

Ультраструктурні зміни кортикотропних клітин передньої частки аденогіпофіза за умов дії червоного шламу та засобів їх корекції

Отримано нові дані відносно характеру й динаміки ультраструктурних змін у кортикотропних клітинах аденогіпофіза за умов тривалої дії на організм червоного шламу. Установлено залежність змін структури й функції кортикотропів від тривалості дії червоного шламу у тварин різного віку. Запропоновано спосіб корекції дії червоного шламу на кортикотропи з використанням альфа-токоферолу.

Ключові слова: аденогіпофіз, кортикотропні клітини, ультраструктура, альфа-токоферол, червоний шлам.

Постановка наукової проблеми та її значення. Червоний шлам, що є відходом промислового процесу виробництва алюмінію, досить шкідливий для здоров'я людини та всього живого. У його складі присутні сильні луги, важкі метали (свинець, вісмут, ртуть тощо) та інші речовини [12]. Як правило, більшість шкідливих факторів навколишнього середовища діють на організм із малою інтенсивністю, однак поєднання під час досить слабких, але односпрямованих дій токсикантів різної хімічної природи засвідчує суттєвий ризик порушення функцій організму [1, 3, 7].

Відомо, що центральною ланкою в здійсненні пристосувальних змін в організмі до дії шкідливих речовин, у тому числі й червоного шламу, є ендокринний апарат, зокрема гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова система. Кортикотропні клітини аденогіпофіза є одними з основних біологічних структур системи адаптації, надзвичайно чутливими до різноманітних екзогенних та ендогенних модуляторів. Ці клітини беруть безпосередню участь в опосередкованих гострих і хронічних стресорних нейроендокринних реакціях на пошкодження [2–4, 6, 8, 13–15]. На сьогодні не знайдено чітких способів ослаблення негативних наслідків впливу червоного шламу на структуру й функцію кортикотропних клітин аденогіпофіза, що робить цю проблему надзвичайно актуальною. Однак відомо, що в природних умовах адаптації до дії несприятливих факторів навколишнього середовища важливу роль відіграє жиророзчинний антиоксидант – вітамін Е, найбільш активним компонентом якого є α -токоферол [1, 11, 15].

Аналіз досліджень цієї проблеми. Опрацювання фахової літератури показало, що структурно-функціональні зміни органів ендокринної системи за умов різноманітних патологічних станів, а також під впливом токсичних речовин неодноразово висвітлювалося в сучасній літературі [1, 3, 4, 5–8, 13–15]. При цьому аналіз джерел свідчить про фрагментарність і недостатність вивчення питань морфологічних та функціональних змін у кортикотропних клітинах аденогіпофіза при тривалій дії червоного шламу в різні вікові періоди тварин, особливо на ультраструктурному рівні. Одним із найменш досліджених залишається питання, пов'язане з функцією α -токоферолу під час адаптації кортикотропів передньої частки аденогіпофіза до комбінованої дії факторів навколишнього середовища, зокрема червоного шламу [1, 11, 15].

Метою роботи було дослідити особливості ультраструктурних змін і напряду репаративних процесів у кортикотропних клітинах аденогіпофіза тварин різного віку при дії на організм червоного шламу та застосуванні альфа-токоферолу як засобу корекції.

Методика. Роботу проведено на 60 нелінійних білих щурах-самцях різного віку, вона охоплювала найважливіші періоди життя тварин: 14 діб (період прозрівання шурят), 45 (період статевого дозрівання) і 180 діб (репродуктивний період). Тварин розподілено на контрольну (К) і 2 піддослідні групи (Д1 і Д2). Тривала дія червоного шламу на організм щурів досягалася щоденним перебуванням тварин на шламовій підстилці товщиною 5–7 мм (із щотижневим оновленням), починаючи з дня народження (група тварин Д1). При моделюванні протидії червоному шламу проводили введення тваринам per os 5 % масляного розчину D, L, α -токоферолацетату в дозі 2 мг/100 г маси тіла, починаючи з сьомої доби життя (група тварин Д2). Утримання й використання лабораторних тварин відповідало правилам «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальною метою та іншою науковою метою, а також методам, що рекомендовані національними нормами з біоетики й проведені відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 1759-VI от 15.12.2009).

Для вивчення ультраструктури кортикотропних клітин маленькі шматочки гіпофізів фіксували в 2,5 % розчині глутаральдегіду. Відповідно до загальноприйнятої методики проводили зневоднення й заливку матеріалу в смолу. Ультратонкі зрізи товщиною 50–60 нм отримували на ультратомі LKB-3 (Швеція). Фарбували їх 2 % розчином ураніацетату на 70 % етанолі та цитратом свинцю. Препарати вивчали з використанням електронного мікроскопа GEM-100 CX (Японія).

