

а А. С.—В сб.: Тез. докл. IX Междуна-

н. АН УРСР, 1973, 6, 782.

Биохим. и физиол., 1969, 67, 10.

Алма-Атинск. мед. ин-та, 1966, 23, 249.

н. АН УРСР, 1964, 10, 6, 806.

Всес. совещ. по изуч. морских млекопит., М.,

миоглобинов человека и нектор. животных.

46, 2.

7, 74, 3, 295.

Chem., 1969, 244, 2167.

8, 2, 264.

п. Cytochem., 1961, 9, 206.

с. Biol., 1962, 5, 663.

Geiling E., Vos B.—Science, 1939, 30,

арнер K., Gurd F.—J. Biol. Chem., 1968,

122.

Respiration, Washington, 1964, 1, 3, 177.

sb., 1961, 3, 2.

1972, 41, 2, 457.

l., 1965, 48, 685.

422.

Food and Tissue, Stuttgart, 1968, 198.

y E.—J. Histochem. Cytochem., 1970, 18, 364.

940, 22, 1.

85.

pel S.—J. Biol. Chem., 1942, 142, 431.

3.

2.

50, 4, 559.

Надійшла до редакції
23.1 1973 р.

CONTENT AND DISTRIBUTION OF MYOGLOBIN IN THE BLACK SEA DOLPHINS

ovskaya

Respiration, the A. A. Bogomoletz Institute
of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

ary

myoglobin localization and distribution in
the skeletal muscles of *Phocaena phocaena* and *Tursiops*

amount of myoglobin in the skeletal mus-
cles and its functions in the marine mammals are dis-

РЕЦЕПТОРНА ЗОНА ВІДЕОАКУСТИЧНОЇ СИСТЕМИ КАШАЛОТА (*PHYSETER CATODON* L, 1758)

В. А. Козак

Лабораторія фізіології дихання людини
Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ;
Інститут океанології ім. П. П. Ширшова АН СРСР, Москва

Спостереження, проведені нами протягом п'яти експедицій (1969—1973 рр.) в районі Північної частини Тихого океану по вивченню крупних морських ссавців, послужили підставою для висновку про те, що екологічні особливості висунули необхідність появи у кашалота (*Physeter catodon* L. 1758) специфічного рецепторного органа, який дозволяє одержувати інформацію адекватно до умов існування. Оптичний канал неспроможний практично за умов повної темряви великих глибин забезпечити надходження до даної тварини необхідної кількості інформації, тим більше що очі, які розсунулись у процесі еволюції, поступилися місцем утворенням з акустично активними властивостями. При цьому необхідно відзначити регресивну спрямованість органів зору — зникнення здатності акомодатії, обмеження поля зору і спрощення структури ока. Ці спостереження, а також дані, одержані нами в результаті експериментальних вимірювань параметрів окремих структур і проведених розрахунків, дозволили зробити висновок [1] про те, що у кашалота — тварини, яка занурюється на великі глибини, в процесі еволюційних перетворень розвинулась своєрідна відеоакустична рецепторна система, яка дає можливість тварині одержувати в умовах повної темряви зображення предметів в акустичному потоку відображеної енергії.

Відеоакустична система складається з обтічника, який зменшує гідродинамічні завади, пов'язані з рухом тварини; утворення, що має властивість заломлення звуку — тканина обтічника і передня лінзоподібна частина спермацетового конуса; відокремленого специфічного каналу хвилеводу — спермацетового конуса; численних пухирцевих елементів задньої стінки фронтального мішка — еквівалента сітківки ока, а також опірних структур з активним поглинанням звуку — смугаста структура нижньої спермацетової подушки. У центрі передньої частини спермацетового конуса розташовані внутрішні губи *museau du singe* (за французькими авторами [4]), які, за нашими попередніми даними, є апаратом, що генерує клацання (*clicks*).

Така система здатна забезпечити кашалоту можливість спрямовано генерувати і сприймати відображені звукові хвилі і, за аналогією з оком, одержувати картину навколишнього простору у водному середовищі у відповідності з ступенем поглинання і відображення енергії.

Проекція комплексу сигналів, відображених від об'єкта зустрічі тварини та їх первинна обробка здійснюються на пухирцевому полі, що становить растр або матрицю, яка складається, за нашими даними, з 2730 ± 708 елементів-пухирців, наповнених серозною рідиною (рис. 1). Незважаючи на виявлені в районі задньої стінки пухирців окремі рецептори [1], будова рецепторного поля в цілому залишалась неясною.

УДК 612.85.016.6



Рис. 1. Пухирцеве поле відеоакустичної системи кашалота-самця довжиною 15,1 м, вагою 34 т.

Сумарна кількість пухирців понад 3000. Поділки на лінійці — 10 см.

Зокрема, виявлена невелика кількість рецепторів могла забезпечити надто малу розрізняльну здатність системи. Це дало підставу припустити, що кількість рецепторних елементів має бути значно більшою. Тому в експедиції 1973 р. основну увагу було приділено вивченню морфології рецепторного поля відеоакустичної системи.

