

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2019-23(1)-06

УДК: 616.071+616.002.16+616.45+616.18

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН НАДНИРКОВИХ ЗАЛОЗ В ПОЄДНАННІ З ЇХ МОРФОЛОГІЧНОЮ ПЕРЕБУДОВОЮ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ПОСТГІПОТЕРМІЧНОГО ПЕРІОДУ

Князевич-Чорна Т.В., Михайлюк І.О., Рудяк О.М., Тарасевич Н.Р.

Івано-Франківський національний медичний університет (вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ, Україна, 76000)

Відповідальний за листування:
e-mail: knyazevychiv@gmail.com

Статтю отримано 3 грудня 2018 р.; прийнято до друку 3 січня 2019 р.

Анотація. Проблема адаптації людини до екстремальних факторів зовнішнього середовища, зокрема до холодного, який є одним із найпоширеніших, актуальна як із загальнобіологічної, так і з медичної точок зору. При цьому відбувається морфологічна перебудова в різних органах і тканинах, а інколи зміни набувають незворотного характеру. І тому як з наукової, так і з практичної точок зору, важливою є оцінка ролі холодного фактора, впливу якого зазнає більшість живих істот, зокрема на надниркові залози, які одні з перших реагують на зміну внутрішнього середовища організму. Мета дослідження - прослідкувати залежність та вивчити морфологічний та функціональний стан надниркових залоз на різних етапах після дії загальної глибокої гіпотермії. За допомогою гістологічного, електронно-мікроскопічного, імуноферментного, флуометричного та статистичного методів дослідження було вивчено морфологічний та функціональний стан надниркових залоз білих безпородних статевозрілих щурів-самців у різні періоди після впливу загальної глибокої гіпотермії. Морфометричний аналіз товщини зон кори надниркових залоз, діаметра мікросудин, площі клітин та їх ядер як кіркової, так і мозкової речовин проводили за допомогою програмного забезпечення BIOVISION Version 2. Визначали середнє арифметичне значення (M) та похибку середньої арифметичної (m) з використанням програмного забезпечення "Statistica-5.0". Вірогідність відмін середніх величин і їх похибок визначали за критерієм Ст'юдента. Встановлено, що на висоті дії холоду відбувається зростання рівнів кортизолу та адреналіну поряд із гіпертрофією клітин пучкової зони та мозкової речовини наднирників. На етапах постгіпотермічного періоду спостерігається ще один підйом кортикостероїдів на 7 добу, при цьому концентрація катехоламінів знижується. Гіпертрофія адренокортикоцитів пучкової зони зберігається до 30 доби, а адреноцитів мозкової речовини - до 7 доби після дії загальної глибокої гіпотермії. На 14 добу у структурних компонентах гомомікроциркуляторного русла поряд із внутрішньоклітинними компенсаторно-приспосувальними явищами відмічаються поодинокі мікросудини з деструктивними ознаками ендотеліоцитів. До 30 доби переважна більшість мікросудин набувають характерної для норми будови. Ці зміни свідчать про тісний взаємозв'язок симпатно-адреналової та гіпоталамо-гіпофізарно-адренокортикальної систем. Результати проведених досліджень розширюють сучасні уявлення про особливості ангіоархітектоники та субмікроскопічної будови паренхіми надниркових залоз, розкривають структурно-функціональні основи їх перебудови після впливу загальної глибокої гіпотермії.

Ключові слова: надниркова залоза, кортикостероїди, катехоламіни, загальна глибока гіпотермія.

Вступ

Одною з основних властивостей живих організмів є здатність до адаптації. Суть адаптації - це забезпечення самозбереження та самопідтримання живої системи у змінюваних умовах зовнішнього середовища. Багато різних адаптивних механізмів включаються у відповідь на стресовий вплив, викликаючи сукупність зворотних метаболічних змін в організмі, направлених на підтримання стабільності його внутрішнього середовища [4, 6].

У координації захисно-відновних реакцій живого організму провідна роль поряд із нервовою системою, і в тісному зв'язку з нею, належить ендокринним залозам, функція яких має суттєве значення в організації складних комплексів як неспецифічних, так і специфічних адаптаційних процесів [7].

