

ЦИНК В ПРАКТИКЕ ВРАЧА-НЕВРОЛОГА



CHROMOLAB



SCAN ME

+7(495) 369-33-09 | chromolab.ru

1. Биологическая роль цинка в нервной системе

Цинк (Zn) — один из ключевых микроэлементов, необходимых для нормального функционирования центральной и периферической нервной системы. Он участвует в регуляции более 200 ферментов, включая металлопротеиназы, РНК-полимеразы, щелочную фосфатазу, антиоксидантные ферменты и участвует в регуляции процессов, связанных с синтезом нейромедиаторов.

Цинк поступает в нейроны через несколько типов мембранных транспортных систем. Уникальным для нейронов является процесс везикулирования цинка, который обеспечивается транспортной системой ZnT-3. Этот механизм играет ключевую роль в регуляции синаптической передачи и поддержании локальной концентрации цинка в синаптических терминалях .

Наибольшая концентрация цинка отмечается в сером веществе мозга, преимущественно в коре, гиппокампе - в синаптических пузырьках глутаматергических нейронов, амигдале и мозжечке . Здесь цинк выполняет несколько ключевых функций:



- **Регуляция нейротрансмиссии:** цинк модулирует синаптическую активность, влияя на работу NMDA-, AMPA- и ГАМК-рецепторов, поддерживает баланс возбуждающих и тормозных сигналов, снижает риск эксайзотоксичности. Однако, следует учитывать, что этот эффект определяется концентрацией: при физиологически допустимых уровнях он способствует нейропroteкции, тогда как чрезмерное накопление ионов цинка, например, при ишемии мозга, может инициировать токсические процессы. Ионы цинка участвуют в высвобождении глутамата, катехоламинов, ацетилхолина и серотонина, что напрямую влияет на когнитивные процессы, обучение, память и эмоциональную устойчивость.
- **Участие в нейропластичности и формировании синаптических связей:** Цинк способен модулировать экспрессию и секрецию нейротрофинов, включая BDNF, что влияет на синаптическую адаптацию, обучение и память. Взаимодействие цинка с нейротрофинами дозозависимо: умеренные уровни способствуют активации сигнальных путей, поддерживающих рост и дифференцировку нейронов, тогда как избыток может нарушать работу этих систем и ограничивать регенеративные процессы. Таким образом, цинк является ключевым элементом, влияющим на пластичность и функциональное состояние нервной ткани.

- **Антиоксидантная и мембранопротекторная функция:** как структурный компонент меди-цинковой супероксиддисмутазы (Cu/Zn-SOD) – фермента, входящего в систему антиоксидатной защиты - цинк снижает перекисное окисление липидов и защищает нейроны от оксидативного стресса — одного из центральных механизмов старения и прогрессирования нейродегенеративных заболеваний.
- **Регуляция апоптоза:** цинк регулирует апоптоз в нейронах: при физиологических концентрациях он ограничивает чрезмерную активацию каспазных каскадов и поддерживает выживаемость клеток.
- **Поддержание структуры белков и ДНК:** цинк является компонентом структурного мотива белка в транскрипционных факторах, т.н. «цинковых пальцев», обеспечивая их связывание с ДНК и регуляцию экспрессии множества генов. Среди них — гены, отвечающие за синтез нейромедиаторов, формирование рецепторов и работу ферментов энергетического обмена.
- **Участие в метаболизме гормонов и медиаторов:** цинк регулирует секрецию кортизола, инсулина, тиреоидных гормонов, влияет на метаболизм серотонина и дофамина — ключевых медиаторов настроения и мотивации.

Таким образом, цинк является не только структурным и ферментативным компонентом, но и сигнальным элементом нейрохимической регуляции. Нарушение его гомеостаза приводит к дисбалансу медиаторных систем, нейровоспалению и ускоренной дегенерации нейронов.

2. Клиническая обоснованность назначения анализа цинка в крови:

Определение уровня цинка в крови имеет высокую клиническую значимость в практике невролога. Дефицит цинка проявляется как нарушением когнитивных функций, так и изменением эмоционального состояния, вплоть до депрессии и тревожных расстройств.

Показания к исследованию уровня цинка:

- Контроль уровня цинка особенно показан пациентам пожилого возраста, страдающим когнитивным снижением, а также пациентам с метаболическим синдромом, у которых микроэлементный дисбаланс может усиливать нейровоспаление и сосудистую ишемию мозга.
- Снижение когнитивных функций, астенический синдром, депрессивные и тревожные расстройства: цинк модулирует активность NMDA-рецепторов, что делает его важным фактором регуляции настроения и стрессоустойчивости.

