

Для цитирования: Коростелева, А.В. Использование экспресс-анализатора критических состояний в практике оказания ветеринарной помощи мелким китообразным, выбросившимся на берег / А.В. Коростелева, И.В. Суворова, А.Н. Туриченко, А.Н. Постникова // Российский ветеринарный журнал. — 2026. — № 1. — С. 6–14. DOI 10.32416/2500-4379-2026-1-6-14
For citation: Korosteleva A.V., Suvorova I.V., Turichenko A.N., Postnikova A.N., Use of a point-of-care blood analyzer in the practice of veterinary care for small live stranded cetaceans, Russian veterinary journal (Rossijskij veterinarnyj zhurnal, 2026, No. 1, pp. 6–14. DOI 10.32416/2500-4379-2026-1-6-14

УДК 591.1: 591.121.2: 599.537
 DOI 10.32416/2500-4379-2026-1-6-14
 RAR

Использование экспресс-анализатора критических состояний в практике оказания ветеринарной помощи мелким китообразным, выбросившимся на берег

А.В. Коростелева, ветеринарный фельдшер мелких китообразных, руководитель Центра (a.korosteleva@serenesea.org);
И.В. Суворова, ветеринарный врач, специалист по болезням морских млекопитающих (i.suvorova@serenesea.org);
А.Н. Туриченко, ветеринарный врач, специалист по болезням морских млекопитающих (a.turichenko@serenesea.org);
А.Н. Постникова, ассистент, заместитель руководителя (a.postnikova@serenesea.org).

Автономная некоммерческая организация «Центр изучения, спасения и реабилитации морских млекопитающих «Безмятежное Море» (109044, Москва, 1-я Дубровская 4А, 24).

На черноморском побережье ежегодно регистрируется значительное количество выбросов морских млекопитающих. Большинство выбросившихся животных пребывает в критическом состоянии, что требует оперативных диагностических мероприятий и коррекции метаболических и электролитных нарушений. Ключевое значение для оценки состояния пострадавших китообразных имеют такие показатели, как кислотно-основное состояние (КОС), гематокрит, содержание электролитов и глюкозы в крови.

В работе представлены результаты первичных исследований крови черноморских дельфинов-белобочек (*Delphinus delphis ponticus*) и черноморских дельфинов-афалин (*Tursiops truncatus ponticus*), выбросившихся на побережье Республики Крым и г. Севастополя в период 2020-2025 гг. Исследования выполнены на портативном экспресс-анализаторе i-STAT System. Приведена интерпретация результатов и рекомендации по коррекции нарушений.

Ключевые слова: китообразные, выбросы на берег, реабилитация, газы и электролиты крови, дельфины, Черное море

Use of a point-of-care blood analyzer in the practice of veterinary care for small live stranded cetaceans

A.V. Korosteleva, small cetaceans veterinary assistant, director (a.korosteleva@serenesea.org);
I.V. Suvorova, veterinarian, marine mammal disease specialist (i.suvorova@serenesea.org);
A.N. Turichenko, veterinarian, marine mammal disease specialist (a.turichenko@serenesea.org);
A.N. Postnikova, assistant, deputy director (a.postnikova@serenesea.org).

Autonomous non-profit organization «Marine mammal research, rescue and rehabilitation center «Serene Sea» (109044, Moscow, 1-ya Dubrovskaya 4A, 24)

A significant number of marine mammal strandings is recorded annually along the Black Sea coast. Most stranded individuals are in critical condition, requiring prompt diagnostic measures and correction of metabolic and electrolyte imbalances. Key parameters for assessing the condition of these cetaceans include acid-base balance (ABB), hematocrit, electrolytes, and blood glucose levels. This paper presents primary blood test results from Black Sea common dolphins (*Delphinus delphis ponticus*) and Black Sea bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus ponticus*) stranded on the coast of the Republic of Crimea and Sevastopol between 2020 and 2025, obtained via a portable i-STAT System rapid blood analyzer. An interpretation of the results and recommendations for correcting abnormalities are provided.

Key words: cetaceans, strandings, rehabilitation, blood gases and electrolytes, dolphins, Black Sea

Сокращения: БАК — биохимический анализ крови, ЕДДС — Единая дежурно-диспетчерская служба, ЖКТ — желудочно-кишечный тракт, КОС (АВВ) — кислотно-основное состояние (acid-base balance), МЧС — Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации

последствий стихийных бедствий, ОАК — общий клинический анализ крови, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких, ОРДС — острый респираторный дистресс-синдром, ХПН — хроническая почечная недостаточность, ВЕ — Base Excess (показатель избытка или дефицита оснований)

Введение

Фауна китообразных Азово-Черноморского бассейна представлена тремя эндемичными под-видами: это афалина (*Tursiops truncatus ponticus* Barabash-Nikiforov, 1940), дельфин-белобочка (*Delphinus delphis ponticus* Barabash, 1935) и азово-черноморская морская свинья, или азовка (*Phocoena phocoena relict* Abel, 1905). Они внесены в списки ряда международных природоохранных конвенций как особо охраняемые, а проблемы их сохранения до сих пор не утратили своей актуальности, прежде всего в связи с последствиями коммерческого дельфинобойного промысла, который осуществлялся в течение большей части XX века [1, 2]. В числе приоритетных направлений работ по их сохранению были рекомендованы мониторинг популяций (учеты численности, наблюдения за выбросами на берег), спасение и реабилитация больных и пострадавших животных и меры по сохранению генофонда [2]. На побережье Крымского полуострова ежегодно регистрируется значительное количество выбросов китообразных, при этом несколько десятков особей обнаруживают на мелководье живыми [4].

