

Cymborowski, Bronisław

Sprawozdanie z działalności Towarzystwa : Sprawozdanie z Działalności Wydziałów : Wydział IV nauk biologicznych : Streszczenia : Regulacja rytmów biologicznych

Rocznik Towarzystwa Naukowego Warszawskiego 54, 167-171

1991

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych mazowsze.hist.pl.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

- Leszczyński L. 1976 c. Wpływ zrzutu wód podgrzanych na faunę denną jezior okolic Konina. III. Próba interpretacji przyczyn i skutków zmian fauny dennej pod wpływem zrzutu wód podgrzanych. Roczn. Nauk Roln., Ser. H, 97, 49-68.
- Pojmańska T. 1984 a. An analysis of seasonality of incidence and maturation of some fish parasites, with regard to thermal factor. I. General methods. *Ergasilus sieboldi* Nordmann, 1832. Acta parasit. pol., 29, 217-228.
- Pojmańska T., 1984 b. An analysis of seasonality of incidence and maturation of some fish parasites, with regard to thermal factor. II. *Caryophyllaeus laticeps* (Pallas, 1781). Acta parasit. pol., 29, 229-239.
- Pojmańska T. 1984 c. An analysis of seasonality of incidence and maturation of some fish parasites, with regard to thermal factor. III. *Bunodera luciopercae* (Mueller, 1776). Acta parasit. pol., 29, 313-321.
- Pojmańska T. 1985 a. An analysis of seasonality of incidence and maturation of some fish parasites, with regard to thermal factor. IV. *Bucephalus polymorphus* Baer, 1827. Acta parasit. pol., 30, 25-34.
- Pojmańska T. 1985 b. An analysis of seasonality of incidence and maturation of some fish parasites, with regard to thermal factor. V. Digeneans of the genus *Sphaerostoma* Rudolphi, 1809. Acta parasit. pol., 30, 35-46.
- Pojmańska T., Dzika E. 1987. Parasites of bream (*Abramis brama* L.) from the lake Gosławskie (Poland) affected by long-term thermal pollution. Acta parasit. pol., 32, 139-161.
- Pojmańska T., Grabda-Kazubska B., Kazubski S. L., Machalska J., Niewiadomska K. 1980. Parasite fauna of five fish species from Konin lakes complex, artificially heated with thermal effluents, and from Gopło lake. Acta parasit. pol., 27, 319-357.
- Striżak O. I. 1972. Vlianie podogretyh vod Kon'akovskoj GRES na parazitov ryb Ivankovskogo vodohranilišča. Rybnohozjajstvennoe izučenie vnutrennyh vodoemov, 8, 42-47.
- Šul'man S. S. 1966. Mikosporidii fauny SSSR. Izd. Nauka, Moskva-Leningrad, 1-504.
- Wilkońska H. 1977. Wzrost płoci (*Rutilus rutilus* L.) w podgrzewanym jeziorze Licheńskim. Roczn. Nauk Roln., Ser. H, 97, 61-75.
- Wilkońska H., Żuromska H. 1977 a. Obserwacje rozrodu ryb w jeziorach konińskich podgrzewanych zrzutami ciepłych wód z elektrowni. Roczn. Nauk Roln., Ser. H, 97, 77-89.
- Wilkońska H., Żuromska H. 1977 b. Wzrost narybku w podgrzewanych jeziorach konińskich. Roczn. Nauk Roln., Ser. H, 97, 77-89.

Bronisław Cymborowski

REGULACJA RYTMÓW BIOLOGICZNYCH

Powszechnie znane są dobowe zmiany zachowania się zwierząt i człowieka, związane z fazami aktywności i spoczynku. Ich powiązanie z cyklem dnia i nocy jest tak oczywiste, że aż do naszych czasów umykało wszelkim bada-

niom. Wierzano bowiem, że dobowe zmiany aktywności i spoczynku są zwykłą reakcją organizmu na następstwo dnia i nocy. Dopiero kiedy stwierdzono, że umieszczenie zwierzęcia w tzw. warunkach stałych; stałego oświetlenia lub stałej ciemności nie powoduje zniesienia rytmiki dobowej aktywności i spoczynku, ruszyła lawina badań nad wewnętrznym mechanizmem, zwanym obecnie zegarem biologicznym, regulującym najróżniejsze procesy życiowe.

