



J.A.S.

United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Junior Academy of Sciences
of Ukraine

MODELING OF DIFFERENT DEGREES OF RENAL ISCHEMIA USING INTRAOPERATIVE VISUALIZATION METHODS

The work was done:

Rodynskyi Roman,
Student of the 10th Grade of the Municipal Educational
Institution "Scientific Medical Lyceum "Dnipro" of the
Dnipro Regional Council"



Mentor:

Volodymyr Kosharnyi, Doctor of Medical Sciences,
Professor of the Department of Human Anatomy,
Clinical Anatomy and Operative Surgery Dnipro State
Medical University

KYIV 2023

Relevance:

One of the prerequisites for the success of both open and laparoscopic kidney resection is the temporary cessation of blood perfusion through the vascular bed of this organ. However, during exsanguination and subsequent restoration of blood supply to the kidney, conditions are created for activation of ischemic and reperfusion mechanisms of damage to the preserved renal tissue, the realization of which can lead to disorders of the structure and/or function of the nephron. Therefore, the study of the kidneys under different types of ischemia is relevant.


Purpose:

To simulate the changes that will occur as a consequence of varying degrees of ischaemia, and to analyse the relationship between these changes and the method of stopping perfusion blood flow in the kidney.



Preparation for the
experimental part of the
research work

Objectives of the research:

- Simulate complete exsanguination of the kidney
 - Analyse the dependence of these changes on the method of stopping renal blood flow
 - To investigate the changes we have obtained by using the latest methods of renal circulation research in practice
- 

Research methods

- Visual and morphological analysis of the ischaemic kidney
- Macroscopic examination
- Analysis of the data obtained
- Colouring with fluorescent colours
- Use of ICG technology



The workspace in which the
Experimental part of this work was
carried out

Quantitative distribution of material from the control and experimental groups ⁵

Name of experimental groups	Control group	Applying a clip to the vascular pedicle	Applying a clamp to an artery	Applying a clip to the segmental artery
Number of objects:	<u>5</u>	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>10</u>

The vivarium of Dnipro State Medical University, where the experimental part was conducted



