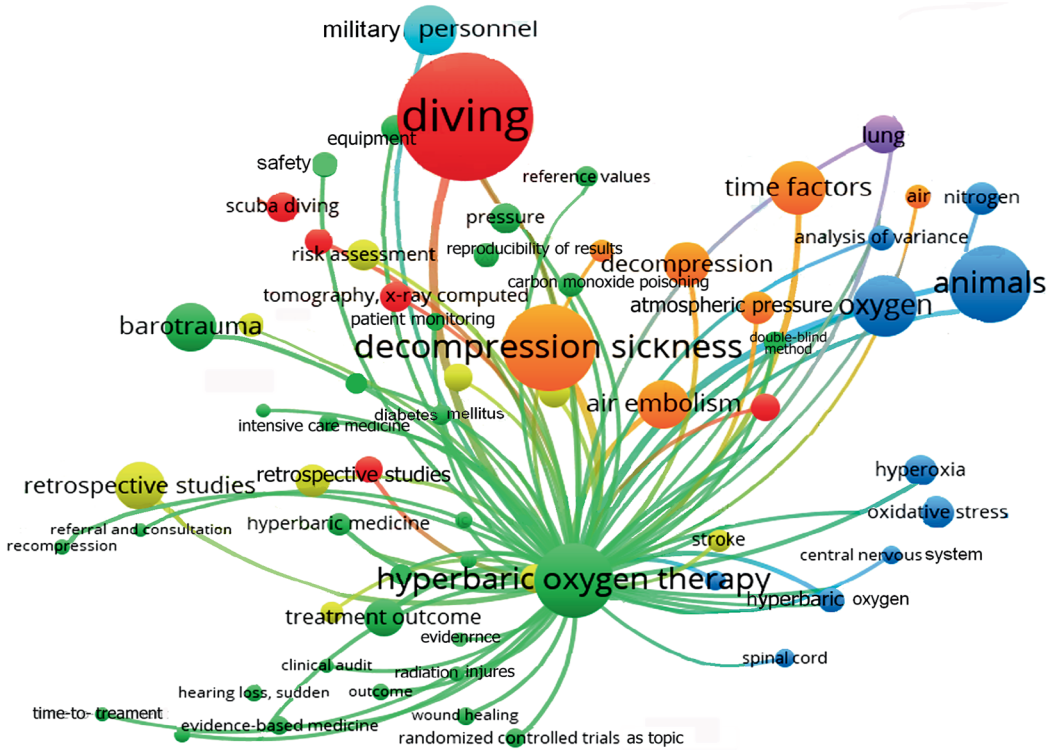

Рис. 8. Ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 5-м кластере статей (зеленый цвет)
Fig. 8. Leading keywords and their relationships in the 5th cluster of articles (green color)

