

УДК 591.481.3+591.484]:612.6.05

В.П. Пішак, М.І. Кривчанська, О.В. Пішак*, О.О. Громик

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці,

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

ШИШКОПОДІБНА ЗАЛОЗА І ОРГАНИ ФОТОРЕЦЕПЦІЇ: ФІЛОГЕНЕТИЧНІ І ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗВ'ЯЗКИ У ХРЕБЕТНИХ

Резюме. У роботі узагальнені відомості літератури та власні дослідження про взаємозв'язок шишкоподібної залози (ШЗ, епіфіза) та органа фоторецепції (сітківки ока) у формуванні фотоперіодичної системи хребетних. У процесі філогенезу відбувається трансформація клітин фоторецепції – пінеалоцитів (сенсорна функція) у клітини нейроендокринної системи (секреторна функція – синтез мелатоніну (МТ)). Домінуючим чинником у становленні та розвитку хроноперіодичності є світло.

Ключові слова: шишкоподібна залоза, сітківка ока, мелатонін, фотоперіод.

Хребетні виникли близько 500 млн років. Вони зазнавали різноманітного впливу біотичних та абіотичних чинників; серед останніх вирішального значення набула освітленість. Світло є вирішальним чинником у формуванні фотоперіодичної системи організму. Реакція на вплив світла реалізується за участі фоторецепторних клітин.

Зорова система посідає чільне місце в сприйнятті та реагуванні на довкілля у тварин розташованих на різних щаблях філогенетичного розвитку: сприйняття освітленості, добова активність, забезпечення широких меж адаптивних змін тощо. Вважають W.E. Lowell, G.E. Davis (2010), що сонячна енергія посилює сприятливі зміни в геномі спрямовані на підвищення адаптивності до середовища [1].

Після успішного завершення структурної частини багатьох геномних проектів, серед яких “Геном людини” (2003 р.) розпочався перехід на наступний функціональний етап аналізу. Еволюційний прогрес значною мірою асоціюється зі зміною характеру регуляції роботи десятків тисяч генів, що визначає координацію та тканинспецифічність експресії.

Сітківка ока-супрахіазматичні ядра (СХЯ)-шишкоподібна залоза (ШЗ) – морфологічні компоненти “циркадіанної осі”, фотоперіодичної системи організму інтегративною молекулою якої виступає МТ. Завдяки МТ за посередництва мелатонінових рецепторів забезпечується синхронізація і ритмозалежність гіпоталамуса, гіпофіза, кори головного мозку і таламуса.

ШЗ у хребетних поєднує функції фоторецепції (нижчі хребетні), циркадіанного осцилятора і

нейроендокринного органа (вищі хребетні). У ссавців, і людини, зокрема. За даними Л.А. Бондаренко (2013) ШЗ забезпечує надходження інформації до всіх органів і систем організму про рівень освітленості довкілля шляхом трансформації нервового імпульсу, індукованого квантами світла, в гуморальну відповідь [2].

Циркадіанний осцилятор – це коливальна система, якій властива певна внутрішня автономність, здатність самостійно підтримувати ендогенний ритм завдяки замкнутому всередині неї зворотньому зв'язку. Зв'язок осцилятора з іншими фізіологічними системами однобічний; він породжує багато ритмів, але сам залишається недосяжним для зворотнього впливу на нього з боку організму. Проте осцилятор, у нашому випадку ШЗ, не ізольований від зовнішнього середовища, наприклад, він чутливий до світла. Але якщо у нижчих хребетних (круглороті, риби) ШЗ сприймає фотони світла безпосередньо, то у вищих хребетних (птахи, ссавці), – опосередковано, через СХЯ гіпоталамуса. Від сітківки ока розпочинається ретинопіталамічний тракт, аферентні волокна якого досягають СХЯ. А далі нервовий імпульс спрямовується на периферію через стовбур верхньої частини спинного мозку і симпатичні нейрони верхніх шийних гангліїв знову повертається до головного мозку, досягає ШЗ і трансформується в гуморальну відповідь – синтез МТ. Проміжне положення займають рептилії (плазуни). У них світло діє не тільки прямо на сітківку ока, але безпосередньо фотони світла через кістки черепа впливають і на фоторецептори ШЗ (функція “третього ока”).