Badania nad fizjologią rytmów biologicznych koncentrują się obecnie wokół trzech głównych zagadnień: 1) przejawów funkcjonowania zegara biologicznego i jego ogólnych własności; 2) jego lokalizacji w organizmie oraz 3) molekularnych mechanizmów, leżących u podłoża działania zegara biologicznego.

Przez wiele lat badań nad rytмами biologicznymi głównie opisywano i charakteryzowano ich przejawy uwidaczniające się na różnych poziomach organizacji życia. Dzięki tym badaniom możemy już dzisiaj przeprowadzić dość wnikliwą analizę rytmiki dobowej. Na przykład, umieszczenie zwierzęcia w stałych warunkach światła lub stałej ciemności pozwoliło na wykazanie istnienia rytmiki spontanicznej, okołodobowej, zwanej też cirkadiálną (z łac. circa – około, dies – dzień). Odkrycie tego faktu pozwoliło na przeprowadzenie badań nad czynnikami synchronizującymi rytmikę dobową (Ryc. 1).

O zdecydowanie synchronizującej roli światła przekonują nas bardzo proste doświadczenia z zastosowaniem krótkich pulsów świetlnych stosowanych w różnych porach doby na przebieg spontanicznej aktywności lokomotorycznej chomika (Ryc. 2). W stałej ciemności chomik jest aktywny w okresie „subiektywnej” nocy, a odpoczywa i śpi w okresie „subiektywnego” dnia. Jeżeli pulsy świetlne przypadają na okres jego spoczynku, wtedy praktycznie nie mają żadnego wpływu na fazę tego rytmu. Gdy stosuje się je na początku okresu aktywności, następuje opóźnienie fazy rytmu; stosowanie zaś bodźców świetlnych pod koniec aktywności powoduje znaczne jej przyspieszenie. Tego typu badania dotyczą właściwości zegara biologicznego organizmu i przede wszystkim dostarczają nam dowodów na jego istnienie.

W dalszym ciągu referatu przedstawiono badania na temat lokalizacji zegara biologicznego u różnych organizmów. Na przykład u świerszczy domowych (*Acheta domestica*) jest on zlokalizowany w komórkach neurosekrecyjnych *pars intercerebralis* ich mózgu, bowiem ich zniszczenie prowadzi do natychmiastowej utraty rytmiki aktywności lokomotorycznej (Ryc. 3). Dalej wykazano, że jeżeli takiemu nierytmicznemu owadowi implantuje się do odwłoka mózg pochodzący od dawcy rytmicznego, uzyskuje on rytmiczność na okres 2-3 dni. Doświadczenia te wykazują niezbicie, że zegar biologiczny, kierujący rytmiką aktywności lokomotorycznej świerszczy, ma swoje określone miejsce w ich mózgu. Pozostaje pytanie, w jaki sposób mózg owada oddziałuje na układ regulujący aktywność lokomotoryczną owada? Aby odpowiedzieć na to pytanie przeprowadzono wiele doświadczeń, między innymi z zastosowaniem parabiozy owada rytmicznego z nierytmicznym, które doprowadziły do stwierdzenia, że zegar biologiczny owada oddziałuje na układ regulujący aktywność lokomoto-

ryczną za pośrednictwem jakiejś rytmicznie uwalniającej się do ich hemolimfy substancji. Dalsze badania przeprowadzone w tym zakresie doprowadziły do stwierdzenia, że tą substancją jest neurosekret produkowany we wspomnianych już komórkach neurosekrecyjnych *pars intercerebralis* mózgu.