Unbred sexually mature rats on which the experiment was conducted



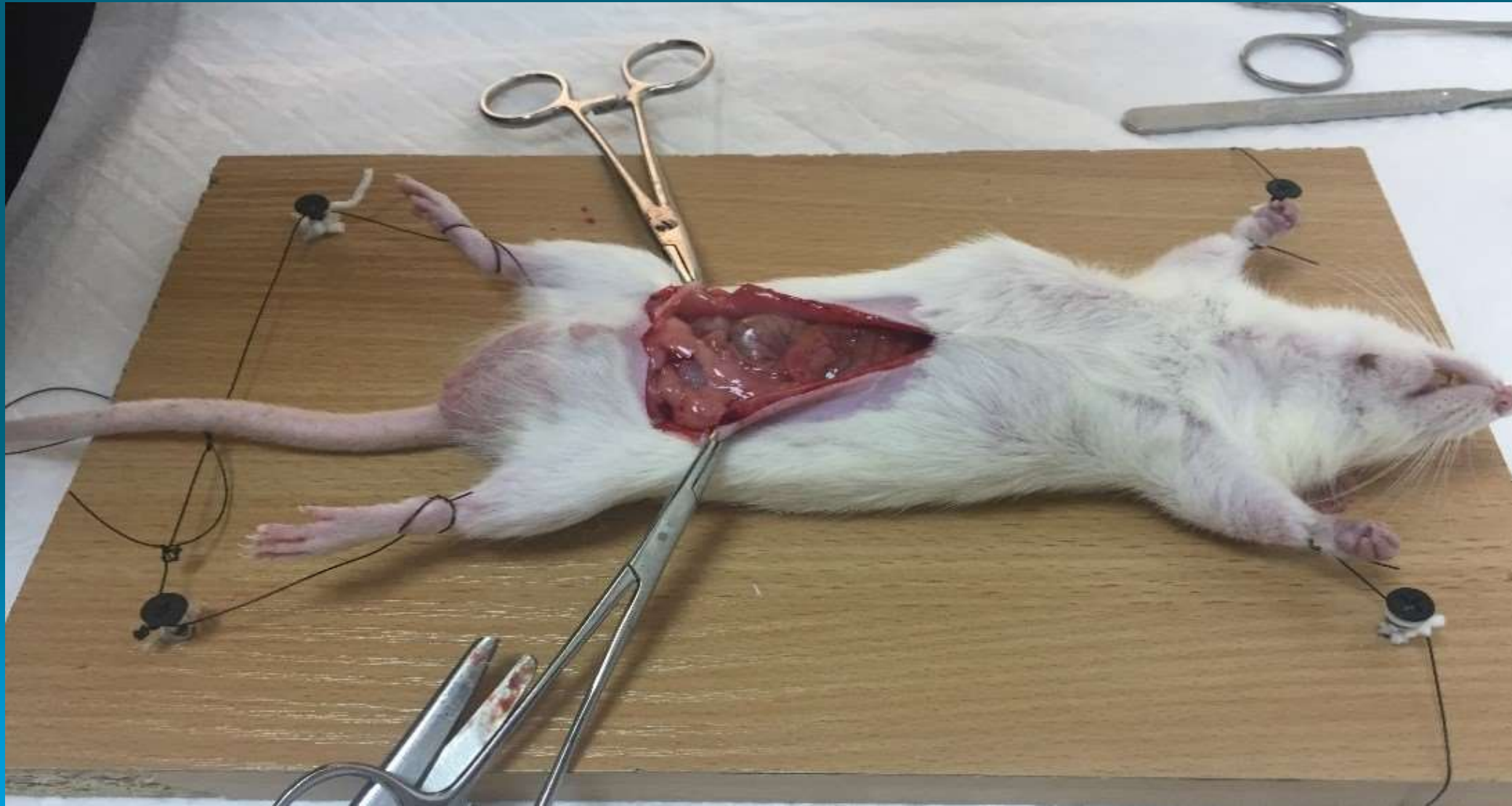
The process of preparing and conducting operations



Applied clamp



Rat prepared to perform renal vascular clamping



Condition of the kidney in a renal ischaemia simulation with a clamp on the renal vascular pedicle



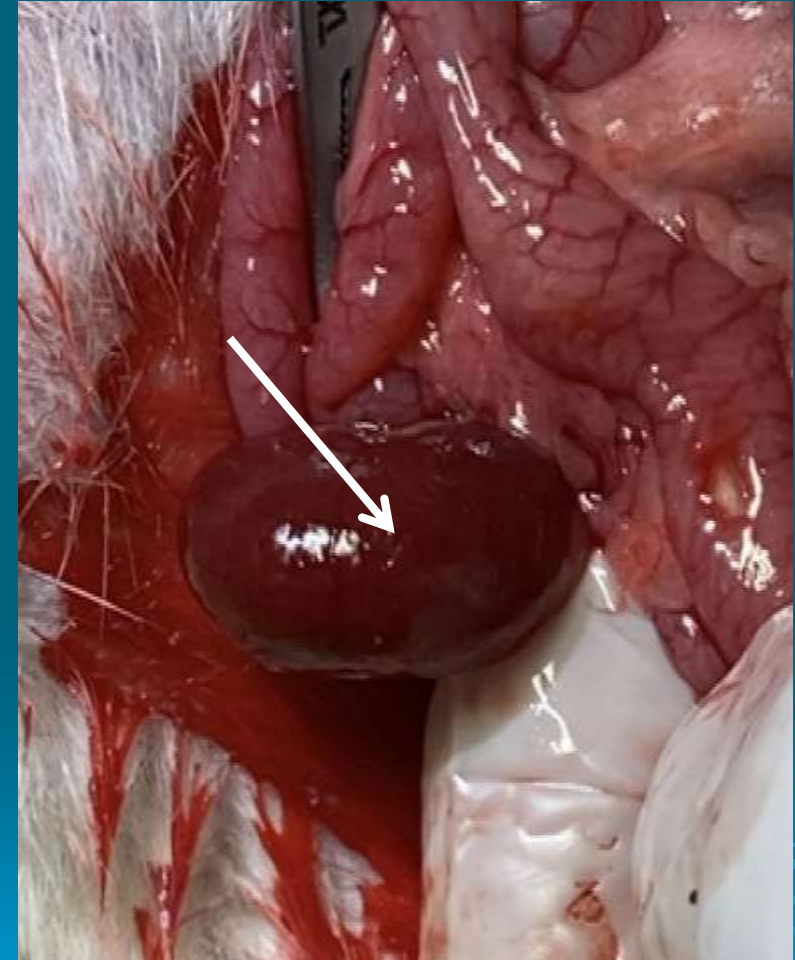
The colour of the kidney is dark,
The kidney is tense