© Пішак В.П., Кривчанська М.І., Пішак О.В., Громик О.О., 2015

Закономірності зростання морфологічної організації цих зв'язків у хордових безсумнівно явище прогресивної еволюції, що перебуває під генетичним контролем, явище прояву в різних філогенетичних лініях еволюційно значущих подій.

Мета дослідження: розкрити структурно-функціональні взаємини зорових (сітківка ока) і нейроендокринних (ШЗ) складових у формуванні фотоперіодичної системи хребетних.

Молекулярно-генетичні принципи фоторецепції

Питання еволюційної фізіології зорової системи у хребетних та окремих її елементів досить повно висвітлені в наукових працях [3-6].

L. von Salvini-Plawen, E. Maug вважають, що фоторецептори, як і око в цілому, виникали в процесі еволюції тваринного світу абсолютно незалежно і не менше 60 разів [7, 8].

Морфологічна еволюція фоторецепторів надзвичайно різноманітна, але всім хребетним властиві палички і колбочки (рис. 1). Палички – рецепторний апарат зору при низькому освітленні (нічні рецептори), а колбочки забезпечують зір у світловий період доби (денні рецептори).

Паличкам – фоторецепторам нічного зору властива висока чутливість, низька гострота і чорно-білий (ахроматичний) зір (не здатні розрізняти кольори). Ядра в паличках розташовані у глибині зовнішнього ядерного шару сітківки. Синаптичні їх закінчення нагадують невеличкі сфери.

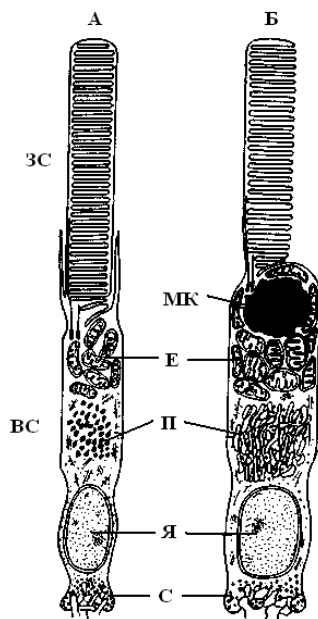


Рис. 1. Схема будови палички (А) і колбочки (В) сітківки хребетних: ЗС, ВС – зовнішній та внутрішній сегменти, Е – еліпсоїд; П – параболоїд; МК – масляна крапля; Я – ядро; С – синаптична ділянка

Колбочки забезпечують денний зір, високу гостроту, кольоросприйняття. Обов'язковими морфологічними компонентами є наявність у них параболоїда, розташування ядра дистальніше (ближче до зовнішньої межової мембрани), широкої розгалуженої ніжки та масляної краплі.

Круглороти (Cyclostomata) – одна з особливих, примітивних груп сучасних хребетних. Клас Круглороти утворений двома підкласами: підклас Міноги і підклас Міксини.

Круглороти не мають щелеп (звідси і назва Безщелепні) і парних кінцівок. Ведуть напівпаразитичний чи паразитичний спосіб життя. Зябровий апарат утворений зябровими мішками ентодермального походження. На дні присмоктувальної лійки розташований круглої форми рот (звідси і назва Круглороти). Тіло вкрите голою, багатозалозистою шкірою.

Зорова система займає особливе положення у круглоротих. У міног оптичний апарат і сітківка добре розвинуті, фоторецептори поділяються на два морфологічних типи – короткі і довгі клітини, перші – фоторецептори присмеркової (скотопічна) системи зору, другі – денної (фотопічна система). За шириною спектра поглинання, короткі рецептори виявляють максимум чутливості в межах 508 нм, а довгі – у межах 540 нм [5].

У представників хребетних (міног) сітківка, за морфологічними ознаками, займає проміжне положення між “чистими” колбочками і паличками [6]. Такі відмінності торкаються і біохімічної еволюції, причому вважають, що темпи останньої випереджають еволюцію ультраструктури деяких елементів фоторецепторів [3].

ШЗ розвивається і функціонує у міног як єдине ціле з парапінеальним органом, що дозволяє розглядати їх як одну анатомічну структуру – пінеальний комплекс. Вважають, що за будовою *org. parapineale* нагадує тім'яне око деяких ящірок, містить елементи рудиментарного органа зору, складається з сітківки і лінзи [9].

