

In our study, all the substances selected for work had an effect on the processes of mast cell secretion. At the same time, flokalin, foridon, a mixture of both of these substances, as well as alkalization of the environment, proved to be stimulators of mast cell degranulation. Quercetin and caffeine, on the contrary, have an inhibitory effect on the secretion of mast cells. The maximum effect of stimulation of the secretion of mast cells was registered when using a mixture of Focalin and Foridone, the lowest – when using Focalin. This trend is characteristic of both subcutaneous adipose tissue and mesentery, and it is also inherent in vivo and in vitro conditions. The stabilizing effect of quercetin and caffeine on mast cell secretion was characteristic of both mesenteric and subcutaneous adipose tissue mast cells in vivo and in vitro. The smallest degree of changes in the secretion of mast cells under the influence of the applied substances was recorded in preparations of subcutaneous adipose tissue, compared to preparations of mesentery. To the greatest extent, changes of mast cells were present in in vitro conditions, compared to the in vivo.

Key words: mast cells, colon, degranulation, mesentery, subcutaneous fat.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Kirichek P. V.: <https://orcid.org/0000-0002-2760-9225> ^{ABCD}

Lukyantseva H. V.: <https://orcid.org/0000-0002-8054-0108> ^{ADEF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest. / Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Kirichek Pavlo Volodymyrovych / Киричек Павло Володимирович

National University of Ukraine on Physical Education and Sport / Національний університет фізичного виховання і спорту України

Ukraine, 03150, Kyiv, 1 Fizkultury str. / Адреса: Україна, 03150, м. Київ, вул. Фізкультури 1

Tel.: 0685935093 / Тел.: 0685935093

E-mail: del-p@ukr.net

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті

Received 20.03.2024 / Стаття надійшла 20.03.2024 року

Accepted 23.08.2024 / Стаття прийнята до друку 23.08.2024 року

DOI 10.29254/2077-4214-2024-3-174-289-298

UDC 616–001.18:616.12–008.6:576.31:616–091–092.9

Kosharnyi V. V., Kagramanyan A. K., Abdul-Ogly L. V., Ruthaizer V. G., Demchenko O. M.

MICROSCOPIC CHANGES IN NEPHRON STRUCTURES OF RENAL TISSUE FOLLOWING BLAST-INDUCED EXPERIMENTAL TRAUMA

Dnipro State Medical University (Dnipro, Ukraine)

kosha.v@ukr.net

Our study shows that pressure waves significantly affect the structural and functional activity of the kidney, especially in the acute and early stages after exposure. Damage was mainly observed to the nephron and its components, including the renal corpuscle and the proximal and distal tubular system. However, in later stages, these injuries became more irreversible and were characterized by a destructive and sclerotic process in some areas of the renal parenchyma. Under conditions simulating blast waves, we observed that animals developed more pronounced disorders in the acute phase of exposure, such as edema and massive hemorrhage, which could be stabilized to prevent further complications. This provides a theoretical basis for possible emergency interventions after blast waves, which were the etiological factor of renal injury in our study. In the early stage after trauma, edema was slightly reduced, but hemorrhage was more severe and extensive. At later stages after exposure to pressure waves, we observed areas of dystrophic necrotic changes of tubular epithelium in the renal parenchyma, which made necrotic areas visible, and the degenerative and destructive processes intensified in the renal parenchyma. Thus, according to the results of the experimental study, the most significant morphological and histochemical changes in tissue and structural components appeared in the acute phase (first day) and early phase (seventh day) after pressure wave exposure, but at later stages (fourteenth day) these phenomena and manifestations became irreversible in some areas.

Key words: kidney, nephron, renal corpuscle, tubules, blast wave, trauma.

Connection of the publication with planned research works.

The research was carried out within the framework of the scientific topic of the Department of Clinical Anatomy, Anatomy and Operative Surgery “Morphofunction-

al state of organs and tissues of experimental animals and humans in ontogenesis in normal and under the influence of external and internal factors”, state registration number 0117U003181.

Introduction.

Traumatic kidney injuries, particularly in present-day conditions, result in a high mortality rate, reaching up to 60% in certain forms of damage. Such patients, with injuries localized in this area and associated with impaired urinary evacuation and neuro-urological complications, are observed in 90% of cases [1, 2]. Given the blast and mine-explosion nature of injuries, which is a characteristic of modern combat, there is a noted increase in the prevalence of these traumas [3]. The most common injuries in contemporary localized wars and armed conflicts are multiple wounds caused by fragments of explosive devices, leading to damage to several anatomical zones. Despite extensive research into blast waves as a process of oscillation propagation through various physical media and the transmission of these oscillations affecting individual organs and systems of the human body, the relevance of studying the impact of blast waves remains undeniable. Specifically, this pertains to the effects of the blast wave on kidney tissue – a paired organ located in the retroperitoneal space, the nephron and its structural components, particularly the nephron tubules, and severe urinary infections, which according to literature data, affect 8.3%-17.2% of patients [4, 5]. Therefore, studying the dynamics of morphological and histochemical changes in kidney tissue following a blast wave is a highly relevant issue for both theoretical and practical medicine, with instrumental investigations providing substantial assistance in this area. Recently, high-resolution computed tomography, multimodal neurophysiological monitoring, and the measurement of effective filtration pressure (EFP) – which depends on the hydrostatic pressure of glomerular capillary blood (Pc), blood oncotic pressure (Po), and the hydrostatic pressure of the ultrafiltrate in the capsule (Pu) – have been widely introduced into medical practice. Additionally, modern surgical microscopes and advancements in microsurgical techniques have significantly enhanced diagnostic capabilities, expanded options for intensive therapy, and surgical treatment, and improved outcomes. Strict adherence to clinical practice guidelines allows for “treating the right patient properly at the right place and at the right time” [6, 7].

The aim of the study.

To identify the microscopic changes in kidney tissue and nephron structures following blast wave exposure during the acute, early, and late phases.

Object and research methods.

During work the principles of Helsinki were followed with experimental animals declaration adopted by the General Assembly of the World Health Organization association (1964-2000), the Council of Europe Convention on Human Rights and of biomedicine (1997), in accordance with the provisions of the WHO, the International Council medical and scientific societies, the International Medical and Scientific Council societies, the International Code of Medical Ethics (1983) and laws of Ukraine, «General ethical principles of experiments on animals», which were approved by the First National Congress on Bioethics (Kyiv, 2001) according to with the provision of the «European Convention for the Protection of Ver-

tebrate Animals which are used for experimental and other scientific purposes» (Strasbourg, 1987).

A total of 100 rats participated in the experiment. Throughout the study, none of the experimental animals died as a result of the blast wave exposure. The distribution of the control and three experimental groups is presented in **table**.

All animals were kept in the usual conditions of a standard cage, they were systematically observed. An experimental white rat was put under thiopental anesthesia. The impact of the shock wave on the abdominal wall of the animal was carried out, so it was placed vertically, the abdominal wall to the membrane with the fixation of the neck, limbs, tail with the help of a shaped metal structure with a clamp.

Table – Distribution of material in the control and experimental groups

Name of experimental groups	Control group	After blast wave exposure, the acute phase	After blast wave exposure, the early phase	After blast wave exposure, late phase
Total Number of Subjects	25	25	25	25
Percentage per Group	25%	25%	25%	25%

A rubber diaphragm was attached to the open end opening of the low-pressure chamber. By connecting the device to a standard electrical network, an electromagnetic valve was activated, which blocked the connection between the high and low pressure chambers. The next step was to activate the compressor, which pumped the air mixture into the high-pressure chamber for 5-10 seconds. After reaching the appropriate pressure, an electromagnetic valve was activated, which opened the connection. And the flow of the air mixture with excess pressure is released into the low-pressure chamber. At the same time, after turning on the solenoid valve, the compressor was turned off.