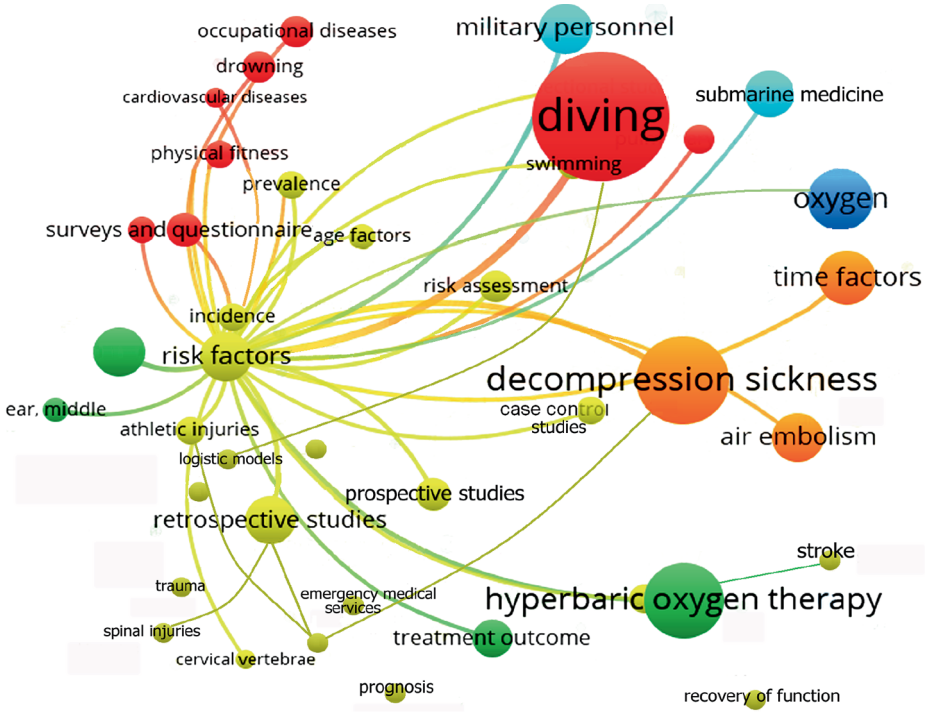

Рис. 9. Ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 6-м кластере статей (желтый цвет)
Fig. 9. Leading keywords and their relationships in the 6th cluster of articles (yellow color)

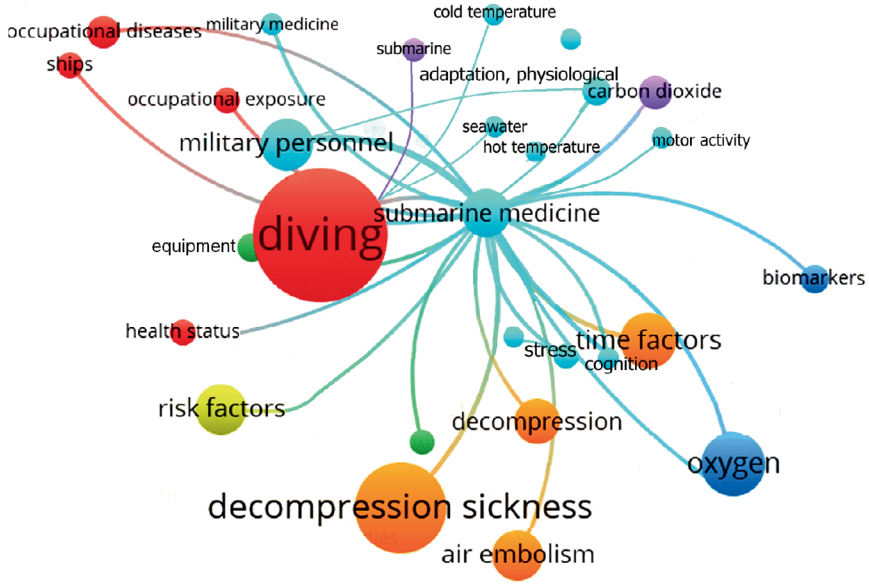

Рис. 10. Ведущие ключевые слова и их взаимоотношения в 7-м кластере статей (бирюзовый цвет)
Fig. 10. Leading keywords and their relationships in the 7th cluster of articles (turquoise color)

с другими представителями научных школ (синий цвет, рис. 11).

В табл. 3 показаны ведущие организации, авторы из которых опубликовали 10 статей и более по подводной медицине. Таких организаций оказалось 10. Ведущих организаций из Австралии – 3, Норвегии – 3, Новой Зеландии – 2, Китая и Хорватии – по 1 (табл. 3).

Обсуждение. Поисковый режим позволил создать в базе данных PubMed 2476 откликов на статьи, опубликованные в мире за 20 лет с 2003 по 2022 г. по подводной медицине. Отмечается динамика увеличения числа статей.