Охолодження тіла є типовим стресовим подразником, що приводить до активації гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи, в результаті чого в організмі формується типовий симптомокомплекс "реакції напруження". Причинами стресової реакції в умовах охолод-

ження вважається взаємодія по крайній мірі двох факторів: холодного і психоемоційного, які за допомогою специфічної і неспецифічної систем чутливості виявляють стимулюючу дію на мозкову речовину наднирників, в результаті чого виділяються катехоламіни, саме під впливом яких і відбувається стимуляція гіпоталамо-гіпофізарно-адренокортикальної системи [1, 5, 6].

Проте в науковій літературі недостатньо відомостей, які б характеризували одночасно і рівень гормонів і морфологічний стан клітин наднирників при дії такого стресового чинника як загальна глибока гіпотермія.

Мета дослідження - прослідкувати залежність та вивчити морфологічний та функціональний стан надниркових залоз на різних етапах після дії загальної глибокої гіпотермії.

Матеріали та методи

Експеримент виконано на 70 дорослих білих безпородних статевозрілих щурах-самцях, масою 160-200 г, яких було поділено на 2 групи: експериментальну (10) і

контрольну (60). Тварин експериментальної групи поміщали в холодову камеру з постійною температурою -32°C до досягнення ректальної температури $+12\text{--}+13^{\circ}\text{C}$ [3]. Забір матеріалу проводили одразу після впливу гіпотермії на 1, 3, 7, 14 та 30 добу.

Для гістологічного дослідження зрізи наднирників фарбували гематоксилін-еозином. Електронно-мікроскопічні дослідження проводили традиційним методом. Рівень кортизолу в крові тварин визначали імуноферментним аналізом, а рівень адреналіну - універсальним флуориметричним методом.

Утримання тварин та маніпуляції з ними здійснювали згідно вимог гуманного ставлення до піддослідних тварин, регламентованих Законом України "Про захист тварин від жорстокого поводження" (№3447-IV від 21.02.2006 р.) та Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург. 18.03.1986 р.).

Морфометричний аналіз товщини зон кори надниркових залоз, діаметра мікросудин, площі клітин та їх ядер як кіркової, так і мозкової речовин проводили за допомогою програмного забезпечення BIOVISION Version 2 нового покоління, використовуючи тринокулярний мікроскоп MC 300 (TXP) з підключеною професійною цифровою відеокамерою CAM V300. Отримані за допомогою комп'ютерної програми дані морфометричного аналізу структурних компонентів кровоносного русла і паренхіми надниркових залоз та цифрові показники вмісту у плазмі крові досліджуваних гормонів експортували в комп'ютерну програму Excel для подальшої статистичної обробки та зберігання. Визначали середнє арифметичне значення (M) та похибку середньої арифметичної (m) з використанням програмного забезпечення "Statistica-5,0". Вірогідність відмін середніх величин і їх похибок визначали за критерієм Ст'юдента.

Результати. Обговорення

На висоті та на ранніх термінах після дії загальної глибокої гіпотермії на субмікроскопічному рівні переважна більшість адренокортикоцитів пучкової зони перебуває в стані підвищеної морфофункціональної активності. Для таких клітин характерна наявність ядра неправильної форми із конденсованим по периферії каріолеми хроматином, мітохондрій із просвітленим матриксом та частково зруйнованими кристами, розширеними та вакуолізованими структурними компонентами ендоплазматичної сітки та апарату Гольджі. На висоті дії холоду ліпосоми починають звільнятися від свого вмісту, а на 3 добу їх переважна більшість стає спустошеними.

На 7 та 14 добу поряд із клітинами з деструктивними ознаками наявні адренокортикоцити з ознаками підвищеної секреторної активності, адже даний період відповідає стадії резистентності загального адаптаційного синдрому і проявляється підвищеною продукцією глюкортикоїдів пучковою зоною. Надмірне функціональ-

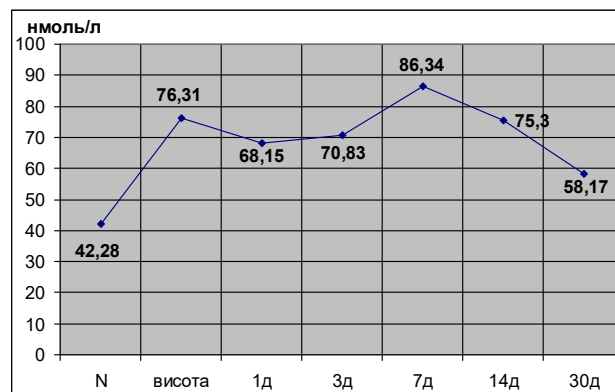


Рис. 1. Динаміка зміни концентрації кортизолу в крові щурів норми та на етапах після дії загальної глибокої гіпотермії.

