

## ЦИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ ЛИМФОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ АФАЛИН

© 2011 Н.Н. Кавцевич

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН

Поступила в редакцию 10.05.2011

Представлены результаты цитохимического исследования лимфоцитов здоровых и больных дельфинов афалин, содержащихся в неволе различное время. Выявлены существенные различия по параметрам активности неспецифической эстеразы, сукцинатдегидрогеназы и содержанию гликогена и корреляциям между ними в зависимости от состояния животных. Полученные данные могут быть использованы при оценке и коррекции хода адаптации дельфинов к неволе.

Ключевые слова: *морские млекопитающие, дельфин афалина, лимфоциты, цитохимия, адаптация к неволе*

Естественная среда обитания морских млекопитающих постоянно ухудшается в результате загрязнения океана. Заболевания и гибель содержащихся в океанариумах животных являются важнейшими факторами, препятствующими разведению водных млекопитающих. Проблема оценки эффективности механизмов резистентности к воздействию неблагоприятных факторов актуальна не только для содержащихся в неволе и редких, но и для промысловых видов морских млекопитающих, численность которых существенно снижается из-за распространяющихся в последние годы интоксикаций и эпизоотий [1-3]. Давно поставленный вопрос [4] о существовании у китообразных и ластоногих особенностей лимфоидной системы, обусловленных эволюцией в чистой и не содержащей патогенных микроорганизмов суши океанической среде и обеспечивающих в современных условиях недостаточную иммунологическую резистентность, до настоящего времени не выяснен. В то же время свойства и функции лимфоцитов морских млекопитающих изучены слабо. Цитохимические исследования в комплексе с исследованиями иммунологическими и биохимическими методами могли бы позволить рассмотреть этот вопрос с новой точки зрения а также дополнить представления о метаболических основах иммунитета.

**Материал и методы.** Исследовали кровь от 55 дельфинов афалин, представляющих 3 группы: здоровые адаптированные, здоровые неадаптированные и больные. В первую группу вошли особи, период пребывания которых в неволе до момента взятия крови составлял не менее года. Неадаптированными считали животных, содержащихся в океанариуме 1-5 месяцев. Такая классификация обосновывается тем, что смертность дельфинов максимальна в первое

полугодие неволи, а по истечении года она резко снижается [5]. Кроме того, в результате исследования иммунологическими и биохимическими методами установлено, что для адаптации к условиям жизни в неволе афалинам требуется не менее года [6]. К больным относили дельфинов с характерными признаками респираторных и кожных инфекционных заболеваний: слизистые выделения и гнилостный запах из дыхала, папулы, язвы, повышение или снижение показателей общего анализа крови [7]. Некоторые особи в различные периоды жизни в неволе были включены в различные группы.

Кровь брали из хвостовой вены в пробирку с гепарином, мазки изготавливали общепринятым способом. Кроме окрашивания по Романовскому-Гимза выявляли неспецифическую эстеразу [8, в модификации], сукцинатдегидрогеназу [9], гликоген (реакция "Шифф-иодная кислота (ШИК)) [10]. Препараты исследовали с масляной иммерсией. При математической обработке данных вычисляли: среднюю (M); среднеквадратичное отклонение (S); коэффициент вариации (V); показатели асимметрии (As) и эксцесса (Ex); энтропию (H); информационную избыточность (R) – разницу в процентах между максимальной для гистограммы распределения лимфоцитов с данным числом классов и реальной энтропией и коэффициенты линейной корреляции между этими параметрами [11, 12].

**Результаты и обсуждение.** Лейкограмма афалин, как большинства китообразных [13] и ряда наземных млекопитающих, имеет гранулоцитарный профиль. Количество эозинофилов высоко, часто превышает относительное число лимфоцитов. Базофилы не обнаружены. Между исследованными группами афалин выявлены различия по числу некоторых типов лейкоцитов (табл. 1). Более значительны они по цитохимическим параметрам лимфоцитов.