При 10 повторениях в статьях выявлены 358 ключевых слов, которые объединились в 7 кластеров. В 1-м кластере, названном дай-

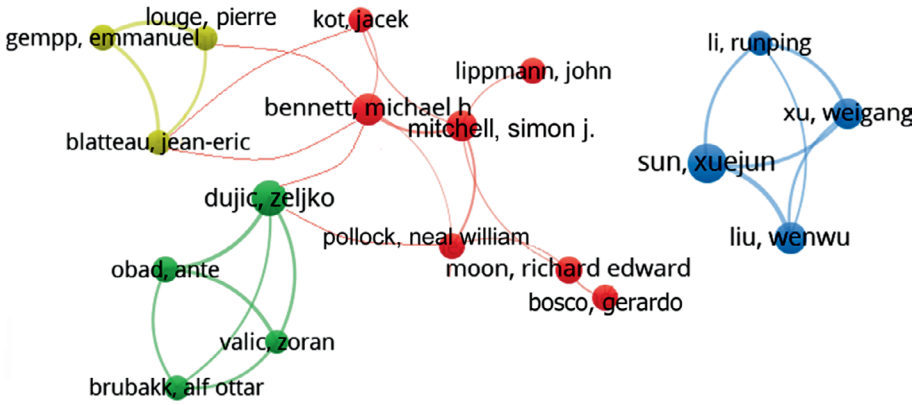

Рис. 11. Научные школы по изучению вопросов подводной медицины, при авторах с 25 статьями и более
Fig. 11. Scientific schools for the study of submarine medicine, affilated with the authors with 25 articles or more

Таблица 2

Ведущие соавторы с наибольшим количеством статей по подводной медицине

Table 2

Leading co-authors with the most articles on submarine medicine

Фамилия, имя соавтора (ученая степень, ученое звание, организация)	Количество статей, %	Общая сила связи, %
Sun Xuejun (PhD, Professor, Department of Naval Medicine, Naval Medical University, Shanghai, China)	70 (0,56)	0,59
Dujic Zeljko (MD, PhD, Professor, Department of Integrative Physiology, School of Medicine, University of Split, Split, Croatia)	59 (0,48)	0,51
Liu Wenwu (PhD, PostDoc, Department of Diving Medicine, Second Military Medical University, Shanghai, China)	48 (0,39)	0,38
Bennett Michael H. (DHM, Professor, Department of Anaesthesia, Prince of Wales Hospital, Randwick, Australia)	47 (0,38)	0,19
Mitchell Simon J. (MD, Professor, Department of Anaesthesiology, The University of Auckland, Auckland, New Zealand)	44 (0,35	0,19
Xu Weigang (MD, PhD, Professor, Department of Diving and Hyperbaric Medicine, Naval Special Medicine Center, Naval Medical University, Shanghai, China)	43 (0,35)	0,37
Moon Richard Edward (MD, Professor, Center for Hyperbaric Medicine and Environmental Physiology, Duke University, North Carolina, USA)	35 (0,28)	0,24
Gempp Emmanuel (MD, Department of Diving and Hyperbaric Medicine, HIA Sainte Anne Military Hospital, Toulon, France)	32 (0,26)	0,18
Lippmann John (MD, Department of Intensive Care and Hyperbaric Medicine, Alfred Hospital, Melbourne, Australia; Department of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Melbourne, Australia)	31 (0,25)	0,08
Obad Ante (D.Sc., University Department for Health Studies, University of Split, Split, Croatia)	31 (0,25)	0,26
Pollock Neal William (MD, Academic, Service de Médecine Hyperbare, Hôtel-Dieu de Lévis, Québec, Canada)	30 (0,24)	0,17
Blatteau Jean-Eric (MD, PhD, Professor, Department of Diving and Hyperbaric Medicine, Sainte-Anne Military Hospital, Toulon, France)	29 (0,23)	0,16
Brubakk Alf Ottar (MD, Professor, Department of Circulation and Medical Imaging, Faculty of Medicine, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway)	29 (0,23)	0,18
Li Runping (Senior Researcher, Department of Diving and Hyperbaric Medicine, Naval Special Medical Center, Navy Medical University, Shanghai, China)	28 (0,23)	0,25
Louge Pierre (Doctoral Researcher, Acute Medicine Department, Hyperbaric Medicine Unit, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland)	28 (0,23)	0,20