У міксин парапінеальний орган, як і ШЗ, трапляється тільки на ранніх стадіях онтогенезу, вони чітко різняться, але у дорослих особин ці органи зникають.

Риби (Pisces) поділяються на хрящові і кісткові риби. Клас кісткові риби (Osteichthyes), представники яких з'явилися в девоні поділяють на підкласи: кистепері, двоякодихаючі, багатопері, променепері. Заселяють практично всі водойми земної кулі: товщу морів і океанів, різноманітні прісні водойми. За чисельністю близько 20 тис. видів, кісткові риби, – одна з найрізноманітніших груп хребетних тварин, налічують близько поло-

вини хребетних і мешкають практично у всіх водах планети.

Умови існування (водне середовище) наклали свій відбиток і на фоторецепторах сітківки – фототопічна чи скототопічна системи. Відомо, що фототопічна чи денна, система зору розрахована на функціонування в умовах хорошого освітлення, тоді як скототопічна, сутінкова, – на роботу в умовах слабкої освітленості. Не торкаючись особливостей різних форм зовнішнього і внутрішнього сегментів паличок та колбочок у риб, у межах нашого огляду зазначимо, що і за формою і за особливостями ультраструктури ці фоторецептори подібні до відповідних рецепторів вищих хребетних. Вкажемо тільки на деякі відмінності: характерна особливість сітківки кісткових риб – подвійні колбочки, зрідка, поодинокі; властивість високорозвинутого кольорового зору; відсутність у більшості кісткових риб у колбочках масляної краплі і досить висока поляризаційна чутливість. На рис. 2 наведені різні форми фоторецепторного апарату у кісткових риб.

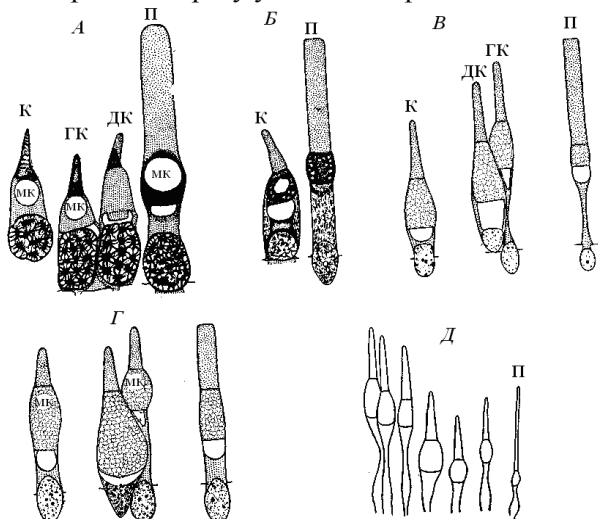


Рис. 2. Фоторецептори сітківки риб [19]

А – *Protopterus aethiopicus*, Б – *Acipenser sturio*, В – *Amia calva*, Г – *Calamoichthys calabricus*, Д – *Carassius auratus*; К – подинока колбочка; ГК і ДК – головний і додатковий компоненти подвійної колбочки; П – паличка; ЗП – зелена паличка; МК – масляна крапля

Структурна організація ШЗ риб вивчена меншою мірою, ніж в інших хребетних. І в межах класу не у всіх таксономічних групах ШЗ досліджена повністю.

ШЗ кісткових риб вперше описано, як великий міхурець, що випинається над переднім мозком і тектумом сполучається з III шлуночком. Морфологія ШЗ кісткових риб вивчена, в основному, на представниках надряду кісткових риб. Ще меншою мірою ШЗ досліджена у представни-

ків надкласу лопатепері – кистепері і двоякодихаючі. Від найдавніших представників кистеперих риб беруть початок земноводні [10].

У кісткових риб ШЗ, субкомісуральний орган і габенулярні ядра утворюють нейроендокринний епіталамо-епіфізарний комплекс, який можна вважати нейросекреторним комплексом. Як у хрящових, так і частини кісткових риб поряд з ШЗ, функціонує парапінеальний орган (тім'яне око), тільки пінеальний орган розвивається першим, а днями пізніше виникає парапінеальний орган. До складу ШЗ кісткових риб входять сенсорні клітини (фоторецептори), гангліозні і підтримуючі клітини.