*Кавцевич Николай Николаевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией морских млекопитающих. E-mail: chiv1@front.ru*

**Таблица 1.** Лейкоцитарная формула крови афалин ( $M \pm m$ , пределы колебания)

Группы афалин	Типы лейкоцитов, %					
	НС	С	Э	Б	М	Л
здоровые адаптированные	1,4±0,5 0–5,0	49,2±4,5 24,0–71,0	22,2±2,6 9,0–38,0	0	2,4±0,3 0–4,0	24,7±3,5 11,0–48,0
здоровые неадаптированные	3,3±2,2 0–18,0	51,4±7,8 29,0–86,0	17,8±5,0 0–40,0	0	2,1±0,6 0–4,5	25,5±3,9 8,0–42,0
больные неадаптированные	3,1±1,1 1–9,0	60,6±5,7 45,0–85,0	20,6±4,5 0,5–36,0	0	1,4±0,5 0–3,5	14,4±2,1 8,5–22,0

Примечание: НС и С – нейтрофилы с несегментированным и сегментированным ядром, Э – эозинофилы, Б – базофилы, М – моноциты, Л – лимфоциты

Оценку активности неспецифической эстеразы (НЭ) и сукцинатдегидрогеназы (СДГ) проводили, подсчитывая число гранул окрашенных продуктов реакций. Определяли также процент лимфоцитов с «парануклеарной» эстеразной реакцией и ШИК-положительных (гликогенсодержащих) лимфоцитов. Парануклеарная реакция (ПН) на НЭ в виде шляпкообразных скоплений окрашенного продукта характерна для «нулевых» лимфоцитов, Т-клеток-супрессоров и «киллеров» [14, 15]. Гранулярная (ГР) – для Т-клеток-хелперов и части В-лимфоцитов [16]. Определение интенсивности цитохимических реакций по числу гранул окрашенного их продукта предложено Э. Пирсом [17]. Р.П. Нарциссов [9] разработал метод количественной оценки активности окислительных ферментов (включая СДГ), основой которого является то, что гранулы продукта реакции имеют одинаковые размеры, и их число пропорционально активности фермента. Поскольку эстеразоположительные гранулы (различных размеров), наблюдающиеся в световой микроскоп в лимфоцитах, образуются в результате развития реакции в группах лизосом [18], их число является показателем, зависящим от количества и локализации этих органелл, изменяющихся при стимуляции клеток [19].

По статистическим характеристикам распределения лимфоцитов между группами афалин

(табл. 2) имеются значимые различия ( $p < 0,01$ ). Больные животные отличаются наибольшим процентом лимфоцитов с парануклеарным типом эстеразной реакции и наименьшим средним числом гранул продукта реакции на СДГ, наиболее высокими коэффициентами вариации, асимметрии и эксцесса по последнему показателю. У здоровых адаптированных афалин наиболее высоко среднее число эстеразоположительных гранул, выше, чем у неадаптированных и больных, коэффициент вариации по этому показателю и число ШИК-положительных лимфоцитов. Здоровые неадаптированные животные имеют наименьшее среднее число гранул продукта реакции на НЭ. По данным М.Г. Шубича и Н.Н. Дробота [20] число лимфоцитов, содержащих 3 и более эстеразоположительных гранул, у здоровых людей и выздоравливающих выше, чем у больных в активной фазе туберкулеза легких. Направление изменения активности СДГ зависит от этиологии инфекционного заболевания: при бактериальных инфекциях активность фермента, как правило, снижена, при вирусных – остается на уровне нормы либо повышена [21]. При туберкулезной интоксикации активность сукцинатдегидрогеназы, лактатдегидрогеназы и альфа-глицерофосфатдегидрогеназы падает, а кислой фосфатазы, наоборот, увеличивается [22].

**Таблица 2.** Параметры суммарных распределений лимфоцитов афалин различных групп по цитохимическим признакам ( $M \pm m$ )

Группы дельфинов	ПН, %	НЭ				СДГ				ШИК <sup>+</sup>
		число гранул				число гранул				
		М	V	As	Ex	М	V	As	Ex	
здоровые адаптированные	31,1 ±1,0	2,72 ±0,05	76,1 ±1,8	1,69 ±0,06	2,52 ±0,11	21,46 ±0,33	45,3 ±1,2	0,88 ±0,08	0,96 ±0,16	26,7 ±1,0
здоровые неадаптированные	30,9 ±1,3	1,85 ±0,03	60,2 ±1,6	1,65 ±0,07	2,43 ±0,14	21,25 ±0,36	42,1 ±1,4	0,75 ±0,10	0,42 ±0,20	19,9 ±1,3
больные неадаптированные	36,5 ±1,1	2,04 ±0,03	63,1 ±1,3	1,44 ±0,05	2,13 ±0,11	18,60 ±0,32	54,1 ±1,4	1,31 ±0,07	2,00 ±0,15	22,6 ±1,0

