

coralclub

Издательская компания «Хиндави»
(Hindawi Publishing Corporation)

**«ХИНДАВИ»
(Hindawi)**

**«Доказательная комплементарная
и альтернативная медицина»
(Evidence-Based Complementary
and Alternative Medicine)**

Обзорная статья

Потенциальная польза для здоровья глубинной морской воды: Обзор

Самиха Зура Мод Нани^{1, 2, 3}, Ф. А. А. Маджид^{2, 3, 4}, А. Б. Джафар^{2, 5}, А. Махджир^{1, 2} и М. Н. Муса²

1. Малайзийско-Японский Международный технологический институт, Технологический университет Малайзии, 54100, Куала-Лумпур, Малайзия
2. Центр тепловой энергии океана Технологического университета Малайзии (ОТЕС), Технологический университет Малайзии, 54100, Куала-Лумпур, Малайзия
3. Лаборатория инженерных исследований культур тканей, Факультет химических технологий, Технологический университет Малайзии, 81310, Скудай, Джохор, Малайзия
4. Институт морской биотехнологии, Университет Малайзии Тренгану, 23000, Куала-Тренгану, Тренгану, Малайзия
5. Школа наук, технологий, инноваций и политики Пердана, Технологический университет Малайзии, 54100, Куала-Лумпур, Малайзия

Корреспонденцию следует направлять в адрес Самихи Зуры Мод Нани, samihahzura@gmail.com.

Получено: 08 июня 2016 года, принято: 27 октября 2016 года

Научный редактор: Норман Темпл

Авторское право © 2016 г. Самиха Зура Мод Нани и др. Настоящая статья распространяется в открытом доступе в соответствии с положениями лицензии Creative Commons Attribution, которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии надлежащего цитирования оригинальной работы.

Глубинная морская вода (ГМВ) обычно относится к объему морской воды, которая закачивается с глубины более 200 м. Обычно это связано со следующими характеристиками: низкая температура, высокая степень чистоты и большое содержание питательных веществ, а именно полезных элементов, которые включают магний, кальций, калий, хром, селен, цинк и ванадий. Меньший фотосинтез планктонных растений, потребление питательных веществ и органическое разложение привели к тому, что эта вода сохранила много питательных веществ. Благодаря этому ГМВ является потенциальным оптимальным источником пользы для здоровья. Исследования доказали, что ГМВ может помочь преодолеть проблемы со здоровьем, особенно при заболеваниях, связанных с образом жизни, таких как сердечно-сосудистые заболевания, диабет, ожирение, рак и заболевания кожи. В настоящей статье рассматривается потенциальная польза ГМВ для здоровья со ссылками на результаты предыдущих исследований.

1. Введение

Вода обычно определяется как жидкость, форма которой определяется емкостью, которую она заполняет, и которая может иметь множество вариантов цвета. Это важнейший компонент для всего живого. Например, человеку нужна вода для многих функций, таких как регулирование температуры тела, улучшение обмена веществ в организме и обеспечение необходимых организму минералов. Существует множество источников воды, таких как поверхностные воды, водоносные горизонты, родники и морская вода. Между тем, глубинная морская вода (ГМВ) также может служить оптимальным источником воды. Она полезна, так как может поставлять минералы, необходимые для здоровья. ГМВ обычно представлена морской водой, которая закачивается с глубины более 200 м. Обычно это связано со следующими характеристиками: низкая температура, высокая степень чистоты и большое количество питательных веществ, а именно полезных элементов [1]. Ее расположение вдали от солнечного света приводит к тому, что активность бактерий в ней минимальна или вообще отсутствует. Меньший фотосинтез планктона, потребление питательных веществ и обильное органическое разложение привели к тому, что эта вода сохранила обилие питательных веществ. Такое обилие в воде неорганического материала растет с увеличением глубины моря. Эти характеристики привлекли внимание к исследованиям ГМВ, особенно из-за содержания в ней многочисленных полезных минералов, которые включают магний (Mg), кальций (Ca), калий (K), хром (Cr), селен (Se), цинк (Zn) и ванадий (V) [1, 2]. Утверждается, что ГМВ богата минералами по сравнению с другими источниками воды [2].

Человек обычно потребляет питьевую воду в виде бутилированной питьевой воды (например, минеральной воды), фильтрованной водопроводной воды или кипяченой водопроводной воды. Ожидается, что питьевая вода, продаваемая поставщиками, будет содержать оптимальное содержание питательных веществ и безопасна для потребления, поскольку поставщики имеют лицензию на производство от властей. Примечательно, но некоторые виды питьевой воды, доступные на рынке, как сообщается, имеют низкое содержание минеральных веществ [3]. Возможно, это связано с распространенными способами обработки, которой подвергается питьевая вода, таким как обратный осмос и фильтрация, которые удаляют минеральное содержимое внутри нее. Минеральная вода, которая не подвергается необходимому обширному процессу обработки, полностью берется из подземных вод и получает ионы минеральных элементов из своих источников, таких как горные породы. Также сообщается, что она содержит мало минералов [3]. Однако содержание минералов в воде может варьироваться в зависимости от географического местоположения и процесса очистки, через который она прошла. Многообещающим фактом является то, что ГМВ может предложить множество полезных ископаемых для производства питьевой воды и других продуктов ее переработки. Производство очищенной ГМВ обычно включает процесс опреснения, за которым следует процесс минерализации. Однако высокая концентрация минеральных солей в ГМВ обычно проходит через такие процес-

сы как обратный осмос, электродиализ или вакуум при низкой температуре для обеспечения безопасной для потребления концентрации элементов в воде [1, 4, 5].