Любые китообразные, найденные мертвыми или еще живыми, будучи выброшенными на берег, плавающими у береговой линии или переносимыми морскими течениями, относятся к понятию «выбросы морских млекопитающих». Одиночные выбросы определяются как ситуации, связанные с одним отдельным животным или парой «мать-детеныш», массовые выбросы — это случаи, когда две или более взрослые особи выбрасываются на один и тот же участок побережья в течение короткого промежутка времени. Хотя соотношение животных, погибших в морской среде, и тех, кого выбросило на берег, варьируется, мировое научное сообщество регулярно использует мониторинг выбросов китообразных для получения актуальной информации об их состоянии, поскольку она полезна для природоохранных мероприятий и способна существенно повлиять на планирование природоохранной политики. Так, мониторинг выбросов представляет собой экономически эффективный способ оценки показателей смертности и демографических характеристик популяции, делая доступными данные, которые часто сложно получить посредством мониторинга животных в природе в реальном времени [18]. Морских млекопитающих используют в качестве «часовых» здоровья морской экосистемы, поскольку они занимают высокие трофические уровни, отличаются большой продолжительностью жизни, и на них более вероятно проявление усиливающегося эффекта антропогенных загрязнителей и других угрожающих факторов [13].

Дельфины и киты, выбрасывающиеся на берег живыми, особенно одиночки, обычно находятся в критическом состоянии перед выбросом. При-

чины, приводящие к этому, можно разделить на естественные (заболевания, паразитарные инвазии, травмы, нападения хищников, отсутствие достаточного источника пищи, гибель матери или ранний отъем от матери ввиду других причин) и антропогенные (прилов в рыболовные снасти при промышленном или любительском рыболовстве, столкновения с судами, преднамеренное причинение вреда и загрязнение среды). Как и другие дикие животные, китообразные не проявляют внешних признаков заболевания до тех пор, пока их состояние не станет критическим [13]. Таким образом, выброс на берег — это следствие тяжелого состояния животного, которое больше не способно нормально функционировать в водной среде, и без оказания оперативной квалифицированной помощи обречено на гибель.

Попытки спасения выбросившихся на берег зубатых китов или рассмотрение вопроса об эвтаназии должны включать в себя, прежде всего, адекватную оценку состояния пострадавшей особи, основанную на доказательных принципах [10]. Рациональная стратегия — использовать современные активы, протоколы диагностики и лечения животных, в том числе пациентов в тяжелом состоянии. В связи со сложностью оценки физиологического статуса диких китообразных по внешним признакам, важное значение для принятия решения о необходимости лечения и выбора его тактики имеет полная оценка состояния здоровья, включающая в себя взятие образцов крови для ОАК/БАК и определения уровня фибриногена, цитологическое исследование желудочного сока и кожных поражений, бактериологическое исследование выдыхаемого воздуха, анализы мочи и кала. В большинстве случаев из-за тяжелого состояния выбросившихся животных экстренную помощь приходится оказывать непосредственно на месте, до транспортировки животного в реабилитационное учреждение. Однако комплексная диагностика с использованием инвазивных методов невозможна без предшествующей стабилизации состояния пациента.

Выброшенные на берег морские млекопитающие обычно обезвожены или, по меньшей мере, уязвимы к гиповолемии. Если животные были длительно лишены пищи, они могут потреблять соленую воду, что усугубляет дегидратацию и приводит к электролитному дисбалансу [11]. Метаболические и электролитные нарушения часто становятся причиной гибели выбросившихся дельфинов в первые дни реабилитации [19]. Для коррекции тяжелых метаболических и электролитных нарушений решающее значение имеет техническая возможность оперативной оценки показателей КОС, гематокрита, электролитов и концентрации глюкозы в крови.