Для встановлення ультраструктурних закономірностей кортикотропів проводили морфометричну обробку електроннограм на комп'ютерному аналізаторі зображень IBAS-2000 фірми OPTON (Німеччина), де визначали площу хроматину в ядрах клітин (SX, %); площу, яку займали мітохондрії (SM, %); площу секреторних гранул (SG, %); вираховували індекс співвідношення активних гранул до неактивних у цитоплазмі клітин (ІАН) [8]. Радіоімунологічним методом у сироватці крові інтактних і піддослідних тварин визначали вміст адренкортикотропного гормону (АКТГ) на 14, 45 і 180 добу життя [5].

Варіаційно-статистичну обробку всіх отриманих показників експерименту здійснювали за методом Стьюдента-Фішера за допомогою комп'ютерних програм Excel-2000, Sigma Plot з обробкою графічних зображень [9, 10].

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Опрацювання електроннограм гіпофіза 14-добових тварин після дії червоного шламу показало, що в передній частці аденогіпофіза відзначалося розширення капілярної мережі. У гемокапілярах спостерігали набряк ендотеліоцитів, різке вип'ячування їх у просвіт судин, вакуолізацію цитоплазми, деструкцію органел, часткове злушчування клітин. Базальна мембрана розпушувалася, що збіглося з дослідженнями О. В. Рогозіної [15]. Очевидно, ці зміни пов'язані з розвитком тканинної гіпоксії, оскільки речовини (свинець, ртуть), що входять до складу червоного шламу, як свідчать дані О. Г. Редьки [14], є гіпоксичними отрутами. Вони призводять до порушення здатності клітин засвоювати кисень, затримки утворення макроергічних зв'язків, падіння активності окислювальних ферментів та розвитку оксидативного стресу.

В ультраструктурі цитоплазми кортикотропів визначалися мітохондрії округлої форми, які містили нечіткі кристи (рис. 1). Досліджувана площа мітохондрій збільшувалася на 16,6 %, тоді як секреторних гранул – на 21,2 %. Індекс активності секреторних гранул підвищувався на 24,4 %. В ультраструктурі ядер кортикотропів простежено переважання еухроматину над гетерохроматином. Середня площа хроматину в ядрах цих клітин зростала на 18,1%, порівняно з контролем (табл. 1, рис. 2).

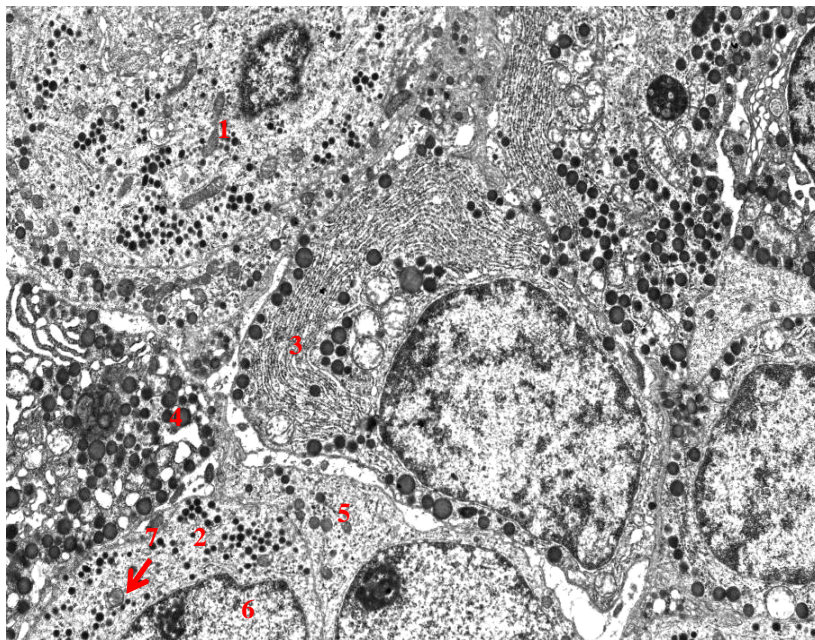


Рис. 1. Електроннограма. Аденогіпофіз 14-добового щура після дії червоного шламу.

Контакт кортикотропів (1, 2) із соматотропами (3, 4) і гонадотропом (5). У цитоплазмі кортикотропа (1) – ознаки дегрануляції. У ядрі кортикотропа (2) – переважання еухроматину над гетерохроматином (6). Мітохондрії округлої форм із нечіткими кристами (7). У кортикотропах – слабкий розвиток гранулярної ендоплазматичної сітки й апарату Гольджі. $\times 10\,000$.

Проте в окремих кортикотропних клітинах відзначались ознаки дистрофічних змін та деструктивних перебудов у структурі ядра (гіперхромність, зморщеність та набряк ядер) і в мембранних органелах цитоплазми (вакуолізація ендоплазматичної сітки з частковим руйнуванням її мембран та утворенням порожнин, ущільнення матриксу мітохондрій), що очевидно, зумовлене як безпосередньою мембранотоксичною дією речовин, що входять до складу червоного шלאму, так і великим функціональним навантаженням на цей тип клітин у зв'язку з реалізацією загального адаптаційного синдрому. Ультраструктурні ознаки посилення функції кортикотропів супроводжувалися підвищенням умісту адренкортикотропного гормону в периферичній крові на 34,6 %.