не напруження таких клітин супроводжується їх апо- та голокриновим типом секреції. Із-за цього в пучковій зоні спостерігаються клітини із частково зруйнованою плазмолемою, а фрагменти їх цитоплазми виявляються в просвіті синусоїдних капілярів мозкової речовини наднирників. На 30 ж добу в переважній більшості клітин відбувається нормалізація структурної організації, лише в поодиноких адренокортикоцитах все ще зустрічаються мітохондрії із просвітленим матриксом і частково зруйнованими кристами, розширеними структурними компонентами ендоплазматичної сітки та апарату Гольджі, вакуолізованою цитоплазмою.

При дослідженні рівня кортизолу в крові щурів ми відмітили два піки його підвищення - на висоті, та на 7 день постгіпотермічного періоду (рис. 1). На 30 добу після дії холоду концентрація гормону ще залишається підвищеною і становить $58,17 \pm$ нмоль/л в порівнянні з $42,28 \pm$ нмоль/л в контролі. При цьому спостерігається збільшення товщини та величини адренокортикоцитів пучкової зони (табл. 1).

У мозковій речовині найбільш виражені зміни спостерігаються на ранніх термінах постгіпотермічного періоду і супроводжуються вакуолізацією цитоплазми клітин, деформацією ядер з конденсацією хроматину по периферії каріолеми, частковим руйнуванням крист та просвітленням матриксу мітохондрій, звільненням вмісту секреторних гранул. На пізніх етапах в деяких клітинах ці зміни ще зберігаються, а поодинокі клітини виглядають "спустошеними", в їх цитоплазмі зменшується кількість секреторних гранул, крім того, вони перебувають у фазі накопичення секрету.

Щодо морфометричних показників адренцитів мозкової речовини, то ми відмічаємо достовірне збільшення клітин та їх ядер практично на всіх термінах постгіпотермічного періоду (табл. 1). Рівень адреналіну в крові тварин підвищується (рис. 2), особливо на висоті після дії загальної глибокої гіпотермії і становить $273,31 \pm 9,42$ нмоль/л у порівнянні з $182,74 \pm 4,25$ у контролі. До 30 доби концентрація гормону знижується до контрольних величин.

Таблиця 1. Морфометричні показники клітин пучкової зони та мозкової речовини надниркових залоз в нормі та в різні терміни після дії холоду.

Показники	Норма	висота	1 день	3 день	7 день	14 день	30 день
Товщина пучкової зони (мкм)	498,16±2122	671,52±18,73 p<0,001	678,92±5,94 p<0,001	696,13±9,71 p<0,001	689,47±15,28 p<0,001	685,55±11,80 p<0,001	631,53±9,83 p<0,001
пл. ядра клітин пучкової зони (мкм ²)	15,89±0,71	23,86±0,63 p<0,001	27,08±0,59 p<0,001	26,14±0,54 p<0,001	25,54±0,62 p<0,001	21,09±0,79 p<0,01	18,49±0,52 p<0,05
пл. кліт. пучкової зони (мкм ²)	81,05±1,21	129,10±3,61 p<0,001	132,91±3,49 p<0,001	130,05±3,27 p<0,001	128,75±4,47 p<0,001	123,88±3,97 p<0,001	109,37±3,58 p<0,001
пл. ядра клітин мозкової речовини (мкм ²)	34,30±1,36	41,28±1,43 p<0,01	44,76±1,76 p<0,01	43,67±1,71 p<0,01	39,08±1,55 p<0,05	37,96±1,10 p>0,05	35,28±1,06 p>0,05
пл. кліт. мозкової речовини (мкм ²)	132,83±3,08	152,55±2,73 p<0,01	153,35±2,89 p<0,01	152,83±2,29 p<0,001	149,18±2,79 p<0,01	144,56±2,23 p<0,05	136,11±2,08 p>0,05

Таблиця 2. Морфометричні дані кровоносних судин надниркових залоз у нормі та на різних етапах після дії холоду.