J. Falcon et al. [11] вважають, що ШЗ риб є не що інше, як орган фоторецепції. Вивчаючи фоторецепторні клітини ШЗ акули *Etmopterus*, доведено [12], що такі пінеалоцити виконують одночасно і функцію секреції, а фоторецепцію забезпечує лише проксимальний її відділ.

Наводяться відомості про новий тип деполаризаційної відповіді на освітлення ШЗ райдужної форелі (*Salmo irideus*) тотожної гіперполяризаційній відповіді фоторецепторів сітківки [13]. Автори доводять аналогію між клітинами ШЗ і біполярними клітинами сітківки деполаризаційного типу. На здатність ШЗ цього виду риб реагувати на пряме освітлення гальмуванням спонтанної електричної активності зазначає [14].

Цікаво, що тривала (близько 1 год) адаптація ШЗ до темряви, після дії сильного світлового подразника супроводжувалася підвищенням чутливості пінеалоцитів до світла в 10^5 разів [15].

Зазначають, що в кісткових риб продукція МТ віддзеркалює добові ритми активності N-ацетилтрансферази, одного з обов'язкових ферментів синтезу МТ [11].

Дослідженням темної і світлової адаптації фоторецепторів ШЗ доведено [16], що ферменти, необхідні для регенерації пігментів, можуть знаходитися в самих фоторецепторах ШЗ, як це властиво для колбочок сітківки ока.

Таким чином, ШЗ у кісткових риб є функціональним фоторецепторним органом в якому виявляються різноманітні клітини рецепторної лінії (типові і модифіковані). Ці клітини виявляють як фоточутливість, так і здатність до синтезу різних індолів (МТ і його попередників). ШЗ у представників цього класу хордових, разом із сітківкою ока, один з компонентів здатних сприймати зміну освітленості та відповідно впливати на фізіологічні і поведінкові реакції риб [17, 18].

Земноводні (*Amphibia*) – найбільш примітивні наземні хребетні, які зберегли риси організації

рибоподібних прашурів. Їх розвиток відбувається зі зміною середовища і метаморфозом. Вони мешкають у вузькій адаптивній зоні (прісні водойми чи досить вологе середовище – прохолодні і вологі біотопи).

Загальна чисельність налічує близько 4500 видів, які об'єднані в 9 родин Caudata і 20 родин Anura.

Земноводні сформувалися у середньому девоні, а їх розквіт припадає карбон-пермь. На межі пермі і триасу, на початку мезозоя значна частина таксонів земноводних (8 рядів з 11) вимерли, зокрема з 11 відомих родин (caudata вимерло 4, із 21 родин Anura, вимерла одна).

Однією із вагомих причин цього явища була вузькоспеціалізована, морфологічна організація окремих популяцій, яка не дозволила пристосуватися до мінливих умов середовища [19].

При переході до наземного життя суттєві зміни відбулися і в органі зору: поява нового, ціліарного акомодативного апарату та додаткових залоз, виникає механізм піднесення і опускання очей за допомогою *m. levator bulbi* і *m. retractor bulbi*, похідних *m. levator palatogudratus* та *m. rectus externus*, відповідно [20].

При виході прашурів цих тварин на сушу з вод третього світового океану, вони адаптувалися до нових умов існування: зростання температури довкілля, більшої дії сил гравітації, вищому вмісту в тілі нестерифікованих жирних кислот [21].

Сітківка земноводних містить 5 типів фоторецепторів – червоні і зелені палички, одиничні і повійні колбочки (рис. 3).

У представників цього класу співвідношення фоторецепторів має чітку добову залежність і узгоджується з активністю тварин. Чисельними до-

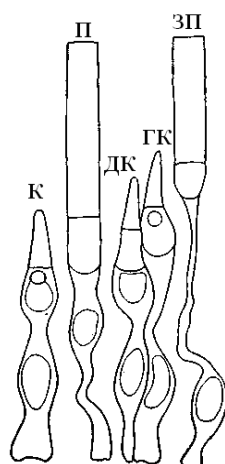


Рис. 3. Фоторецептори сітківки *Rana pipiens*
Примітка: К – колбочка; П – паличка; ГК і ДК – головний і додатковий компоненти подвійної колбочки; ЗП – зелена паличка

слідами доведено наявність у земноводних кольорового зору – це типові дихромати, які здатні сприймати червоне і зелене забарвлення за допомогою йодопсину-575 і родопсину-502.