Upon reaching the outlet end, this air stream with excess pressure (shock wave) destroyed the diaphragm and affected the test animal locally. The moment of diaphragm rupture was recorded by a dynamic pressure sensor. Patent (Pat. 146858 Ukraine, IPC G09B23/28) [8].

Histological examination was carried out to establish microscopic changes in rat kidneys and establishing the dynamics of changes under the influence of a shock wave. These studies were performed after fixation with Bouin's fluid and after total hematoxylin staining, performed under incident light and transmitted light.

Research results and their discussion.

Our research has shown that a blast wave significantly impacts the structure and functional activity of the kidneys, particularly in the acute and early periods following exposure. However, in the late period, these disturbances become more irreversible, characterized by destructive and sclerotic phenomena in certain areas of the renal parenchyma. After the blast wave exposure, damage is primarily observed in the structural and functional unit of the kidneys – the nephron and its components, including the renal corpuscle and tubular apparatus. The kidney is covered by a dense fibrous capsule. Normally, the bulk of the cortex is composed of the proximal and distal convoluted tubules of the nephrons. Among these, the rounded, darker renal corpuscles are clearly distinguished, with well-defined components – the capsule and the capillary glomerulus. Medullary rays, which are arranged radially, extend into the corti-

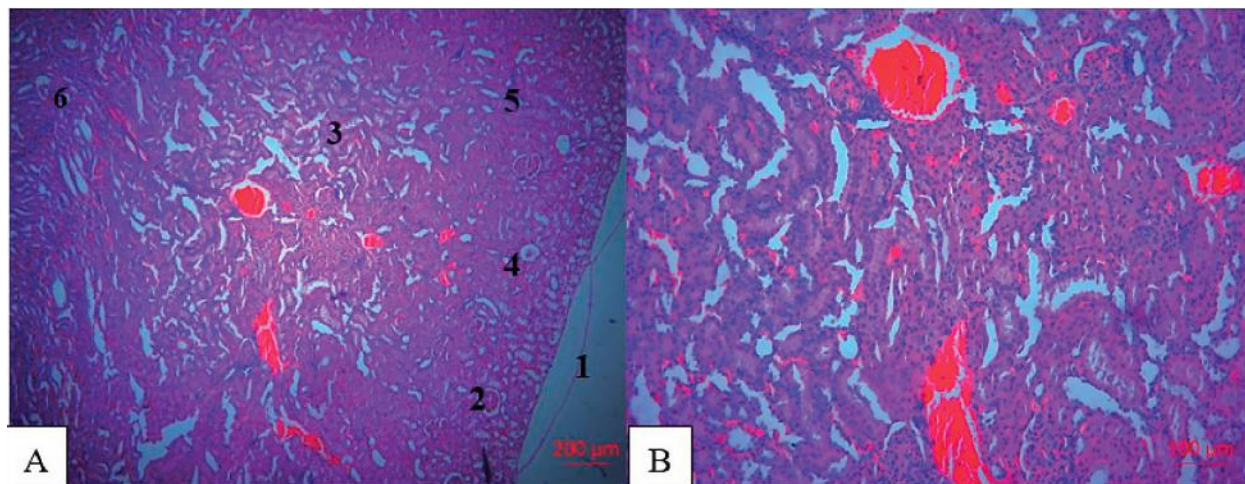


Figure 1 – A – Rat kidney after blast wave exposure during the acute period (first-day post-exposure) with extensive hemorrhages; B – enlarged fragment of A. Hematoxylin and eosin staining. Magnification: A: ocular lens 4x; objective lens 10x; B: ocular lens 10x; objective lens 40x. Designations: 1 – capsule; 2 – cortex; 3 – medulla; 4 – renal corpuscle; 5 – nephron tubules; 6 – collecting ducts.

cal substance. Deeper into the kidney lies the medulla, mainly composed of collecting ducts and nephron loops. However, significant changes occur in these structures during pathological conditions, which we tracked at the microscopic level. Histologically, in the acute period, swelling and hemorrhages in the renal parenchyma were observed (fig. 1).

These hemorrhages have a characteristic feature – during the acute period, they cover a larger area. They are isolated but very pronounced and visualized on histological sections of the renal parenchyma (figs. 2, 3).

However, in the early period of the second experimental group, on the seventh day after blast wave exposure, these hemorrhages become more intense, their number significantly increases, but their distribution becomes more pinpoint (fig. 4-A, B; fig. 5).

A distinctive feature during this period is the appearance of renal corpuscles with a more prominently enlarged glomerular capillary network, occupying a larger area relative to the Bowman's capsule. This was identified as a possible compensatory adaptive mechanism to increase pressure and respond to the hypoxic condition formed in this experimental group as a reaction to the traumatic effect of the blast wave.

In the renal parenchyma of the third experimental group, during the late period on the fourteenth-day post-exposure to the blast wave, destructive and degenerative changes occur. These manifest in the nephron, such as in the renal corpuscle, where there is an absence of the clearly defined two-layered Bowman's capsule and a relative fusion of the glomerular capillaries with the capsule. Additionally, sclerosis of the nephron tubules follows hypoxic-necrotic phenomena around the dilated vessels (fig. 6 – A, B).

Thus, it was established that after the blast wave exposure, during the acute and early periods, changes occurred in individual renal corpuscles – the glomerulus and capsule, as well as in the excretory tubules of the nephron. Foci of dystrophic-necrotic changes in the tubular epithelium with visualization of necrotic areas were observed, resulting from acute hypoxia caused by fibrinous deposits around the vascular walls and hemorrhages. These hemorrhages, while sparse, were prominent and well visualized on histological sections of the renal parenchyma during the acute phase. A characteristic feature of these hemorrhages is that, in the acute phase, they covered a larger area, but by the early period, on the seventh day after the blast wave exposure,

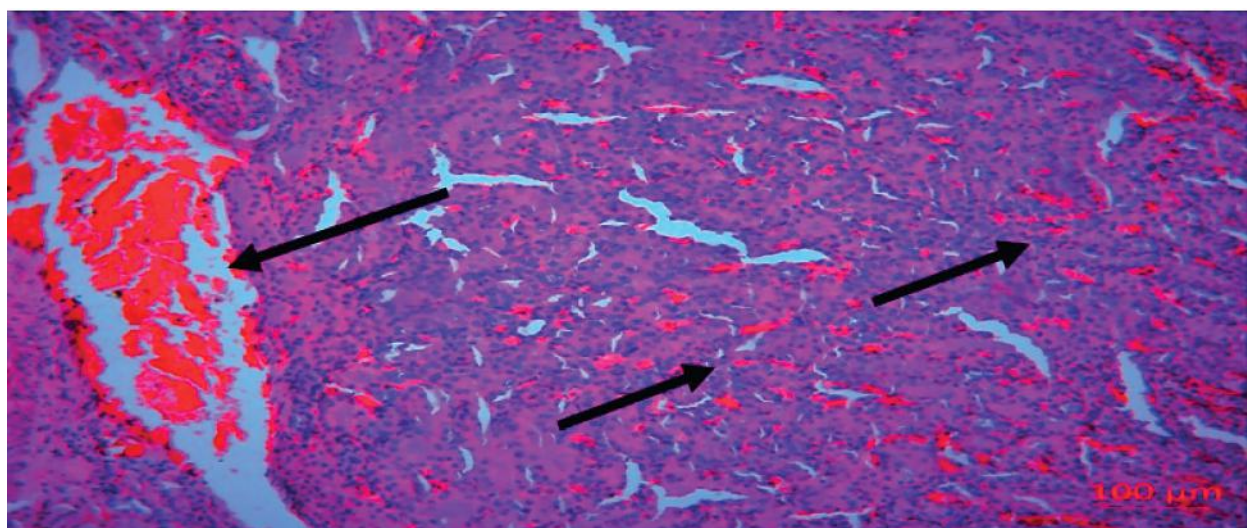


Figure 2 – Rat kidney with hemorrhages in the renal parenchyma from the first experimental group during the acute period (first day). Hemorrhages are indicated by arrows. Hematoxylin and eosin staining. Magnification: ocular lens 10x; objective lens 40x.