Примечание: ПН – лимфоциты с парануклеарной реакцией на неспецифическую эстеразу; М – средняя, V – коэффициент вариации (%), As и Ex – показатели асимметрии и эксцесса, соответственно, ШИК<sup>+</sup> – содержащие гликоген лимфоциты (%)

Согласно результатам настоящей работы, отличия здоровых адаптированных афалин от здоровых неадаптированных и больных по активност

сти НЭ и СДГ лимфоцитов сходны с наблюдающимися у людей при бактериальных инфекциях. Число ШИК-положительных (содержащих гликоген)

лимфоцитов у здоровых людей не превышает 30%. При инфекционных заболеваниях значение этого показателя возрастает, оставаясь высоким длительное время (до двух месяцев) после клинического выздоровления [23]. У здоровых адаптированных дельфинов уровень этого показателя выше, чем в 2-х других группах животных. В то же время вариабельность числа ШИК-положительных лимфоцитов высока: 4-63% у здоровых и 5-76% у больных афалин. Накопление и утилизация гликогена у морских млекопитающих имеет особенности. Так, в соматической мускулатуре, сердце, печени, почках, головном мозге у них содержится повышенное по сравнению с наземными млекопитающими, количество гликогена, что является приспособлением к интенсивному гликолизу во время ныряния [24]. Поэтому высокий уровень гликогена в лимфоцитах здоровых адаптированных афалин может быть более близок, чем у остальных, к нормальному его уровню у здоровых диких животных либо, наоборот, является результатом длительного воздействия неблагоприятных факторов неволи. В доступных литературных источниках данные о количестве гликогена в клетках лимфатической системы морских млекопитающих отсутствуют. Это не позволяет

достаточно определенно и обоснованно объяснить наблюдающиеся у афалин различия в числе лимфоцитов, содержащих гликоген.

Гистограммы суммарных распределений лимфоцитов достоверно различаются ( $P=0,99$ ). По активности НЭ наиболее велика разница (значение критерия хи-квадрат) между здоровыми адаптированными и здоровыми неадаптированными афалинами, а наименее значительно отличие последних от больных. По активности СДГ различия распределений между здоровыми адаптированными и здоровыми неадаптированными наименьшее (табл. 2). У здоровых адаптированных афалин выше, чем у больных и здоровых неадаптированных, число лимфоцитов с 4-11 эстеразоположительными гранулами. Здоровые неадаптированные дельфины имеют, по сравнению с больными, больше лимфоцитов с 1-2 эстеразоположительными гранулами, но меньшее их число в остальных классах (рис. 1). У здоровых адаптированных животных выше, чем у больных, численность лимфоцитов в классах с активностью СДГ выше средней (20-60 гранул). Распределение здоровых неадаптированных афалин имеет такое же отличие от больных, но в меньшем интервале (20-32 гранул).

