##### Молекулярный водород с антиоксидантной активностью, как фактор долголетия

Медведев О.С1., д.м.н., профессор, зав. кафедрой фармакологии, [oleg.omedvedev@gmail.com](mailto:oleg.omedvedev@gmail.com)

Стрижков А.А2., Генеральный директор, [str@vilovit.ru](mailto:str@vilovit.ru)

1Факультет фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

2ООО «ВИЛОВИТ», Москва

В течение длительного времени считалось, что водород не обладает заметным биологическим действием. Отношение к водороду в корне изменилось в 2007 г., когда в престижном журнале «Nature Medicine» группа японских авторов опубликовала статью, доказывающую антиоксидантную активность водорода на биологических моделях (*Ohsawa* et al., 2007). Авторы и последующие исследования показали, что водород защищает мозг в условиях ишемии/реперфузии и инсульта, нейтрализуя активные формы кислорода – гидроксильный радикал ОН– и пероксинитрит ONOO–, но не взаимодействуя с более слабыми окислителями: супероксид-анион радикалом О2–, перекисью водорода Н2О2 или оксидом азота NO, что является его важным преимуществом перед другими известными антиоксидантами (*Liu* et al., 2011). После этого резко возрос интерес к изучению биологических эффектов водорода у животных и человека, который вводился извне в виде насыщенной водородом воды, таблеток, содержащих металлический магний, или ингаляционно в концентрации до 4%, чтобы предупредить взрывоопасность вдыхаемого газа (*Kurokawa* et al., 2015). За период с 2007 г. по настоящее время уже опубликовано более 2000 статей по изучению биологических и медицинских эффектов молекулярного водорода.

Фундаментальные исследования показали защитное действие экзогенного водорода в модельных опытах на животных, клеточных культурах в условиях оксидативного стресса. Показано антиатеросклеротическое действие молекулярного водорода в опытах на мышах (*Ohsawa* et al., 2008; *Iketani* et al., 2018), замедление развития хронической сердечной недостаточности у крыс (*Chi* et al., 2018). Отмечены кардиопротективное действие на модели ишемии/реперфузии миокарда у крыс (*Li* L. et al., 2019; *Li* X. et al., 2019) и антистрессорный эффект высоких концентраций водорода в опытах на мышах (*Gao* et al., 2017). В нескольких лабораториях подтвердили защитное действие водорода на моделях легочной гипертензии (*Wang* et al., 2011; *He* et al., 2013; *Kishimoto* et al., 2015).

Изучение механизмов действия водорода в условиях оксидативного стресса привело большинство авторов к заключению, что в дополнение к прямой нейтрализации гидроксильного радикала ОН– и пероксинитрита ONOO– его антиоксидантное действие проявляется за счет усиленной экспрессии эндогенных белков с антиоксидантной активностью: супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы, следствием чего является снижение маркеров окислительного стресса: малонового диальдегида, производных тиобарбитуровой кислоты и 8-гидрокси-деокси-гуаназина. Имеются доказательства (*Ichihara* et al., 2015; *Wang* et al., 2020; *Barancik* et al., 2020; *Slezak* et al., 2021) влияния водорода на сигнальные пути передачи информации внутрь клетки, а также цитопротекции и противовоспалительного действия за счет снижения синтеза провоспалительных цитокинов, антиапоптотического действия.

Последующие клинические испытания антиоксидантных свойств молекулярного водорода в основном подтвердили результаты ранее выполненных фундаментальных исследований на животных. Во-первых, подтверждена безопасность ингаляционного использования водорода в концентрации 2–4% (*Javorac et al., 2019),* а у больных с инфекцией COVID-19 и высоких концентраций – при ингаляции смеси, содержащей 66% водорода и 33% кислорода (*Guan* et al., 2020a, 2020b; *Lin* et al., 2020). Во-вторых, подтверждены кардиопротективные и нейропротективные эффекты молекулярного водорода у пациентов, что было связано с его антиоксидантными свойствами (*Alshami* et al., 2020; *Ono* et al., 2012; *Tamura* et al., 2016, 2017, 2020). Предлагается использовать водород при лечении заболеваний, связанных с хроническим воспалением (*Hirano* et al., 2021). В литературе есть сообщения о положительном влиянии водорода на эндотелиальную дисфункцию (*Sakai* et al., 2014), в том числе и при проведении рандомизированных контролируемых исследований (*Ishibashi* et al., 2020). Насыщение водородом диализной жидкости улучшает прогноз у пациентов как при гемодиализе, так и при перитонеальном диализе, уменьшая развитие фиброза (*Nakayama* et al., 2018a, 2028b; *Lu* et al., 2020).

Ингаляция с водородом используется для лечения больных в острой фазе ковидной инфекции, так и для лечения пост-ковидного синдрома (Свитич и др. 2022,

Совокупность доказанных антиоксидантных эффектов молекулярного водорода, видимо, лежит в основе его способности увеличения длительности жизни, что было доказано на биологических моделях в эксперименте (Sohal et al., 1996, Klichko et al., 2019, Zhang et al., 2020). В рандомизированном контролируемом исследовании было показано, что у людей старше 70 лет регулярный прием насыщенной водородом воды в течение 6 месяцев приводил к снижению уровней биомаркеров старения и сохранял длину теломер (Zanini et al., 2021).

Большое число публикаций о положительных эффектах молекулярного водорода, вводимого внутрь (насыщенная водородом вода, ингаляция, магний содержащие таблетки и капсулы) или применяемого наружно (лицевые маски и обработка ран, ванны с водородной водой) заставили по-новому подойти к оценке водородного дыхательного теста, широко используемого гастроэнтерологами в течении десятилетий и отражающего способность микробиоты кишечника генерировать водород при ферментации пищевых волокон. Оказалось, что почти у половины всех пациентов продукция эндогенного водорода крайне низка, что позволяет именно у них ожидать наибольших положительных эффектов введения экзогенного водорода.

В пользу anti-aging эффектов водорода говорит и публикация японских авторов, показавших, что у группы долгожителей (старше 100 лет) концентрация водорода в выдыхаемом воздухе в 2,5-3 раза превышает его уровень по сравнению с группой сравнения (Aoki, 2013).

**Заключение.** Анализ мировой литературы позволяет утверждать, что одним из путей продления жизни человека и сохранения активного периода его жизни является повышение антиоксидантного статуса организма за счет повышения уровня молекулярного водорода в крови. Последнее может достигаться разумным введением экзогенного водорода с учетом уровня генерации эндогенного водорода микробиотой, что полностью соответствует современному подходу к здоровому образу жизни, развитию персонифицированной профилактики и лечения многих неинфекционных заболеваний.