На 45 добу дії червоного шלאму в ультраструктурі кортикотропів визначалися дистрофічні зміни та деструктивні перебудови як у структурі ядра, так і в клітинних мембранах цитоплазми та ендотелії гемокапілярного русла. На окремих зрізах можна було бачити видозмінені клітини, які нагадували клітини адреналектомії. У цитоплазмі цих клітин у ділянці розширеного комплексу Гольджі й уздовж плазматичної мембрани спостерігали невелику кількість секреторних гранул. Ендоплазматична сітка в кортикотропах була вакуолярною, однак вакуолі не зливались у величезні цистерни, як це характерно для клітин тироїдектомії або для клітин кастрації, що збігається з результатами досліджень В. М. Гордієнка й В. Г. Козирицького [4] та, очевидно, може бути наслідком порушення в діяльності системи аденогіпофіз–кора наднирників. Мітохондрій виявлялося дуже мало й вони були не структуровані. Внутрішній мітохондріальний матрикс переважно гомогенізований, а кристи практично не виявлялись. Комплекс Гольджі мав вигляд розширеного кільця з численними лізосомальними тільцями поблизу нього. Морфометричні показники стану внутрішньоклітинних органел та активності секреторних гранул засвідчували послаблення функції кортикотропних клітин. Площа хроматину в ядрах кортикотропів зменшувалася на 30,9 %, площа мітохондрій – на 30,6 %, площа секреторних гранул – на 20,1 %. Індекс співвідношення активних гранул до неактивних знижувався на 22,2 % (табл. 1; рис. 2). Рівень АКТГ у крові знижувався на 26,7 %, порівняно з контролем.

Судини гемокапілярного русла навколо кортикотропів були різко розширені. У них відзначено деструкцію стінок. У місцях, де відбувалася руйнація капілярів, виникали своєрідні лакуни, у яких можна було бачити окремі секреторні гранули та ділянки пошкоджених клітин. Очевидно, ключовим механізмом означених вище структурних перебудов був дефіцит необхідної кількості адаптивних гормонів, які виробляються в корі наднирників, що активізують функцію кортикотропів.

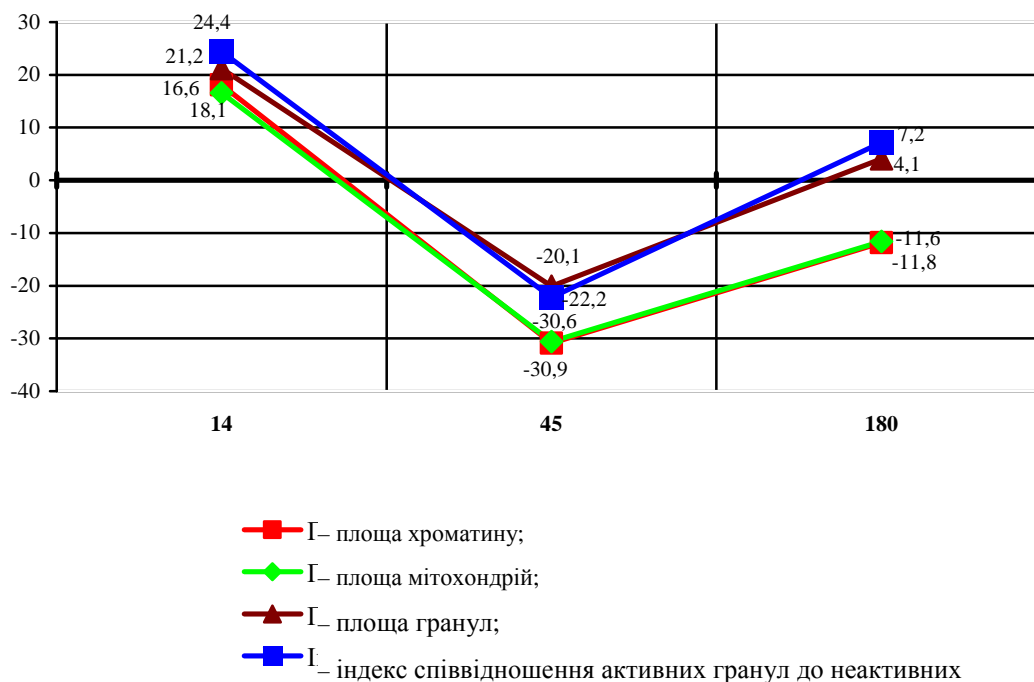


Рис. 2. Динаміка морфометричних показників стану внутрішньоклітинних органел й активності секреторних гранул у кортикотропних клітинах аденогіпофіза щурів після дії червоного шלאму, %

Дослідження ультраструктурної організації кортикотропних клітин 180-добових піддослідних тварин показували, що в окремих клітинах наявні ділянки деструкції органел. Одиночні секреторні гранули мали різну електронну щільність і були збільшені в розмірах. У цитоплазмі кортикотропів визначались елементи вакуолярної ендоплазматичної сітки. Мітохондрії мали просвітлений матрикс і руйновані кристи (рис. 3), тоді як в інших кортикотропах зміни ультраструктури свідчили про ознаки внутрішньоклітинної регенерації. У таких кортикотропах простежено збільшення розмірів та кількості елементів комплексу Гольджі й гранулярної ендоплазматичної сітки з появою в цитоплазмі клітин молодих форм мітохондрій, вільних рибосом і полірибосом.

