

Учреждение образования  
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

## **Менделеевские чтения – 2019**

Сборник материалов  
Республиканской научно-практической конференции  
по химии и химическому образованию

Брест, 22 февраля 2019 года

Под общей редакцией **Н. Ю. Колбас**

Брест  
БрГУ имени А. С. Пушкина  
2019

УДК 37+54+57+61+66+371+372+373+378+502+524+538+539+541+542+  
543+544+546+574+577+581+631+634+636+661+666+667+691  
ББК 24.1+24.2+24.4+24.5  
М 50

*Рекомендовано редакционно-издательским советом Учреждения образования  
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»*

*Редакционная коллегия:*

кандидат технических наук, доцент **Э. А. Тур**  
кандидат биологических наук, доцент **Н. Ю. Колбас**  
кандидат технических наук, доцент **Н. С. Ступень**

*Рецензенты:*

кандидат технических наук, доцент **С. В. Басов**  
кандидат биологических наук, доцент **Н. М. Матусевич**

М 50 **Менделеевские чтения – 2019** : сб. материалов Респ. науч.-  
практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 22 февр.  
2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. А. Тур,  
Н. Ю. Колбас, Н. С. Ступень ; под общ. ред. Н. Ю. Колбас. – Брест :  
БрГУ, 2019. – 275 с.  
ISBN 978-985-555-982-6.

В материалах сборника освещаются актуальные проблемы химии и экологи-  
гии, а также отражен опыт преподавания соответствующих дисциплин в высших  
и средних учебных заведениях.

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспиран-  
тами, магистрантами, преподавателями и студентами высших учебных заведе-  
ний, учителями химии и другими специалистами системы образования.

УДК 37+54+57+61+66+371+372+373+378+502+524+538+539+541+542+  
543+544+546+574+577+581+631+634+636+661+666+667+691  
ББК 24.1+24.2+24.4+24.5

**В. Г. ПАНФЁРОВА, Н. С. СТУПЕНЬ**

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

## **ВЛИЯНИЕ ИОНОВ РТУТИ НА АКТИВНОСТЬ МОЗГА**

В числе приоритетных направлений научных исследований многие годы остаются исследования токсических эффектов неорганических соединений ртути, поскольку ртуть, являясь глобальным загрязнителем, обладая выраженными кумулятивными и нейротоксичными свойствами, продолжает использоваться во многих отраслях промышленности и в быту. Многочисленные исследования позволили выявить токсическое действие ртути и ее органических производных, которое оказывает разрушительное влияние на нейроны и является одним из основных стимулов развития аутизма.

Целью наших исследований является анализ литературных данных о механизмах влияния ионов ртути на активность мозга.

В ходе анализа литературных источников было установлено, что в течение первых лет жизни по определенным симптомам, связанным прежде всего со скоростью умственного, эмоционального и психического развития, у некоторых детей могут обнаруживаться признаки аутистического расстройства. Согласно определению, приводимому Т. Смитсом, детским аутизмом называют нарушение развития, характеризующееся неспособностью к нормальному общению и дефицитом языковых навыков. Эти дефекты сопровождаются наличием трудностей в восприятии и неадекватной реакции на повседневные стимулы [1].

В ходе исследования проблемы, каким же образом ртуть связана с развитием аутизма, была проанализирована книга Т. Кимельман, в которой приводятся факты, доказывающие, что ртутное отравление входит в число семи основных возможных стимулов развития аутизма [2]. В исследовании, описанном Питером и Хилари Батлер, по демографическим и перинатальным параметрам были выявлены различия между детьми с аутизмом и детьми из контрольной группы. Дети с аутизмом имели намного большее количество побочных реакций и отклонений в развитии от вакцинации препаратами, содержащими ртуть, чем дети из контрольной группы. Для данного исследования были выбраны волосы и ногти, поскольку данные структуры являются накопителями всех веществ, производимых организмом, а также веществ, которые попадают в человеческий организм в процессе его жизнедеятельности. Результаты исследования содержания ртути в организмах детей с аутизмом и детей из контрольной группы приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Уровень концентрации ионов ртути в образце ногтей (мкг/мл)

Исследуемый металл	Дети из контрольной группы (50 человек)	Дети с аутизмом легкой степени тяжести (15 человек)	Дети с аутизмом средней степени тяжести (15 человек)	Дети с аутизмом высокой степени тяжести (15 человек)
Ртуть	2,87 ± 0,34	5,12 ± 0,61	4,37 ± 0,52	2,57 ± 0,30

Таблица 2 – Уровень концентрации ионов ртути в образце волос (мкг/мл)

Исследуемый металл	Дети из контрольной группы (50 человек)	Дети с аутизмом легкой степени тяжести (15 человек)	Дети с аутизмом средней степени тяжести (15 человек)	Дети с аутизмом высокой степени тяжести (15 человек)
Ртуть	0,37 ± 0,04	3,09 ± 0,37	1,10 ± 0,13	0,65 ± 0,07

В таблицах 1, 2 представлены концентрации исследуемого металла в организмах здоровых детей и детей с аутизмом легкой, средней и высокой степеней тяжести. Анализируя данные таблицы, видим, что процентное содержание ионов ртути у детей с аутизмом однозначно выше, достигая разницы в 1–2 порядка по сравнению с данными для детей из контрольной группы [3]. Наиболее выраженным фактором, способствующим возникновению такого различия, оказывается то, что человек обладает генетически запрограммированной способностью выведения ионов ртути из организма. Установлено, что мозг человека содержит определенные

ферменты, которые помогают удалению опасных веществ. Установлено три вида ферментов, которые помогают удалять атомы ртути из мозга: АРО-Е2 (удаляет два атома ртути), АРО-Е3 (удаляет один атом), АРО-Е4 (не удаляет атомы ртути). У детей, больных аутизмом, преобладает фермент АРО-Е4, который препятствует выведению ртути из организма [4].