Назва судин	Норма	висота	1день	3день	7день	14день	30день
артеріоли	22,10±1,11	18,28±0,78 p<0,05	17,14±0,83 p<0,01	17,84±0,74 p<0,05	26,52±0,60 p<0,01	24,08±0,78 p>0,05	23,17±0,93 p>0,05
капіляри клубочкової зони	5,48±0,21	4,21±0,25 p<0,01	4,28±0,17 p<0,01	4,87±0,12 p<0,05	6,34±0,18 p<0,05	6,16±0,13 p<0,05	6,01±0,24 p>0,05
капіляри пучкової зони	6,97±0,23	4,70±0,16 p<0,001	4,98±0,13 p<0,001	5,37±0,22 p<0,001	8,09±0,26 p<0,05	7,81±0,14 p<0,05	7,12±0,14 p>0,05
капіляри сітчастої зони	13,28±1,31	9,07±1,02 p<0,05	9,38±0,97 p<0,05	10,42±0,85 p>0,05	16,93±0,82 p<0,05	16,09±1,02 p>0,05	14,83±0,76 p>0,05
синусоїди мозкової р-ни	21,60±1,14	27,07±1,25 p<0,05	28,38±2,09 p<0,05	30,86±1,90 p<0,01	28,38±1,74 p<0,05	31,17±1,91 p<0,01	26,87±1,54 p<0,05
венули мозкової р-ни	52,78±2,12	63,21±2,79 p<0,05	61,63±1,85 p<0,05	61,06±2,71 p<0,05	64,42±3,95 p<0,05	60,81±2,48 p<0,05	56,49±2,64 p>0,05
центр. вена	119,98±2,11	129,73±2,26 p<0,01	132,50±1,66 p<0,01	134,18±2,92 p<0,01	139,85±2,68 p<0,001	131,41±3,25 p<0,05	123,12±2,05 p>0,05

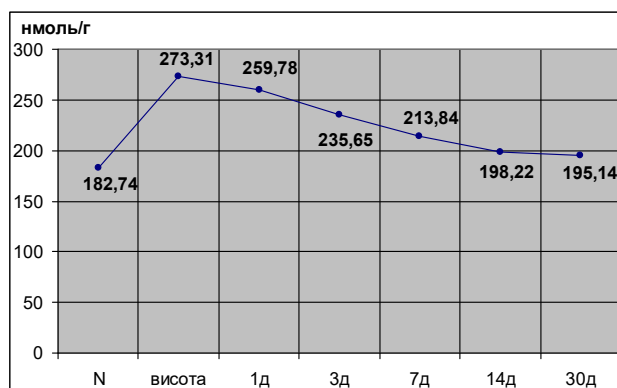
У гемомікроциркуляторному руслі на ранніх етапах після дії загальної глибокої гіпотермії наявні набрякові ознаки внутрішньоклітинних компонентів, при цьому просвіт гемокапілярів кори звужується, синусоїдів та венонних судин - розширюється (табл. 2). На 7 добу відмічається дилатація мікросудин. В складових компонентах їх стінки набрякові процеси зменшуються, але нарастають деструктивні явища: цитоплазма ендотеліоцитів вакуолізується, в ній збільшується кількість ліпідних включень і мікропіноцитозних пухирців, ядра деформуються, мітохондрії із частково зруйнованими кристами та просвітленим матриксом, мембранні структури ендоплазматичної сітки та апарату Гольджі розширюються. Спостерігається інвагінація люменальної поверхні ендотеліоцитів та явища мікроклазматозу.

На 14-ту добу у структурних компонентах гемомікроциркуляторного русла поряд з внутрішньоклітинними компенсаторно-приспосувальними явищами відмічаються поодинокі мікросудини з деструктивними ознаками ендотеліоцитів, що характеризуються наявністю в їх цитоплазмі зруйнованих органел. До 30 доби переважна більшість мікросудин набувають характерної для норми будови.

Практично на всіх термінах після дії холоду

відмічається агрегація формених елементів крові в просвіті мікросудин, збільшення кількості фіброцитів у сполучнотканинних прошарках та лейкоцитарна інфільтрація паренхіми надниркової залози.

Інтенсивний викид катехоламінів мозковою речовиною на висоті дії холоду приводить організм в стан загальної підвищеної активності, адже під впливом цих гормонів: 1) стимулюється глікогеноліз у печінці; 2) сти-

**Рис. 2.** Динаміка зміни концентрації адреналіну в крові щурів в нормі, на висоті дії холоду та в різні терміни постгіпотермічного періоду.