ГМВ была приобретена во многих странах, источники которой доступны для использования на суше. Эти страны включают Корею, Японию, Тайвань, Китай и США [1, 2, 6, 7]. Большинство из этих стран провели исследования влияния на здоровье, которое может быть достигнуто в результате потребления ГМВ. В результате в этих странах стало доступно производство таких продуктов, как напитки на основе глубинной морской воды. Такие напитки заявлены как питьевая вода, которая может способствовать укреплению здоровья, поскольку она не содержит углеводов, жиров, белков и других биоактивных материалов, которые потенциально могут вызвать неблагоприятные последствия для здоровья вместо обеспечения организма ценными минералами. Несмотря на то, что вода производится для питья, она также используется для различных целей, таких как продукты питания, косметика, аквакультура и сельское хозяйство [8]. Таким образом, из-за наличия многочисленных минералов, было проведено множество исследований такой воды с целью выявления ее пользы для здоровья. Путем проведения обзора литературы в настоящей работе были собраны выводы с обсуждениями, касающиеся потенциальной пользы для здоровья потребления ГМВ.

2. Минералы в глубинной морской воде

ГМВ содержит много типов минералов, таких как Mg, Ca, Cl, Na, K, Se и V, как показано в Таблице 1 [8]. Фактически ГМВ более богата минералами по сравнению с поверхностной морской водой [6]. Пример разницы между количеством минералов в поверхностной морской воде и ГМВ представлен в Таблице 2. ГМВ является оптимальным источником питательных веществ и может претендовать на роль поставщика питательных веществ, поскольку содержащиеся в ней минералы обеспечивают множество преимуществ для здоровья. Например, Mg важен для многих физиологических процессов в организме, таких как энергетический обмен и функции ферментов [9]. Mg способен снижать накопление липидов в аорте у субъектов с высоким уровнем потребления холестерина [10]. Кроме того, Mg полезен пациентам с сердечно-сосудистыми заболеваниями, поскольку он может снизить вероятность сердечного приступа, расширяя кровеносные сосуды и останавливая спазмы в сердечной мышце и стенках сосудов [11]. Он также способен снизить риск ожирения, диабета и астмы [1, 12]. Питьевая вода с высоким содержанием Mg продемонстрировала более высокие ингибирующие эффекты дифференцировки адипоцитов, что означает, что синтез жировых клеток может быть замедлен с помощью Mg [13]. Са является одним из основных минералов для человека. Он имеет много преимуществ для здоровья, таких как развитие и плотность костей, и действует как основной кофактор для нескольких ферментов, необходимых для энергетического обмена. Достаточное потребление Са может способствовать снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения и некоторых типов рака [1, 9, 12]. Диета с высоким содержанием Са способна увеличить липолиз и сохранить термогенез во время ограниченного потребления калорий, что заметно ускоряет потерю веса [14]. Cr является важным питательным элементом, необходимым для метаболизма углеводов и липидов [15, 16]. Он обладает антиоксидантными свойствами, которые полезны для продления жизни клеток [17]. V обладает потенциалом для снижения уровня липидов и показал эффективность в ингибировании дифференцировки адипоцитов [18]. Существует множество преимуществ других элементов ГМВ для здоровья, которые еще предстоит выяснить, особенно в отношении микроэлементов. Общее количество каждого элемента, содержащегося в ГМВ, было оценено [8] на основании средней концентрации каждого элемента в ГМВ. Общий состав ГМВ 1,35 x 10¹⁸ м³ представлен в Таблице 1.

3. Потенциальная польза глубинной морской воды для здоровья

Многие исследователи и ученые проводили исследования ГМВ, особенно очищенной или уравновешенной ГМВ. Доказано, что содержащиеся в ней минералы улучшают многие проблемы со здоровьем. Потенциальная польза ГМВ для здоровья описана ниже, представляя некоторые из задействованных механизмов. Выводы, которые были рассмотрены в настоящей статье, являются значимыми, и были проведены сравнения между группой, получавшей ГМВ, и контрольной группой.

3.1. Улучшение показателей холестерина. Наиболее многообещающие преимущества, которые можно получить от приема ГМВ, заключаются в ее способности снижать уровень холестерина в сыворотке крови и печени соответственно. Ее применение снизило уровень триглицеридов, холестерина липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) и общего холестерина в сыворотке крови и печени животных соответственно [4-6, 19-22, 24]. Питьевая вода, полученная из ГМВ, которая содержит 600 мг и 1000 частей на миллион, способна снижать уровень холестерина на 18 и 15 % соответственно [22]. Примечательно, что исследование потребления ГМВ пациентами с гиперхолестеринемией показало, что она может снижать уровень общего холестерина и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и перекисное окисление липидов у этих субъектов. Механизмы улучшения показателей холестерина связаны с повышением регуляции экспрессии рецепторов липопротеинов низкой плотности в печени и экспрессии генов холестерин-7 α -гидроксилазы (CYP7A1), которые участвуют в катаболизме холестерина. Прием ГМВ приводил к более высокой экскреции фекальных холестерина и желчных кислот, тем самым снижая уровень общего холестерина [5]. ГМВ снижает содержание липидов в гепатоцитах за счет активации АМФ-активированной протеинкиназы, ингибирующей синтез холестерина и жирных кислот [19]. Подробная информация о соответствующих исследованиях представлена в Таблице 3.