Відновлювалася структурна цілісність мікросудин, відбувалася компенсаторна гіпертрофія й гіперплазія ендотеліального вистелення. Така реакція кортикотропних клітин бути місце в той період, коли процеси адаптації вже були на стадії «зриву» механізмів захисту. При цьому частина клітин органа вже не функціонувала, а частина продовжувала виконувати свою функцію та компенсаторно перебувала в стані надзвичайного напруження.

Морфометричні показники стану внутрішньоклітинних органел й активності секреторних гранул в кортикотропних клітинах 180-добових піддослідних тварин свідчили про зменшення середньої кількості хроматину в ядрах на 11,3 %, мітохондрій – на 11,6 %, порівняно з контролем, тоді як площа секреторних гранул дещо зростала на 4,1 %, як і індекс співвідношення активних гранул до неактивних, – на 7,2 % (табл. 1; рис. 2). Зниження функції кортикотропів підтверджувалося зменшенням умісту АКТГ у крові на 4,5 %.

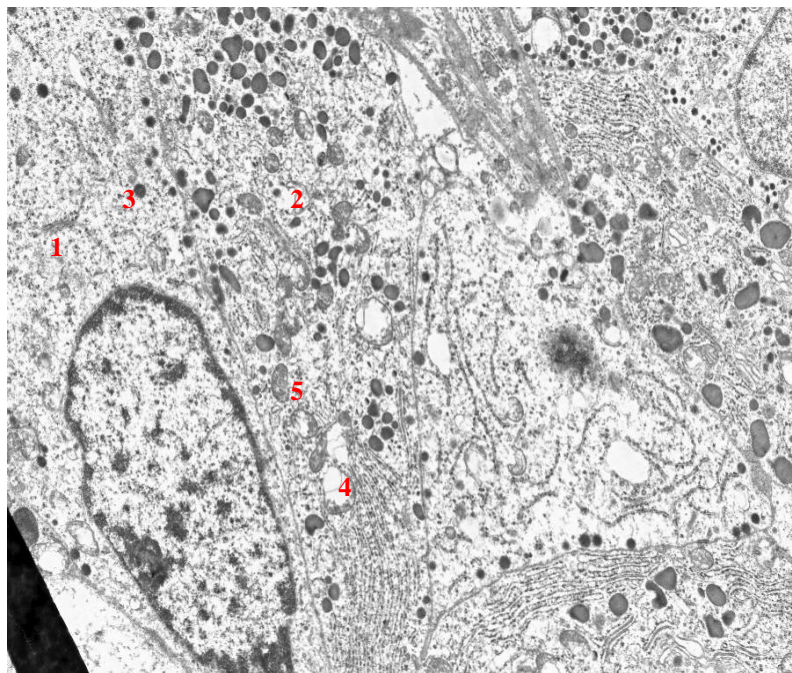


Рис. 3. Електроннограма. Аденогіпофіз 180-добового щура після тривалої дії червоного шламу. Кортикотропи (1, 2). У кортикотропі – ділянки деструкції органел. Одиночні секреторні гранули різної електронної щільності (3). У цитоплазмі елементи вакуолярної ендоплазматичної сітки (4). Мітохондрії з просвітленням матриксу й руйнованими кристами (5). $\times 8\ 000$.

Застосування альфа-токоферолу при дії червоного шламу в 14-добових щурів (група тварин Д2) сприяло слабвираженому посиленню функції цих клітин, що супроводжувалося збільшенням площі хроматину в ядрах на 16,2 %, мітохондрій на 9,3 %, секреторних гранул – на 10,3 %, індексу активності секреторних гранул – на 13,3 % (табл. 1). При цьому ознаки дистрофічних змін та деструктивних перебудов у мембранних структурах цитоплазми були менш виражені, ніж у групі тварин Д1.