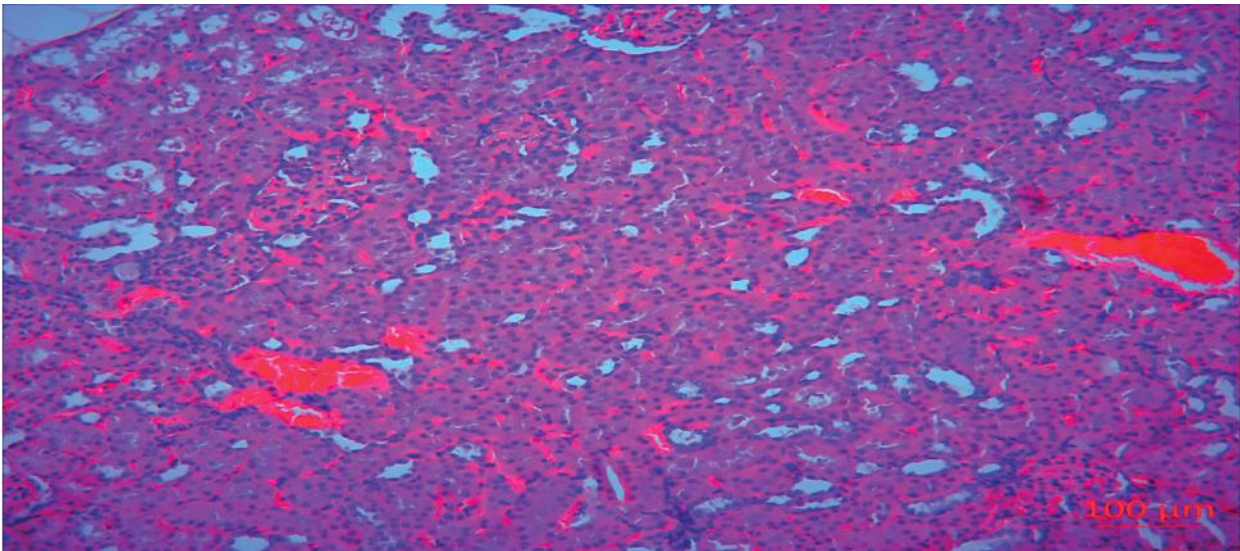


Figure 3 – Rat kidney after blast wave exposure during the early period (seventh-day post-exposure). Hematoxylin and eosin staining. ocular lens 10x; objective lens 40x.

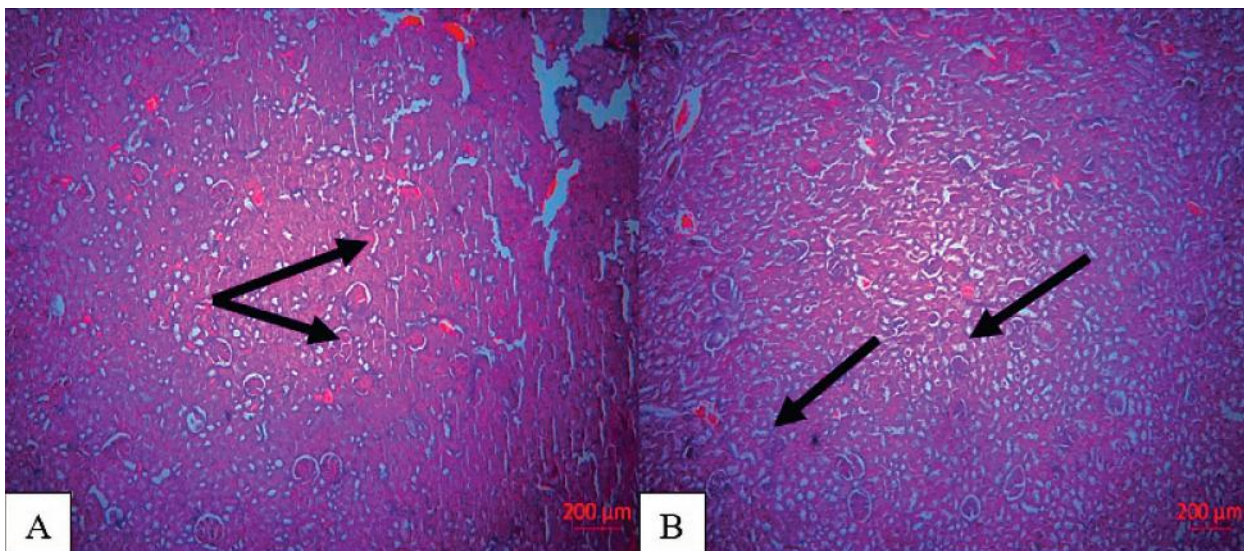


Figure 4 – Rat kidney during the early period after blast wave exposure (seventh-day post-exposure) (A, B). The nephron renal corpuscles are indicated with arrows. Hematoxylin and eosin staining. Magnification: ocular lens 4x; objective lens 10x.

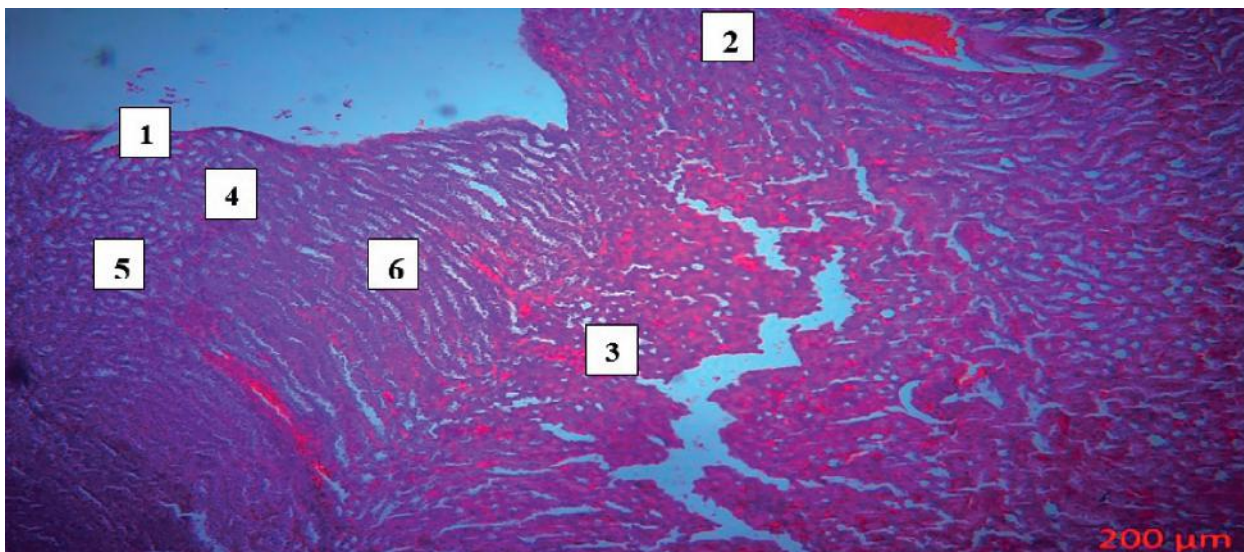


Figure 5 – Rat kidney from the second experimental group after blast wave exposure during the early period (seventh-day post-exposure). Hematoxylin and eosin staining. Magnification: ocular lens 4x; objective lens 10x. Designation: 1 – capsule; 2 – cortical substance; 3 – medullary substance; 4 – renal corpuscle; 5 – nephron tubules; 6 – collecting ducts.