Таблица 3

Ведущие организации с наибольшим количеством статей по подводной медицине

Table 3

Leading organizations with the most articles on submarine medicine

Название организации (город, страна)	Количество статей, %	Общая сила связи, %
Faculty of naval medicine, Second Military Medical University (Shanghai, China)	66 (0,53)	0,02
University of split school of medicine (Split, Croatia)	52 (0,42)	0,03
Norwegian university of science and technology (Trondheim, Norway)	29 (0,23)	0,06
Haukeland university hospital (Bergen, Norway)	25 (0,20)	0,01
University of Auckland (Auckland, New Zealand)	24 (0,19)	0,06
Faculty of nursing and health sciences, Nord university (Bodø, Norway)	14 (0,11)	0,04
Australasian diving safety foundation (Rockingham, Australia)	13 (0,10)	0,03
Prince of Wales hospital (Sydney, Australia)	13 (0,10)	0,01
Auckland city hospital (Auckland, New Zealand)	12 (0,10)	0,03
Monash university (Victoria, Australia)	10 (0,08)	0,03

винг-медицина (водолазная медицина), были сгруппированы 24,8 % статей с общей силой связи в 23,9 % от общего массива. Выявилось большое количество связей ключевых слов с терминами в других кластерах. Во 2-м кластере, получившем название экспериментальные исследования на животных, оказалось 17,3 % статей с общей силой связи 19,8 %, в 3-м кластере – декомпрессионная болезнь – 12 и 13 %, в 4-м кластере – проблемы влияния гипоксии на функциональные резервы организма с позиций доказательной медицины – 11,5 и 12,8 %, в 5-м кластере – гипербарическая оксигенация – 13,5 и 12,6 %, в 6-м кластере – использование доказательных методов в исследованиях по подводной медицине – 12,8 и 11,4 %, в 7-м кластере – военная медицина – 8 и 6,5 %.

Найдены 11 авторов, которые издали лично или в соавторстве за 20 лет с 2003 по 2022 г. 30 статей и более. Ведущих авторов статей из Китая оказалось 3, Хорватии – 2, Австралии – 2. Неожиданно мало было ведущих соавторов из США – 1. Выявлены ведущие аффилированные организации и 4 научные школы по изучению проблем подводной медицины.

Заключение. Проведенные исследования способны повысить информационное сопровождение исследований по подводной медицине и помочь ученым определить направления собственных научных работ.

Сведения об авторах:

Евдокимов Владимир Иванович – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2; преподаватель кафедры психиатрии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова; 190044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0002-0771-2102; e-mail: 9334616@mail.ru

Зверев Дмитрий Павлович – кандидат медицинских наук, доцент, начальник кафедры физиологии подводного плавания, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова; 190044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0003-3333-6769; e-mail: z.d.p@mail.ru

Мосягин Игорь Геннадьевич – доктор медицинских наук, профессор, начальник медицинской службы Главного командования Военно-Морского Флота России; 191055, Санкт-Петербург, Адмиралтейский проезд, д. 1; ведущий научный сотрудник центральной научно-исследовательской лаборатории, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет», 163069, Архангельск, пр. Троицкий, д. 51; ORCID: 0000-0003-2414-1644; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru

Плужник Михаил Сергеевич – курсант V курса факультета подготовки врачей для Военно-Морского Флота, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова; 190044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0009-0002-0535-533X; e-mail: pluzhnikms@yandex.ru

Information about the authors:

Vladimir I. Evdokimov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Principal Research Associate, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 4/2; Lecturer at the Department of Psychiatry, Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; ORCID: 0000-0002-0771-2102; e-mail: 9334616@mail.ru

Dmitrij P. Zverev – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department Physiology of Scuba Diving, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; ORCID: 0000-0003-3333-6769; e-mail: z.d.p@mail.ru