Результати дослідження передньої частки аденогіпофіза 45-добових щурів після одночасної дії червоного шламу й альфа-токоферолу вказували на послаблення токсичної дії червоного шламу на ультраструктуру кортикотропів і гемоциркулярного русла. Однак аналіз морфометричних показників кортикотропних клітин свідчив про зниження їхньої функції, що підтверджувалося зменшенням площі

Таблиця 1

Морфометричні показники стану внутрішньоклітинних органел і активності секреторних гранул у кортикотропних клітинах аденогіпофіза після дії червоного шלאму та одночасної дії червоного шלאму й альфа-токоферолу ($M \pm m / n=10$)

Показник	Група тварин	Вік тварин, діб					
		14	відхилення від контролю	45	відхилення від контролю	180	відхилення від контролю
Площа хроматину, (SX), %	Д1	38,5±2,6*	+18,1	29,0±1,2**	-30,9	50,1±2,5	-11,8
	Д2	37,9±3,3*	+16,2	35,2±2,2*	-16,2	57,0±3,4	+0,3
	К	32,6±3,1		42,0±2,6		56,8±2,1	
Площа мітохондрій, (SM), %	Д1	47,8±5,0*	+16,6	31,0±2,0**	-30,6	50,3±0,9	-11,6
	Д2	44,8±2,3	+9,3	40,3±2,5	-9,8	58,3±1,3	+2,5
	К	41,0±1,8		44,7±2,6		56,9±2,0	
Площа гранул, (SG), %	Д1	24,6±1,9*	+21,2	23,1±2,5*	-20,1	38,3±2,7	+4,1
	Д2	22,4±2,0	+10,3	26,4±1,8	-8,6	39,0±3,1	+6,0
	К	20,3±2,6		28,9±2,1		36,8±2,5	
Індекс співвідношення активних гранул до неактивних (ІАН)	Д1	5,6±2,0**	+24,4	4,2±2,1*	-22,2	6,4±0,9	+7,2
	Д2	5,1±1,9*	+13,3	5,2±2,6	-3,7	7,0±2,3	+1,4
	К	4,5±0,8		5,4±2,0		6,9±3,8	

Примітка. Д1 – тварини, які підлягали дії червоного шלאму; Д2 – тварини, які підлягали одночасній дії червоного шלאму й альфа-токоферолу; К – контроль; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ порівняно з контролем.

хроматину в ядрах – на 16,2 % (у групі Д1 – на 30,9 %). Незважаючи на значний набряк мітохондрій, їх кількість зменшувалася на 9,8 % (у групі Д1 – на 30,6 %). За умов використання альфа-токоферолу простежено кращу збереженість структур ядра й цитоплазми кортикотропів. Однак при цьому виявлялася значна вакуолізація цитоплазми. Секреторні гранули зберігали типову будову та розташування, проте їх чисельність зменшувалася на 8,6 % (у групі Д1 – на 20,1 %). Показник активності секреторних гранул був меншим на 3,7 %, порівняно з контрольними щурами (у групі Д1 – на 22,2 %) (табл. 1). Рівень АКТГ у крові знижувався на 6,7 % відносно контролю (у групі Д1 – на 26,7 %).

У 180-добових щурів після одночасної дії червоного шלאму й альфа-токоферолу в ультраструктурі кортикотропів спостерігали ознаки нормалізації, що свідчило про позитивний вплив альфа-токоферолу на відновлення структури цитоплазми і ядра кортикотропних клітин. Це підтверджувалося позитивними змінами в морфометричних показниках площі хроматину та мітохондрій (у групі Д1 ці дані свідчили про зниження функції), тоді як площу секреторних гранул та їх активність спостерігали досить високою в обох дослідних групах (табл. 1). Проте в цитоплазмі кортикотропів виявлялася значна вакуолізація цитоплазми, збільшення кількості мітохондрій із нечіткими кристами (рис. 4). Уміст АКТГ у крові підвищувався на 4,5 %.

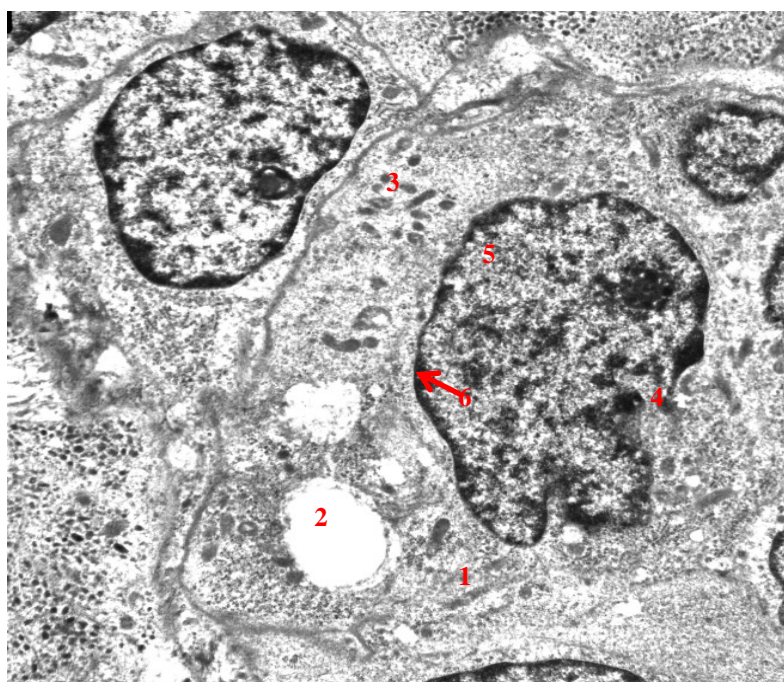


Рис. 4. Електронорама. Аденогіпофіз 180-добового щура після одночасної дії червоного шלאму й альфа-токоферолу. Кортикотроп (1). У кортикотропі – вакуолізація ендоплазматичної сітки. Численні мітохондрії з нечіткими кристами (3). Каріолема з вираженими інвагінаціями (4). У ядрі – рівномірне розташування дифузного (5) й конденсованого (6) хроматину. $\times 10\,000$.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. У результаті проведеного дослідження встановлено, що:

– у 14-добових тварин за умов дії червоного шלאму зміни ультраструктурної організації кортикотропних клітин передньої частки аденогіпофіза свідчать про посилення їх функціональної активності, що підтверджується збільшенням у ядрі площі хроматину на 18,1%, у цитоплазмі – мітохондрій на 16,6 % і секреторних гранул на 21,2 %, порівняно з контрольними тваринами. Індекс активності секреторних гранул зростає на 24,4 %. Проте в окремих кортикотропах простежено ознаки дистрофічних змін та деструктивних перебудов у структурах ядра (гіперхромність, зморщенність і набряк ядер) та в мембранних структурах цитоплазми (вакуолізація ендоплазматичної сітки з частковим руйнуванням її мембран та утворенням порожнин, ущільнення матриксу мітохондрій);

– у 45-добових піддослідних щурів ультраструктурні зміни кортикотропів указують на ознаки послаблення функції, що відбувається на фоні зменшення площі хроматину на 30,9 %, мітохондрій – на 30,6% і секреторних гранул – на 20,1 %. Активність секреторних гранул знижується на 22,2 %. В

ультраструктурній організації кортикотропів визначаються виражені дистрофічні зміни та деструктивні перебудови як у структурах ядра, так і в клітинних мембранах цитоплазми та ендотелії гемокапілярного русла, що оточує ці клітини;

– у 180-добових тварин при тривалій дії червоного шлему ультраструктурні перебудови кортикотропних клітин свідчать про продовження пригнічення їхньої функції, що супроводжуються деструктивно-дистрофічними змінами в їхній структурі й відповідають стадії виснаження загального адаптаційного синдрому. При цьому серед окремих кортикотропів визначаються слабовиражені ультраструктурні ознаки активації процесів внутрішньоклітинної репаративної регенерації (збільшуються розміри та кількість елементів комплексу Гольджі й гранулярної ендоплазматичної сітки, зростає кількість молодих форм мітохондрій, вільних рибосом і полірибосом);

– застосування альфа-токоферолу в умовах дії червоного шлему сприяє послабленню його токсичного ефекту й сили стресорної реакції з боку кортикотропних клітин, що набуває виразності з віком тварин і терміном дії альфа-токоферолу. В ультраструктурній організації кортикотропів спостерігаються ознаки нормалізації, що свідчить про позитивний вплив альфа-токоферолу на відновлення ультраструктури кортикотропів.

Подальші дослідження планується спрямувати на дослідження структурно-функціональних змін в органах, залежних функціонально від аденогіпофіза (кори наднирників, щитоподібної залози й статевих залоз) при дії червоного шлему, а також продовжити пошук найбільш дієвих і доступних засобів корекції токсичної дії шлему.

Джерела та література

1. Андыбура Н. Ю. Морфологические особенности надпочечников при введении ацетату свинца в течение 60 суток и корригировании альфа-токоферолом / Н. Ю. Андыбура, Н. К. Каширина // Таврический медико-биологический вестник. – 2003. – Т. 6, № 4. – С. 6–12.
2. Бобришева І. В. Ультраструктурна характеристика аденогіпофіза білих щурів на різних етапах постнатального онтогенезу / І. В. Бобришева // Морфологія. – 2013. – Т. VII, № 3. – С. 27–32.
3. Большакова О. В. Ультраструктура кортикотропоцитов при интоксикации свинцом / О. В. Большакова // Таврический медико-биологический вестник. – 2013. – Т. 2016, № 1. – С. 37–39.
4. Гордиенко В. М. Ультраструктура желез эндокринной системы / В. М. Гордиенко, В. Г. Козырицкий. – Киев : Здоровья, 1978. – 288 с.
5. Каваре В. І. Електронна мікроскопія аденогіпофіза під впливом комбінованої дії загального опромінення і солей важких металів / В. І. Каваре // Український медичний альманах. – 2000. – № 3. – С. 70–73.
6. Капитонова М. Ю. Иммуногистохимическая характеристика гипофиза в норме и при хроническом стрессе / М. Ю. Капитонова, С.Л. Кузнецов, В. В. Хлебников, В. Г. Загребин, З. Ч. Морозова, Ю. В. Дегтярь // Морфология. – 2008. – Т. 134, № 6. – С. 32–37.
7. Карташев А. Г. Влияние хронических факторов в постнатальном онтогенезе животных / А. Г. Карташев. – Томск : В-Спектр, 2010. – 122 с.
8. Кухар І. Д. Морфофункціональний стан аденогіпофіза та надниркових залоз після локального впливу на шкіру тварин високої і низької температур : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.03.01 / І. Д. Кухар. – Харків, 2003. – 38 с.
9. Лапач С. К. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. К. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. – Киев : МОРИОН, 2001. – С. 144–155.
10. Лях Ю. Е. Основы компьютерной биостатистики / Ю. Е. Лях. – Донецк, 2006. – 211 с.
11. Мамонтова Е. В. Реакция гипоталамо-адренкортикальной системы молодых и старых мышей на стресс и возрастные особенности коррекции стрессорных нарушений альфа-токоферолом : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.03.01 / Е. В. Мамонтова. – Астрахань, 2010. – 23 с.
12. Можаренко Н. М. Шлакообразующая роль красных шламов / Н. М. Можаренко, А. А. Параносенков, В. С. Евглевский // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии : сб. науч. док. – Днепропетровск, 2007. – № 4. – С. 61–65.
13. Пикалюк В. С. Органы внутренней секреции / В. С. Пикалюк, В. П. Шкурченко, С. А. Кутя. – Симферополь, 2007. – 96 с.
14. Редька О. Г. Морфофункціональні зміни в системі аденогіпофіз–щитоподібна залоза за умов тривалого впливу пестицидної інтоксикації / О. Г. Редька // Наукові праці V Національного конгресу геронтологів і геронтології АМН України. – 2010. – С. 152.