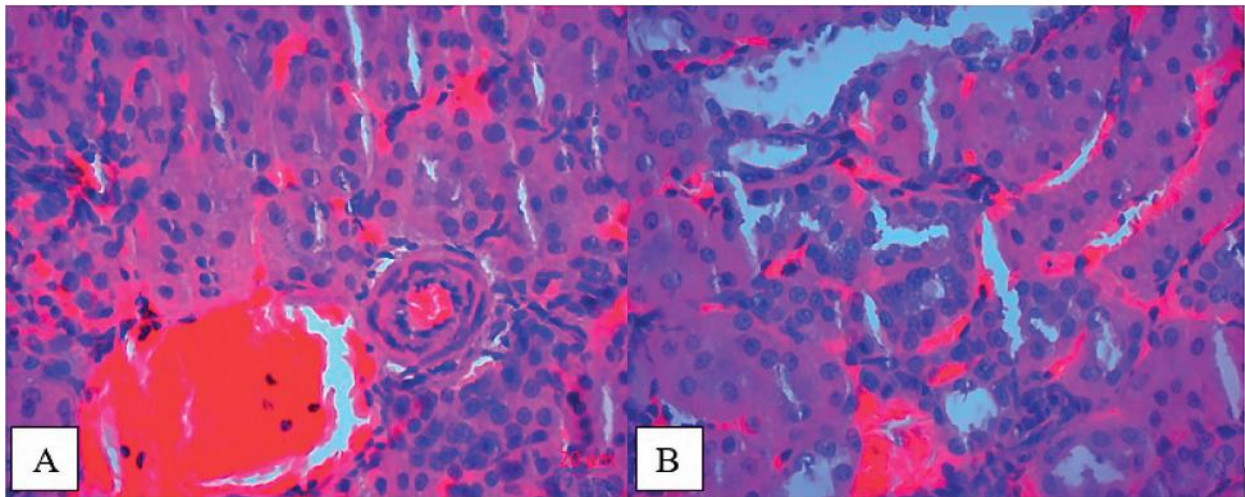


Figure 6 – Rat kidney from the third experimental group in the late period, on the fourteenth day after blast wave exposure (A, B). Hematoxylin and eosin staining. Magnofocation: ocular lens 10x; objective lens 40x.

these hemorrhages became more intense, with a significant increase in their number, although their distribution was more localized. Another notable observation during the early period is the appearance of renal corpuscles with a markedly enlarged glomerulus occupying a larger area to Bowman's capsule. This was interpreted as a possible compensatory-adaptive mechanism for increased pressure and response to hypoxic conditions, which developed in this experimental group as a reaction to the traumatic effects of the blast wave. In the late period after the blast injury, degenerative, destructive, and sclerotic processes were observed in the renal tissue, with some areas showing irreversible damage. Thus, based on the results of the experimental study, the most significant morphohistochemical changes in the renal tissue and nephron structures occurred during the acute and early periods, with the appearance of necrotic areas in the late period, on the fourteenth day after blast wave exposure. These changes had an irreversible nature, representing the long-term consequences of blast injury on the renal parenchyma.

Conclusions.

The conditions of the simulated blast wave, using three experimental models and histopathological lesions specific to the renal parenchyma of rats, highlight the significant issue of traumatic and post-traumatic damage to the renal parenchyma, particularly the nephron structures — renal corpuscles and the proximal and distal tubule systems. Our research demonstrated that the blast wave severely affects the structure and functional activity of the kidneys, especially during the acute and early periods after exposure. However, in the late period, these disturbances take on a more irreversible nature, characterized by destructive and sclerotic phenomena in certain areas of the renal parenchyma.

Prospects for further research.

Future studies should aim to substantiate the macro- and microscopic changes in the renal parenchyma in comparison with the control group, as well as post-traumatic changes in nephron structures after blast wave exposure in the acute, early, and late periods.

DOI 10.29254/2077-4214-2024-3-174-289-298

УДК 616–001.18:616.12–008.6:576.31:616–091–092.9

Кошарний В. В., Каграманян А. К., Абдул-Огли Л. В., Рутгайзер В. Г., Демченко О. М.

МІКРОСКОПІЧНІ ЗМІНИ У СТРУКТУРАХ НЕФРОНУ ТКАНИНИ НИРОК ПІСЛЯ ВИБУХОВОЇ ІНДУКОВАНОЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ТРАВМИ

Дніпровський державний медичний університет (м. Дніпро, Україна)

kosha.v@ukr.net

Наше дослідження показує, що хвилі тиску суттєво впливають на структурно-функціональну активність нирки, особливо в гострій і ранній стадіях після впливу. Пошкодження спостерігалося в основному для нефрону та його компонентів, включаючи ниркове тільце та проксимальну та дистальну канальцеву систему. Однак на пізніх стадіях ці ушкодження набули незворотного характеру і характеризувались деструктивно-склеротичним процесом в окремих ділянках ниркової паренхіми. В умовах, що імітують вибухову хвилю, ми спостерігали, що у тварин розвивалися більш виражені розлади в гострій фазі впливу, такі як набряк і масивна кровотеча, які можна було стабілізувати, щоб запобігти подальшим ускладненням. Це дає теоретичне обґрунтування можливих екстрених втручань після вибухових хвиль, які були етіологічним фактором ураження нирок у нашому дослідженні. На ранній стадії після травми набряк дещо зменшився, але крововилив був сильнішим і більшим. На більш пізніх термінах після впливу хвиль тиску в нирковій паренхімі спостерігалися ділянки дистрофічно-некротичних змін епітелію канальців, у яких ставали видимими некротичні ділянки та посилювалися дегенеративно-деструктивні процеси в паренхімі нирки. Таким чином, за результатами експериментального дослідження, найбільш суттєві морфологічні та гістохімічні зміни тканин і структурних компонентів виявлялися в

гострій фазі (перша доба) і ранній фазі (сьома доба) після впливу хвилі тиску, але на більш пізніх стадіях (чотирнадцята доба), ці явища та прояви набули незворотного характеру в окремих ділянках.

Ключові слова: нирка, нефрон, ниркове тільце, канальці, вибухова хвиля, травма.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дослідження виконано в рамках наукової теми кафедри клінічної анатомії, анатомії та оперативної хірургії «Морфофункціональний стан органів і тканин експериментальних тварин і людини в онтогенезі в нормі та під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів», номер державної реєстрації 0117U003181.

Вступ.