Igor G. Mosyagin – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Medical Service of the Main Command of the Navy of the Russian Federation; 191055, Saint Petersburg, Admiralteiskiy Proezd, 1; Leading Researcher at the Central Research Laboratory, of the Northern State Medical University; Russia, 163000, Arkhangelsk, Troitskiy Av., 51; ORCID: 0000-0003-2414-1644; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru

Mikhail S. Pluzhnik – 5th year cadet at the Faculty of Training of Doctors for the Navy, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; ORCID: 0009-0002-0535-533X; e-mail: pluzhnikms@yandex.ru

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция исследования, анализ полученных данных – *В. И. Евдокимов, Д. П. Зверев, И. Г. Мосягин*; сбор первичных данных, подготовка иллюстраций *М. С. Плужник*; написание первого варианта статьи *В. И. Евдокимов*, редактирование окончательного варианта статьи – *Д. П. Зверев*, *И. Г. Мосягин*

Authors' contributions. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: VIE, DPZ, IGM – aided in the research concept, analysis of data; MSP – provided collection of primary data, prepaed illustrations; VIE, MSP – prepared the manuscript; DPZ, IGM final approved.

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Соответствие принципам этики. Информированное согласие получено от каждого пациента.
Adherence to ethical standards. Informed consent was obtained from each patient.

Финансирование. Исследование проведено без дополнительного финансирования.
Funding. The study was carried out without additional funding.

Поступила / Received: *10.01.2024*
Принята к печати / Accepted: *15.02.2024*
Опубликована / Published: *30.03.2024*

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Paderno E., Zanon V., Vezzani G., et al. Evidence-Supported HBO Therapy in Femoral Head Necrosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2021, Vol. 18, No 6, pp. 2888. doi: 10.3390/ijerph18062888.
2. Hedetoft M., Bennett M. H., Hyldegaard O. Adjunctive hyperbaric oxygen treatment for necrotising soft-tissue infections: A systematic review and meta-analysis. *Diving Hyperb Med*, 2021, Vol. 51, No 1, pp. 34–43. doi: 10.28920/dhm51.1.34-43.
3. Amsler F., Willenberg T., Blättler W. In search of optimal compression therapy for venous leg ulcers: a meta-analysis of studies comparing diverse [corrected] bandages with specifically designed stockings. *J. Vasc. Surg*, 2009, Vol. 50, No 3, pp. 668–674. doi: 10.1016/j.jvs.2009.05.018.
4. Bennett M., Heard R. Hyperbaric oxygen therapy for multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004. No 1, Art. CD003057. doi: 10.1002/14651858.CD003057.
5. Bennett M. H., French C., Schnabel A., et al. Normobaric and hyperbaric oxygen therapy for migraine and cluster headache. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2008. No 3, Art. CD005219. doi: 10.1002/14651858.CD005219.pub2.
6. Bennett M., Jepson N., Lehm J. Hyperbaric oxygen therapy for acute coronary syndrome. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2005. No 2, Art. CD004818. doi: 10.1002/14651858.CD004818.pub2.
7. Sahranavard M., Akhavan Rezayat A., Zamiri Bidary M., et al. Cardiac Complications in COVID-19: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch. Iran. Med*. 2021. Vol. 24, No 2, pp. 152–163. doi: 10.34172/aim.2021.24.
8. Bennett M., Feldmeier J., Smee R., Milross C. Hyperbaric oxygenation for tumour sensitisation to radiotherapy. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2000. No 4, Art. CD005007. doi: 10.1002/14651858.CD005007.pub2.
9. Ackermann S. P., Raab M., Backschat S., et al. The diving response and cardiac vagal activity: A systematic review and meta-analysis. *Psychophysiology*, 2023, Vol. 60, No 3, pp. e14183. doi: 10.1111/psyp.14183.
10. Bennett M. H., Lehm J. P., Mitchell S. J., Wasiak J. Recompression and adjunctive therapy for decompression illness: a systematic review of randomized controlled trials. *Anesth. Analg*, 2010, Vol. 111, No 3, pp. 757–762. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181cdb081.
11. Jüttner B., Tetzlaff K. Hyperbare Therapie und Tauchmedizin Hyperbare Therapie Teil 1: evidenzbasierte Akutversorgung. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 2015, Vol. 50, No 10, pp. 618–626. doi: 10.1055/s-0041-102628. (In German)
12. Tetzlaff K., Jüttner B. Hyperbare Therapie und Tauchmedizin Hyperbare Therapie Teil 2: adjuvante Therapieoptionen. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 2015, Vol. 50, No 10, pp. 628–636. doi: 10.1055/s-0041-107111. (In German)