Кислотно-основное состояние организма — это совокупность физико-химических, биологических и биохимических процессов, которые обеспечи-

вают постоянство внутренней среды организма, при этом КОС является одним из важнейших компонентов гомеостаза; большая часть ферментативных, окислительно-восстановительных реакций в организме, метаболизм белков, жиров и углеводов, метаболическая активность клеток, функционирование их мембран, чувствительность рецепторов к медиаторам и др. зависят от соотношения водородных и гидроксильных ионов [6]. КОС зависит от ряда факторов (легочная вентиляция, функция почек, степень оксигенации, интенсивность метаболизма, состояние гемодинамики и др.), рассмотрение которых позволяет выделить два основных звена регуляции КОС — дыхательное и метаболическое [6]. Поддержание оптимального КОС — обязательное условие для нормального обмена веществ и сохранения активности ферментных систем; исследование водно-электролитного и газового баланса организма имеет важное значение для диагностики и терапии неотложных состояний. Стандартный перечень лабораторных исследований (ОАК, БАК, фибриноген) не дает полного представления о состоянии гомеостаза. Исследование КОС целесообразно при критическом состоянии китообразного, выбросившегося на берег, в целях постановки диагноза, для оценки степени тяжести заболевания и возможности прогнозирования его течения при различных патологиях, а также оценки эффективности терапии.

Современное диагностическое оборудование и современные методики становятся все более доступными для ветеринарных врачей, работающих с морскими млекопитающими. Так, для измерения электролитов и КОС у животных в пунктах оказания помощи используют портативные анализаторы (Point-of-Care) [12]. После разлива нефти Deerpwater Horizon в 2010 году специалисты исследовали газовый состав крови отловленных диких дельфинов-афалин (*Tursiops truncatus*): на портативном экспресс-анализаторе критических состояний определяли уровень оксигенации у афалин с заболеваниями легких и без них [20].

Цель исследования

Оценить показатели первичных экспресс-анализов крови черноморских дельфинов, выбросившихся на побережье Республики Крым и г. Севастополя в период 2020-2025 гг.; на основе анализа результатов исследования дать рекомендации по коррекции нарушений.

Материалы и методы

С 2017 года «Центром изучения, спасения и реабилитации морских млекопитающих «Безмя-

тежное Море» осуществляется круглогодичный мониторинг выбросов дельфинов и морских свинок на крымском побережье Черного и Азовского морей. Для сбора информации использовали следующие способы и платформы: 1) распространение контактов рабочей группы через социальные сети; 2) интернет-сайт serenesea.org; 3) размещение интерпретирующих материалов и проведение открытых образовательно-просветительских мероприятий в прибрежных городах; 4) регистрация сообщений, поступающих от очевидцев через ЕДДС и МЧС; 5) обследование контрольных участков побережья и акватории.

Цель сети мониторинга — долгосрочные наблюдения за уровнем смертности, оценка здоровья популяции и влияния антропогенной деятельности на сообщества китообразных, оказание ветеринарной помощи особям, которых находят на берегу живыми в беспомощном состоянии [4]. В период с 2021 по 2025 гг. в рамках реагирования на выбросы китообразных авторами проводились ветеринарные диагностические мероприятия и сбор образцов крови от животных, выбросившихся живыми на берег.

Пробы крови дельфинов могут быть собраны из поверхностных кровеносных сосудов, расположенных на вентральной и дорсальной сторонах хвостового плавника, а также из сосудов спинного и грудных плавников, однако предпочтительным местом взятия пробы является вентральная сторона хвостовой лопасти, где хвостовые артерии ветвятся на дорсальные и вентральные поверхностные ряды [15]. В этой области они наиболее видимы и хорошо прощупываются при пальпации, однако в случаях, когда диагностические мероприятия проводятся в полевых условиях, либо животное находится в тяжелом состоянии или демонстрирует выраженную стрессовую реакцию на ветеринарные манипуляции, возможность доступа к вентральной поверхности плавника может быть ограничена.

Перед сбором необходимых диагностических образцов ветеринарный врач, персонал по реагированию на выбросы китообразных и волонтеры организовывали надлежащие процедуры ограничения движения животных, чтобы обеспечить протокол безопасности и минимизировать стресс. Во всех случаях при нахождении китообразного в воде использовали иммобилизацию: один ассистент поддерживал туловище животного, второй фиксировал хвостовой стебель и обеспечивал доступ к дорсальной поверхности хвостового плавника, пока ветеринарный врач собирал образец цельной крови. В ряде случаев животное находилось на плавучих носилках и для оказания помощи ветеринарному врачу было достаточно участия одного человека, поддерживающего хвостовой плавник над поверхностью воды.



Рис. 1. Взятие пробы крови из сосудов хвостового плавника дельфина; экспресс-анализатор критических состояний i-STAT Analyzer и картридж CG8+
Dolphin caudal fin blood sampling; i-STAT critical condition analyzer and CG8+ cartridge

Кровь брали из сосудов с дорсальной или вентральной поверхности хвостового плавника с помощью игл-бабочек 21G и негепаринизированного шприца (рис. 1). Немедленному исследованию подвергалась цельная кровь, которую перемешивали, плавно вращая шприц между пальцами, и помещали в картридж не позднее, чем через 1...2 мин после взятия. Перед внесением пробы в картридж из шприца выдавливали несколько капель крови.