Травматичні ураження нирок, особливо за умов теперішнього часу, дають велику смертність, яка досягає при деяких формах ушкоджень 60%. Такі постраждали з такою локалізацією пошкоджень, яка супроводжується порушенням евакуації сечі та нейроурологічними ускладненнями зустрічаються в 90% випадків [1, 2]. З огляду на вибуховий та мінно – вибуховий характер ураження, що є особливістю сучасного бою, відзначають тенденцію до збільшення таких травм [3]. Найбільш поширеними за умов сучасних локальних війн і збройних конфліктів є множинні поранення, спричинені фрагментами вибухового пристрою, які зумовлюють ушкодження кількох анатомічних зон. Незважаючи на інтенсивні дослідження вибухової хвилі як процесу розповсюдження коливань у будь – якому фізичному середовищі та процесу передачі цих коливань, які впливають на окремі органи і системи організму людини, немає сумніву актуальності даного дослідження, стосовно не тільки наслідків впливу вибухової хвилі на тканину нирок – парного органу, розташованому в заочеревинному просторі, а і нефрону та його структурних компонентів, особливо, канальців нефронів, а і тяжкої сечової інфекції, яка по даним літератури складає 8,3%-17,2% постраждалих [4, 5]. Тобто вивчення динаміки морфологічних, гістохімічних змін тканини нирок, які виникають і реагують після вибухової хвилі є актуальним питанням, як для теоретичної так і для практичної медицини і у цьому питанні дуже допомагають інструментальні дослідження. Останнім часом у медичну практику широко впроваджують комп'ютерну томографію з великою роздільною здатністю, мультимодальний нейрофізіологічний моніторинг та вимірювання ефективного фільтраційного тиску (ЕФТ), який залежить від гідростатичного тиску крові капілярів клубочка (Рк), онкотичного тиску крові (Ро) і гідростатичного тиску ультрафільтрату капсули (Ру), сучасні операційні мікроскопи, удосконалено мікрохірургічну техніку, завдяки чому забезпечуються потужна діагностична база, додаткові можливості інтенсивної терапії, хірургічного лікування та суттєве покращення його результатів. Суворе дотримання рекомендацій клінічної практики дозволяє «правильно лікувати правильно обраного пацієнта в потрібному місці в потрібний час» [6, 7].

Об'єкт і методи дослідження.

У роботі керувалися принципами Гельсінської декларацією про поведінку з експериментальними

тварини, прийнятою Генеральною Асамблеєю Всесвітньої організації охорони здоров'я (1964-2000 рр.), Конвенцією Ради Європи про права людини та біомедицину (1997 р.), відповідно до положень ВООЗ, Міжнародної ради медичних і наукових товариств, Міжнародної медичної та наукової ради товариств, Міжнародного кодексу медичної етики (1983) та Закону України «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах», схваленого Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001), відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1987).

Всього в експерименті брало участь 100 щурів. За час проведення роботи внаслідок впливу вибухової хвилі, ні одна експериментальна тварина не вмерла. Розподіл досліджуваного матеріалу контрольної та трьох експериментальних груп представлений у таблиці.

Таблиця – Розподіл матеріалу контрольної та експериментальних груп

Назва експериментальних груп	Контрольна група	Після впливу ударної хвилі, гострий період	Після впливу ударної хвилі, ранній період	Після впливу ударної хвилі, пізній період
Кількість об'єктів у групах	25	25	25	25
Усього об'єктів 100 (100%)	25%	25%	25%	25%

Усі тварини – знаходились у звичайних умовах стандартної клітки, за ними проводилося систематичне спостереження. Піддослідного білого щура вводили в тіопенталовий наркоз. Проводили вплив ударної хвилі на черевну стінку тварини, тому її розташували вертикально, черевною стінкою до мембрани з фіксацією шиї, кінцівок, хвоста за допомогою фігурної металевої конструкції з затиском.

На відкритому кінцевому отворі камери низького тиску закріпили гумову діафрагму. Підключенням пристрою до стандартної електричної мережі активували електромагнітний клапан, який перекрив сполучення між камерами високого та низького тиску. Наступним етапом додано в дію компресор, який упродовж 5-10 секунд нагнітав повітряну суміш у камеру високого тиску. Після досягнення відповідного тиску в дію було застосовано електромагнітний клапан, який відкрив сполучення. А потік повітряної суміші з надлишковим тиском вивільнюється в камеру низького тиску. Одночасно після включення електромагнітного клапану відбулося відключення компресора.

Досягнувши вихідного кінця, цей потік повітря з надлишковим тиском (ударна хвиля) зруйнував діафрагму та вплинув місцево на піддослідну тварину. Момент розриву діафрагми було зафіксовано сенсором динамічного тиску. патент (Пат. 146858 Україна, МПК G09B23/28) [8].

Для встановлення мікроскопічних змін нирок щурів та встановлення динаміки змін під впливом ударної хвилі проводили гістологічне дослідження. Ці дослідження проводили після фіксації рідиною Буена та після загального фарбування гематоксиліном, проведеного при падаючому та прохідному світлі.

Результати дослідження та їх обговорення.

Наші дослідження показали, що вибухова хвиля важко відображається на структурі та функціональній діяльності нирки, особливо в гострий та ранній періоди після впливу, але у пізній період ці порушення придбають більш незворотній характер, який характеризує деструктивні та склерозуючі явища у окремих ділянках паренхіми нирок. Після впливу вибухової хвилі, у першу чергу, пошкодження спостерігаються у структурно – функціональній одиниці нирок – нефроні та його структурах – нирковому тільці та канальцевому апараті. Нирка вкрита щільною фіброзною капсулою. У нормі основна маса кіркової речовини утворена проксимальними та дистальними звивистими канальцями нефронів. Між ними чітко виділяються округлі більш темні ниркові тельця з чітко розташованими складовими – капсулою та капілярним клубочком. У кіркову речовину заходять мозкові промені, що розташовані радіально. Глибше починається мозкова речовина, яка складається в основному із збірних трубочок та петель нефронів. Але в цих структурах при патологічному стані відбуваються значні зміни, які ми простежили на мікроскопічному рівні. На гістологічному рівні у гострий період

спостерігалось набряк та крововиливи у паренхімі нирок (рис. 1).

Ці крововиливи мають характерну особливість – у гострий період більш вони великі по площині розповсюдження. Вони поодинокі, але дуже виражені та явно візуалізуються на гістологічних фронтальних паренхіми нирок (рис. 2, 3).

Але у ранній період у другій експериментальній групі на сьому добу після впливу вибухової хвилі ці крововиливи більш інтенсивні, їх кількість значно зростає, але їх розташування більш крапельне (рис. 4 – А, Б; рис. 5).

Також особливою відміткою у цей період є появлення ниркових тілець з більш виражено розширеним капілярним клубочком, який займає більш площину відносно капсули Шумляньського – Боумена, що нами було розцінено як можливий компенсаторно – пристосувальний механізм підвищення тиску та реагувань на гіпоксичний стан, який формується у даній експериментальній групі як реакція на травматичний вплив вибухової хвилі.

В паренхімі тканині нирок у третій експериментальній групі в пізній період на чотирнадцяту добу після впливу вибухової хвилі відбуваються деструктивні та дегенеративні зміни, які мають наступні

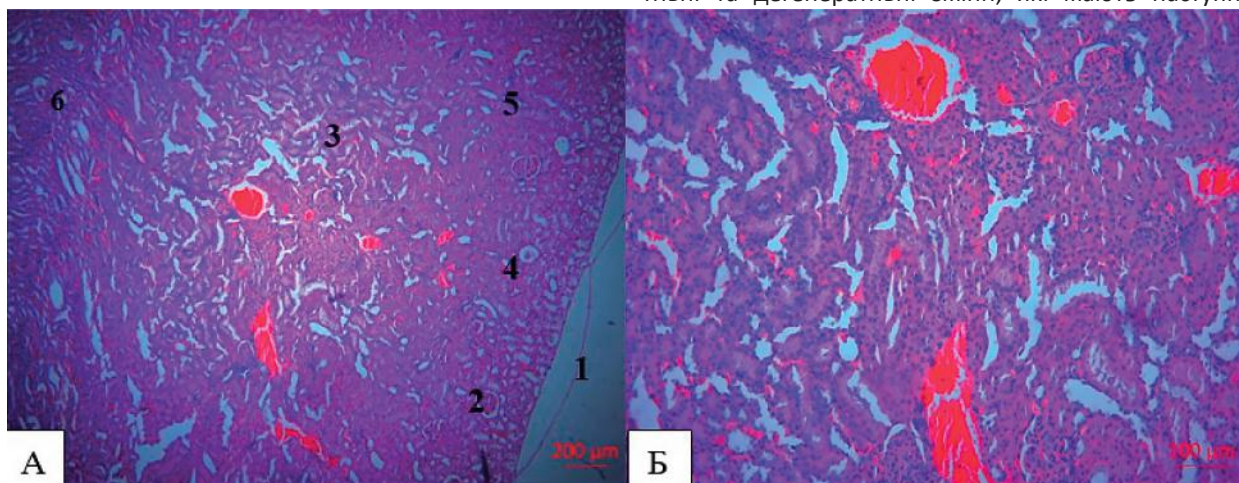


Рисунок 1 – А – Нирка щура після впливу вибухової хвилі у гострий період (перша доба після впливу) з великими крововиливами; Б – збільшений фрагмент А. Забарвлення: гематоксилін – еозин. Збільшення: А – ок. x4; об. x10; Б – ок. x10; об. x40. Позначення: 1 – капсула; 2 – кіркова речовина; 3 – мозкова речовина; 4 – ниркове тільце; 5 – канальці нефронів; 6 – збірні трубочки.