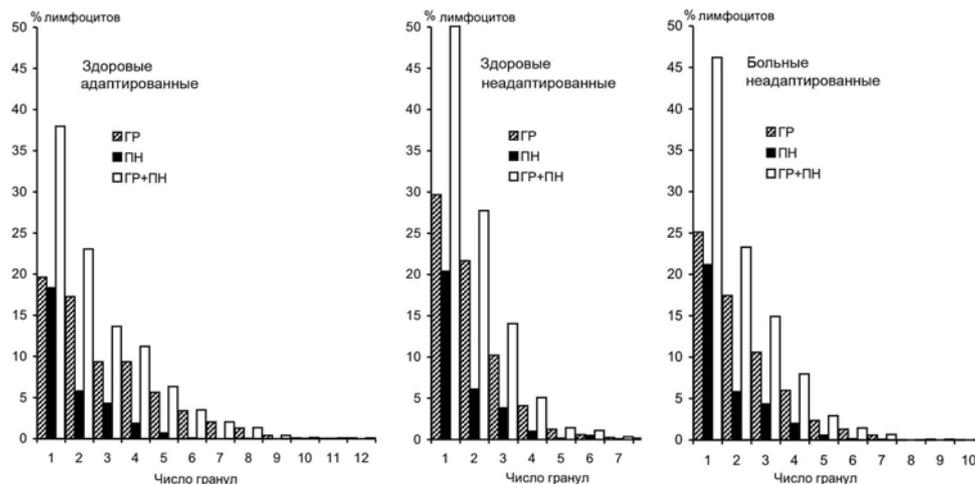
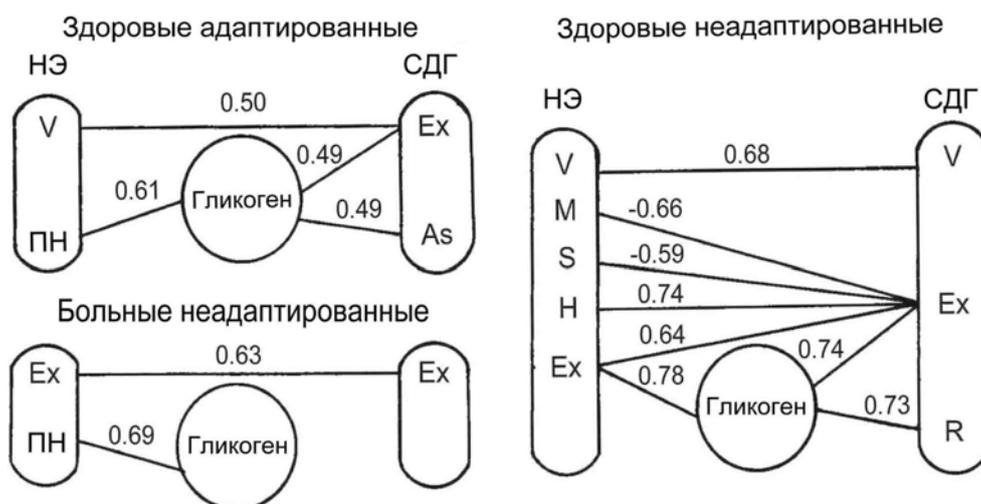


Рис. 1. Суммарные распределения лимфоцитов афалин по активности неспецифической эстеразы.

ГР – «гранулярная» реакция, ПН – «парануклеарная» реакция

Найденные различия позволили предположить, что сила корреляционных связей между цитохимическими характеристиками в группах афалин также неодинакова. Результаты корреляционного анализа представлены на рис. 2 (показаны корреляции, достоверные при  $P \geq 0,95$ ). Наиболее высок уровень скоррелированности характеристик распределения лимфоцитов у здоровых неадаптированных животных. Причем корреляции (за исключением связи энтропии распределения по активности НЭ и показателя эксцесса по активности СДГ) свидетельствуют об однонаправленности изменений субпопуляционного состава лимфоцитов по активности обоих ферментов. Увеличение среднего числа эстеразоположительных гранул и разнообразия лимфоцитов по этому параметру сопряжено с возрастанием гетерогенности лимфоцитов

по активности СДГ (снижается  $E_x$ ). Сближение субпопуляций с различной активностью ферментов (возрастает  $E_x$ ), упрощение распределения по активности СДГ (увеличивается  $R$ ) связано с повышением числа ШИК-положительных лимфоцитов. Направленность корреляций соответствует ходу процессов, происходящих при стимуляции лимфоцитов: сначала возрастает активность ферментов лизосом и митохондрий, затем снижается количество гликогена [25]. Корреляции гликоген-СДГ здоровых, здоровых адаптированных и неадаптированных афалин также свидетельствует о зависимости числа гликогенсодержащих лимфоцитов от уровня их разнообразия по активности СДГ: чем он выше (снижаются  $A_s$ ,  $E_x$ ,  $R$ ), тем ниже содержание ШИК-положительных лимфоцитов.