3.2. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний. ГМВ обеспечивает профилактику сердечно-сосудистых заболеваний за счет снижения уровня общего холестерина, триглицеридов, индекса атерогенности и уровня малондальдегида при одновременном повышении антиоксидантной активности сыворотки в эквивалентах тролокса (ТЕАС). Молекулярный механизм ее сердечно-сосудистой защиты заключается в усилении регуляции печеночных рецепторов липопротеинов низкой плотности (рецепторов ЛПНП) и экспрессии гена CYP7A1 [5]. Ее кардиопротекторный эффект был в дальнейшем подтвержден, ее прием может улучшить патологическую сердечную архитектуру и апоптоз и усилить передачу сигналов выживаемости сердца с помощью рецептора инсулиноподобного фактора роста-1 (IGF-1R) [25]. ГМВ также может улучшить сердечно-сосудистую гемодинамику согласно исследованию Katsuda et al. [2]. Более подробная информация о защитном влиянии ГМВ на сердечно-сосудистую систему представлена в Таблице 4.

Таблица 1. Общее количество элементов в глубинной морской воде [8]

| Элемент | Всего (106 тонн) |
|---------|------------------|
| Cl | 26 120 000 000 |
| Na | 14 550 000 000 |
| Mg | 1 728 000 000 |
| S | 1 312 000 000 |
| Ca | 556 000 000 |
| K | 538 000 000 |

| | |
|----|------------|
| Br | 90 000 000 |
| C | 36 000 000 |
| N | 11 700 000 |
| Sr | 10 500 000 |
| B | 6 100 000 |
| O | 3 800 000 |
| Si | 3 800 000 |
| F | 1 900 000 |
| Ar | 840 000 |
| Li | 240 000 |
| Rb | 160 000 |
| P | 84 000 |
| I | 78 000 |
| Ba | 20 000 |
| Mo | 14 000 |
| U | 4300 |
| V | 2700 |
| As | 1600 |
| Ni | 650 |
| Zn | 470 |
| Kr | 420 |
| Cs | 413 |
| Cr | 271 |
| Sb | 270 |
| Ne | 216 |
| Se | 209 |
| Cu | 202 |
| Cd | 94 |
| Xe | 89 |
| Fe | 40 |
| Al | 40 |
| Mg | 27 |
| Y | 22 |
| Zr | 20 |
| Tl | 17 |
| W | 13 |
| Re | 11 |
| He | 10 |
| Ti | 8,8 |
| La | 7,6 |
| Ge | 2,4 |
| Nb | < 7 |
| Hf | 4,6 |
| Nd | 4,4 |
| Ta | < 3 |
| Ag | 2,7 |
| Co | 1,6 |
| Ga | 1,6 |
| Er | 1,6 |
| Yb | 1,6 |
| Dy | 1,5 |
| Gd | 1,2 |
| Pr | 0,9 |
| Ce | 0,9 |
| Se | 0,9 |
| Sm | 0,8 |
| Sn | 0,7 |
| Ho | 0,5 |
| Lu | 0,3 |
| Be | 0,3 |
| Tm | 0,3 |
| Eu | 0,2 |
| Hg | 0,2 |
| Rh | 0,1 |
| Te | 0,1 |
| Pd | 0,008 |
| Pt | 0,07 |
| Bi | 0,04 |
| Au | 0,03 |
| Th | 0,02 |
| In | 0,01 |
| Ru | < 0,006 |
| Os | 0,003 |
| Ir | 0,0002 |

3.3. Профилактика атерогенеза. Атерогенез – это образование бляшек во внутренней оболочке артерии, в которых откладываются жирные вещества, холестерин, продукты жизнедеятельности клеток, кальций и другие вещества. Лечение с помощью ГМВ позволило предотвратить процесс атерогенеза [6, 21]. ГМВ с жесткостью 300, 900 и 1500 значительно снизили индекс атерогенности [(общий холестерин - Х-ЛПВП)/Х-ЛПВП] [5]. Антиатерогенные эффекты ГМВ связаны со стимуляцией 5-аденозинмонофосфат-активированной протеинкиназы (АМРК) и последующим ингибированием фосфорилирования ацетил-КоА карбоксилазы (АСС) [6]. АМРК играет важную роль в метаболизме липидов посредством ингибирования 3-гидрокси-3-метил-глутарил-КоА-редуктазы (HMGCR) и АСС, а затем ингибирует выработку холестерина. Подробная информация об этих исследованиях представлена в Таблице 5. Профилактика атерогенеза может помочь избежать серьезных проблем со здоровьем, включая ишемическую болезнь сердца и инсульт. ГМВ обладает антиатерогенными свойствами благодаря наличию в нем многих полезных минеральных ионов, таких как Mg и Ca. Следовательно, ее можно было бы широко назначать для усиления защиты сердечно-сосудистой системы.