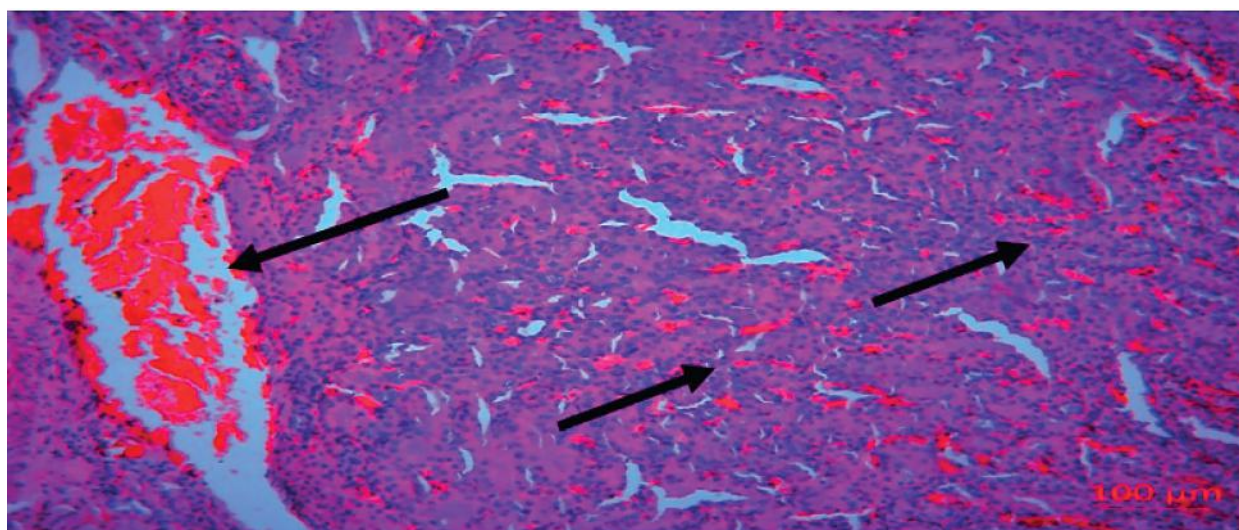


Рисунок 2 – Нирка щура з крововиливами у паренхімі нирок в першій експериментальній групі у гострий період (перша доба). Крововиливи визначені стрілками. Забарвлення: гематоксилін – еозин. Збільшення: ок. x10; об. x40.

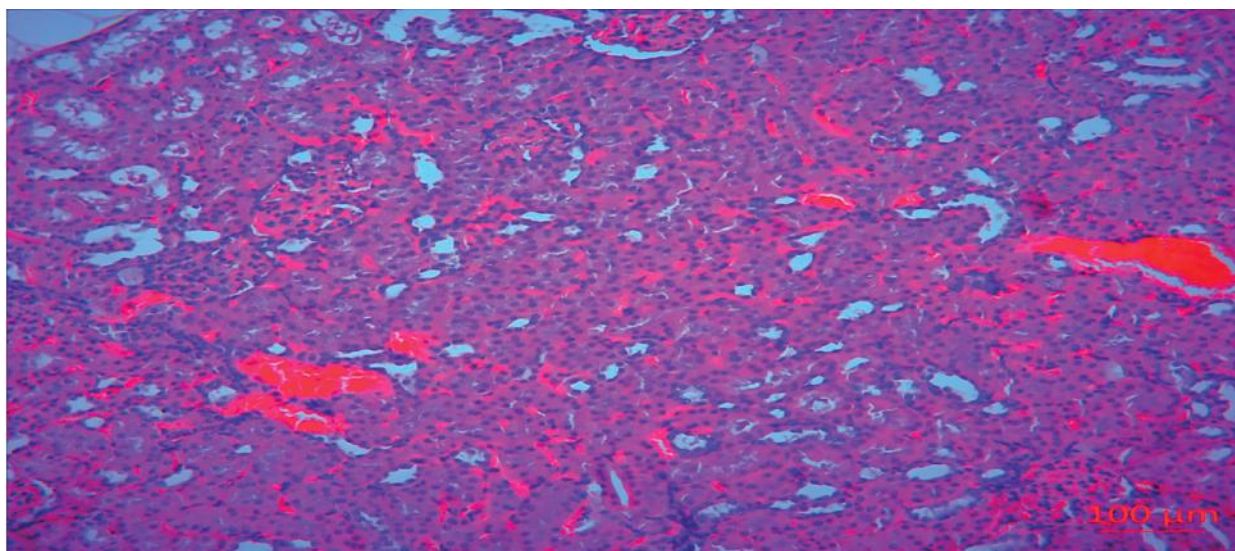


Рисунок 3 – Нирка щура після впливу вибухової хвилі у ранній період (сьома доба після впливу).
Забарвлення: гематоксилін – еозин. Збільшення: ок. х10; об. х40.

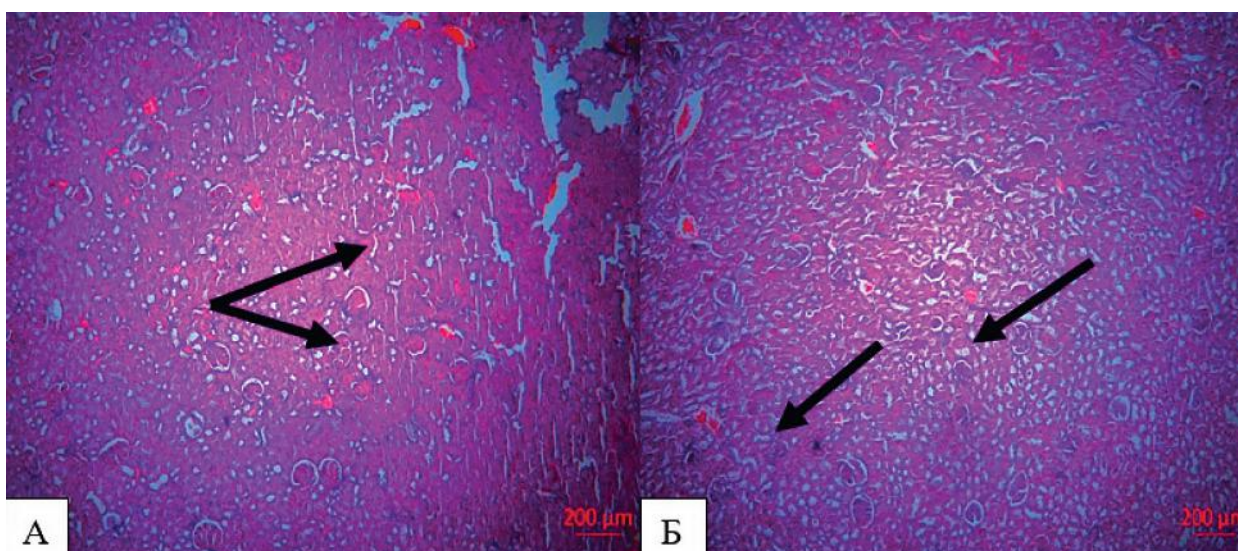


Рисунок 4 – Нирка щура у ранній період після впливу вибухової хвилі (сьома доба впливу) (А, Б). Ниркові тільця нефронів вказано стрілками. Забарвлення: гематоксилін – еозин. Збільшення: ок. х4; об. х10.