**Рис. 2.** Корреляции между параметрами распределений лимфоцитов афалин:

ПН – лимфоциты с парануклеарной реакцией на неспецифическую эстеразу; М – средняя; S – среднее квадратичное отклонение; V – коэффициент вариации; As и Ex – показатели асимметрии и эксцесса, соответственно; H – энтропия; R – информационная избыточность

У больных животных существенных корреляций числа ШИК-положительных лимфоцитов и параметров распределения лимфоцитов по активности СДГ не выявлено. Это может быть связано с пониженной эффективностью утилизации гликогена в их клетках, учитывая, что средний уровень активности СДГ у больных афалин ниже, чем у здоровых адаптированных животных. Если у первых она свидетельствует об однонаправленности сдвигов в составе популяции лимфоцитов по обоим признакам, то у последних увеличение вариабельности лимфоцитов по активности НЭ сопряжено с возрастанием эксцесса, т.е. сжатием распределения, сближением субпопуляций лимфоцитов по активности СДГ. Корреляции для всей группы животных слабые ( $r=0,3-0,4$ ), несмотря на статистическую их достоверность ( $p<0,05$ ). Исключение составляет связь числа лимфоцитов с парануклеарной эстеразной реакцией (ПН) и ШИК-положительных лимфоцитов ( $r=0,57$ ). Она значительна также у здоровых адаптированных и больных дельфинов. Это, а также сниженная активность СДГ и повышенный процент ПН лимфоцитов у больных животных может свидетельствовать о низкой метаболической активности ПН лимфоцитов.

Таким образом, адаптированные и неадаптированные к неволе и больные афалины имеют неодинаковый состав лимфоцитов по активности неспецифической эстеразы и сукцинатдегидрогеназы и содержанию гликогена, различаются по корреляциям между этими цитохимическими признаками. Согласно данным В.В. Соколова и соавторов [22], степень изменения силы и направленность корреляций показателей активности кислой фосфатазы, сукцинатдегидрогеназы, лактатдегидрогеназы и альфа-глицерофосфатдегидрогеназы зависит от стадии патологического

процесса. У здоровых людей уровень корреляций ниже, чем у больных силикозом, при силикотуберкулезе возрастают и число, и прочность корреляций, а при силикотуберкулезе с интоксикацией снижается коррелированность цитохимических параметров лимфоцитов наиболее высока. По средней активности ферментов здоровые и больные существенно не различались. В.М. Робинсон и соавторы [26], исследуя изменения активности неспецифической эстеразы и дегидрогеназ при развитии аутоиммунного процесса у мышей нашли, что значения коэффициентов корреляции, наоборот, снижаются. В то же время, установлено, что животные, отличающиеся высоким уровнем корреляций энзиматических характеристик лимфоцитов, выживают после введения стафилококкового токсина [27].

У дельфинов-афалин в первые месяцы неволи развивается состояние, рассматриваемое как предболезнь [28]. Согласно результатам настоящей работы, оно характеризуется значительными сдвигами в системе иммунитета, проявляющимися в усилении сопряженности процессов активации ферментов лизосом и митохондрий и утилизации гликогена в лимфоцитах. Возрастание силы корреляций метаболических параметров лимфоцитов происходит в ранние сроки после введения антигена при экспериментальной иммунизации [29]. Однако у дельфинов в неволе, в среде с высоким содержанием микроорганизмов, при неблагоприятном влиянии других факторов (стресс, гиподинамия, корм, отличающийся от природного), процессы иммуногенеза часто оказываются недостаточно эффективными.

**Выводы:** интерпретация данных о корреляционной структуре популяции лимфоцитов крови по цитохимическим характеристикам, полученных на экспериментальных моделях и при различных заболеваниях у человека встречается трудности. В то же время значение изменений

соотношения активности дегидрогеназ и лизо-сомных гидролаз при оценке эффективности процессов иммуногенеза достаточно определено. Так, возрастание активности кислой фосфатазы при постоянстве либо снижении активности дегидрогеназ является неблагоприятным признаком для оценки результатов вакцинации, экспериментальной иммунизации, аутоиммунных заболеваний, канцерогенеза [30-32]. В Т- и В-лимфоцитах селезенки мышей при аутоиммунном процессе происходило изменение соотношения активности сукцинат-, лактат-, альфа-глицерофосфатдегидрогеназ и неспецифической эстеразы в пользу последней [26]. Линии мышей, отличающиеся высоким числом лимфоцитов с высокой активностью НЭ, имеют также низкую иммунологическую реактивность [33]. Согласно полученным нами результатам, особенности состава лимфоцитов крови по активности НЭ и СДГ, аналогичные описанным в литературных источниках, посвященных исследованиям человека и лабораторных животных, отличают больных афалин от здоровых.