Таблица 2. Количество элементов в поверхностной и глубинной морской воде [6]

| Элемент | Поверхностная морская вода (мг/л) | Глубинная морская вода (мг/л) |
|---------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Na | 10 800 | 7240 |
| K | 392 | 10 400 |
| Ca | 411 | 39 |
| Mg | 1290 | 96 100 |
| Sr | 8,1 | 0,17 |
| B | 4,45 | 320 |
| Fe | 0,003 | 0,25 |
| Li | 0,17 | 11,7 |
| Cu | 0,0009 | 0,22 |
| Co | 0,0004 | 0,26 |
| Mo | 0,01 | 0,62 |
| Ni | 0,0066 | 0,11 |
| Cr | 0,0002 | 0,087 |
| Rb | 0,12 | 1,2 |
| Si | 2,9 | 0,5 |
| V | 0,002 | 1,2 |
| F | 13 | 21,8 |
| Br | 67,3 | 5400 |
| I | 0,064 | 5,5 |

3.4. Снижение артериального давления. ГМВ может улучшать сердечно-сосудистую гемодинамику и снижать артериальное давление [2, 6, 20]. Крысы с гипертонией, которые получали в качестве лечения ГМВ в течение восьми недель, продемонстрировали более низкое артериальное давление, чем контрольная группа [20]. Снижение содержания жиров и липидов в крови, например, в артериях, может быть связано со снижением артериального давления. Хотя ГМВ, используемая в исследовании, содержала довольно много солей, артериальное давление не повышалось. В другом исследовании [5] прием ГМВ не повлиял на артериальное давление. Более того, ГМВ также может предотвращать тромботические расстройства, подавляя высвобождение ингибитора активатора плазминогена 1 типа из эндотелиальных клеток сосудов человека [7]. Сочетание большого количества минералов в ГМВ, таких как Mg, Ca и Na, связано со снижением артериального давления. Содержание Na может вызывать гипертонию, хотя добавка Mg может снизить кровяное давление за счет подавления адренергической активности и, вероятно, натрийуреза [46]. Примечательно, что высокое содержание Mg может снижать артериальное давление в присутствии натрия. Подробная информация об этих соответствующих исследованиях представлена в Таблице 6.

3.5. Защита от ожирения. ГМВ обладает свойствами против ожирения и, как было доказано, уменьшает количество жира и массу тела [1, 27, 29, 45]. Она была признана возможным природным средством против ожирения [47]. В одном исследовании сообщалось, что ГМВ удалось значительно снизить накопление липидов в моделях *in vitro* и *in vivo*. Исследование на тучных мышах показало, что ГМВ с жесткостью 1000 смогла снизить массу тела на 7 %. Она также повышала уровень адипонектина в плазме крови и снижала уровень резистина, RBP4 и белка, связывающего жирные кислоты, в плазме крови [1, 29]. Результаты свидетельствуют о том, что активность против ожирения была опосредована модуляцией экспрессии молекул, специфичных для ожирения. Экспрессия ключевых адипогенных генов, таких как рецептор-у, активируемый пролифератором пероксисом (PPAR γ), CCAAT/энхансер-связывающий белок- α (C/EBP α) и белок-2 адипоцитов (AP2), была подавлена, а экспрессия транспортера глюкозы 4 (GLUT4) была увеличена при ее приеме [1, 27]. Значительное влияние ГМВ на ожирение было дополнительно доказано, когда она стимулировала митохондриальный биогенез, компонент, который контролирует высвобождение энергии, связанной с липидным обменом [26]. Ионы Mg и Ca играют роль основных активных компонентов для снижения содержания жиров. Однако ГМВ, которая имеет ту же жесткость 1000, что и питьевая вода, содержащая только ионы Mg и Ca, продемонстрировала небольшие различия в снижении степени ожирения [13]. Таким образом, можно было предположить, что Mg и Ca не являются основными факторами снижения содержания жиров, поскольку роль многих элементов в ГМВ еще предстоит выявить. Однако имеющиеся результаты клинического исследования показали отсутствие значимой разницы в уровне триглицеридов и массе тела между получавшими лечение субъектами и контрольной группой [4]. Необходимы дополнительные клинические исследования. Подробные механизмы, связанные с воздействием ГМВ на молекулы, специфичные для ожирения, описаны в Таблице 7.

3.6. Лечение диабета. ГМВ смогла улучшить непереносимость глюкозы и подавить гипергликемию, что указывало на ее способность лечить диабет [26, 27, 29]. Ее применение восстановило размер островков поджелудочной железы Лангерганса и увеличило секрецию глюкагона и инсулина. С помощью количественной полимеразной цепной реакции обратной транскрипции ГМВ показала результаты улучшения экспрессии печеночных генов, участвующих в гликогенолизе и окислении глюкозы. В то время как в мышцах поглощение глюкозы, β -окисление и окисление глюкозы увеличивались при ее добавлении [29]. ГМВ усиливала фосфорилирование IRS-1, LKB1, АМРК и mTOR, которые являются сигнальными молекулами, связанными с метаболизмом липидов и глюкозы [27]. Более того, уровень глюкозы в крови у мышей, получавших ГМВ, был снижен [27, 29]. Уровень глюкозы в плазме мышей, получавших ГМВ, был существенно снижен на 35,4 % по сравнению с контрольной группой мышей [1]. Ее противодиабетические свойства были связаны с наличием ионов минералов, таких как Mg и Ca. Подробная информация об этих исследованиях представлена в Таблице 8.