Установлено, что люди, получившие по наследству два фермента АРО-Е4 (и, следовательно, не имеющие генов АРО-Е2, АРО-Е3), с 80 %-й вероятностью склонны к болезни Альцгеймера. Преобладание обозначенного фермента приводит к высвобождению свободных радикалов, которые, стремясь достигнуть устойчивого состояния, изменяют состав и в связи с этим функции веществ, с которыми данные радикалы сталкиваются в процессе своего свободного перемещения. Особенно чувствителен к окислительным процессам, в результате которых образуются свободные радикалы, головной мозг. Он содержит множество жирных кислот, в том числе лецитин. В результате окисления под воздействием свободных радикалов лецитин повышает уровень липофусцина. Его избыток ускоряет процесс старения организма. Болезнь Альцгеймера, или попросту синильное слабоумие, – это следствие масштабного влияния большого количества свободных радикалов [5].

Многочисленными исследованиями установлено, что сочетание аминокислот триптофан – глутамин повышает устойчивость организма к свободнорадикальным гипоксическим повреждениям. В нашем случае происходит обратный процесс: свободные радикалы связываются с глутаминовой кислотой, нарушая ее строение и функции, в связи с этим такой важный нейромедиатор не может нормально связываться со специфическими нейронами головного мозга, что не приводит к нормальному возбуждению последних [6]. Неправильная работа нейронов головного мозга является одной из причин появления основных симптомов аутизма, таких как гиперактивность или пассивность, отсутствие речи или ее слабое развитие, гиперчувствительность или слабая чувствительность к посторонним звукам и нек. др.

Было установлено, что ртуть также оказывает непосредственное влияние на целостность и функционирование нейронов. Даже небольшие концентрации ртути разрушают мембрану нейрона, оставляя оголенными нейрофибриллы. После того как ионы ртути вводят в нейрон, они проникают в клетку и присоединяются к молекулам тубулина. Таким образом, ионы ртути занимают «место», необходимое для присоединения молекулы гуанозинтрифосфата (ГТФ) к тубулину. Ионы ртути, занявшие место ГТФ, препятствуют молекулам тубулина свободно объединяться, вследствие чего нейротубулы начинают разрушаться до свободных молекул тубулина, оставляя таксон без поддерживающей структуры. Это приводит к тому, что нейрон и его оголенный аксон разрушаются [7].



Сильное токсическое действие на организм человека оказывают органические производные ртути. Большинство вакцин, которым подвергаются дети в первые годы своей жизни, содержат тиомерсал – ртуть-содержащее органическое соединение. Важнейшие признаки отравления органическими производными ртути – тяжелое поражение центральной нервной системы, атаксия, парестезия, дизартрия, нарушение зрения, слуха, боль в конечностях. Высокая токсичность этилртути обусловлена ее липидорастворимостью, что позволяет ей легче проходить через биологические мембраны, проникать в головной и спинной мозг, в периферические нервы, а также пересекать плацентарный барьер и накапливаться в плоде. Этилртуть полностью разрушает нервные клетки центральной нервной системы [8].

Таким образом, анализ литературных данных по влиянию ртути на деятельность мозга человека позволяет сделать следующие выводы.

1. Ртуть, попадая в организм, оказывает разрушительное воздействие на целостность и работу нейронов головного мозга.

2. Накопительный эффект ионов ртути, вызванный преобладанием фермента АРО-Е4, способствует возрастанию числа окислительных процессов, вызванных свободными радикалами. В результате нарушается состав глутаминовой кислоты, которая в дальнейшем не может способствовать передаче нервных импульсов, что приводит, как правило, к тяжелым отклонениям в развитии и поведении.

3. Ртуть, обладая избирательной способностью связываться с молекулами тубулина, занимает место гуанозинтрифосфата и способствует быстрому и необратимому разрушению нейронов, что приводит к дисфункции головного мозга.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smits, T. Autism beyond despair / T. Smits. – Netherlands : Emrus Publishers, 2010. – 188 с.

2. Как победить аутизм / Т. Кимельман [и др.]. – 2-е изд., доп. – Ставрополь : Коннек-Сервис, 2011. – 358 с.

3. Priya, M. Level of Trace Elements (Cooper, Zinc, Magnesium and Selenium) and Toxic Elements (Lead and Mercury) in the Hair and Nail of Children with Autism / M. Priya, A. Geetha. – Germany : Springer Science and Business Media, LLC, 2010. – P. 6.

4. Halley, P. Regulation of the Apolipoprotein Gene Cluster by a long Noncoding RNA / P. Halley // Cell Rep. – 2014. – № 6. – P. 2.

5. Vickers, K. MicroRNAs are transported in plasma and delivered to recipient cells by high-density lipoproteins / K. Vickers // Nat Cell Biol. – 2014. – № 13. – P. 3.

6. Иовве, А. В. Влияние аминокислот на состояние антиоксидантной системы кардиомиоцитов в условиях гипотермической ишемии / А. В. Иовве, О. Ф. Кардаш // Здоровоохранение. – 2016. – № 3. – С. 67–71.
7. Heyes, J. The Real Science of Vaccines, Dental Fillings and Brain Damage / J. Heyes // Canada. – 2016.
8. Давыдова, С. Л. Ртуть, олово, свинец и их органические производные в окружающей среде / С. Л. Давыдова, Ю. Т. Пименов, Е. Р. Милаева. – Астрахань, 2001. – 147 с.