Выявленные особенности состава лимфоцитов крови по цитохимическим признакам могут быть использованы для контроля хода процесса адаптации дельфинов к условиям неволи и его коррекции препаратами, влияющими на функции и метаболизм лимфоидных клеток. При этом показателем уровня адаптации может быть степень приближения значений цитохимических параметров и корреляций между ними у адаптирующихся животных к таковым у здоровых адаптированных дельфинов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алмквист, Л. Состояние популяции и проблемы охраны тюленей Балтики / Л. Алмквист, М. Олссон, Д.Д. Тормосов, А.В. Яблоков // Зоол. журнал. 1987. Т. 66, № 4. С. 588-598.
2. Harwood, J. Seals, sense and sensibility / J. Harwood, F. Reijnders // New Sci. 1988. Vol. 119, N. 1634. P. 28-29.
3. Хураськин, Л.С. О причинах массовой гибели каспийского тюленя в 2000 г. / Л.С. Хураськин, Н.А. Захарова, В.В. Кузнецов и др. // Морские млекопитающие Голарктики. – М., 2002. С. 276-278.
4. Cavagnolo, R. The immunology of marine mammals // Develop. Comp. Immunol. 1979. Vol. 3, N 2. P. 245-257.
5. Andersen, S.H. Experiences with harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, in captivity: mortality, autopsy findings and influence of captive environment // Aquatic mammals. 1978. Vol. 6, N 1. P. 39-49.
6. Соколова, О.В. Некоторые иммунологические и биохимические показатели у афалины (*Tursiops truncatus*) при адаптации к условиям жизни в неволе // Доклады РАН. 2004. Т. 395, № 4. С. 569-573.
7. Белькович, К.М. Вопросы отлова и длительного содержания дельфинов в неволе / К.М. Белькович, В.С. Гуревич // Исследования морских млекопитающих / Тр. АтлантНИРО. 1971. Вып. 34. С. 286-295.
8. Müller, J. Nonspecific acid esterase activity: a criterion for differentiation of T and B lymphocytes in mouse lymph nodes / J. Müller, del Re G. Brun, H. Buerki et al. / Eur. J. Immunol. 1975. Vol. 5, N 4. P. 270-275.
9. Нарциссов, Р.П. Применение п-нитротетразолия фиолетового для количественной цитохимии дегидрогеназ лимфоцитов человека // Архив анат., гистол. и эмбриол. 1969. № 5. С. 85-91.
10. McManus, J.F. // Nature. 1946. Vol. McNeil A. Blood values for some captive cetaceans // Canad. Vet. J. 1975. Vol. 16, N 7. P. 187-193.158. P.202. Цит. по: Бутенко З.А. и др. Цитохимия и электронная микроскопия клеток крови и кроветворных органов. Киев, 1974. С. 98.
11. Урбах, В.Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. – М.: Изд. АН СССР, 1963. 234 с.
12. Леонтьюк, А.С. Информационный анализ в морфологических исследованиях / А.С. Леонтьюк, Л.А. Леонтьюк, А.И. Сыкало. – Минск: Наука и техника, 1981. 160 с.
13. Monte, T. Cetacean hematology. II. The blood cells / T. Monte, G. Pilleri // Invest. Cetacea. 1979. Vol. 10. P. 289-306.
14. Соколов, В.В. Цитохимическая маркировка и морфологическая характеристика субпопуляций лимфоцитов в норме и патологии / В.В. Соколов, Л.А. Иванова // Лаб. дело. 1982. № 10. С. 11-14.
15. Ferrarini, M. Ultrastructure and cytochemistry of human peripheral blood lymphocytes. Similarities between the cells of the third population and T-lymphocytes / M. Ferrarini, A. Cadoni, A. Franzi et al // Eur. J. Immunol. 1980. Vol. 10. N 7. P. 562-570.
16. Zicca, A. Ultrastructural localisation of alpha-naphthyl acid esterase in human Tm lymphocytes / A. Zicca, A. Leprini, M. Cadoni, C. Grossi // Amer. J. Pathol. 1981. Vol. 105, N 1. P. 40-46.
17. Пурс, Э. Гистохимия. – М.: Изд. иностр. лит., 1962. 962 с.
18. Boesen, A. Ultrastructural localization of acid alpha-naphthylacetate esterase in human normal and neoplastic lymphocytic and monocytic cells and in hairy cells // Scand. J. Haematol. 1984. Vol. 32. N 4. P. 367-375.
19. Линг, Н.Р. Стимуляция лимфоцитов. – М.: Медицина, 1971. 288 с.
20. Шубич, М.Г. Кислая неспецифическая эстераза лимфоцитов периферической крови в диагностике активности туберкулеза легких / М.Г. Шубич, Н.Н. Дробот // Новые методы лечения в эксперименте и клинике туберкулеза: Сб. науч. тр. Моск. НИИ туберкулеза. 1987. Т.2. С. 125-131.
21. Нарциссов, Р.П. Прогностические возможности клинической цитохимии // Сов. педиатрия. Вып.2. – М.: Медицина, 1984. С. 267-275.
22. Соколов, В.В. Цитохимия ферментов в профпатологии / В.В. Соколов, Р.П. Нарциссов, Л.А. Иванова. – М.: Медицина, 1975. 120 с.
23. Кисляк, Н.С. Клетки крови у детей в норме и патологии / Н.С. Кисляк, Р.В. Ленская. – М.: Медицина, 1978. 176 с.
24. Castellini, M.A. Metabolic depression in tissues and organs of marine mammals diving: living longer with less oxygen // Mol. Physiol. 1985. Vol. 8. N. 3. P. 427-437.