Condition of the kidney in a simulated renal ischaemia model with a renal artery clamp



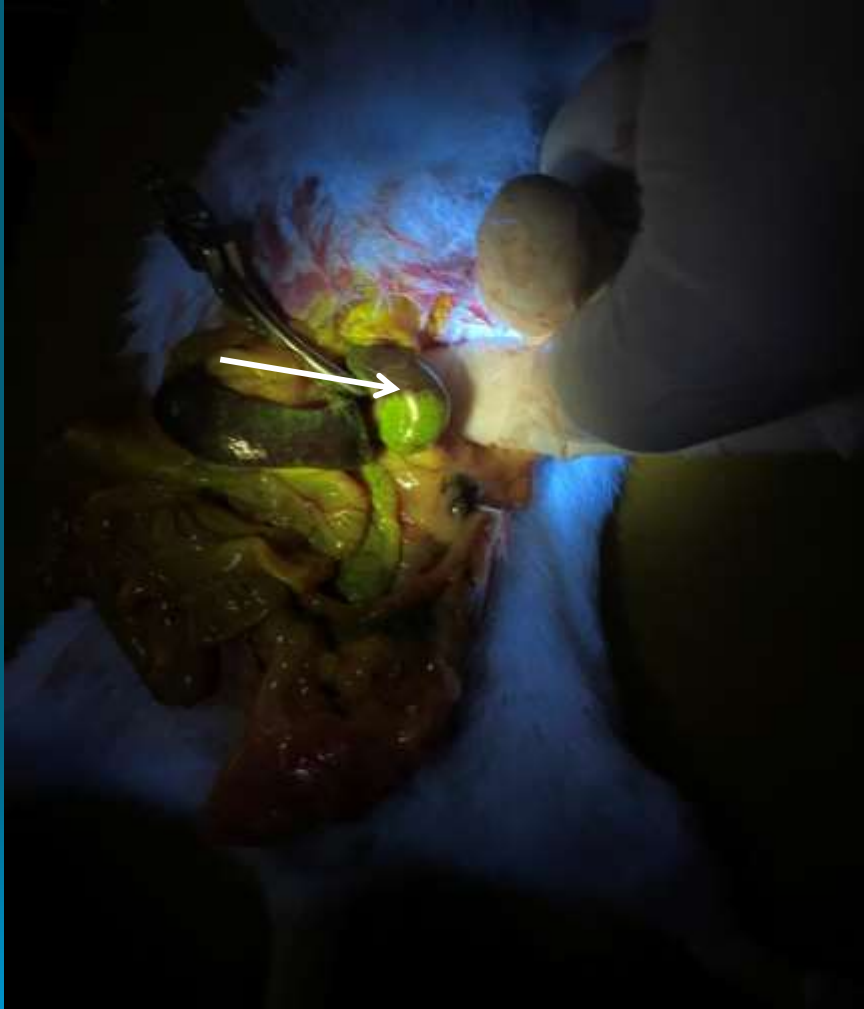
Light coloured kidney, after a while the buds are cold to the touch