Исследования выполнялись на автоматизированном портативном анализаторе критических состояний i-STAT 1 Analyzer (Abbott Point of Care, США) (см. рис. 1). Использовали картриджи i-STAT CG8+ (комбинированный тест) для количественного определения *in vitro* натрия (Na) (ммоль/л), калия (K) (ммоль/л), ионизированного кальция (i-Ca) (ммоль/л), глюкозы (Glu) (ммоль/л), гематокрита (Hct) (%), pH, парциального давления кислорода (pO_2) (мм рт. ст.), парциального давления углекислого газа (pCO_2) (мм рт. ст.), общего количества углекислого газа (tCO_2) (ммоль/л), бикарбоната (HCO_3) (ммоль/л), дефицита/избытка оснований (BE) (ммоль/л), сатурации (sO_2) и концентрации гемоглобина (tHb) (г/дл) в цельной артериальной или венозной крови.

Картриджи хранили и транспортировали при температуре от 2 до 8 °С. Перед началом работы отдельный картридж находился при комнатной

температуре не менее 5 мин и использовался сразу после вскрытия упаковки. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Результаты

Гематокрит — важный показатель для оценки уровня гидратации организма. В нашей практике чаще обнаруживалось повышение значений гематокрита различной степени, ассоциированное с дегидратацией на фоне прекращения питания (поедаемые кормовые объекты служат основным источником жидкости для китообразных, при этом содержание воды в рыбе составляет 70...75%).

Для оценки кислотно-щелочного равновесия принято использовать pH, парциальное давление CO_2 и концентрацию бикарбоната [21]. У обследованных особей наиболее часто наблюдалось повышенное содержание бикарбоната, зачастую наряду с гипокалиемией (вследствие внутриклеточного смещения ионов водорода), что, в совокупности с дегидратацией, может быть стимулом к повышенной реабсорбции HCO_3^- канальцами почек и служить проявлением метаболического алкалоза [7]. В двух проанализированных образцах были определены значения pH артериальной крови ниже

1. Результаты экспресс-анализов крови черноморских дельфинов в первые сутки выброса на берег
Results of rapid blood tests of Black Sea dolphins on the first day of stranding

Номер и вид* особи	Na mmol/L	K mmol/L	iCa mmol/L	HCT, % PCV	Glu mmol/L	pH	pCO ₂ , mmHg	pO ₂ mmHg	tCo ₂ mmol/L	HCO ₃ mmol/L	BE _{ecf} mmol/L	sO ₂ , %	Hb, g/L
149 (1) DD	151	3.0	1.11	50	6.5	7.260	73.7	38	35	33.1	6	60	170
149 (2) DD	150	3.1	1.07	48	7.1	7.176	85.4	47	34	31.6	3	70	163
170 DD	152	3.4	1.22	48	4.3	7.423	47	41	32	30.7	6	77	163
194 (1) DD	149	3.7	1.20	34	5.7	7.407	54.7	***	36	34.4	10	***	116
194 (2) DD	149	***	1.26	33	6.2	7.388	57.9	32	37	34.9	10	59	112
207 DD	157	3.8	1.08	63	2.5	7.241	70.7	34	32	30.4	3	52	214
209 DD	150	3.5	1.13	49	10.5	7.385	43.8	75	28	26.2	1	95	167
242 ТТ	159	3.5	1.10	38	4.9	7.320	56.7	43	31	29.2	3	73	129
244 ТТ	151	2.7	1.21	54	6.3	7.354	68.7	28	40	38.3	13	47	184
259 ТТ	149	4.3	1.16	49	3.5	7.382	59.3	33	37	35.5	10	60	167
260 DD	149	3.5	1.15	51	6.4	7.286	77.0	22	39	36.7	10	29	173
299 DD	153	3.6	1.35	42	7.3	7.317	63.0	46	34	32.3	6	76	143

* ТТ — афалина (*Tursiops truncatus ponticus*), DD — белобочка (*Delphinus delphis ponticus*)

нормы, то есть у животных отмечалась ацидемия, которая, вероятно, носила смешанный характер. Сочетание респираторной и метаболической причин нередко отмечается при патологиях дыхательной системы, при этом пневмония рассматривается большинством авторов как самый распространенный этиологический фактор естественной смертности китообразных [14, 22].

В большинстве образцов выявлен сниженный или близкий к нижней границе нормы уровень калия. У выбрасывающихся на берег китообразных это связано, в первую очередь, с голоданием. У животных с патологиями ЖКТ значительные потери калия обусловлены рвотой и диареей. При продолжающемся дефиците экзогенного калия внутриклеточный калий компенсаторно выходит в кровоток, а при поступлении элемента с растворами или пищей его уровень в крови может резко снизиться за счет обратного перемещения внутрь клеток (т. н. «рефидинг-синдром»), в связи с чем важен тщательный мониторинг данного показателя [9].