мулюється ліполіз і підвищується в крові вміст вільних жирних кислот; 3) підвищується тканинне дихання і температура тіла; 4) посилюється і пришвидшується скорочення серцевого м'язу; 5) підвищується кров'яний тиск; 6) розширюються коронарні судини; 7) розширюються бронхи і посилюється легенева вентиляція; 8) збільшується збудливість кори головного мозку тощо [4].

Встановлено, що діяльність симпатно-адреналової системи пов'язана з функціями гіпоталамо-гіпофізарно-адренкортикальної осі. Так більшість ефектів катехоламінів на клітини стимулюється глюкокортикоїдами. Крім того кортикостероїди посилюють в хромафінній тканині біосинтез ферменту фенілетаноламін-N-метилтрансферази, що сприяє перетворенню норадреналіну в адреналін [4, 8]. Цим пояснюється одночасне підвищення рівня катехоламінів та глюкокортикоїдів на висоті та в ранні терміни після дії холоду, які відповідають стадії тривоги загального адаптаційного синдрому. Другий пік підвищення кортикостероїдів співпадає із стадією резистентності, що характеризується стійким і тривалим збільшенням опірності організму як до фактора, що викликав стрес, так і до інших патогенних агентів [5].

Наші дослідження свідчать, що гостра стресова гіпертрофія надниркових залоз розвивається протягом кількох годин після початку дії пошкоджуючого фактора за рахунок гіпертрофії клітин пучкової зони, що співпа-

дає з результатами дослідження інших авторів [1, 2, 5]. Проте в більшості наукових роботах описано одномоментне зростання рівня глюкокортикоїдів [4, 8, 9], ми ж спостерігали достовірне підвищення концентрації кортизолу як на висоті дії холоду, так і на 7 добу постгіпотермічного періоду, що очевидно, направлено на швидку і тривалу мобілізацію захисних сил організму.

Висновки та перспективи подальших розробок

1. Відразу після дії загальної глибокої гіпотермії спостерігається зростання концентрації кортизолу та адреналіну в крові щурів, що свідчить про тісний взаємозв'язок симпатно-адреналової та гіпоталамо-гіпофізарно-адренкортикальної систем.

2. На етапах постгіпотермічного періоду на 7 добу відмічається другий пік підйому кортизолу, при цьому рівень адреналіну знижується.

3. На фоні підвищення функціональної активності спостерігається гіпертрофія клітин пучкової зони та мозкової речовини надниркових залоз.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку не викликають сумнівів, адже невідомо як саме на пізніх термінах після дії загальної глибокої гіпотермії будуть проходити відновні процеси в надниркових залозах.

Список посилань

1. Кириллов, О. И. (1994). *Стрессовая гипертрофия надпочечников*. Москва: Наука.
2. Шепітько, В. І. (2003). Вплив трансплантації кріоконсервованої плаценти на морфофункціональний стан наднирників. *Вісник морфології*, 1, 59-61.
3. Шутка, Б. В., Попадинець, О. Г., & Жураківська, О. Я. (2004). Спосіб моделювання загальної глибокої гіпотермії в експерименті. 65225A(UA) A61B5/01.-(3).
4. Hangalapura, B. N., Nieuwland, M. G., Buyse, J., Kemp, B., & Parmentier, H. K. (2004). Effect of duration of cold stress on plasma adrenal and thyroid hormone levels and immune responses in chicken lines divergently selected for antibody responses. *Poult Science*, 83 (10), 1644-1649. DOI:10.1093/ps/83.10.1644.
5. Bartalucci, A., Ferrucci, M., Fulceri, F., Lazzeri, G., Lenzi, P., Toti, L., ... Gesi, M. (2012). High-intensity exercise training produces morphological and biochemical changes in adrenal gland of mice. *Histology and histopathology*, 27 (6), 753-769. doi: 10.14670/HH-27.753.
6. Castellani, J. W., & Young, A. J. (2016). Human physiological responses to cold exposure: Acute responses and acclimatization to prolonged exposure. *Autonomic Neuroscience*, 196, 63-74. doi: 10.1016/j.autneu.2016.02.009.
7. Petrovic-Kosanovic, D., Velickovic, K., Koko, V., Jasnic, N., Cvijic, G., & Milovevic, M. (2012). Effect of acute heat stress on rat adrenal cortex - a morphological and ultrastructural study. *Central European Journal of Biology*, 7 (4), 611-619. DOI: 10.2478/s11535-012-0055-y.
8. Swierczynska, M. M., Mateska, I., Peitzsch, M., Bornstein, S. R., Chavakis, T., Eisenhofer, G. ... Eaton, S. (2015). Changes in morphology and function of adrenal cortex in mice fed a highfat diet. *International Journal of Obesity*, 39 (2), 321-330. doi: 10.1038/ijo.2014.102.
9. Vinson, G. P. (2016). Functional zonation of the adult mammalian

adrenal cortex. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 238. doi: 10.3389/fnins.2016.00238.