- Диабетическая и алкогольная полинейропатия: дефицит цинка усугубляет оксидативный стресс и воспаление в периферических нервах, ухудшая процессы регенерации аксонов.
- Рассеянный склероз и другие аутоиммунные поражения ЦНС: цинк регулирует баланс Th1/Th2-ответа, уменьшая аутоиммунное воспаление.
- Подозрение на нейродегенеративные заболевания (болезнь Альцгеймера, Паркинсона, боковой амиотрофический склероз): нарушение гомеостаза цинка, будь то его дефицит или избыточное накопление, способствует агрегации патологических белков, таких как амилоид- β , α -синуклеин и мутантная SOD1. Одновременно это активирует нейровоспалительные реакции через микроглию и астроциты, усиливая окислительный стресс и повреждение нейронной ткани.
- Резистентность к терапии антидепрессантами: клинические исследования показывают, что низкий уровень цинка коррелирует с меньшей эффективностью СИОЗС и ТЦА. Добавление цинка усиливает терапевтический эффект антидепрессантов.
- Постковидный синдром и поствирусная астения: низкие уровни цинка коррелируют с утомляемостью, когнитивным дефицитом и снижением восстановительных способностей нейронов.
- Дефицит цинка часто развивается вторично — на фоне длительной терапии диуретиками, ингибиторами АПФ, статинами, β -блокаторами, а также при хронических заболеваниях ЖКТ, алкоголизме и мальабсорбции.

3. Преимущества определения цинка методом хромато-масс-спектрометрии (ХМС)

Хромато-масс-спектрометрия является «золотым стандартом» количественного анализа микроэлементов.

В сыворотке крови присутствует большое количество других металлов и органических веществ, способных мешать точному определению цинка. Хромато-масс-спектрометрия обеспечивает его селективное разделение от посторонних ионов и соединений благодаря этапу хроматографической очистки, что значительно снижает вероятность ложноположительных и ложноотрицательных измерений.

Для определения цинка метод ХМС обеспечивает точность более 99%, высокую воспроизводимость и отсутствие перекрёстных реакций с другими элементами.

Преимущества метода ХМС для практикующего невролога:

- Возможность выявления субклинического дефицита цинка при когнитивных нарушениях и нейродегенерации.

- Контроль микроэлементного баланса при метаболической терапии и нутритивной коррекции.
- Мониторинг пациентов с длительным приёмом антидепрессантов, противосудорожных и хелатирующих средств, способных влиять на метаболизм цинка.
- Высокая чувствительность метода позволяет оценить даже минимальные изменения концентрации цинка в крови и волосах, что повышает достоверность диагностики.

5. Chromolab рядом с вами

Мы в Cromolab понимаем, что врачу важно опираться не только на теоретическую информацию, но и видеть примеры успешного решения клинических задач.

Поэтому мы не просто выполняем лабораторные исследования, а помогаем врачам применять их результаты для улучшения качества жизни пациентов. Мы осуществляляем всестороннюю поддержку врачей и проводим консультации для решения сложных вопросов лабораторной диагностики, всегда готовы к сотрудничеству и обмену опытом. Для вас это означает уверенность в результатах лабораторных исследований, а для ваших пациентов — своевременную помощь и доверие к выбранной тактике лечения.

6. Список литературы

1. Jung A. et al. Zinc deficiency is associated with depressive symptoms. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2017;72(8):1149–1154.
2. Krall R.F., Tzounopoulos T., Aizenman E. The function and regulation of Zinc in the brain. *Neuroscience.* 2021;457:235–258.
3. Maret W. Zinc in cellular regulation: the nature and significance of “Zinc Signals”. *Int J Mol Sci.* 2017;18(11):2285.
4. Nowak G., Schlegel-Zawadzka M. Alterations in serum and brain trace element levels after antidepressant treatment. *Biol Trace Elem Res.* 1999;67(1):85–92.
5. PMC6151412 – Zinc dysregulation and neurodegeneration.
6. PMC3715721 – Role of zinc homeostasis in neurodegenerative and psychiatric disorders.

7. Frontiers | The Emerging Role for Zinc in Depression and Psychosis

8. Frontiers | Cognitive decline due to excess synaptic Zn²⁺ signaling in the hippocampus

9. (PDF) Synergistic application of zinc and vitamin C to support memory, attention and the reduction of the risk of the neurological diseases

 [Подробнее на сайте](#)