Гипогликемия ожидаема у длительно голодающих ослабленных животных (другие причины: тяжелые системные заболевания, неоплазия, гиперинсулинизм, нарушения питания, быстро развивающийся некроз печени, цирроз печени, нарушение депонирования гликогена), тем не менее, у обследованных особей белобочек и афалин ее регистрировали не часто. У китообразных встречается также стрессовая гипергликемия в ответ на выброс на берег и ассоциированные с ним события, что может приводить к ложно завышенному показателю уровня глюкозы крови и требует дальнейшего наблюдения.

В крови млекопитающих кальций представлен в трех формах: анионной (5%), связанной с альбумином и другими белками (около 45%), ионизированной (50%). Наибольшее клиническое значение имеет ионизированный кальций, называемый также активным, снижение содержания которого может наблюдаться и при нормальных концентрациях общего кальция [8, 13]. У обследованных животных показатели ионизированного кальция соответствовали нормальным значениям.

Обсуждение

Газовый состав артериальной крови является золотым стандартом для оценки оксигенации и состояния вентиляции легких у человека и животных [16, 23]. Значения рН артериальной и венозной крови незначительно различаются вследствие газового и энергетического обмена в тканях. По литературным данным, рН артериальной крови колеблется в пределах 7,25...7,45, венозной — 7,32...7,42 [8]. У дельфинов-афалин рН крови ниже 7,29 указывает на ацидемию, выше 7,44 — на алкалему (табл. 2), при этом снижение рН ниже 6,8 или повышение более 7,8 несовместимо с жизнью [3].

2. Дифференциация первичной причины нарушений КОС (респираторная/метаболическая) у китообразных

Differentiation of the primary cause of ABV disorders (respiratory/metabolic) in cetaceans

Показатель	Значение	Интерпретация результата
PaCO ₂	>63 мм.рт.ст.	Респираторный ацидоз
	<47,0 мм.рт.ст.	Респираторный алкалоз
HCO ₃	<23 ммоль/л	Метаболический ацидоз
	>29 ммоль/л	Метаболический алкалоз
рН	<7,29	Ацидемия
	>7,44	Алкалемия

Другим высокоинформативным показателем метаболических нарушений КОС служит избыток или дефицит буферных оснований (BE). Нормальные значения BE составляют -2...+2, при повышении BE наблюдается дефицит кислот, при понижении BE отмечается их избыток.

У китообразных, как и у наземных млекопитающих, венозная система следует за артериальной. Однако эволюционная адаптация дельфинов к жизни в воде и нырянию привела к ряду изменений в общей архитектуре венозного кровообращения. При работе с китообразными затруднительно получить образец несмешанной крови из-за особенностей анатомии, а именно поверхностных кровеносных сосудов в виде периаартериальных венозных сплетений. В связи с этим оценка парциального давления кислорода и парциального давления углекислого газа в образцах может быть затруднена, — интерпретация данных газового состава крови, полученных из смешанного венозно-артериального образца, неидеальна, поскольку значения некоторых параметров различаются между артериальной и венозной кровью (то есть PO₂ ниже, а PCO₂ выше в венозной крови) [20]. Однако в последние годы врачи и ветеринары используют образцы газового состава венозной крови в опреде-

ленных ситуациях: было обнаружено, что венозный рН, PCO₂, HCO₃ и TCO₂ являются подходящей альтернативой их артериальным эквивалентам, когда артериальная кровь недоступна для получения у людей, находящихся в критическом состоянии [17].

Для коррекции метаболического ацидоза у дельфинов (специфические признаки — ↓рН, ↓HCO₃, ↓BE, причины — диарея, ХПН, усиление образования молочной кислоты (лихорадка, шок, судороги) и кетоновых тел, отравление, гипокортицизм) рекомендуется назначать терапию с использованием Йоностерила и Рингер-ацетата (пути введения — пероральный, внутривенный); при отсутствии гипернатриемии можно применять гидрокарбонат натрия, однако необходимо быть уверенными в адекватном удалении CO₂ легкими. Для коррекции метаболического алкалоза у китообразных (специфические признаки — ↑рН, ↑HCO₃, ↑BE, причины — рвота, применение диуретиков) рекомендуется устранять гиповолемию и сопутствующую гипокалиемию путем пероральных заливок или инфузионной терапии сбалансированными кристаллоидами. Для коррекции респираторного ацидоза у дельфинов (специфические признаки — ↓рН, ↑PCO₂, при хроническом течении компенсаторно ↑HCO₃ и ↑BE, причины — пневмония, пневмоторакс, ХОБЛ, ОРДС, отравления опиатами/бензодиазепинами и др.) рекомендованы кислородотерапия и устранение основной причины. К хроническим воспалительным заболеваниям может присоединиться метаболический ацидоз. Коррекция респираторного алкалоза, развивающегося на фоне гипервентиляции легких (признаки — ↑рН, ↓PCO₂, причины — анемия, органические поражения ЦНС (дыхательного центра), боль, стресс), включает анальгезию и устранение основной причины.