У тісному взаємозв'язку з латеральними очима знаходяться світлочутливі елементи тім'яних органів, які утворюють пінеальну систему або пінеальний комплекс, до складу якого входить лобний орган і ШЗ (рис. 4).

Між латеральними очима в дорсальному шарі шкіри розташовується маленька депігментована пляма – фронтальний орган, гомологічний пристінковому оку плазунів.

ШЗ земноводних не самостійна структура, а разом з лобним органом утворює пінеальний комплекс, який містить клітини схожі з фоторецепторними клітинами сітківки [22].

У сучасних земноводних розвиток тім'яного ока відбувається тільки в ембріональному періоді і завершується в прометаморфозі. Пізніше воно зазнає редуційного розвитку і залишається у вигляді лобної залози.

ШЗ земноводних властиві риси організації фоторецепторних клітин: містять базальну частину і зовнішні сегменти. Фоторецептори сітківки і ШЗ мають однаковий вигляд в обох структурах на ембріональних стадіях розвитку. Фоторецептори очей, зокрема їх регуляторні мембранні ламели зберігають чіткість, впорядкованість [18]. Натомість у зовнішньому сегменті фоторецептори ШЗ ламели розташовуються неупорядковано, як свідчення неповної, але поступової втрати ними сенсорної функції. Гістологічно структура органа набуває ознак залозистої з явищами активної секреції [23].

Клас Плазуни. Це справжні наземні хребетні залишки різноманіття тварин мезозойської ери.

На відміну від попередніх класів їм властива висока активність вдень за достатньої освітлено-

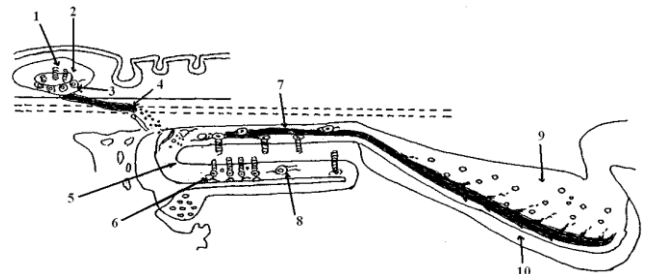


Рис. 4. Схематичне зображення тім'яних органів *Rana esculenta* (Oksche, 1965) 1 – фронтальний орган; 2, 3 – рецепторна і гангліозна клітини фронтального органа; 4 – пінеальний нерв; 5 – шишкоподібна залоза; 6, 7 – рецепторна і гангліозна клітини шишкоподібної залози; 8 – пінеальний тракт; 9 – задня комісура; 10 – субкомісуральний орган. Ростральна ділянка – зліва, кістки черепа показані пунктиром

сті. Такі екологічні обставини спричинені досконалою оптичною системою очей, сітківка у більшості представлена колбочками [6].

У більшості представників цього класу пінеальний комплекс трансформується із органа фоторецепції у несенсорну структуру: виявлено рудиментарні фоторецепторні клітини з атрофованим зовнішнім сегментом. У деяких представників (ящірки) відбувається атрофія нерва тім'яного органа (прістинкове око), що може свідчити про втрату зорової функції цією структурою.

Морфологічне зіставлення пінеалоцитів ШЗ і фоторецепторів сітківки доводить наявність загальних регуляторних механізмів у тканинах цих органів, що обумовлено розвитком їх з єдиного ембріонального листка (нейроектодерми). Крім того, доведено, що секреторні клітини ШЗ – пінеалоцити – гомологічні фоторецепторним клітинам сітківки. Виявлено стимулювальний вплив епіталону на сітківку шляхом здатності пептиду нормалізувати судинно-тканинні взаємини [24].

Таким чином, клітини нейроектодерми, що вистеляють незамкнуту нервову трубку, на початкових етапах філогенезу первинно виконують рецепторну функцію. Після замикання нейропота ці клітини трансформуються в нейроепітеліальні рецепторно-ендокринні клітини, продукт їх секреції виділяється в спинномозкову рідину.

На ранніх етапах філогенезу (Acrania і Cyclostomata) та онтогенезу вищих хребетних, нейроепітеліальні клітини виконують як рецепторну, зокрема фоторецептори, так і нейрогуморальну функцію, – нейротрансмістер за посередництва класичних нейронів.