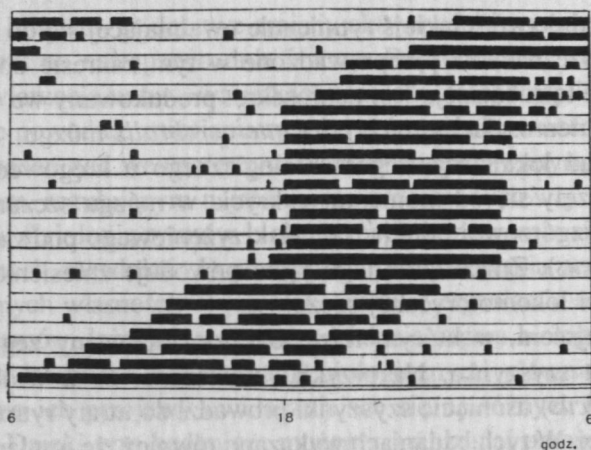
Badania nad lokalizacją zegara biologicznego u kręgowców, a ściślej u ssaków, rozpoczęły się od momentu wykrycia w mózgu szczurów drogi siatkówkowo-podwzgórzowej oraz jądra nadskrzyżeniowego podwzgórza (*nucleus suprachiasmaticus*). Zniszczenie tego jądra powoduje zniesienie dobowej rytmiki aktywności lokomotorycznej szczurów.

Innym miejscem, w którym może być zlokalizowany zegar biologiczny kręgowców jest szyszynka. Na przykład wykazano, że u wróbla domowych (*Passer domesticus*) usunięcie szyszynki prowadzi do utraty rytmiki aktywności lokomotorycznej. W tych badaniach wykazano również, że implantacja szyszynki pobranej od dawcy z charakterystycznym rytmem aktywności lokomotorycznej do biorcy nierytmicznego – powoduje uzyskanie przez tego ostatniego określonej rytmiki, zgodnej z fazą rytmu dawcy.

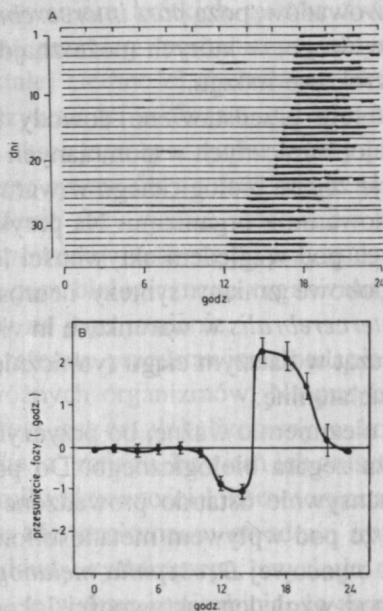
Zatem w przypadku kręgowców mamy do czynienia przynajmniej z dwoma ośrodkami, w których może być zlokalizowany zegar biologiczny. Jednym z nich jest szyszynka a drugim jądro nadskrzyżeniowe podwzgórza. Podobnie zresztą i u omawianych już owadów, poza *pars intercerebralis* mózgu występują i inne ośrodki układu nerwowego, w których może znajdować się zegar biologiczny – są nimi płaty wzrokowe mózgu.

W dalszej części referatu przedstawiono dowody istnienia rytmicznych zmian różnych procesów biochemicznych wspomnianych ośrodków układu nerwowego pełniących funkcję zegara biologicznego w warunkach *in vitro*, a więc po całkowitym ich wyizolowaniu z organizmu. Na przykład mózg świerszczy wyizolowany z rytmicznych pod względem aktywności lokomotorycznej owadów wykazuje wyraźne dobowe zmiany syntezy neurosekrety w komórkach neurosekrecyjnych *pars intercerebralis* w warunkach *in vitro* (Ryc. 4). Również szyszynka pobrana od kurcząt w dalszym ciągu rytmicznie produkuje i uwalnia do płynu inkubacyjnego melatoninę.