Необходимо с осторожностью интерпретировать первичные значения гематокрита как одного из показателей красной крови, и обязательно проводить повторные измерения в совокупности с оценкой других маркеров после регидратации, чтобы вовремя дифференцировать анемию, замаскированную дегидратацией. Принципы терапии дегидратации сводятся к устранению вызвавшей ее причины, введению изотонических или гипертонических растворов в зависимости от вида обезвоживания. Коррекцию проводят под обязательным контролем показателей осмометрии, рН-метрии и других параметров гомеостаза. Для коррекции дефицита жидкости и электролитно-метаболических нарушений у обследованных нами животных в зависимости от конкретных показателей использовали раствор натрия хлорида, калия хлорида, декстрозы, натрия гидрокарбоната, а также многокомпонентные растворы (Рингера-Локка, Йоностерил, Реамберин, Регидрон), которые вводили перорально через орогастральный гибкий зонд со скругленным концом,

смазанный лососевым маслом. Обезвоженные китообразные обычно очень хорошо реагируют на пероральное введение жидкостей. Возможность эффективной пероральной регидратации связана с редкой инцидентностью нарушений всасывания из ЖКТ даже у длительно голодающих китообразных, кроме того, в ходе ультразвуковых исследований было отмечено, что регулярные заливки жидкости способствовали восстановлению и значительному улучшению перистальтики кишечника дельфинов.

Для коррекции гипокалиемии (причины — потеря через ЖКТ (рвота, диарея), лечение диуретиками, гиперальдостеронизм, пониженное усвоение пищи) вводили калия хлорид перорально или парентерально. В случае выявления гиперкалиемии (причины — почечная недостаточность, включая закупорку мочеиспускательного канала, гипофункция коры надпочечников, ацидоз, острый некроз скелетных мышц, диффузный клеточный некроз вследствие шока) применяли заливки и/или инфузионную терапию с физиологическим раствором, вводили инсулиноглюкозную смесь, глюконат кальция, бикарбонат натрия, стимулировали диурез и устраняли основную причину.

В дальнейшем некоторые животные демонстрировали нормализацию уровня калия при снижении уровня натрия. В таких случаях для восполнения перорально использовали физиологический раствор натрия хлорида с водой в соотношении 1:1.

Для коррекции гипонатриемии (причины — рвота, гипотиреозидизм, ятрогенное введение 5%-й глюкозы, почечная недостаточность, ожоги,

травмы тканей, лечение диуретиками, полиурия, застойная сердечная недостаточность с отеком, хилоторакс) применяли пероральное и парентеральное введение растворов 0,9%-го NaCl. Для коррекции гипернатриемии (причины — рвота, диарея, непроходимость мочевыводящих путей, почечная недостаточность, цирроз печени, гиперальдостеронизм, гиперкортицизм, ятрогенная — введение растворов NaCl, NaHCO₃, гипернатриемия) осуществляли заливки с питьевой водой, введение 5%-й глюкозы, стимуляцию диуреза, устранение основной причины.

При гипогликемии применяли 40%-й раствор глюкозы, разведенный водой или физиологическим раствором до 5%-й концентрации с дальнейшим отслеживанием изменений уровня глюкозы в динамике.

Парентеральный путь введения растворов служит у дельфинов альтернативой пероральному, однако внутривенная инфузия у китообразных затруднительна ввиду сложностей установки постоянных катетеров и длительности процедуры. В случаях, когда животные вследствие тяжелого состояния не могли перенести большой объем жидкости перорально, или если в результате пероральных заливок их перистальтика не восстанавливалась достаточно быстро, применяли внутривенный путь введения (рис. 2). Растворы внутривенно вводили с помощью игл-бабочек 21G и 20G и шприцами на 20 мл; условно устойчивую фиксацию иглы можно обеспечить путем приклеивания трубки от иглы-бабочки самоклеющимся бинтом к хвостовой



Рис. 2. Внутривенное введение растворов электролитов
Intravenous administration of electrolyte solutions



Рис. 3. Пероральное введение растворов электролитов с помощью желудочного зонда
Oral administration of electrolyte solutions using a gastric tube

лопасти дельфина. Однако внутривенная инфузия не позволяет вводить китообразным большие объемы жидкости, поэтому, при наличии адекватной перистальтики, предпочтительным способом введения растворов был пероральный (рис. 3).

При рвоте в ответ на перорально введенные жидкости можно использовать подкожное введение. Подкожное пространство на границе между слоем жира и скелетными мышцами, особенно область, покрывающая боковую часть грудной клетки непосредственно каудальнее лопатки, может вместить объемы жидкости, эквивалентные подкожному пространству у многих наземных животных [13]. Для подкожного введения китообразным используют пакеты с изотоническими растворами со стандартной системой для внутривенного вливания, при этом иглу вводят сквозь подкожный жир, подавая раствор под давлением с ослабленным зажимом трубки системы, и его поступление начинается самостоятельно, когда игла войдет в подкожное пространство.