15. Рогозина О. В. Морфология аденогипофиза и надпочечников под воздействием свинцовой интоксикации и ее коррекции / О. В. Рогозина, Н. Ю. Озерова, Н. К. Каширина // Світ медицини та біології. – 2009. – № 3. – С. 136–140.

Борецкий Геннадий. Ультраструктурные изменения кортикотропных клеток передней доли аденогипофиза в условиях действия красного шлама и средств их коррекции. С помощью современных методов коррекции (электронная микроскопия, морфометрия с использованием оптического анализа изображений) получены новые данные относительно характера и динамики ультраструктурных изменений в кортикотропных клетках аденогипофиза в условиях длительного действия на организм красного шлама. Установлена зависимость изменений ультраструктуры и функции кортикотропов от длительности действия красного шлама у животных различного возраста. Предложен способ коррекции действия шлама на кортикотропы с использованием альфа-токоферола.

Установлено, что пребывание крыс в условиях действия красного шлама на протяжении 14 дней приводит к усилению функции кортикотропных клеток, что сопровождается увеличением в ядрах площади хроматина, в цитоплазме – количества митохондрий, секреторных гранул и индекса активности секреторных гранул, по сравнению с контрольными животными. Однако в отдельных клетках отмечаются признаки дистрофических изменений, деструктивных перестроек в структурах ядер (гиперхромность, сморщенность и отек) и в мембранных структурах цитоплазмы (вакуолизация эндоплазматической сетки с частичным разрушением ее мембран и образованием полостей, уплотнение матрикса митохондрий).

У 45-суточных подопытных крыс ультраструктурные изменения кортикотропов указывают на признаки ослабления функции, что происходит на фоне уменьшения в ядрах количества хроматина, а в цитоплазме – митохондрий и секреторных гранул. Снижается показатель активности секреторных гранул. В ультраструктурной организации большинства кортикотропов выявляются выраженные дистрофические и деструктивные изменения как в структуре ядра, так и в клеточных мембранах цитоплазмы и эндотелии гемокapиллярного русла, окружающего данные клетки.

У 180-суточных животных в условиях длительного действия красного шлама ультраструктурные перестройки кортикотропных клеток свидетельствуют о продолжении угнетения их функции, что сопровождается деструктивно-дистрофическими изменениями в структуре и соответствуют стадии истощения общего адаптационного синдрома. При этом, среди отдельных кортикотропов определяются слабовыраженные ультраструктурные признаки активации процессов внутриклеточной репаративной регенерации (увеличиваются размеры и количество элементов комплекса Гольджи и гранулярной эндоплазматической сети, молодых форм митохондрий, свободных рибосом и полирибосом).

Использование альфа-токоферола в условиях длительного действия красного шлама снижает его токсический эффект и силу стрессорной реакции со стороны кортикотропных клеток, что более выражено является с возрастом животных и сроком действия альфа-токоферола.

В ультраструктурной организации кортикотропов наблюдаются признаки нормализации, что свидетельствует о положительном действии альфа-токоферола на восстановление ультраструктуры кортикотропных клеток.

Ключевые слова: аденогипофиз, кортикотропные клетки, ультраструктура, красный шлам, альфа-токоферол.

Boretsky Genady. Ultrastructural Changes of Adenohypophysis Corticotrophic Cells Under the Influence of Red Mud and Their Correction Methods. New data concerning the character and the dynamic of the ultrastructural changes of adenohypophysis corticotrophic cells under the prolonged influence of the red mud to the body has been received with the help of modern methods (electronic microscopy, optical Image Analysis morphometry). The correction method of the red mud influence on the corticotrops with the alpha-tocopherol exploitation has been suggested.