Методика досліджень

Досліди проведені на кашалотах (*Physeter catodon* L., 1758). Ми мали можливість одержати необхідний для морфологічних досліджень матеріал негайно після забою тварини. Це дозволило забарвлювати препарати рецепторного поля за методом Догеля із застосуванням метиленової синьки.

Для досліджень брали шматочки з різних ділянок відеоакустичної системи. Істотну увагу приділили передній стінці пухирцевого поля.

Крім того, шматочки тканин підготували для інших морфологічних досліджень, для чого їх фіксували в нейтральному формаліні; частину зразків підготували до електронної мікроскопії. При гістологічних дослідженнях провадили пошарове вивчення зразків.

Результати досліджень

Безпосередньо під поверхневим шаром епітелію пухирця ми виявили значну кількість нервових закінчень, своєю вільною частиною спрямованих до вершин пухирця, тобто до акустичного каналу — передньої частини голови (рис. 2). Щільність рецепторних закінчень у верхній частині пухирця досягає 37 одиниць на 1 мм^2 ($30 \pm 4,4$). На більш глибокому зрізі (500—700 $\mu\text{к}$) ми виявили рецепторні елементи по периметру пухирця з нервовими волокнами, що підходять до них (рис. 3, 4).

За попередніми підрахунками, сумарна кількість рецепторів на пухирцевому полі, що досягає у великих тварин площі $0,7 \text{ м}^2$, становить 20 млн одиниць. Проте, ця цифра значно занижена, оскільки пухирцеве поле має три вимірювання за рахунок складчастості, зумовленої округлою конфігурацією пухирців.



Рис. 2. Зріз верхівки пухирця кашалота, розташованого на передній частині голови. Забарвлено метиленовою синькою.



Рис. 3. Зріз верхівки пухирця кашалота, що відходить до передньої частини голови. Забарвлено метиленовою синькою.

Якщо виходити з кількості рецепторних елементів, виділюваної на них, з акустичної енергії, можна вважати, що енергії, яку можна одержати з сумарної щільності рецепторних елементів (палички і колбочки сітківки).

Отже, беручи до уваги, що рецепторна зона також наявна на пухирцевому полі, а також наявність рецепторних елементів, яка надходить на пухирцевому полі інтегральним рецептором мовчання, обставинкою акустичної енергії.

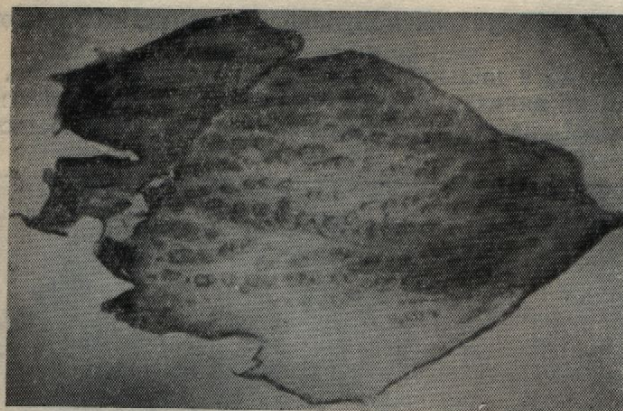


Рис. 2. Зріз верхівки пухирця. Видні торці сосочків дерми, де розташовані рецепторні елементи.
Забарвлення за Догелем. $\times 40$.



Рис. 3. Зріз верхівки пухирця на глибині 0,5–0,7 мм. Видно нервові волокна, що відходять від рецепторів, розташованих по периметру зрізу.

Забарвлення за Догелем. $\times 20$.

системи кашалота-самця довжиною 15,1 м, до 34 т. 3000. Поділки на лінійці — 10 см.

рецепторів могла забезпечити надсистеми. Це дало підставу припустити, що має бути значно більшою. Тому було приділено вивченню морфології системи.

досліджень

eter catodon L., 1758). Для морфологічних досліджень матеріал забарвлювали препаратами рецепторним метиленовою синькою.

зних ділянок відеоакустичної системи. Іс-евого поля, для інших морфологічних досліджень, частину зразків підготували до дослідженнях проводили пошарове ви-

досліджень

царом епітелію пухирця ми вияви-нь, своєю вільною частиною спря-о акустичного каналу — передньої центричних закінчень у верхній час-м² ($30 \pm 4,4$). На більш глибоко-рецепторні елементи по периметру підходять до них (рис. 3, 4).

марна кількість рецепторів на пухирця тварин площі 0,7 м², становить значно знижена, оскільки пухирцеве складчастості, зумовленої округ-

Якщо виходити з кількості рецепторних елементів, то потік інформації, виділюваної на них, яка надходить в організм тварини у вигляді акустичної енергії, можна порівняти з щільністю інформації світлової енергії, яку можна одержати оком ссавця, зокрема людиною, у якій сумарна щільність рецепторних елементів становить 130 млн одиниць (палички і колбочки сітківки ока).

Отже, беручи до уваги фізичні параметри відеоакустичної системи, а також наявність рецепторних елементів, зона проєкції і первинної обробки інформації, яка надходить в акустичному полі, безумовно, розташована на пухирцевому полі. В цьому місці знаходиться сітківка, яка є інтегральним рецептором модульованої у відповідності з навколишньою обстановкою акустичної енергії. Перенощиком інформації при відсутно-

сті можливості застосування модуляції електромагнітного поля є акустичне поле.