Враховуючи висхідне зростання числа ней-

ронів і відповідно рецепторів від стовбурових структур до ділянок проміжного мозку, можна вважати, що цим зростанням обумовлено еволюціонування компонентів, що контролюють координуючі впливи фотоперіодичної системи, що відповідає трьом принципам еволюції живих систем, сформованих Ю.В. Наточином (1984): 1 – зростанням кількості елементів у системі; 2 – підвищенням швидкості перебігу процесів у них; 3 – збільшенням ступеня морфологічного і функціонального диференціювання структур організму [25].

Аналіз отриманих власних результатів і даних літератури дозволяє стверджувати, що на ранніх етапах філогенезу хребетних ШЗ і сітківка ока, яким властива фоторецепторна функція, характеризуються односпрямованими процесами, – фазовими ритмами хроноперіодичної системи головного мозку.

На вищих щаблях філогенетичного розвитку (птахи і ссавці) за сітківкою ока зберігається фоторецепторна функція. Натомість ШЗ, зазнає трансформації в нейроендокринний орган з майже повною втратою функції фоторецепції. Зазначені органи знаходяться в протифазі. Світлові сигнали, що сприймаються сітківкою надходять до ШЗ не прямо, а опосередковано, через СХЯ гіпоталамуса, які анатомічно і функціонально перебувають у зв'язку з ШЗ.

Висновок. У фотоперіодичній системі мозку з'являється центр-координатор, який забезпечує ритмічність хроноперіодичної системи організму – це СХЯ гіпоталамуса [26]. СХЯ гіпоталамуса і ШЗ сумісно формують нейрогенну і ендокринну ланку ритморегуючої системи, за посередництва щільності рецепторів до МТ.

Список використаної літератури

1. Lowell W.E. The effect of solar cycles on human lifespan in the 50 United States Variation in light affects the human genome / W.E. Lowell, G.E. Davis // *Med. Hypotheses*. – 2010. – Vol. 75, № 1. – P. 17-25.
2. Бондаренко Л.А. Мелатонин в жизни человека / Л.А. Бондаренко // *Українська школа ендокринологів: матер. 57 наук.-практ. конф. з міжнародною участю (Харків, 6-7 червня 2013 р.)*. – Харків, 2013. – С. 10-20.
3. Винников Я.А. Эволюция рецепторов / Я.А. Винников. – Л.: Наука, 1979. – 139 с.
4. Говардовский В.И. Механизм возбуждения фоторецепторов позвоночных: возможная роль циклических нуклеотидов / В.И. Говардовский, А.Л. Берман // *ДАН СССР*, 1992. – Т. 237. – С. 739-742.
5. Говардовский В.И. Фоторецепторные мембраны: оптические и электрические свойства / В.И. Говардовский, Ф.Г. Грибакін // *Структура и функция биологических мембран*. – М.: Наука, 1979. – С. 197-223.
6. Говардовский В.И. Электрические и оптические свойства фоторецепторов позвоночных: автореф. дис. на соиск. уч. степени доктора биолог. наук / В.И. Говардовский. – Л., 1978. – 40 с.
7. Gribakin F.G. The role of the photoreceptor membrane in photoreceptor optics / F.G. Gribakin, V.I. Govardovskii // *In: Photoreceptor optic.* – Berlin; N.Y., 1975. – P. 215-236.
8. Salvini-Plawen von L. On the evolution of photoreceptors and eyes / L. von Salvini-Plawen, E. Mayr // *Evolution. Biol.* – 1977. – Vol. 10. – P. 207-263.
9. Oksche A. Survey of development and comparative morphology of the pineal organ / A. Oksche // *Prog. Brain Res.* – 1965. – Vol. 10. – P. 3-29.
10. Falcon J. Photosensitivity and biosynthesis of indole components in the cells of the receptor line of the pineal of the pike / J. Falcon // *Ophthalm. Res.* – 1984. – Vol. 16, № 1-2. – P. 123-128.
11. Rhythmic