References

1. Kirillov, O. I. (1994). *Stressovaya gipertrofiya nadpocheknikov* [Stress hypertrophy of the adrenal glands]. Moskva: Nauka.
2. Shepitko, V. I. (2003). Vplyv transplantatsii kriokonservovanoi platsenty na morfofunktsionalnyi stan nadnyrnnykiv [Influence of transplantation of cryopreserved placenta on morphofunctional state of the adrenal glands]. *Visnyk morfolohii - Reports of Morphology*, 1, 59-61.
3. Shutka, B. V., Popadynets, O. H., & Zhurakivska, O. Ya. (2004). Sposib modeliuvannia zahalnoi hlybokoi hipotermii v eksperymenty [The method of modeling the general deep hypothermia experiment] 65225A(UA) A61V5/01, (3).
4. Hangalapura, B. N., Nieuwland, M. G., Buyse, J., Kemp, B., & Parmentier, H. K. (2004). Effect of duration of cold stress on plasma adrenal and thyroid hormone levels and immune responses in chicken lines divergently selected for antibody responses. *Poult Science*, 83 (10), 1644-1649. DOI:10.1093/ps/83.10.1644.
5. Bartalucci, A., Ferrucci, M., Fulceri, F., Lazzeri, G., Lenzi, P., Toti, L., ... Gesi, M. (2012). High-intensity exercise training produces morphological and biochemical changes in adrenal gland of mice. *Histology and histopathology*, 27 (6), 753-769. doi: 10.14670/HH-27.753.
6. Castellani, J. W., & Young, A. J. (2016). Human physiological responses to cold exposure: Acute responses and acclimatization to prolonged exposure. *Autonomic Neuroscience*, 196, 63-74. doi: 10.1016/j.autneu.2016.02.009.
7. Petrovic-Kosanovic, D., Velickovic, K., Koko, V., Jasnic, N., Cvijic, G., & Milovevic, M. (2012). Effect of acute heat stress on rat adrenal cortex - a morphological and ultrastructural study. *Central European Journal of Biology*, 7 (4), 611-619. DOI: 10.2478/s11535-012-0055-y.

10.2478/s11535-012-0055-y.

8. Swierczynska, M. M., Mateska, I., Peitzsch, M., Bornstein, S. R., Chavakis, T., Eisenhofer, G., ... Eaton, S. (2015). Changes in morphology and function of adrenal cortex in mice fed a highfat diet. *International Journal of Obesity*, 39 (2), 321-330. doi:

10.1038/ijo.2014.102.

9. Vinson, G. P. (2016). Functional zonation of the adult mammalian adrenal cortex. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 238. doi: 10.3389/fnins.2016.00238.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НАДПОЧЕЧНИКОВ В СОЧЕТАНИИ С ИХ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПОСТГИПОТЕРМИЧЕСКОГО ПЕРИОДА

Князевич-Чорна Т.В., Михайлюк И. О., Рудяк А.Н., Тарасевич Н.Р.