Condition of the kidney in a simulated renal ischaemia simulation by clamping the segmental artery

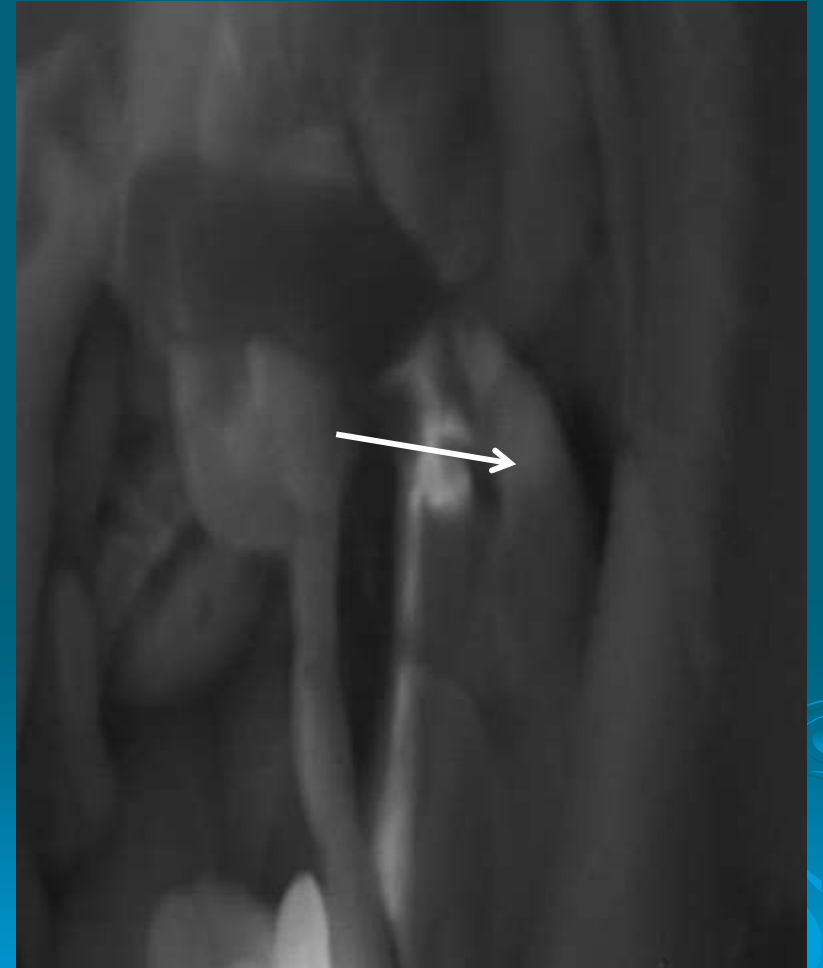


Part of the kidney light, part dark, demarcation line visible

Condition of the kidney when the segmental renal artery is pinched

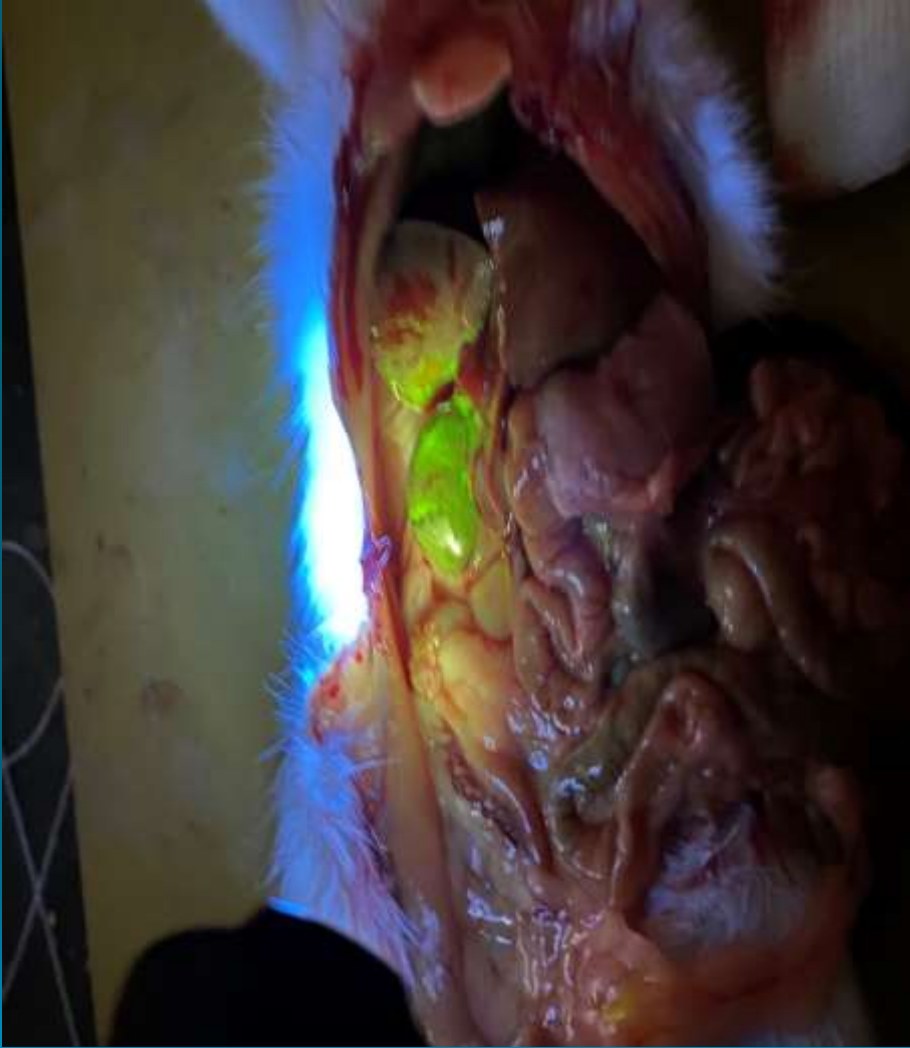


The use of fluorocin



Using an ICG camera

The use of fluorocin to study the renal circulation



Complete staining of the kidney



Partial staining of the kidney

Study of the weight and size of the kidneys involved in the experiment



Macroscopic examination



CONCLUSIONS:

We have successfully modelled different degrees of renal ischaemia. This has been confirmed visually using the latest methods of intraoperative bloodstream imaging, with fluoriscine and using ICG technology. As a result of the experimental part of the work, we can say that there is a significant difference between the different ways of stopping the renal circulation.

1. When a clamp was placed on the vascular pedicle, the kidney was dark coloured, tense, which is due to the stoppage of both arterial and venous outflow. This may indicate that blood stagnation has occurred in the kidney due to blockage of the artery for blood flow and vein for blood flow.
2. When the artery was clamped, the colour of the kidney was grey, turgor was reduced and the kidney was cold to the touch after a few minutes. This may indicate complete exsanguination of the kidney due to blockage of blood supply and availability of outflow through the renal vein.

3. When a clamp was applied to the segmental artery, the colour of the kidney was heterogeneous, grey from the pole on which the clamp was applied and brown from the other pole, a clearly defined demarcation line was present. This could indicate partial exsanguination of the kidney. This is due to the fact that part of the kidney (the one that was dark red) had no blood flow and it remained in that part of the kidney; while the other part of the kidney had blood flow and blood flowed out of that part of the kidney.
4. When contrast agents were used, blood flow was visually confirmed to have stopped in the part of the kidney on which the clamp had been placed. We saw that the indocyanine green remained there rather than leaking out as in the other part of the kidney through the renal vessels.