melatonin biosynthesis in a photoreceptive pineal organ: a study in the pike / J. Falcon, J.F. Guerloff, P. Voisin [et al.] // *Neuroendocrinology*. – 1987. – Vol. 45, № 6. – P. 479-486. 12. Alther H. *Histologische und histochemische untersuchungen an der Epiphyse von Haien* / H. Alther // *Progr. Brain Res.* – 1965. – Vol. 10. – P. 3-29. 13. Kousmic C. *A new type of photoresponse by cells of the isolated trout pineal body* / C. Kousmic, P.L. Marchiafava, E. Strettol // *J. Physiol.* – 1988. – Vol. 407, № 2. – P. 84. 14. Dodt E. *Photosensitivity of the pineal organ in the teleost, salmo iridens (gibbons)* / E. Dodt // *Experientia*. – 1963. – Vol. 19, № 2. – P. 642-643. 15. Meissl H. *Dark and light adaptation of pineal photoreceptors* / H. Meissl, P. Ekström // *Vision Res.* – 1988. – Vol. 28, № 1. – P. 49-56. 16. Ekström P. *Evolution of photosensory organs in new light: the fate of neuroendocrine photoreceptors* / P. Ekström, H. Meissl // *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* – 2003. – Vol. 358. – P. 1679-1700. 17. Stankov B. *Melatonin binding sites in the central nervous system* / B. Stankov, F. Fraschini, R.J. Reiter // *Brain. Res.* – 1991. – Vol. 16. – P. 245-256. 18. Takahama H. *Photoreceptor development in the pineal organ and the retina of the salamander *Hynobius dunni** / H. Takahama // *Zool. Sci.* – 1992. – Vol. 9, № 6. – P. 1234. 19. Шмальгаузен И.И. *Происхождение наземных позвоночных* / И.И. Шмальгаузен. – М.: Наука, 1964. – 272 с. 20. Studnička F.K. *Parietalorgane* / F.K. Studnička // *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopische anatomie der wierebeltierie*. Jena, 1905. – Bd 5. – S. 1896-1914. 21. Наточин Ю.В. *Физиологическая эволюция животных: натрий – ключ к разрешению противоречий* / Ю.В. Наточин // *Вестн. РАН*. – 2007. – Т. 77, № 11. – С. 1010. 22. Шапиро Б.И. *Зрительные проекции промежуточного и среднего мозга костных рыб* / Б.И. Шапиро. – Л.: Наука, 1971. – 97 с. 23. Walls G.L. *The vertebrate eye and its adaptive radiation* / G.L. Walls. – Bloomfield Hills, Michigan: Univ. Press, 1942. – 785 p. 24. Влияние эпителина на возрастную динамику состояния сетчатки крыс при наследственной пигментной дистрофии / В.Х. Хавинсон, М.И. Разумовский, С.В. Трофимова [и др.] // *Бюлл. эксперимент. биол. и мед.* – 2002. – Т. 133, № 1. – С. 102-105. 25. Наточин Ю.В. *Проблемы эволюционной физиологии водно-солевого органа* / Ю.В. Наточин – Л.: Наука, 1984. – 245 с. 26. Арушанян Э.Б. *Хронофармакология* / Э.Б. Арушанян. – Ставрополь, 2000. – 425 с.

ШИШКОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА И ОРГАНЫ ФОТОРЕЦЕПЦИИ: ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ У ПОЗВОНОЧНЫХ

Резюме. В работе обобщены сведения литературы и собственные исследования о взаимосвязи шишковидной железы (эпифиза) и органа фоторецепции (сетчатки глаза) в формировании фотопериодической системы позвоночных. В процессе филогенеза происходит трансформация фоторецепторной функции пинеалцитов (сенсорная функция) в клетки нейроэндокринной системы (синтез мелатонина). Доминирующим фактором в становлении и развитии хронопериодичности является свет.

Ключевые слова: шишковидная железа, сетчатка глаз, мелатонин, фотопериод.

THE PINEAL GLAND AND ORGANS OF PHOTORECEPTION: PHYLOGENETIC AND FUNCTIONAL RELATIONSHIPS IN VERTEBRATE ANIMALS

Abstract. The literature data and own research concerning the relationship of the pineal gland (SHZ, epiphysis) and the body of photoreception (retina) in the formation of photoperiodic system of vertebrates have been generalized. In the process of phylogenesis the transformation of photoreception function of the cells – pinealocytes (sensory function) into the cells of the neuroendocrine system (secretory function – a synthesis of melatonin (MT) occurs. The dominant factor in the development of chronoperiodicity is the source of light.

Key words: pineal gland, retina, melatonin, photoperiod.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi);
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University (Chernivtsi)

Надійшла 08.04.2015 р.
Рецензент – проф. Піскун Р.П. (Вінниця)