

Влияние экзогенного оксида азота на состояние микроциркуляции крови: клинико-экспериментальное изучение

В.И.Козлов¹ ✉, С.М.Рыжакин¹, Е.Г.Сабанцева²

- ¹ Медицинский институт Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
- ² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации: 125993, Россия, Москва, ул. Баррикадная, 2 / 1, стр. 1

Резюме

В настоящее время оксид азота (NO) рассматривается в качестве сигнальной молекулы, играющей роль универсального регулятора многих физиологических процессов в организме. **Целью** исследования явилось изучение в экспериментальных условиях воздействия экзогенного NO на сосуды микроциркуляторного русла и состояние в них кровотока для патогенетического обоснования применения NO-терапии и коррекции микроциркуляторных нарушений. **Материалы и методы.** Исследование выполнялось на белых крысах линии Вистар. Также проведены модельные эксперименты по коррекции с помощью NO-терапии микроциркуляторных нарушений, вызванных воспалительно-деструктивным поражением слизистой оболочки рта, на зашечном мешке хомячка. **Результаты.** В результате применения NO в комплексном лечении воспалительно-деструктивных заболеваний слизистой оболочки рта эффективность проводимой терапии повысилась. **Заключение.** Установлено, что ключевым фактором позитивного влияния экзогенного NO в терапевтических дозах на микроциркуляцию крови является активизация вазомоторной активности микрососудов.

Ключевые слова: экзогенный оксид азота, микроциркуляция крови, заболевания слизистой оболочки полости рта, эндотелий-зависимая вазодилатация.

Конфликт интересов. Конфликт интересов авторами не заявлен.

Финансирование. Спонсорская и финансовая поддержка работы отсутствовала.

Этическая экспертиза. Исследование проводилось в соответствии с принципами Директивы Европейского совета 86/609/EEC.

© Козлов В.И. и соавт., 2024.

Для цитирования: Козлов В.И., Рыжакин С.М., Сабанцева Е.Г. Влияние экзогенного оксида азота на состояние микроциркуляции крови: клинико-экспериментальное изучение. *Пульмонология*. 2024; 34 (4): 603–605. DOI: 10.18093/0869-0189-2024-34-4-603-605

Effects of exogenous nitric oxide on blood microcirculation: experimental research of therapeutic effect

Valentin I. Kozlov¹ ✉, Sergey M. Ryzhakin¹, Elena G. Sabantseva²

- ¹ Medical Institute, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba”, Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation: ul. Miklukho-Maklaya 6, Moscow, 117198, Russia
- ² Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education”, Ministry of Health of Russia: ul. Barrikadnaya 2/1, Moscow, 123995, Russia

Abstract

Currently, nitric oxide (NO) is considered a signaling molecule that acts as a universal regulator of many physiological processes in the body. **The purpose** of this research was to study the effects of exogenous NO on microcirculatory vessels and their blood flow under experimental conditions for the pathogenetic justification of NO therapy and correction of microcirculatory disorders. **Methods.** Effects of exogenic NO on microvessels of cranial pia mater were studied in white Wistar rats. Another set of experiments was carried out in hamsters to correct microcirculatory disorders caused by inflammatory-destructive lesions of the oral mucosa of the cheek pouch with NO therapy. **Results.** The effectiveness of the complex treatment of inflammatory-destructive diseases of the oral mucosa has increased with the use of NO. **Conclusion.** It has been established that the key factor in the positive effect of exogenous NO in therapeutic doses on blood microcirculation is the activation of vasomotor activity of microvessels. **Key words:** exogenous nitric oxide, blood microcirculation, diseases of the oral mucosa, endothelium-dependent vasodilation.

Conflict of interest. The authors declare absence of conflicts of interest.

Funding. There was no sponsorship or financial support for the study.

Ethical review. The study was carried out in accordance with the principles of European Council Directive 86/609/EEC.

© Kozlov V.I. et al., 2024

For citation: Kozlov V.I., Ryzhakin S.M., Sabantseva E.G. Effects of exogenous nitric oxide on the state of blood microcirculation: clinical and experimental study. *Pul'monologiya*. 2024; 34 (4): 603–605 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2024-34-4-603-605

Оксид азота (NO) рассматривается в настоящее время как сигнальная молекула, играющая роль универсального регулятора многих физиологических процессов в организме и являющаяся важным посредником в микрососудистых реакциях. Установлено, что при воздействии экзогенного NO на сосуды микроциркуляторного русла происходят разнонаправленные реакции микрососудов и связанные с ними внутрисосудистые и внесосудистые эффекты.

Целью исследования явилось изучение в экспериментальных условиях воздействия экзогенного NO на сосуды микроциркуляторного русла и состояния в них кровотока для патогенетического обоснования применения NO-терапии при коррекции микроциркуляторных нарушений.