Аннотация. Проблема адаптации человека к экстремальным факторам внешней среды, в частности к холодовому, который является одним из самых распространенных, актуальна как с общебиологической, так с медицинской точек зрения. При этом происходит морфологическая перестройка в различных органах и тканях, а иногда изменения приобретают необратимый характер. И потому как с научной, так и с практической точек зрения, важна оценка роли холодового фактора, влияние которого испытывает большинство живых существ, в частности на надпочечники, которые одни из первых реагируют на изменение внутренней среды организма. Цель исследования - проследить зависимость и изучить морфологическое и функциональное состояние надпочечников на разных этапах после действия общей глубокой гипотермии. С помощью гистологического, электронно-микроскопического, иммуноферментного, флуориметрического и статистического методов исследования было изучено морфологическое и функциональное состояние надпочечников белых беспородных половозрелых крыс-самцов в различные периоды после воздействия общей глубокой гипотермии. Морфометрический анализ толщины зон коры надпочечников, диаметра микрососудов, площади клеток и их ядер как коры, так и мозгового вещества проводили с помощью программного обеспечения BIOVISION Version 2. Определяли среднее арифметическое значение (M) и погрешность средней арифметической (m) с использованием программного обеспечения "Statistica-5,0". Вероятность различий средних величин и их погрешностей определяли по критерию Стьюдента. Установлено, что на высоте действия холода происходит рост уровней кортизола и адреналина наряду с гипертрофией клеток пучковой зоны и мозгового вещества надпочечников. На этапах постгипотермического периода наблюдается еще один подъем кортикостероидов на 7 сутки, при этом концентрация катехоламинов снижается. Гипертрофия адренокортикоцитов пучковой зоны сохраняется до 30 дня, а адренцитов мозгового вещества - до 7 суток после действия общей глубокой гипотермии. На 14 сутки в структурных компонентах гемомикроциркуляторного русла рядом с внутриклеточными компенсаторно-приспособительными явлениями отмечаются единичные микрососуды с деструктивными признаками эндотелиоцитов. До 30 дня подавляющее большинство микрососудов приобретают характерное для нормы строение. Эти изменения свидетельствуют о тесной взаимосвязи симпатoadrenalовой и гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной систем. Результаты проведенных исследований расширяют представления об особенностях ангиоархитектоники и субмикроскопического строения паренхимы надпочечников, раскрывают структурно-функциональные основы их перестройки после воздействия общей глубокой гипотермии.

Ключевые слова: надпочечники, кортикостероиды, катехоламины, общая глубокая гипотермия.

FUNCTIONAL STATE OF THE ADRENAL GLANDS WITH COMBINATION OF THEIR MORPHOLOGICAL REORGANIZATION AT DIFFERENT STAGES OF A POSTHYPOThERMIC PERIOD

Knyazevich-Chorna T.V., Mikhailyuk I.O., Rudyak A.N., Tarasevych N.R.

Annotation. The problem of human adaptation to extreme environmental factors, in particular to the cold, which is one of the most common, is relevant from general biological and medical points of view. In this case, morphological reorganization takes place in various organs and tissues, and sometimes the changes become irreversible. That's why from a scientific and practical point of view it is important to assess the role of the cold factor, the influence of which is experienced by most living beings, in particular on the adrenal glands, which are among the first to react to changes in the internal environment of the body. The purpose of the study is to follow the dependence and to study the morphological and functional state of the adrenal glands at various stages after the action of general deep hypothermia. The morphological and functional state of the adrenal glands of white outbred adult male rats was studied using histological, electromicroscopic, enzyme-linked immunosorbent assay, fluorometric, and statistical methods of research in various periods after exposure to general deep hypothermia. The morphometric analysis of the thickness of the adrenal cortex zones, the diameter of the microvessels, the area of cells and their cores, both cortical and brain, was performed using the software VIAVISION Version 2. The average arithmetic mean (M) and the mean arithmetic mean (m) error using the software were determined. "Statistica-5,0". The probability of the difference between the mean values and their errors was determined by the criterion of the Student. It has been established that at the height of the cold action, the levels of cortisol and adrenaline increase, along with hypertrophy of the cells of the fasciculate zone and the adrenal medulla. At the stages of the posthypothermic period, one more rise of corticosteroids is observed on the 7th day, while the concentration of catecholamines decreases. The hypertrophy of the adrenocorticyte of the fasciculate zone persists until the 30th day, and the adrenocyte of the medulla lasts up to 7 days after the action of general deep hypothermia. On the 14th day, in the structural components of the hemomicrocirculatory bed, next to intracellular compensatory-adaptive phenomena, single microvessels with destructive signs of endothelial cells are noted. Until the 30th day, the vast majority of microvessels acquire the characteristic structure of the norm. These changes indicate a close relationship of the sympathoadrenal and hypothalamic-pituitary-adrenocortical systems. The results of the conducted research expand modern ideas about the features of angioarchitecture and the submicroscopic structure of the adrenal parenchyma, reveal the structural and functional bases of their restructuring after exposure to general deep hypothermia.

Keywords: adrenal glands, corticosteroids, catecholamines, general deep hypothermia.