Our study proves that the choice of a particular renal vascular clamping technique also determines the condition of the kidney after reperfusion. On the basis of the data obtained in the course of our work, it is possible to determine, by more detailed study, which method of renal blood flow arrest will be the most organ-preserving and, therefore, the most effective one. The results of the study can be used in the simulation of various pathological conditions of the urinary system, and in the study of their correction by surgical interventions, with different degrees of renal ischaemia.

The data from our research can also be used in the rehabilitation of patients after renal surgery with a bloodstream interruption.

The morphofunctional state of the kidneys in the early period, and after reperfusion at 7 and 30 days will be further investigated, using morphological and immunohistological methods of investigation.

Thank you for your attention!!!



Certificate of
 approbation for the
 publication of an
 article based on the
 materials of this
 work in the scientific
 journal "World"

SCIENTIFIC WORLD
"SWORLD"
 WWW.SWORLD.EDUCATION

+380 (66) 790-12-05 +380 (98) 498-32-25 SWORLD_ORG.COM ORDCOM@SWORLD.EDUCATION

PROJOURNAL ISSNpro
 PROCONFERENCE DOIcenter

INDEX COPERNICUS
 Crossref
 Google scholar

With scientific support :
 Institute ME&E
Universities and Research Institutes:
 Academy of Economics named after D.A. Tsenov-Svishtov
 Odessa National Maritime University
 Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)
 Ukrainian State Academy of Railway Transport
 Research and Development Institute of the Navy
 Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education
 Balti State University "Alecu Russo"
 Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agricultural Sciences
 Odessa Research Institute of Communications

Ref. GE18-026 December 08, 2021

CERTIFICATE

Authors:
 Honcharuk Alexander Olegovich, Molchanov Robert Mykolaiovych
 Kosharniy Volodymyr Vitaliyovych, Abdul-Ogly Larysa Volodymyrivna
 Rodynsky Roman Olexandrovich
 DNIPRO STATE MEDICAL UNIVERSITY, Scientific Medical Lyceum " Dnipro "

Scientific work:
 "STATE OF KIDNEYS BY MODELING CONDITIONS OF DIFFERENT TYPES
 OF THEIR ISCHEMIA."

Approved by the Editorial Board for publication in the journal:
 "Modern engineering and innovative technologies", Germany, issue №18.
 October, 2021

Application:
 No.ge18-026.

Chairman of Editorial Board
Doctor of Technical Sciences
Professor, Academician

Scientific Secretary
Ph.D.

A.G. Shibaev

S.V. Kuprienko



<http://www.moderntechno.de/index.php/mcit/article/view/mcit18-05-026>

DOI: 10.30890/2567-5273.2021-18-05-026

УДК 616.61-089.873-089.811

STATE OF KIDNEYS BY MODELING CONDITIONS OF DIFFERENT TYPES OF THEIR ISCHEMIA

СТАН НИРОК ЗА УМОВ МОДЕЛЮВАННЯ РІЗНОГО ТИПУ ЇХ ІШЕМІЇ

Honcharuk O.O. / Гончарук О.О.

Postgraduate student, department of Surgery №1

Dnipro State Medical University

Molchanov R.M. / Молчанов Р.М.

Doctor of Medical Sciences, Professor, department of Surgery №1

ORCID: 0000-0002-9589-8364

Kosharniy V.V. / Кошарний В. В.

Doctor of Medical Sciences, Professor,

ORCID: 0000-0002-7815-3950

department of Human anatomy, clinical anatomy and operative surgery,

Dnipro State Medical University

Abdul - Ogly L.V. / Абдул – Огли Л. В.

Doctor of Medical Sciences, Professor,

ORCID: 0000-0002-6942-2397

department of Human anatomy, clinical anatomy and operative surgery

Dnipro State Medical University

Rodynsky R.O. / Родинський Р.О.