3.7. Лечение заболеваний кожи. ГМВ также способна лечить заболевания кожи. В исследовании с участием пациентов с синдромом атопической экземы/дерматита (АЕДС) при лечении ГМВ наблюдалось улучшение кожных симптомов, таких как воспаление, лихенизация и растрескивание кожи [31]. У пациентов с АЕДС обычно наблюдается дисбаланс различных основных минералов в волосах, а у некоторых присутствовали токсичные минералы. В результате этого исследования потребление ГМВ восстановило основные минералы, такие как Se, и снизило уровень токсичных минералов, таких как ртуть и свинец, у пациентов, прошедших лечение. В другом исследовании прием ГМВ снизил аллергические кожные реакции и уровень в сыворотке крови общего IgE, специфичного для пыльцы японского кедрового дерева IgE, интерлейкина-4 (ИЛ-4), ИЛ-6, ИЛ-13 и ИЛ-18 у пациентов с аллергическим ринитом по сравнению с приемом дистиллированной воды, которая не демонстрирует этих эффектов [32]. Исследование *in vivo* показало, что ГМВ может восстановить атопическое поражение кожи за

счет улучшения кожных симптомов, таких как отек, покраснение, сухость, зуд, трансэпидермальная потеря воды, уменьшение толщины эпидермиса и инфильтрация воспалительных клеток. Ее прием может уменьшить аллергические реакции, когда было зафиксировано снижение общего уровня IgE и высвобождения гистамина. Она также ингибировала регуляцию IgE, гистамина и провоспалительных цитокинов (фактора некроза опухоли α (TNF- α), ИЛ-1 β и ИЛ-6) в сыворотке крови. Также наблюдалось снижение регуляции соотношения CD4+/CD8+ в лимфоцитах селезенки при приеме 10 % концентрированной глубинной морской воды. Ее прием может снизить экспрессию ИЛ-4 и ИЛ-10 из Th2-клеток в группе, получавшей 10 % концентрированную ГМВ [30]. Подробная информация об этих исследованиях представлена в Таблице 9.

Таблица 3. Влияние глубинной морской воды на уровень холестерина

| Тип исследования | Экспериментальный метод (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|--------------------------|--|--|---|----------|
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием жиров, самцы крыс линии Вистар (200-220 г), жесткость ГМВ 1000, доступ в неограниченном количестве, 4 недели | Повышение уровня холестерина ЛПВП | Нет данных | [19] |
| Исследование in vivo | Диета с содержанием холестерина, самцы новозеландского белого кролика (1500-2000 г), рацион с содержанием 3,75; 37,5 и 75 мг/кг Mg, жесткость ГМВ 1410, 8 недель | Улучшение уровня общего холестерина, триглицеридов и холестерина ЛПНП в плазме крови | Улучшение экспрессии белка фосфорилирования АМФ-активированной протеинкиназы, фосфорилирования АСС и HMGCR | [6] |
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием холестерина, мыши ICR (7 недель), обратный осмос (жесткость 44,6), электродиализ (жесткость 4685,9) и 10 % (в/в) разведение ддН2О 10 % ГМВ (жесткость 544,2), доступ в неограниченном количестве, 8 недель | Снижение уровня триглицеридов, общего холестерина и холестерина липопротеинов низкой плотности в сыворотке крови и печени исследуемых животных соответственно | Увеличение суточного содержания в фекалиях липидов триглицеридов и общего холестерина и выхода желчных кислот | [20] |
| | Хомяки, диета с высоким содержанием жиров (5 недель), жесткость ГМВ 300, 900, 1500, доступ в неограниченном количестве, 6 недель | | Увеличение суточного содержания в фекалиях липидов триглицеридов и общего холестерина и выхода желчных кислот Повышенная экспрессия гена рецептора липопротеинов низкой | [5] |
| Тип исследования | Самцы кролика с гиперлипидемией (1,8-2,0 г), жесткость ГМВ 1200, 150 мл/сут., доступ в неограниченном количестве, 12 недель | Снижение уровня общего холестерина и холестерина ЛПНП в плазме крови Повышение уровня холестерина ЛПВП в плазме крови | Нет данных | [21] |
| Исследование in vivo | Самцы крысы линии Вистар (90 г), ГМВ, содержащая 200, 600 и 1000 мг/л Mg, доступ в неограниченном количестве, 4 недели | Снижение уровня общего холестерина в плазме крови | Нет данных | [22, 23] |
| Клиническое исследование | Пациенты с гиперхолестеринемией (23 мужчины и 19 женщин), ГМВ (жесткость 1410), 1050 мл ежедневно в качестве добавки, 6 недель | Снижение уровня общего холестерина и холестерина липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) в сыворотке крови | Подавление перекисного окисления липидов у пациентов с гиперхолестеринемией | [4] |
| Клиническое исследование | Диета с содержанием холестерина, гиперлипемия, самцы японского кролика, жесткость ГМВ 28, 300 и 1200; 150 мл/сут., доступ в неограниченном количестве, 4 недели | Снижение уровня общего холестерина и холестерина ЛПНП у кроликов с гиперлипемией Предотвращение повышения уровня общего холестерина и холестерина ЛПНП у кроликов при диете с содержанием холестерина | Нет данных | [24] |