25. Хейхоу, Ф. Гематологическая цитохимия / Ф. Хейхоу, Д. Кваглино. – М.: Наука, 1983. 319 с.
26. Робинсон, М.В. Метаболизм и морфология лимфоцитов / М.В. Робинсон, Л.Б. Топоркова, В.А. Труфакин. – Новосибирск: Наука, 1986. 128 с.
27. Катосова, Л.К. Преморбидный прогноз исхода и диагностика токсоинфекций по энзиматическому статусу лимфоцитов и нейтрофилов крови / Л.К. Катосова, Р.К. Катосова, Л.А. Левина, Р.П. Нарциссов // Ж. микробиол., эпидемиол. и иммунобиол. 1975. № 1. С. 75-78.
28. Биркун, А.А. Микробиологический аспект адаптации дельфинов к условиям неволи // IX Всесоюз. совещ. по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих, 9-14 сентября 1986 г., г. Архангельск: Тез. докл. – Архангельск, 1986. С. 41-43.
29. Михайлова, З.М. Влияние иммунизации на ферментативную активность лимфоцитов и некоторых органов в эксперименте / З.М. Михайлова, Р.П. Нарциссов, Л.К. Катосова // Ж. микробиол., эпидемиол. и иммунобиол. 1972. № 5. С. 106-112.
30. Комиссарова, И.А. Активность окислительных ферментов и кислой фосфатазы в лимфоцитах крови у детей после введения антигенных препаратов / И.А. Комиссарова, Н.М. Кудряшова // Педиатрия. 1970. № 4. С. 31-36.
31. Тареев, Е.М. Цитохимические изменения лимфоцитов периферической крови в процессе иммуногенеза и при аутоиммунных заболеваниях / Е.М. Тареев, И.А. Комиссарова // Морфологические основы клинической и экспериментальной патологии. – М., 1972. С. 69-73.
32. Рубис, И.П. Изменения лейкоцитарии, щелочной и кислой фосфатаз и сукцинатдегидрогеназы лейкоцитов периферической крови при ревматизме. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Иркутск, 1974. 24 с.
33. Исаева, Э.Г. Популяционные и цитохимические особенности центральных и периферических лимфоидных органов в динамике развития инфекционного и неинфекционного иммунитета. Автореф. ... докт. мед. наук. – Киев, 1980. 33 с.

## CYTOCHEMICAL RESEARCH THE PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTES POPULATION STRUCTURE OF BOTTLE-NOSED DOLPHINS

© 2011 N.N. Kavtsevich

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS

Results of cytochemical research of lymphocytes in healthy and sick bottle-nosed dolphins, maintained in captivity for various time are presented. Essential differences on parameters of nonspecific esterase and succinic dehydrogenase activity, glycogen content and correlations between them depending on animals state are revealed. Obtained data can be used at evaluation and correction of a course of dolphins adaptation to captivity.

Keywords: *marine mammals, bottle-nosed dolphins, lymphocytes, cytochemistry, adaptation to captivity*