It has been established that rats staying under the red mud influence during 14 days leads to the intensification of the corticotrophic cells function, which is accompanied by the increasing of chromatin in the corticotrophic nuclei of middle area, by the increasing of mitochondria in cytoplasm, secretory granules and their activity index, in the comparison with the test animals. However, it is observed the signs of dystrophic changes in individual corticotrophic cells, the destructive reconstructions in the nucleus structures (hyperchromic, bullate and edema nuclei) and in the membrane cytoplasm structures (endoplasmic reticulum vacuolization with the partial destruction of its membranes and hollow formation, mitochondrial matrix hardening).

Ultrastructural changes of corticotrophic cells on 45-days experimental rats point out the evidence of weakening function, which occurs against the background of decrease of chromatin, mitochondria, secretory granules quantity. Expressed dystrophic changes and destructive rebuildings determine in the ultrastructural corticotrophic organization both in the nucleus structures and in the cytoplasm cell membranes and in the endothelium hemocapillar bed, which surround these cells.

Ultra structural rebuildings of corticotrophic cells on 180-days experimental rats under the prolonged influence of the red mud are evidence of the suppression continuation of their functions, which are accompanied by destructively dystrophic changes in their structure and conform to the stage of exhaustion general adaptation syndrome. Herewith, ultrastructural signs of mild activation of intracellular reparative regeneration are determined among certain corticotrophic cells (size and number increasing of the Golgi complex elements and granular endoplasmic reticulum, increasing the number of young forms of mitochondria, free ribosome and polyribosome).

Alpha-tocopherol usage under the influence of red mud contributes to the weakening of its toxic effect and force of the stress response of the corticotrophic cells which acquires the expressiveness with the age and the maturity of the animals and the term of alpha-tocopherol influence.

There are the normalization marks in the ultrastructural organization of corticotrophic cells indicating a positive alpha-tocopherol impact on the recovery of the corticotrophic cells ultrastructures.

Key words: adenohipophysis, corticotropic cells, ultrastructure, red mud, alpha-tocopherol.

Стаття надійшла до редколегії
14.03.2017 р.

УДК 612.82:615.825

Ольга Коржик,
Олена Киричук,
Алевтина Моренко

Електроміографічна активність поверхневих м'язів пальців кисті під час мануальної моторики в чоловіків із різними характеристиками α -частоти

Обстежено 124 чоловіки віком 19–21 рік, яких розділено на дві групи – із високими та низькими значеннями індивідуальної модальної альфа-частоти ($I\alpha\text{Ч}$) ЕЕГ, визначеної індивідуально в стані спокою. Електроміограми м'яза-згинача (*m. flexor digitorum superficialis*) та розгинача (*m. extensor digitorum*) пальців кисті чоловіків реєстрували в стані спокою й під час стискання та розтискання пальців кисті правої й лівої рук у відповідь на ритмічні слухові сигнали. Функціональний стан м'язів у спокої оцінювали за середніми амплітудою та частотою фонових осциляцій ЕМГ, стан цих м'язів під час мануальних рухів – за логарифмічними коефіцієнтами змін середніх амплітуди й частоти ЕМГ. У чоловіків із високою $I\alpha\text{Ч}$ у стані спокою встановлено більш значущі латеральні та реципрокні відмінності параметрів електроміограми флексорів й екстензорів пальців кисті руки, порівняно з обстежуваними з низькою індивідуальною α -частотою. У чоловіків із високою α -частотою під час мануальних рухів відзначено меншу скорочувальну активність поверхневих м'язів пальців кисті, особливо згиначів. Для чоловіків із низькою α -частотою притаманні менш специфічні й диференційовані процеси активації поверхневих м'язів пальців.

Ключові слова: флексор, екстензор, мануальні рухи, електроміограма, мода альфа-частоти.

Постановка наукової проблеми та її значення. Істотним компонентом важливої загальнобіологічної проблеми узгодженої активності моторних систем головного мозку й діяльності виконавчого апарату є питання взаємозв'язку характеристик певних ритмів електроенцефалограми (ЕЕГ), насамперед α -ритму, з особливостями керування дистальними м'язами верхніх кінцівок. Уважається, що характер спонтанної ЕЕГ визначається генетично детермінованими особливостями структурно-функціональної організації мозку [1; 8; 20]. Серед інших параметрів мозкових процесів найбільшу інформаційну цінність має мода частоти α -ритму [16; 18; 19; 23]. Згідно з літературними даними, різні α -субдіапазони відзначаються специфічними мозковими генераторами, мають відмінне функціональне значення [16, 21, 23]. Переважання у фоновій ЕЕГ тієї чи іншої людини низького або високого діапазонів альфа-ритму людини може бути пов'язане з рівнем її психомоторних і пізнавальних здібностей [11; 13; 15; 17]. В осіб із вихідною високою частотою α -ритму ЕЕГ виявлено вищий