Беручи до уваги спільний характер описуваних структур, слід гадаати, що на сітківці виникає відчуття, пов'язане з тиском акустичної енергії, виділюваної на пухирцевому полі, тобто здійснюється перехід



Рис. 4. Рецептори в стінці верхньої частини пухирця. Видні нервові волокна, що відходять від них. Забарвлення за Догелем. $\times 60$.

енергії звуку в енергію, що супроводжує нервові процеси в організмі, з дальшою остаточною обробкою її в центральній нервовій системі тварини.

Складна будова органа — наявність пухирцевого апарата і велика кількість рецепторних волокон, розташованих по відношенню до потоку звукової енергії спереду пухирців, очевидно, пояснюється тим, що даний орган поєднує, до деякої міри, окремі функції, одна з яких — пошук об'єктів харчування на великих відстанях, на які занурюється кашалот (до 2—2,5 км [2, 3]), друга — вивчення об'єкта зустрічі в безпосередній близькості.

Отже, до числа комплексних інтегруючих дистантних аналізаторів, що існують у тваринному світі — ока і вуха, які дають можливість складного сприйняття навколишнього середовища, очевидно, слід віднести й відеоакустичну систему, кашалота, яка дозволяє тварині одержувати зображення зустрічних предметів в акустичному полі. В біологічному плані це, видимо, третій тип комплексного рецепторного органа, об'єднаний морфологічною єдністю і функцією.

Література

1. Козак В. А. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1973, 19, 2.
2. Heezen B. — Deep Sea Research, 1957, 4, 2.
3. Norris K., Harvey G. — A Theory for the Function on the Spermacety Organs of the Sperm Whale (*Physeter catodon* L.). Oceanic Institute of Hawaii, Makapuu, 1970.
4. Pouchet G., Beauregard H. — Nouvelles Archives du Museum d'Histoire Naturelle, Paris, 1889, 1—VIII, 1.

Надійшла до редакції
26.X 1973 р.

RECEPTOR ZONE OF VIDEO- (PHYSETE)

Laboratory of Physiology of Humans
of Physiology, Academy of Sciences, U
of Oceanology, Acad

Observations and researches, as v
edition in the Pacific Ocean region for
the fact that in the process of evolution
system of sound location was developed
encountered subjects in the acoustic flo
darkness at great depths. The bubble f
takes place are an essential link of thi
ons with application of the Bilshovsk
this region.

In the expedition of 1973, a poss
soon after killing the animal being co
ubbles were stained by the Dogel me
ely stained by the applied dye were fo
ne bubble formations. The average qu
ected findings and their great density
ormation of the frontal sac there is a
en animal.

RECEPTOR ZONE OF VIDEO-ACOUSTIC SYSTEM OF SPERM-WHALE
(*PHYSETER CATODON*, L, 1758)

V. A. Kozak

Laboratory of Physiology of Human Respiration, the A. A. Bogomoletz Institute
of Physiology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev; the P. P. Shirshov Institute
of Oceanology, Academy of Sciences, USSR, Moscow

Summary

Observations and researches, as well as calculations, carried out in the period of expedition in the Pacific Ocean region for 1969—1973 permitted a conclusion to be made on the fact that in the process of evolutionary transformations in the sperm-whale a peculiar system of sound location was developed which makes it possible to obtain the image of the encountered subjects in the acoustic flow of reflected energy under conditions of complete darkness at great depths. The bubble formations on which the release of acoustic energy takes place are an essential link of this system. The preliminary morphological investigations with application of the Bilshovsky — Gross procedure detected the receptors located in this region.

In the expedition of 1973, a possibility for obtaining morphological material rather soon after killing the animal being considered, the samples of apices and walls of the bubbles were stained by the Dogel method with methylene blue. The nerve endings electively stained by the applied dye were found immediately under the surface epithelial layer of the bubble formations. The average quantity of the endings is 30 ± 4.4 per 1 mm^2 . The detected findings and their great density are additional reason to consider that in the bubble formation of the frontal sac there is a receptor zone of the video-acoustic system of the given animal.



Видні нервові
існують від них.
Догелем, $\times 60$.

воджує нервові процеси в організмі,
її в центральній нервовій системі

вність пухирцевого апарата і велика
ташованих по відношенню до потоку
чевидно, пояснюється тим, що даний
емі функції, одна з яких — пошук
станях, на які занурюється кашалот
ння об'єкта зустрічі в безпосередній

тегруючих дистантних аналізаторів,
ка і вуха, які дають можливість
го середовища, очевидно, слід від-
чалота, яка дозволяє тварині одер-
метів в акустичному полі. В біоло-
комплексного рецепторного органа,
функцію.

тура

73, 19, 2.

the Function on the Spermacety Organs of
anic Institute of Hawaii, Makapuu, 1970.
elles Archives du Museum d'Histoire Natu-

Надійшла до редакції
26.X 1973 р.