

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕРОВОДОРОДА**

В. В. Иванов, В. Н. Жадан, В. И. Коржов

ГУ “Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии  
имени Ф. Г. Яновского АМН Украины”

В статье рассмотрена роль эндогенного сероводорода, как газотрансмиттера в реализации ряда физиологических функций, в частности, регуляции кровяного давления, участие в воспалительных процессах, стимуляции ангиогенеза и возможность его использования для коррекции метаболических нарушений в легких и сердечно-сосудистой системе.

**Ключевые слова:** сероводород, цистатионин-γ-лиаза, нейротрансмиттер.

Негативное действие на организм сероводорода известно давно.

В последнее время с восприятия сероводорода как токсического газа пришли к пониманию того, что сероводород эндогенного происхождения является важным компонентом многих биохимических процессов в организме. Вдыхание сероводорода в концентрации 1,0 мг/л и выше приводит к судорогам и потере сознания. Наступает быстрая смерть от остановки дыхания (апоплектическая форма отравления), а иногда и от паралича сердца.

С точки зрения токсикологии метаболизм сероводорода идет по пути взаимодействия с металлопротеинами и белками. Токсическое действие сероводорода объясняется его проникновением в клетки, где он вступает во взаимодействие с железом в цитохромах типа а, b и с, а также с цитохромоксидазой, подобно HCN (синильная кислота), приводит к тканевой аноксии. В результате окисления сероводорода в тканях образуются перекисные соединения, угнетающие гликолиз. Особая чувствительность центральной нервной системы к сероводороду может быть связана с отсутствием в ткани мозга глутатионпероксидазы,

восстанавливающей перекисные соединения в других тканях, и низкой активностью каталазы, которая защищает клетки от их действия.

Однако установлено, что сероводород в микромолярных концентрациях образуется в организме, выполняя функции нейротрансмиттера (нейромодулятора), проявляет антинекротические и антиапоптотические свойства.

В организме сероводород образуется из аминокислоты цистеина под действием цистатионин- $\gamma$ -лиазы, с последующим окислением до сульфата и/или метилированием. Но по пути он вступает в целый ряд метаболических каскадов, выяснение которых и является самым интересным и многообещающим, в первую очередь, в области пульмонологии и кардиологии. Так, например, были выведены генно-модифицированные мыши, лишенные гена цистатионин- $\gamma$ -лиазы. Начиная с семи недель они начали страдать гипертонией. В возрасте 12 недель артериальное давление у них достигло 135 мм ртутного столба – на 18 мм больше, чем у контрольных мышей того же возраста. Причина ее заключалась в резко пониженной концентрации сероводорода в стенках сосудов и плазме крови у генно-модифицированных мышей по сравнению с контрольными. Внутривенное введение источника сероводорода (гидросульфида натрия, NaHS) временно вылечивало генно-модифицированных мышей. У контрольных мышей от этой процедуры давление так же снижалось, но незначительно [1].

Некоторые работы показывают, что сероводород вызывает расслабление гладкой мускулатуры кровеносных сосудов, что, в свою очередь, ведет к снижению кровяного давления. Объясняется это взаимодействием сероводорода с встроенными в мембраны мышечных клеток калиевыми каналами – белками, регулирующими прохождение ионов калия ( $K^+$ ) через мембрану. Сероводород открывает калиевые каналы, что и приводит к расслаблению гладкой мускулатуры сосудов. Другие авторы утверждают, что об однозначной роли сероводорода, как всеобщего вазодилататора, говорить рано, потому как выяснилось, что сосуды похоже реагируют на сероводород и гипоксию [2].

Интересная роль сероводорода в воспалительных процессах

липополисахаридной природы.

Имеются сообщения, что сероводород является газотрансмиттером-нейромодулятором и играет важную роль в формировании памяти и ассоциативных процессов. В гиппокампе обнаружена высокая концентрация фермента цистатионин-β-синтазы (CBS), одна из функций которого связывать сероводород [3].

Сероводород является действенным стимулятором ангиогенеза. Эндогенный сероводород способствует капиллярному морфогенезу и, как следствие, скорейшему заживлению ран.

Важно отметить, что во многих исследованиях авторы настаивают на важной сочетанной роли оксида азота с сероводородом, однако до конца разграничить их взаимодействие пока не удастся.

### **Выводы**

1. Эндогенный сероводород является нейротрансмиттером, выполняет важные физиологические функции, участвуя в регуляции кровяного давления, психических функций, воспалительных процессов, является стимулятором ангиогенеза.
2. Весьма перспективным является дальнейшее изучение метаболизма сероводорода для многих направлений медицины, но в первую очередь для пульмонологии и кардиологии.

### **Литература**

1. Yang, Lingyun Wu, Bo Jiang, Wei Yang, Jiansong Qi, Kun Cao, Qinghe Meng, Asif K. Mustafa, Weitong Mu, Shengming Zhang, Solomon H. Snyder, Rui Wang H<sub>2</sub>S as a Physiologic Vasorelaxant. Hypertension in Mice with Deletion of Cystathionine γ-Lyase // Science. – 2008. – Vol. 322. – P. 587 – 590.
2. Kenneth R. Olson; Nathan L Whitfield; Shawn E. Bearden; Judy St. Leger; Erika Nilson; Yan Gao; Jane A. Madden Hypoxic pulmonary vasodilation: a paradigm shift with a hydrogen sulfide mechani // American journal of physiology. Regulatory,

integrative and comparative physiology. – 2009. – Vol. 298. – P. 1522 – 1490.

3. Kazuho Abe and Hideo Kimura The Possible Role of Hydrogen Sulfide as an Endogenous Neuromodulator // The Journal of Neuroscience – 1996. – V. 76, №3. – P. 1066 – 1071.

## **ФІЗІОЛОГІЧНА РОЛЬ СІРКОВОДНЮ**

**В. В. Іванов, В. М. Жадан, В. І. Коржов**

У статті розглянута роль ендогенного сірководню як газотрансмітера у реалізації ряду фізіологічних функцій, зокрема, регуляції кров'яного тиску, участь у запальних процесах, стимуляція ангиогенезу і можливість його використання для корекції метаболічних порушень в легенях і серцево-судинній системі.

**Ключові слова:** сірководень, цистатіонін-γ-ліаза, нейротрансмітер.

## **PHYSIOLOGICAL ROLE OF HYDROGEN SULFIDE**

**V. V. Ivanov, V. M. Zhadan, V. I. Korzhov**

The role of endogenic hydrogen sulfide as a gasotransmitter in a number of physiological functions was shown in this article. In particular, the regulation of blood pressure, participation in the inflammatory processes, stimulation of angiogenesis and correction possibility of metabolic disorders in respiratory and cardiovascular systems.

**Key words:** hydrogen sulfide, cystathionine gamma-lyase, neurotransmitter.