KZO "Scientific Medical Lyceum" Dnipro "DOR"

Анотація. Однією з необхідних умов успішності як відкритої, так і лапароскопічної резекції нирки є тимчасове припинення перфузії крові судинним руслом цього органу. Однак під час знекровлення та подальшого відновлення кровопостачання нирки створюються умови для активації імунітету та реперфузійних механізмів пошкодження збереженої ренальної тканини, реалізація яких може призвести до порушень структури та/або функцій нефронів. Тому вивчення стану нирок за умов різного типу ішемії є актуальним. Метою дослідження було дослідити зміни ниркового кровотоку при різних ступенях односторонньої ішемії. Нами проведена серія експериментів на 30 білих поголов зрілих безродних щурів. Щури були поділені на чотири групи: група контролю - хірна операція, і три експериментальні групи - перша група щурів яким накладався судинний зажимач на всю судинну ніжку (вена, артерія) після відходження надниркової артерії, друга група зажимач накладався на артерію після відходження надниркової артерії, третя група щурів яким зажимач накладався на сегментарну артерію. Щури виводилися з експерименту через 30 хвилин. Безпосередньо під час операції ми спостерігали за станом нирок візуально. Так при накладанні зажимача на судинну ніжку, нирка була темного кольору, напружена. При накладанні зажимача на артерію колір нирки був сірий, тургор пом'якшений, через декілька хвилин нирка була холодною на дотик. При накладанні зажимача на сегментарну артерію колір нирки був неоднорідний, сірий з полюсу на який накладався зажимач, та бурого з іншого полюсу, була чітко виражена демаркаційна лінія. Таким чином обрані нами методи дозволили достовірно змодельовати різні ступені ішемії нирки. Що було підтверджено візуально та з використанням новітніх методів візуалізації ICG технології.

Ключові слова: Нирки, ішемія, ICG технології.

Вступ.

В даний час основним способом лікування локалізованого нирково-клітинного раку є оперативне втручання, до найефективніших варіантів якого відносяться радикальна нефректомія та органозберігаючі операції. Основна

Publication in the scientific journal
"Modern engineering and
innovative technologies"

DOI: 10.29254/2077-4214-2022-2-164/addition-20
УДК 616.61-089.873-089.811МОДЕЛЮВАННЯ РІЗНОГО СТУПЕНЮ ІШЕМІЇ НИРОК
З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ІНТРАОПЕРАЦІЙНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇО. О. Ганчарук, Р. М. Молчанов, В. В. Кошарний,
Л. В. Абдул-Огли, Р. О. Радинський, К. А. Кушарьова

Дніпровський державний медичний університет (м. Дніпро, Україна)

Вступ. Ішемія нирок – серйозна загроза всьому організму, адже, як відомо, зниження гемодинаміки в ренальному руслі призводить до поганого, неповного функціонування нирок [1, 2]. Такі зміни можуть призводити до часткової втрати функціонального потенціалу нирки, а інколи, навіть, можуть призвести й до загибелі нирки [3]. Звісно, що такі зміни у сечовидільній системі впливають і на всі інші системи. Таким чином, через підвищення АТ, внаслідок зменшення об'єму крові, що не фільтрується ураженою ниркою, може призвести й до інших серцево-судинних патологій. Ішемія нирок викликає ішемічну нефропатію, або ж, як ще можна назвати такою патологічний стан, ішемічну хворобу нирок (ІХН) [1]. При цьому точне поширення ІХН не відоме. Але все ж існує статистика того, з якою частотою у пацієнтів розвиваються через ішемію нирок інші захворювання та патологічні стани. Так, за даними US Renal Data System за 1997-2001 роки, ураження магістральних ниркових артерій посідає п'яте місце серед причин розвитку термінальної ниркової недостатності (2,00%), поступившись діабету (44,6%), артеріальній гіпертензії (АГ) (23,6%), гломерулонефриту (9,3%) та полікістозу нирок (2,3%) [4]. ІХН може свідчити і про наявність й інших патологій. Так, наприклад, при наявності ІХН, у 82% людей, які були досліджені, виявили атеросклероз й іншої локалізації [4]. Це пов'язано із сильністю організму до атеросклерозу, який за сумісністю є однією з найпоширеніших природних причин ішемії нирок. Також є й інші проявленні позаниркового атеросклеротичного ураження у хворих на ІХН.