Материалы и методы

Опыты по витальной микроскопии сосудов мягкой мозговой оболочки в бассейне средней мозговой артерии проводились по методике «открытого окна в черепе» при вскрытой твердой мозговой оболочке. Работа выполнена на белых крысах линии Вистар. Также проведены модельные эксперименты на зашемном мешке хомячка по коррекции с помощью NO-терапии микроциркуляторных нарушений, вызванных воспалительно-деструктивным поражением слизистой оболочки рта. В стоматологической клинике проведено лечение больных с воспалительно-деструктивными заболеваниями слизистой оболочки рта с применением NO-терапии.

Состояние микроциркуляции регистрировалось с помощью TV-биомикроскопии и лазерной доплеровской флоуметрии.

Воздействие экзогенным NO на микрососуды осуществлялось аппаратом «Плазон-Т» (производитель — Научно-исследовательский институт энергетического машиностроения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана») в режиме максимального содержания NO в воздушном потоке (1 500 л / мин); доза определялась временем экспозиции (30, 40, 50 и 60 с).

Результаты

Воздействие экзогенного NO на сосуды мягкой оболочки головного мозга при времени экспозиции 30, 40, 50 с оказывает стимулирующее влияние на ми-

кроциркуляцию, которое проявляется в повышении кровотока, усиления флуксуций и повышении вазомоторной активности на тканевом уровне. Выявлен градиент реактивности микрососудов на NO-воздействие, максимум которого смещен в зону прекапиллярных сосудов (прекортикальных артериол).

Реакция прекортикальных (прекапиллярных) артериол носит дозозависимый характер, при этом реакция микрососудов возрастает по мере увеличения дозы NO-воздействия. При превышении терапевтического порога, который для крысы составляет 60 с, наблюдалось угнетающее влияние на микроциркуляцию в микрососудах коры головного мозга крысы, что проявлялось в снижении уровня тканевого кровотока, ослаблении флуксуций и уменьшении вазомоторной активности.

Воздействие экзогенного NO на микрососуды слизистой оболочки зашемного мешка хомячка в условиях моделирования ее воспалительно-деструктивного поражения позволило выявить позитивное влияние NO-терапии на восстановление микроциркуляции, что проявлялось в повышении уровня капиллярного кровотока и снижения застойных явлений в веноулярном звене микрососудистого русла.

Обсуждение

При использовании NO в комплексном лечении воспалительно-деструктивных заболеваний слизистой оболочки рта (плоского лишая, рецидивирующего афтозного и герпетического стоматита) отмечено повышение эффективности проводимой терапии. По результатам клинических наблюдений показано, что повышение микроциркуляции крови в слизистой оболочке рта под действием NO способствовало сокращению сроков нормализации гемодинамики в микрососудах и активизации репаративных процессов в области эрозивно-язвенных поражений слизистой оболочки рта.

Заключение

Представлен механизм эндотелий-зависимой вазодилатации в прекапиллярном звене микроциркуляторного русла и стабилизации барьерных свойств эндотелиальной выстилки микрососудов. Установлено, что ключевым фактором позитивного влияния экзогенного NO в терапевтических дозах на микроциркуляцию крови является активизация вазомоторной активности микрососудов.

Информация об авторах / Authors Information

Козлов Валентин Иванович — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой анатомии человека Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; тел.: (495) 434-50-55 (доб.: 1947); e-mail: kozlov-vi@rudn.ru
Valentin I. Kozlov, Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Human Anatomy, Medical Institute, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of Russia named

after Patrice Lumumba”, Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; tel.: (495) 434-50-55 (add.: 1947); e-mail: kozlov-vi@rudn.ru

Рыжакин Сергей Михайлович — к. б. н., заместитель директора по учебной работе по специальности «Лечебное дело», доцент кафедры анатомии человека Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; тел.: (495) 787-38-03 (доб. 1954); e-mail: ryzhakin-sm@rudn.ru

Sergey M. Ryzhakin, Candidate of Biology, Deputy Director for Academic Affairs in the specialty “General Medicine”, Associate Professor, Department of Human Anatomy, Medical Institute, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba”, Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; tel.: (495) 787-38-03 (add.: 1954); e-mail: ryzhakin-sm@rudn.ru

Сабанцева Елена Геннадьевна — д. м. н., доцент, заведующая учебной частью кафедры терапевтической стоматологии имени профессора В.С.Иванова Федерального государственного бюджетного образова-

тельного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (495) 684-55-74; e-mail: terstom.rmapo@yandex.ru

Elena G. Sabantseva, Doctor of Medicine, Associate Professor, Head of the Academic Department, Department of Therapeutic Dentistry named after Professor V.S.Ivanov, Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education”, Ministry of Health of Russia; tel.: (495) 684-55-74; e-mail: terstom.rmapo@yandex.ru

Участие авторов

Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации, несут ответственность за целостность всех частей статьи.

Authors Contribution

All authors made a significant contribution to the search, analysis, and preparation of the article, read and approved the final version before publication, and are responsible for the integrity of all parts of the article.