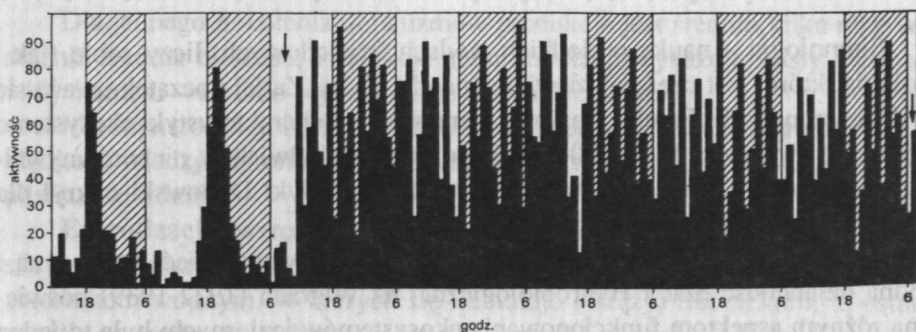
Badania tego typu są niezmiernie ważne, bo przyczyniają się do poznawania molekularnego podłoża zegara biologicznego. Do poznania tego podłoża przyczyniają się także intensywnie ostatnio prowadzone badania genetyczne. Stwierdzono na przykład, że pod wpływem metanosulfonianu etylu otrzymuje się różne mutanty muszki owocowej *Drosophila melanogaster*: począwszy od owadów nierytmicznych pod względem aktywności lokomotorycznej, a skończywszy na owadach mających rytm tej aktywności znacznie odbiegający od rytmu naturalnego. Intensywnie prowadzone badania ostatnich kilku lat doprowadziły do wykrycia genu *per* (od periodicity) występującego w chromosomie X. Zagadnienia te, jak i wiele innych, omówiono obszernie w specjalnym zeszycie „Kosmosu” poświęconym rytmom biologicznym (Kosmos, tom 40, Nr 1, 1991).



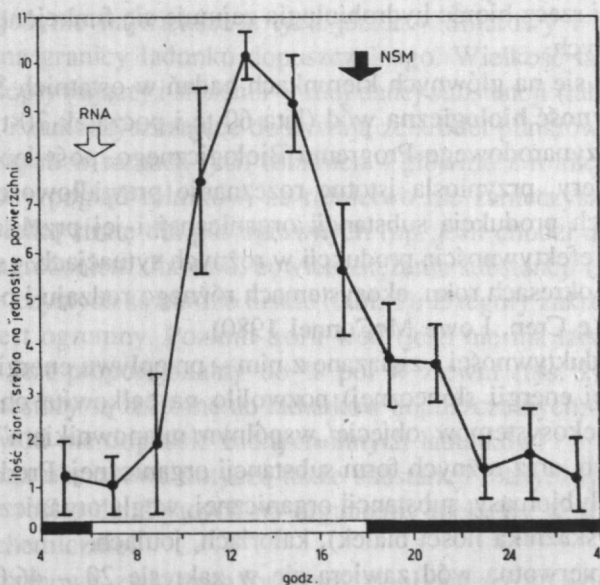
Ryc. 1 Rytm aktywności i spoczynku chomika syryjskiego w warunkach DD (dni: 1-6), LD (dni: 7-16) i ponownie w warunkach DD (dni: 17-25). Po zastosowaniu warunków LD obserwuje się natychmiastową synchronizację rytmu aktywności i spoczynku tego zwierzęcia. Pola zaciemnione oznaczają aktywność, linie poziome – kolejne dni eksperymentu (wg Cymborowskiego, 1974).



Ryc. 2. Wpływ krótkich błysków światła na spontaniczną (rejestrowaną w stałej ciemności) rytmikę aktywności lokomotorycznej chomika. A – zapis aktywności ruchowej chomika w stałej ciemności. Gwiazdki oznaczają momenty stosowania piętnastominutowego bodźca świetlnego. B – zmiany rytmu polegające na jej przyspieszeniu lub opóźnieniu w zależności od momentu zastosowania bodźca świetlnego.



Ryc. 3. Zapis aktywności ruchowej świerszcza domowego przed i po zniszczeniu komórek neurosekrecyjnych *pars intercerebralis* mózgu tych owadów. Moment usunięcia komórek zaznaczono strzałką. W wyniku tego zabiegu obserwuje się duży wzrost aktywności ruchowej oraz utratę jej rytmu (wg Cymborowskiego, 1973).



Ryc. 4. Dobowe zmiany syntezy neurosekrety badanej metodą autoradiograficzną w komórkach *pars intercerebralis* mózgu świerszczy hodowanych w warunkach LD 12 : 12. Jasna strzałka oznacza maksimum syntezy RNA w tych komórkach. Ciemna strzałka oznacza maksimum nagromadzenia neurosekrety w tych komórkach.