Выводы

1. Любые отклонения в КОС китообразных свидетельствуют о развитии патологического процесса. Необходимо исследовать газовый состав крови у дельфинов при подозрении на респираторные и/или метаболические нарушения.

2. Результаты повторных анализов позволяют отслеживать динамику и оценивать эффективность назначенной терапии.

3. На основании результатов исследования КОС врач может судить о работе организма в целом.

4. Исследование КОС — обязательный компонент для успешной терапии тяжелых пациентов.

Наши наблюдения показали, что преимуществами исследования на анализаторе i-STAT являются короткий период выполнения анализа (1...2 мин), быстрое получение результатов (2...5 мин), минимальный объем пробы крови (95 мкл) и возможность портативного использования в полевых условиях, что имеет огромное значение для работы с дикими морскими млекопитающими и ускоряет принятие клинических решений. Принимая во внимание тяжесть состояния дельфинов, которых находят живыми на берегу, необходимы быстрая оценка жизненно важных функций организма и оперативные действия для коррекции критических состояний.

Хотя интерпретация результатов исследования газов крови дельфинов бывает осложнена, однако, согласно данным литературы, некоторые переменные могут быть полезны для оценки нарушений газообмена в легких, даже в смешанных венозно-артериальных образцах. Необходимо учитывать при интерпретации данных, что степень смешивания артериальной и венозной крови может влиять на определенные параметры, особенно PO_2 и PCO_2 [20].

Поскольку у выбросившихся на берег китообразных в подавляющем большинстве случаев наблюдается гиповолемия, а уровень электролитов может варьироваться от опасно низкого до опасно высокого, следует вводить перорально слабый сбалансированный раствор кристаллоидов (например, половинной концентрации) до точного определения концентрации электролитов в сыворотке крови. Важно знать эти концентрации перед введением второй дозы пероральных растворов, чтобы не усугубить и без того критическую ситуацию [19]. Если концентрация электролитов слишком высокая, нужно давать питьевую воду до тех пор, пока концентрация электролитов не вернется к норме (проверять ее следует не реже одного раза в день). Если она слишком низкая, можно вводить полноценный раствор электролитов до достижения нормальных значений.

Одной из наиболее частых причин смерти китообразных в первые сутки реабилитации служит электролитный дисбаланс, поэтому тщательное наблюдение в течение этих первых дней крайне важно. В зависимости от степени обезвоживания, взрослому дельфину среднего размера можно вводить 1,5...2,0 л жидкости каждые 2...3 ч [19].

Экспресс-анализатор критических состояний — ключевой диагностический инструмент при определении причин болезни у ослабленного мелкого китообразного в условиях ограниченных ресурсов, обеспечивающий необходимую в данной ситуации оперативность действий. Его можно и нужно рекомендовать для работы с дикими зубатыми китами.

Конфликт интересов

О конфликте интересов не сообщается.