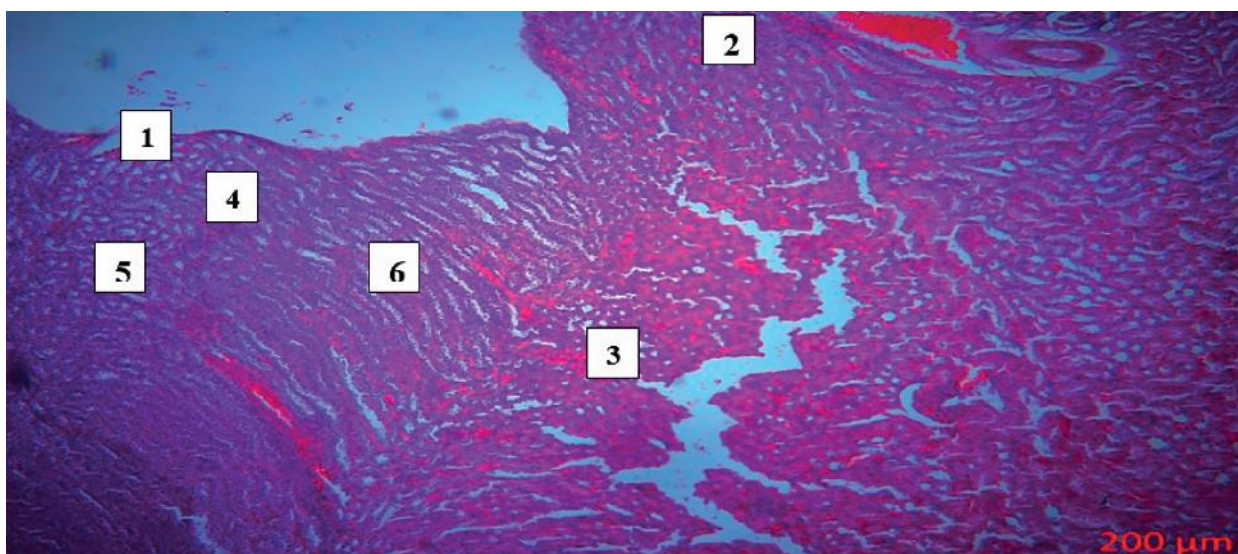


Рисунок 5 – Нирка щура другої експериментальної групи після впливу вибухової хвилі у ранній період (сьома доба після впливу).
Забарвлення: гематоксилін – еозин. Збільшення: ок. х4; об. х10. Позначення: 1 – капсула; 2 – кіркова речовина;
3 – мозкова речовина; 4 – ниркове тільце; 5 – канальці нефронів; 6 – збірні трубочки.

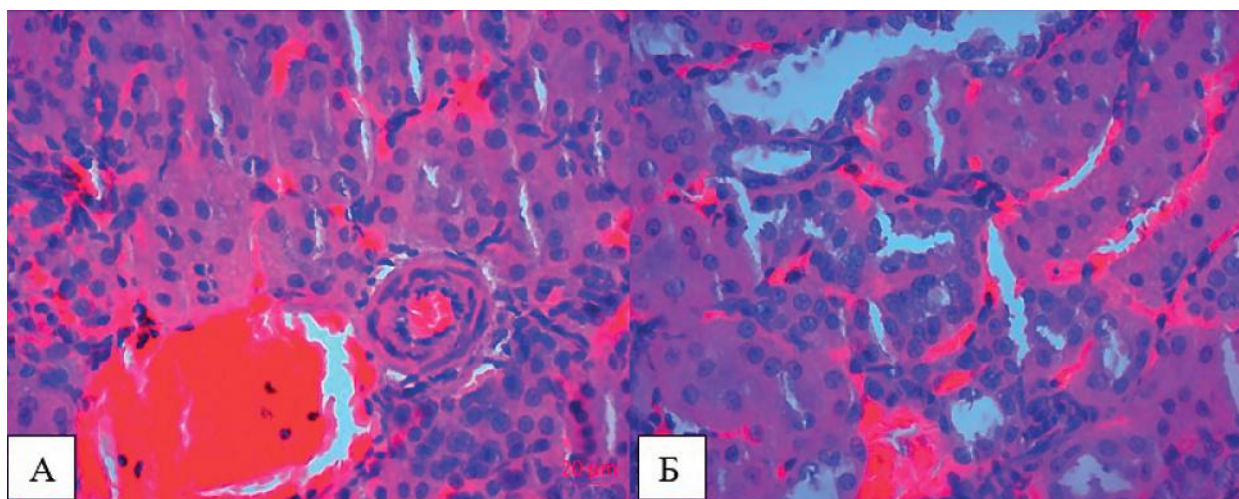


Рисунок 6 – Нирка щура у третій експериментальній групі в пізній період на чотирнадцяту добу після впливу вибухової хвилі (А, Б).
Забарвлення: гематоксилін – еозин. Збільшення: ок. $\times 10$; об. $\times 40$.

прояви у нефроні, наприклад у нирковому тільці – відсутність чіткої двохстіної капсули Шумлянського – Боумана і відносно злиття капілярного клубочка з капсулою та склерозуючі канальці нефронів після гіпоксично – некротичних явищ навколо розширених судин (рис. 6 – А, Б).

Таким чином, підводячи підсумок наших досліджень з'ясовано, що після впливу ударної хвилі у гострий та ранній періоди нами спостерігалась зміна, які відбувалися у окремих ниркових тільцях – капілярному клубочку та капсулі і у вивідних канальцях нефрону із вогнищами дистрофічне – некротичних змін епітелію канальців з візуалізацією ділянок некрозу як слідство гострої гіпоксії, зумовленої фібринозним нашаруванням навколо судинних стінок, а також крововиливами, які у гострий період були поодинокі, але дуже виражені та візуалізовані на гістологічних зрізах паренхіми нирок. Ці крововиливи мали характерну особливість – у гострий період більш вони були великі по площині розповсюдження, але у ранній період на сьому добу після впливу вибухової хвилі ці крововиливи більш інтенсивні, їх кількість значно зростає, але їх розташування більш крапельне. Також особливою відмінністю у ранній період є появлення ниркових тілець з більш виражено розширеним капілярним клубочком, який займає більш площину відносно капсули Шумлянського – Боумана, що нами було розцінено як можливий компенсаторно – пристосувальний механізм підвищення тиску та реагувань на гіпоксичний стан, який формується у даній експериментальній групі як реакція на травматичний вплив вибухової хвилі. Після впливу у пізній період після вибухової травми у тканині нирок

спостерігали посилення дегенеративних, деструктивних та склерозуючих процесів, які у окремих ділянках мають незворотній характер проявів. Таким чином, за результатами проведеного експериментального дослідження найскладні морфогістохімічні зміни тканини та структурних компонентів нефрону гостро мали прояви у гострий та ранній періоди, а появу ділянок некрозу, ми спостерігали у пізній період після впливу ударної хвилі на чотирнадцяту добу експерименту, які мали незворотній характер проявів наслідків вибухової травми на паренхімі нирок.