Використання флуоресцентного контролю при оперативних втручаннях (FGS) дозволяє візуалізувати структури, які в іншому випадку не видно неозброєним оком. Використовуючи індоціанін зелений (ICG), і, висвітлюючи тканину ближнім інфрачервоним світлом, збуджений ICG може бути виявлений камерою з оптичним фільтром.

Тому вивчення стану нирок за умов різного типу ішемії є актуальним

Мета. Змодельовати ішемію різної ступені, а також проаналізувати залежність цих змін від способу зупинення перфузного кровотоку в нирці.

Основна частина. Нами проведена серія експериментів на 35 білих статевозрілих безплідних щурів, створювали ішемію лівої нирки. Щури були поділені на чотири групи: група контролю – хірна операція, і три експериментальні групи – перша група щурів яким накладався судинний зажим на тилу бульдога на всю судинну ніжку (вена, артерія) після відходження надниркової артерії, друга група зажимом, тилу бульдога, накладався на артерію після відходження надниркової артерії, третя група щурів яким зажимом накладався на сегментарну артерію. Щури виводились з експерименту через 30 хвилин. Об'єктом дослідження були нирки лабораторних щурів при ішемії.

Виявлено, що при накладанні зажимка на судинну ніжку після надниркових залоз, нирка була темною кольору, при цьому напружена.

При накладанні зажимка на ниркову артерію після відходження надниркових залоз, ми спостерігали, що колір нирки був сірий. Тургор у нирці був пониженим, при цьому через декілька хвилин після перетискання нирка була холодною на дотик.

При накладанні зажимка на сегментарну артерію, колір нирки був неоднорідний, сірий з полюсу, на який накладався зажим, та бурого з іншого полюсу. При цьому була чітко виражена демаркаційна лінія, яка була підтверджена за допомогою флуоресценції, а також новітніх ICG технологій.

Висновки. Нами було успішно змодельовані умови ішемії нирок. Це було підтверджено тим, що результати морфологічного обстеження збігались з результатами аналізу за допомогою флуоресценції та новітніх технологій ICG. В результаті експериментальної частини роботи ми можемо сказати, що є суттєва різниця між різними способами зупинки ниркового кровотоку. Це доводить те, що від обрання певної методики перетискання ниркових судин, залежить й стан нирки після реперфузії.

Література

1. Tenklo T. A mechanistic link between renal ischemia and fibrosis. *Med Mol Morphol*. 2017 Mar;80(1):1-8. DOI: 10.1007/s00795-016-0146-3.
2. Goddy JR, Watson G, Raspante C, Hanes O. An Effective Mouse Model of Unilateral Renal Ischemia-Reperfusion Injury. *J Vis Exp*. 2021 Jul 16;(173). DOI: 10.3791/62740.
3. Peltan A, Ichino FL, Murphy JB, Cowan PJ. Regulated necrosis in kidney ischemia-reperfusion injury. *Kidney Int*. 2015 Aug;88(2):291-301. DOI: 10.1016/j.kint.2015.02.009.
4. Keeler N, Balke A, Flöge J, Kaufmann R. Cardiac Remodeling in Chronic Kidney Disease. *Toxins (Basel)*. 2020 Mar 5;12(3):181. DOI: 10.3390/toxins12030181.

Publication in the Scientific Journal
"Bulletin of Problems of Biology and
Medicine"