Библиография

- Берзин, А.А. Численность и популяционная структура основных эксплуатируемых видов китообразных Мирового океана / А.А. Берзин // Зоол. журн. — 1978. — 57. — № 12. — С. 1771-1785.
- Биркун-мл. А.А. Современное состояние и причины угнетения популяций черноморских дельфинов. Сообщение 2: Антропогенные лимитирующие факторы / А.А. Биркун-мл., С.В. Кривохижин // Вестник зоологии. — 1996. — № 3. — С. 36-42.
- Гаврилова, Е.В. Анализ и интерпретация кислотно-щелочного состояния малоинвазивными методами / Е.В. Гаврилова // Fundamental science innovation and technology: Сб. науч. статей по мат. II Международной научно-практической конференции, Уфа, 23 мая 2023 года. Том Часть 3. — Уфа: Научно-издательский центр «Вестник науки», 2023. — С. 28-42.
- Коростелева, А.В. Мониторинг выбросов китообразных на побережье Крыма в 2017-2019 гг. / А.В. Коростелева, А.Н. Постникова, И.В. Суворова // Морские млекопитающие Голарктики: Сб. науч. тр. по мат. XI Международной конференции, онлайн, Москва. — 2023. — С. 173-183.
- Кривохижин, С.В. Опыт систематического изучения выбросов и приловов китообразных Чёрного моря / С.В. Кривохижин, А.А. Биркун-мл. // Морские млекопитающие Голарктики: Мат-лы Междунар. конф. — Архангельск: Правда Севера. — 2000. — С. 198-202.
- Подоксенов, Ю.К. Клиническая патофизиология кислотно-основного состояния: учебное пособие / Ю.К. Подоксенов, Ю.Ю. Вечерский, Н.В. Рязанцева. — Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2008. — 42 с.
- Подоксенов, Ю.К., Патофизиология нарушений кислотно-основного состояния: учебное пособие / Ю.К. Подоксенов, Н.В. Рязанцева, А.П. Зима. — Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2013. — 84 с.
- Холл, Д.Э. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу / Д.Э. Холл, М.Э. Холл, Е.В. Никенина. — 3-е изд., испр. и доп. — М: Логосфера, 2024. — 1346 с.
- Ярошецкий, А.И. Гипофосфатемия и рефидинг-синдром при возобновлении питания у пациентов в критических состояниях (обзор литературы) / А.И. Ярошецкий, В.Д. Конаныхин, С.О. Степанова, Н.А. Резепов // Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова, 2019. — № 2. — С. 82-91.
- Alstrup, A.K.O. The Self-Stranding Behavior of a Killer Whale (*Orcinus orca*) in Inner Danish Waters and Considerations concerning Human Interference in Live Strandings / A.K.O. Alstrup, C.B. Thøstesen, K.A. Hansen, C. Sonne, C.C. Kinze, L. Mikkelsen, A. Thomsen, P. Povlsen, H.L. Larsen, A.C. Linder et al. // Animals. — 2023. — No. 13. — 1948 p. <https://doi.org/10.3390/ani13121948>
- Aragones, L.V., Marine mammal stranding response manual — A guide for the rescue, rehabilitation, and release of stranded cetaceans and dugongs in the Philippines. A Wildlife in Need (WIN) and Ocean Adventure publication. 2nd Ed. / L.V. Aragones, G.E. Laule, B.G. Espinos (eds). — Subic Bay, Freeport, 2013. — 141 p + iii.
- Burke, J.E. Evaluation of the i-STAT Alinity v in a veterinary clinical setting / J. E. Burke, T.H.T. Nguyen, T. Davis, A. Koenig, S.L. Lane, J. Good, B.M. Brainard // Journal of veterinary diagnostic investigation: official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians. — 2021. —No. 33(4). — pp. 703-710. <https://doi.org/10.1177/10406387211019710>
- Dierauf, L. CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease, and Rehabilitation, 2nd ed. / L. Dierauf, F.M.D. Gulland (Eds.). — CRC Press, 2001. — 1120 p. <https://doi.org/10.1201/9781420041637>
- Di Guardo, G. Postmortem investigations on cetaceans found stranded on the coasts of Italy between 1990 and 1993 / G. Di Guardo, U. Agrimi, L. Morelli, G. Cardeti, G. Terracciano, S. Kennedy // Vet. Rec. — 1995. — No. 136(17). — pp. 439-442.
- Elsner, R. Functional circulatory anatomy of cetacean appendages / R. Elsner, J. Pirie, D.D. Kenney, S. Schemmer. — In Functional Anatomy of Marine Mammals. R.J. Harrison, ed. — Academic Press, 1974. — 366 p.
- Ilkiw, J.E. A Comparison of Simultaneously Collected Arterial, Mixed Venous, Jugular Venous and Cephalic Venous Blood Samples in the Assessment of Blood-Gas and Acid-Base Status in the Dog / J.E. Ilkiw, R.J. Rose, I.C.A. Martin // J. Vet. Intern. Med. — 1991. — No. 5. — pp. 294-298.
- Kim, B.R. Correlation between peripheral venous and arterial blood gas measurements in patients admitted to the intensive care unit: A single center study / B.R. Kim, S.J. Park, H.S. Shin, Y.S. Jung, H. Rim // Kidney Res. Clin. Pract. — 2013. — No. 32. — pp. 32-38.
- Lennon, R.L. An approach to using stranding data to monitor cetacean population trends and guide conservation strategies / R.L. Lennon, R.S. Williams, K.J. Allan et al. // Sci Rep. — 2025. — No. 15. — pp. 28417. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12928-1>
- Manire, C. Basic clinical medicine for stranded cetaceans. [serial online] / C. Manire / CAB Abstracts 1990-Present, Ipswich, MA. — 2006. <https://www.vetmed.msstate.edu/sites/www.vetmed.msstate.edu/files/presentations/7.15.16>
- Sharp, S.M. Using Blood Gas Analysis and Capnography to Determine Oxygenation Status in Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) Following the Deepwater Horizon Oil Spill / S.M. Sharp, F.M. Gomez, J.M. Meegan, T.K. Rowles, F. Townsend, L.H. Schwacke, C.R. Smith // Toxics. — 2023. — No. 11. — pp. 423. <https://doi.org/10.3390/toxics11050423>
- Silverstein, D. Small Animal Critical Care Medicine, 3rd edition / D. Silverstein, K. Hopper // Saunders, 2023. — 1258 p. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-04165-4>
- Venn-Watson, S. Thirty year retrospective evaluation of pneumonia in a bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* population / S. Venn-Watson, R. Daniels, C. Smith // Dis. Aquat. Org. — 2012. — No. 99. — pp. 237-242
- Wagner, P.D. The physiological basis of pulmonary gas exchange: Implications for clinical interpretation of arterial blood gases / P.D. Wagner // Eur. Respir. J. — 2015. — No. 45. — pp. 227-243.