3.8. Профилактика заболеваний печени. Диета с высоким содержанием жиров может вызвать проблемы с печеночной системой. ГМВ способна обеспечить защиту при проблемах с печенью. В исследовании Chen et al. [33] ГМВ уменьшила накопление липидов в печени, что связано с увеличением ежедневного количества фекальных липидов и желчных кислот. Уровни антиоксидантных свойств печени также улучшились благодаря ее применению, что было доказано высоким уровнем глутатиона в печени и антиоксидантом, эквивалентным тролоксу. ГМВ была способна регулировать гомеостаз жирных кислот в печени путем усиления регуляции генов, связанных с β -окислением жирных кислот, которые являются рецептором альфа, активируемым пролифератором пероксисом печени, рецептором ретиноида X-альфа и экспрессией гена, связывающего белок-2. Ее прием может ослабить повреждение печени, что подтверждается снижением уровня перекисного окисления липидов в печени, что может быть связано со снижением содержания малондальдегида в печени [33]. Показатели повреждения печени, такие как уровень аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ), также снижаются при ее применении. Подробная информация об этих исследованиях представлена в Таблице 10.

Таблица 4. Влияние глубоководной морской воды на защиту сердечно-сосудистой системы

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|---|--|--|--------|
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием холестерина, мыши ICR (7 недель), обратный осмос – жесткость ГМВ 44,6, электродиализ – жесткость ГМВ 4685,9, жесткость 10 % ГМВ 544,2, 8 недель | Снижение патологии сердечной архитектоники, апоптоза в левом желудочке (ЛЖ) Повышение уровня компонентов сигнализации сердечной выживаемости в ЛЖ мышей Изменение Fas и митохондриально-зависимых апоптотических компонентов в ЛЖ мышей Изменение белков, связанных с апоптозом, и сердечных апоптотических клеток в ЛЖ мышей | Уменьшение диаметра ЛЖ, толщины ЛЖ и отношения толщины к диаметру Увеличение уровня рецептора инсулиноподобного фактора роста-1, фосфоинозитид-3-киназы, соотношение p-AKT/AKT Уменьшение содержания белковых продуктов TNF- α в ЛЖ мышей Снижение уровня Fas, цитохрома c, расщепленной каспазы-9, t-Bid и расщепленной каспазы-3 Снижение уровня Bax и увеличение уровня антиапоптотических белков, включая Bcl-XL, и соотношения p-Bad/Bad Уменьшение количества TUNEL-положительных сердечных клеток | [25] |
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием жиров/холестерина, самцы сирийского золотистого хомяка (5 недель), жесткость ГМВ 300, 900 и 1500, доступ в неограниченном количестве, 6 недель | Снижение уровня общего холестерина, триглицеридов в сыворотке, индекса атерогенности и малондальдегида | Увеличение суточного содержания в фекалиях липидов триглицеридов и общего холестерина и выхода желчных кислот Повышение регуляции рецептора липопротеинов низкой плотности в печени (рецептора ЛПНП) и экспрессии гена холестерина-7 α -гидроксилазы (CYP7A1) Увеличение антиоксидантной активности в эквивалентах тролокса (TEAC) сыворотки | [5] |
| Исследование in vivo | Кролики Куросава и Кусанаги с гиперхолестеринемией, (4 месяца), жесткость ГМВ 1000, 500 мл/сут., 6 месяцев | Улучшение гемодинамика сердечно-сосудистой системы | Понижение систолического, диастолического давления, пульса, среднего артериального давления и общего сопротивления периферических сосудов | [2] |

3.9. Лечение усталости. ГМВ может восстановить усталость и улучшить способность к физической нагрузке. Ее применение способствовало повышению выносливости и сократило период изнурения крыс в тесте с физической нагрузкой [34]. У крыс, получавших ГМВ, было улучшено соотношение элиминации молочной кислоты к приросту молочной кислоты. Исследование показало низкий уровень азота мочевины в крови (BUN) у крыс, которые получали D100 в дозировке 30 мл/кг/сут. и D600 в дозировках 6, 12 и 30 мл/кг/сут. соответственно. В результате содержание гликогена в печени увеличилось у крыс, которые получали D100 в дозе 6 мл/кг/сут. Исследование, касающееся воздействия ГМВ на человека, также показывает значительные результаты. ГМВ способна ускорить восстановление после физической усталости человека от изнурительной физической нагрузки [35]. Полученные данные свидетельствуют о том, что ГМВ, обогащенная содержанием бора, магния, лития и рубидия, может дополнять и усиливать молекулярную и клеточную сложность организма человека во время физической нагрузки, устранять повреждения мышц, вызванные физической нагрузкой, и усиливать антиоксидантную способность против окислительного стресса. Подробная информация об этих исследованиях представлена в Таблице 11.

