

МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ ДИАПАУЗЫ: ГИПОТЕЗА**А. В. Макрушин***Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук,
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, Россия; e-mail: makru@ibiw.ru*

Поступила в редакцию 10.03.2025

Вопрос о медицинском значении диапаузы рассматривается с позиций эволюционной физиологии. Согласно ей, в ходе эволюции, за счет возникновения новых морфофизиологических и физиологических адаптаций, регуляторные системы организма надстраивались. Устаревшие механизмы переходили в неактивное состояние, в результате чего регуляторная физиологическая система становилась многоступенчатой и иерархической. При этом в ее основании лежат спящие процессы нормального онтогенеза предков. Они могут пробуждаться в патологических ситуациях, когда возникшие позже регуляторные приспособления не справляются со своими функциями. Активизация спящих механизмов предков — это патологическое состояние, а рак — это, возможно, пробуждение процесса эмбриональной диапаузы беспозвоночных. Цель статьи — изложение гипотезы, согласно которой расшифровка механизма эмбриональной диапаузы — путь к лучшему пониманию причин возникновения онкологических заболеваний.

Ключевые слова: эволюционная медицина, рак.

DOI: 10.47021/0320-3557-2025-84-84

В ходе эволюции живых организмов постоянно возникали новые, более совершенные, приспособительные механизмы. При этом устаревшие механизмы не исчезали совсем, а переходили в неактивное покоее состояние. В результате возникала иерархическая регуляторная система, в основании которой лежали древние процессы нормального онтогенеза предков, которые могут пробуждаться, в случае если эволюционно более молодые системы по тем или иным причинам не могут полноценно осуществлять свои функции. Активизация этих древних процессов является патологическим состоянием [Jackson, 1884; Орбели, 1949 (Orbeli, 1949); Карманова, Оганесян, 1994 (Karmanova, Oganesyanyan, 1994)].

В настоящее время, причины проявления онкологических заболеваний еще не поняты до конца. Чтобы разобраться в природе их возникновения и научиться эффективно бороться с ними, на наш взгляд, необходимо изучать спящие регуляторные механизмы предков, пробуждение которых, скорее всего, и приводит к возникновению патологических состояний. Цель настоящей статьи — изложить гипотезу, согласно которой расшифровка механизма эмбриональной диапаузы — путь к лучшему пониманию причин возникновения онкологических патологий.

Рак — это, на наш взгляд, следствие пробуждения процесса диапаузы, который возник на самых ранних этапах развития многоклеточных организмов (Metazoa) [Макрушин, 2008]. Ниже излагаются доводы, на которых эта гипотеза основана. Млекопитающие прошли долгий путь эволюции. Их древние предки были сидячими и колониальными беспозвоночными [Завхаткин, 1949 (Zakhvatkin, 1949); Jägersten,

1972]. Современные сидячие колониальные беспозвоночные — это губки, гидроидные и коралловые полипы, мшанки, внутриворонковые и колониальные асцидии. У всех них диапаузируют зародыши, возникающие из комплекса соматических клеток. Эти зародыши называют почками [Иванова-Казас, 1977 (Ivanova-Kazas, 1977)]. Поскольку древние предки вышеперечисленных организмов также были сидячими и колониальными, так же диапаузировали, вероятно, и они. Исходя из этого, можно предположить, что процессы, обеспечивающие у перечисленных беспозвоночных переход в состояние диапаузы, можно рассматривать, как возможные эволюционные предшественники рака. Действительно, процессы, происходящие при переходе нормальных клеток млекопитающих в патологическое состояние и процессы, наблюдаемые у беспозвоночных при переходе в состояние диапаузы, очень сходны:

1) Образование злокачественной опухоли — результат перерождения и стремительного разрастания (малигнизации) клеток. А их малигнизация — это дедифференциация. Образование готовящихся к диапаузе соматических зародышей у беспозвоночных — также результат дедифференциации клеток, из которых они образуются [Иванова-Казас, 1977 (Ivanova-Kazas, 1977)].

2) При онкологических патологиях у млекопитающих происходит перенаправление потока питательных веществ в организме от здоровых тканей и органов к растущей злокачественной опухоли. То же самое мы наблюдаем и у готовящихся к диапаузе беспозвоночных. Зародыши растут в результате оттока питательных веществ из тканей и органов колонии к готовящимся к диапаузе растущим соматическим зародышам [Иванова-Казас, 1977 (Ivanova-Kazas, 1977)].

3) Большой раком, если его не лечить, погибает. Колонии беспозвоночных при переходе в состояние диапаузы также истощаются и погибают [Иванова-Казас, 1977 (Ivanova-Kazas, 1977)].