Висновки.

Таким чином, умови змодельованого вибуху ударної хвилі за допомогою трьох експериментальних моделей та гістопатологічні ушкодження, які специфічні для паренхіми нирок щурів свідчить про надзвичайну складову проблеми травматичних та посттравматичних уражень паренхіми нирок, особливо структур нефрону – ниркове тільце та системи канальців проксимального та дистального відділів. Наші дослідження показали, що вибухова хвиля важко відображається на структурі та функціональній діяльності нирки, особливо в гострий та ранній періоди після впливу, але у пізній період ці порушення придбають більш незворотній характер, який характеризує деструктивні та склерозуючі явища у окремих ділянках паренхіми нирок.

Перспективи подальших досліджень.

У подальшому належить обґрунтувати макро – та мікроскопічні зміни у паренхімі нирок у зрівнянні з контрольною групою та посттравматичні зміни структур нефрону після вибухової хвилі у гострий, ранній та пізні періоди.

References / Література

1. Zarutskyy YaL, Zaporozhan VM, Bilyy VyA. Voenno-pol'ova khirurgiya. Odesa: ONMedU; 2016. 416 s. [in Ukrainian].
2. TOV «NF». Nevidkladna viys'kova khirurgiya: per. z anhl. K.: Nash Format; 2015. 568 s. [in Ukrainian].
3. Sirko OH, Dzyak LA. Boyovi vohnepal'ni cherepno-mozkovi poranennya. K.: TOV «Perham»; 2017. 280 s. [in Ukrainian].
4. Zaytsev OS. Produktivni rozlady u strukturі porushenoho styskannya pislya travmy. Kharchuvannya neyrokhirurhiyi. 2014;1:46-9. [in Ukrainian].
5. Fedonyuk YAI, Volkov KS, Voloshyn VD, Holovata TK. Anatomiya ta fiziologiya z patolohiyeyu. Ternopil: TNMU; 2021. 676 s. [in Ukrainian].
6. Huryev SO, Hudyma OO, Krylyuk VO. Pryntsypy ta tekhnolohiyi domedychnoyi dopomohy poterpilym vnaslidok boyovykh diy. K.; 2014. 40 s. [in Ukrainian].
7. Gurney JM, Tadlock MD, Dengler BA, Gavitt BJ, Dirks MS, Holcomb JB, et al. Committee on Surgical Combat Casualty Care position statement: Neurosurgical capability for the optimal management of traumatic brain injury during deployed operations. J Trauma Acute Care Surg. 2023;95(2S.1):7-12. DOI: [10.1097/TA.0000000000004058](https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004058).
8. Kozlova YuV, Abdul-Ohly LV, Kosharnyy AV, Kytova IV, Korzachenko MA, vynakhidnyky; DDMU, patentovlasnyk. Prystryi dlya doslidzhennya diyi na orhanizm udarnoyi khvyli vybukhu. Patent Ukrainy № 146858. 2021 Ber 24. [in Ukrainian].

МІКРОСКОПІЧНІ ЗМІНИ У СТРУКТУРАХ НЕФРОНУ ТКАНИНИ НИРОК ПІСЛЯ ВИБУХОВОІНДУКОВАНОЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ТРАВМИ

Кошарний В. В., Каграманян А. К., Абдул-Огли Л. В., Рутгайзер В. Г., Демченко О. М.

Резюме. Наші дослідження показали, що вибухова хвиля важко відображається на структурі та функціональній діяльності нирки, особливо в гострий та ранній періоди після впливу, коли, у першу чергу, пошкодження спостерігаються у нефроні та його складових – нирковому тільці та системі проксимальних та дистальних канальців, але у пізній період ці порушення придбають більш незворотній характер, який характеризує деструктивні та склерозуючі явища у окремих ділянках паренхіми нирок. В умовах змодельованого вибуху ударно хвилі нами засвідчено, що у тварин в гострий період впливу розвиваються порушення більш виражені – набряк, великі крововиливи, але які можливо стабілізувати і запобігти більшим ускладненням, що надає можливість теоретичного обґрунтування можливих заходів невідкладної допомоги після вибухової хвилі, яка є етіологічним фактором ураження нирки у даному дослідженні. У ранній період після травми набряк незначно зменшується, але крововиливи мають більш інтенсивний та розповсюджений характер у паренхімі нирок. Після же впливу ударної хвилі у пізній період у окремих ділянках паренхіми нирок нами спостерігалась ділянка із вогнищами дистрофічне – некротичних змін епітелію канальців з візуалізацією ділянок некрозу та посилення дегенеративних та деструктивних процесів у паренхімі нирок. Таким чином, за результатами проведеного експериментального дослідження найскладні морфогістохімічні зміни тканини та структурних компонентів, ми спостерігали у гострий – у першу добу та ранній період – на сьому добу після впливу ударної хвилі, але у пізній період – на чотирнадцяту добу впливу ці явища та прояви мають в окремих ділянках більш незворотній характер.

Ключові слова: нирки, нефрон, ниркове тільце, канальці, вибухова хвиля, травма.

MICROSCOPIC CHANGES IN NEPHRON STRUCTURES OF RENAL TISSUE FOLLOWING BLAST-INDUCED EXPERIMENTAL TRAUMA

Kosharnyi V. V., Kagramanyan A. K., Abdul-Ogly L. V., Ruthaizer V. G., Demchenko O. M.

Abstract. Our research has demonstrated that a blast wave significantly impacts the structure and functional activity of the kidney, particularly in the acute and early periods following exposure. Damage is primarily observed in the nephron and its components, including the renal corpuscle and the proximal and distal tubule systems. However, in the late period, these impairments become more irreversible, characterized by destructive and sclerotic processes in certain areas of the renal parenchyma. Under conditions of a simulated blast wave, we observed that in the acute phase of exposure, animals developed more pronounced disorders, such as edema and large hemorrhages, which could potentially be stabilized to prevent further complications. This provides a theoretical basis for possible emergency interventions following a blast wave, which is an etiological factor of kidney injury in our study. In the early period after the trauma, the edema slightly decreases, but the hemorrhages become more intense and widespread. By the late period after the blast wave exposure, we observed areas in the renal parenchyma with foci of dystrophic-necrotic changes in the tubular epithelium, visualizing necrotic regions, as well as an intensification of degenerative and destructive processes in the renal parenchyma. Therefore, based on the results of the experimental study, the most significant morphohistochemical changes in the tissue and structural components were observed in the acute phase (the first day) and the early period (the seventh day) after blast wave exposure, but in the late period (the fourteenth day), these phenomena and manifestations in certain areas became more irreversible.

Key words: kidney, nephron, renal corpuscle, tubules, blast wave, trauma.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та його внесок до статті:

Kosharnyi V. V.: <https://orcid.org/0000-0002-7815-3950>^{ADF}

Kagramanyan A. K.: —^{BCDF}

Abdul-Ogly L. V.: <https://orcid.org/0000-0002-6942-2397>^{AB}

Ruthaizer V. G.: <https://orcid.org/0000-0001-7868-8253>^{EF}

Demchenko O. M.: <https://orcid.org/0000-0002-9065-0538>^{EF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors of the article confirm that they have no conflict of interest. / Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Kosharnyi Volodymyr Vitaliyovich / Кошарний Володимир Віталійович

Dnipro State Medical University / Дніпровський державний медичний університет

Ukraine, 49000, Dnipro, 9 Volodymyr Vernadsky str. / Адреса: Україна, 49000, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського 9

Tel.: +380505686448 / Тел.: +380505686448

E-mail: kosha.v@ukr.net

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 24.03.2024 / Стаття надійшла 24.03.2024 року

Accepted 22.08.2024 / Стаття прийнята до друку 22.08.2024 року