Таблица 5. Влияние глубинной морской воды на атеросклероз

| Тип исследования | Экспериментальный метод (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|--|--|--|--------|
| Исследование in vivo | Диета с содержанием холестерина, самцы новозеландского белого кролика (1500-2000 г), рацион с содержанием 3,75; 37,5 и 75 мг/кг Mg, жесткость ГМВ 1410, 8 недель | Снижение уровня липидов в сыворотке крови, предотвращение атерогенеза и снижение уровня холестерина в сыворотке крови. Снижение уровня накопления липидов в тканях печени и сокращение жировых прожилок в аорте | Повышение экспрессии белка фосфорилирования АМФ-активированной протеинкиназы, фосфорилирования АСС и HMGCR | [6] |
| Исследование in vivo | Самцы кролика с гиперлипидемией (1,8-2,0 г), жесткость ГМВ 1200, 150 мл/сут., доступ в неограниченном количестве, 12 недель | Снижение уровня отложения липидов на внутренней стенке аорты Подавление образования пенных клеток | Снижение уровня общего холестерина, ЛПНП в плазме Сокращение уровня общего холестерина, холестерина ЛПНП в плазме и перекисного окисления липидов Повышение уровня холестерина ЛПВП в плазме крови Повышение активности глутатионпероксидазы Снижение уровня липидных пероксидов в плазме (побочных продуктов перекисного окисления липидов) | [21] |
| Исследование in vivo | Диета с содержанием холестерина, самцы японского кролика с гиперлипидемией жесткость ГМВ 28, 300 и 1200; 150 мл/сут., 4 недели | Снижение уровня общего холестерина и холестерина ЛПНП у кроликов с гиперлипидемией. Предотвращение повышения уровня общего холестерина и холестерина ЛПНП у кроликов при диете с содержанием холестерина Снижение уровня накопления липидов в печени и проницаемости макрофагов у кроликов при диете с содержанием холестерина | Нет данных | [24] |

3.10. Лечение язвы желудка. ГМВ может уменьшать площадь язвы, а также апоптотическую сигнализацию при язве двенадцатиперстной кишки, вызванной уксусной кислотой. Она снижала регуляцию антиоксидантов и усиливала экспрессию Bcl-2 и тиоредоксинредуктазы 1 в исследовании на крысах [36]. В этом исследовании прием ГМВ обеспечивает защиту кишечника с помощью антиоксидантных и антиапоптотических механизмов селена. Подробная информация об этом исследовании представлена в Таблице 12.

Таблица 6. Влияние глубинной морской воды на артериальное давление

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|--|---|---|--------|
| Исследование in vivo | Крысы со спонтанной гипертензией (250-300 г), диета с содержанием 3,75; 37,5 и 75 мг/кг Mg, жесткость ГМВ 1410, доступ в неограниченном количестве, 8 недель | Снижение артериального давления | Снижение систолического и диастолического давления | [6] |
| Исследование in vivo | Кролики Куросава и Кусанаги с гиперхолестеринемией (4 месяца), жесткость ГМВ 1000, 500 мл/сут., 6 месяцев | Снижение артериального давления | Понижение систолического, диастолического давления, пульса, среднего артериального давления и общего сопротивления периферических сосудов | [2] |
| Исследование in vivo | Диета с содержанием холестерина, самцы японского кролика с гиперлипемией жесткость ГМВ 28, 300 и 1200; 150 мл/сут., 4 недели | Снижение уровня общего холестерина и холестерина ЛПНП у кроликов с гиперлипемией Предотвращение повышения уровня общего холестерина и холестерина ЛПНП у кроликов при диете с содержанием холестерина Снижение уровня накопления липидов в печени и проницаемости макрофагов у кроликов при диете с содержанием холестерина | Нет данных | [24] |

3.11. Профилактика рака. Глубинная морская вода потенциально может предотвратить рак. Ее применение может подавлять миграционную способность клеточных линий рака молочной железы человека при анализе заживления ран. Ингибирующее действие ГМВ на инвазию/метастазирование рака молочной железы, в котором используются клетки MDA-MB-231, по-видимому, опосредовано сигнализацией TGF-β и Wnt5a, что приводит к ослаблению экспрессии CD44 [37]. В исследовании, в котором использовались неинвазивные клетки MCF-7, лечение ГМВ привело к ингибированию TPA-индуцированной миграции и активности MMP-9 с сопутствующим снижением уровней мРНК MMP-9, TGF-β, Wnt5a и Wnt3a [37]. ГМВ также улучшает качество приготовленного на ее основе зеленого чая, в котором она усиливает выработку галлата эпигаллокатехина, который потенциально может действовать как ингибитор N-нитрозирования, индуцирующий мутагенные и повреждающие клетки реакции [38]. Подробная информация об исследованиях влияния глубинной морской воды на рак представлена в Таблице 13.