Все эти факты говорят о том, что рак — это, вполне возможно, свидетельство пробуждения спящего механизма эмбриональной диапаузы очень далеких беспозвоночных предков животных и человека, а злокачественная опухоль — готовящийся к диапаузе соматический зародыш. Смерть от рака — это атавистическая адаптация к неблагоприятным условиям, обеспечивавшая у древних Metazoa рост готовящихся к диапаузе зародышей за счет веществ, содержащихся в родительском организме [Макрушин, 2008 (Makrushin, 2008)].

Гибель всего организма беспозвоночных при образовании устойчивых к неблагоприятным условиям среды соматических зародышей ведет к тому, что организмы уходят из-под контроля стабилизирующего отбора. Поэтому превращение в ходе эволюции процесса нормального онтогенеза в патологический процесс могло привести к накоплению мутаций эволюционных предшественников различных форм рака (карцинома, лейкоз и другие).

Таким образом, вполне возможно, что расшифровка механизма эмбриональной диапаузы беспозвоночных — путь к пониманию процесса возникновения онкологических заболеваний у человека и животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Захваткин А.А. Сравнительная эмбриология низших беспозвоночных. М.: Сов. наука, 1949. 394 с.
 Иванова-Казас О.М. Бесполое размножение животных. Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. 240 с.
 Карманова И.Г., Оганесян Г.А. Физиология и патология цикла “бодрствование-сон” (эволюционные аспекты). СПб.: Наука, 1994. 196 с.
 Макрушин А.В. Как и почему возникли механизмы старения и онкогенеза: гипотеза // Журнал общей биологии. 2008. Т. 69(1). С. 19–24.
 Орбели Л.А. Эволюционный принцип в физиологии // Проблемы советской физиологии, биохимии и фармакологии. VII Всесоюзный съезд физиологов, биохимиков и фармакологов. Кн. 1. М.: АН СССР, 1949. С. 8–13.
 Jackson J.H. On evolution and dissolution of the nervous system // Br. Med. J. 1884. Vol. 1(1214). P. 660–663.
 Jägersten G. Evolution of the metazoan life cycle. A comprehensive theory. London: NewYork, 1972. 282 p.

REFERENCES

- Zakhvatkin A.A. Sravnitel'naya embriologiya nizshikh bespozvonochnykh [Comparative embryology of lower invertebrates]. Moscow, Sov. nauka, 1949. 394 p. (In Russia)
 Ivanova-Kazas O.M. Bepoloe razmnzhenie zhivotnykh [Asexual reproduction of animals]. Leningrad, Izd-vo LGU. 1977. 240 p. (In Russia)
 Karmanova I.G., Oganessian G.A. Fiziologiya i patologiya cikla “odrstvovanie-son” (evolyucionnye aspekty) [Physiology and pathology of the “wakefulness-sleep” cycle (evolutionary aspects)]. Saint Petersburg, Nauka, 1994. 196 p. (In Russia)
 Makrushin A.V. Kak i pochemu vznikli mekhanizmy stareniya i onkogeneza: gipoteza [How and why the mechanisms of aging and oncogenesis arose: a hypothesis]. *Zhurnal obschey biologii*, 2008, vol. 69(1), pp. 19–24. (In Russia)
 Orbeli L.A. Evolyucionnyy princip v fiziologii. *Problemy sovetskoy fiziologii, biokhimii i farmakologii. VII Vsesoyuznyy sieezd fiziologov, biokhimikov i farmakologov. Kn. 1.* Moscow, Izd. AN SSSR, 1949, pp. 8–13. (In Russia)
 Jackson J.H. On evolution and dissolution of the nervous system // *Br. Med. J.*, 1884, vol. 1(1214), pp. 660–663.
 Jägersten G. Evolution of the metazoan life cycle. A comprehensive theory. London, NewYork, 1972, 282 p.

MEDICAL ASPECTS OF EMBRYONIC DIAPAUSE: HYPOTHESIS

A. V. Makrushin

*Papanin Institute of Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences,
 152742 Borok, Russia; e-mail: makru@ibiw.ru*

Revised 10.03.2025

The issue of the medical significance of diapause is considered from the standpoint of evolutionary physiology. According to it, in the course of evolution, due to the emergence of new morphophysiological and physiological adaptations, the regulatory systems of the body were built up. Obsolete mechanisms passed into an inactive state, as a result of which the regulatory physiological system became multi-stage and hierarchical. At the same time, it is based on dormant processes of normal ontogenesis of ancestors. They can awaken in pathological situations, when later emerging regulatory adaptations fail to cope with their functions. Activation of dormant mechanisms of ancestors is a pathological condition, and cancer is, perhaps, the awakening of the process of embryonic diapause in invertebrates. The purpose of the article is to present a hypothesis according to which deciphering the mechanism of embryonic diapause is the way to a better understanding of the causes of cancer.

Keywords: evolutionary medicine, cancer