13. Huang N.-C., Wu Y.-L., Chao R.-F. Visualization and Bibliometric Analysis of Research Trends on Hyperbaric Oxygen Therapy. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, Vol. 19, N 13, Art. 7866. doi: 10.3390/ijerph19137866.
14. Филиппов Ю. И. Индексация российский журналов по биологии и медицине в базе данных MEDLINE и на платформе PubMed: анализ позитивного и негативного опыта // *Научный редактор и издатель*. 2021. Т. 6, № 1. С. 28–47 [Philippov Yu. I. Indexing in MEDLINE and PubMed of Russian biomedical journals: analysis of the positive and negative experience. *Science Editor and Publisher*, 2021, Vol. 6, No 1, pp. 28–47 (In Russ.)]. doi: 10.24069/2542-0267-2021-1-28-47.
15. Van Eck N. J., Waltman L. Manual for VOSviewer version 1.6.19. Leiden Universiteit. 2023. 54 p.
16. Van Eck N.J., Waltman L. Software Survey: VOSviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics*, 2010, Vol. 84, No 22, pp. 523–538. doi: 10.1007/s11192-009-0146-3.
17. Zhou R., Lin X., Xu J., et al. Knowledge mapping analysis of mental health research on COVID-19. *Front Psychiatry*, 2022, Vol. 13, Art. 931575. doi: 10.3389/fpsyt.2022.931575.
18. Zhang Y., Huang L., Wang Y., et al. Characteristics of Publications on Occupational Stress: Contributions and Trends. *Front. Public. Health*, 2021, Vol. 9, Art. 664013. doi: 10.3389/fpubh.2021.664013.
19. Чернов К. А., Мисюрин С. Д., Глухов В. А., Дурнев С. А. Медицина чрезвычайных ситуаций: анализ отечественных научных статей с использованием методов искусственного интеллекта (2005–2021 гг.) // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2023. № 1. С. 109–119 [Chernov K. A., Misyurin S. D., Glukhov V. A., Durnev S. A. Disaster medicine: analysis of research papers by Russian investigators based on artificial intelligence methods (2005–2021) *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*, 2023, No 1, pp. 109–119 (In Russ.)]. doi: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-109–119.
20. Евдокимов В. И., Шамрей В. К., Плужник М. С. Боевой стресс: анализ иностранных статей при помощи адаптации результатов программы VOSviewer (2005–2021 гг.) // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2023. №. 3. С. 106–121 [Evdokimov V. I., Shamrey V. K., Pluzhnik M. S. Combat stress: the VOSviewer study results adapted to analyze papers published by foreign investigators (2005–2021). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*, 2023, No 3, pp. 106–121 (In Russ.)]. doi: 10.25016/2541-7487-2023-0-3-106-121
21. Евдокимов В.И., Назыров Р.К., Плужник М.С., et al. Семантический анализ ключевых слов в зарубежных статьях по психотерапии (2012–2021 гг.) // *Вестник психотерапии*. 2023. № 87. С. 5–19 [Evdokimov V. I., Nazyrov R. K., Pluzhnik M. S., et al. Semantic analysis of keywords in foreign articles on psychotherapy (2012–2021). *Bulletin of Psychotherapy*, 2023, No 87, pp. 5–19 (In Russ.)]. doi: 10.25016/2782-652X-2023-0-87-05-19.