3.12. Улучшение антибактериальной активности. ГМВ оказывает стимулирующее воздействие на антибактериальную активность. Результаты ее антибактериальной активности были подтверждены в исследованиях с использованием дизайна in vitro, in vivo и клинической модели, см. Таблицу 14.

3.13. Лечение катаракты. Прием глубинной морской воды может задержать развитие катаракты [40, 41]. Этот эффект связан с содержанием Mg и Ca в глубинной морской воде. Подробная информация об этих исследованиях представлена в Таблице 15.

3.14. Восстановление при остеопорозе. Глубинная морская вода обладает терапевтическим потенциалом в отношении остеопороза. ГМВ с жесткостью 1000 показала значительное увеличение пролиферации остеобластных клеток (МС3Т3). В исследовании in vivo, в котором использовалась ГМВ в течение 4 месяцев, минимальная плотность костной ткани была значительно увеличена, за чем последовало значительное увеличение числа трабекул на основании данных микрокомпьютерной томографии. Биохимический анализ показал, что активность щелочной фосфатазы в сыворотке крови была снижена. Стромальные клетки костного мозга, обработанные ГМВ, показали увеличение маркеров остеогенной дифференцировки, таких как BMP2, RUNX2, OPN и OCN, и улучшенную колониюобразующую способность по сравнению с контрольной группой. Результаты продемонстрировали регенеративные возможности ГМВ в отношении остеогенеза, показав, что она потенциально может быть применена в терапии остеопороза в качестве препарата комбинаторной и альтернативной медицины. Подробная информация об этих исследованиях представлена в Таблице 16.

Таблица 7. Влияние глубинной морской воды на ожирение

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|--|--|--|--------|
| Исследование in vivo | Клетки C2C12, жесткость ГМВ 100, 500, 1000, 1500 и 2000, указанное время 0, 1, 2 и 3 дня | Усиление биогенеза и функции митохондрий | Усиление экспрессии гена гамма-коактиватора 1 α -рецептора, активируемого пролифератором пероксисом (PGC-1 α), ядерного респираторного фактора-1 (NRF-1) и фактора транскрипции митохондрий A (TFAM), митофузина-1/2 (MFN1/2) и связанного с динамином белка 1 (DRP1) для слияния митохондрий; оптическая атрофия 1 (OPA1) для деления митохондрий; транслоказы наружной мембраны митохондрий 40 (TOMM40) и транслоказы внутренней мембраны митохондрий 44 (TIMM44) для импорта митохондриального белка; карнитинпальмитилтрансфераза 1 α (CPT1 α) и среднецепочечная ацил-CoA-дегидрогеназа (MCAD) для окисления жирных кислот; цитохрома c (CytC) для окислительного фосфорилирования Усиление окрасивания митохондрий, активности цитратсинтазы, активности цитоксидазы, соотношения NAD ⁺ /NADH и фосфорилирования сигнальных молекул, таких как AMPK и сиртуин 1 (SIRT1) | [26] |
| Исследование in vivo | Клетки 3T3-L1, жесткость ГМВ 100, 500 и 1000, 3 дня | Уменьшение уровня накопления липидов | Снижение экспрессии м-РНК PPAR γ и C/EBP α и уровня белка, связывающего жирные кислоты, и адипонектина | [13] |
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием жиров, мыши C57BL/6J (6 недель), жесткость ГМВ 500, 1000 и 2000, доступ в неограниченном количестве, 20 недель | Повышенный биогенез митохондрий в мышцах | Улучшение содержания митохондриальной ДНК (мтДНК) в мышцах мышей с ожирением, вызванным диетой с высоким содержанием жиров Повышенная экспрессия PGC-1 α , NRF1 и mtTFA Повышение уровня эстроген-связанного рецептора α (ERR α), PPAR α и PPAR δ | [26] |
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием жиров, мыши C57BL/6J (6-26 недель), жесткость глубинной морской воды 500, 1000 и 2000, доступ в неограниченном количестве, 20 недель | Снижение набора массы тела Замедление увеличения размера адипоцитов Подавление экспрессии генов адипогенных, липогенных, липолитических и провоспалительных цитокинов Повышение экспрессии генов адипокинов и b-окисления жиров | Подавление экспрессии мРНК ключевых адипогенных генов, таких как PPAR γ , C/EBP α и aP2 Повышение экспрессии GLUT4, адипонектина и лептина Понижение экспрессии ИЛ-6 и TNF- α Понижение экспрессии белка 1c, связывающего регуляторные элементы стерола (SREBP1c), и синтазы жирных кислот (Fas), которые участвуют в липогенезе; триацилглицероллипазы жировой ткани (ATGL) и гормоночувствительной липазы (HSL), которые участвуют в липолизе Повышение экспрессии MCAD и CPT1 α , которые участвуют в b-окислении Повышение фосфорилирования IRS-1, LKB1, AMPK и mTOR в жирах | [27] |
| Исследование in vivo | Самцы тучных мышей C57BL/6J, жесткость глубинной морской воды 1000, доступ в неограниченном количестве, 84 дня | Снижение набора массы тела на 7 % Снижение уровня глюкозы в плазме крови на 35,4 % | Повышение утилизация глюкозы Повышение уровня адипонектина в плазме крови Снижение уровня в плазме крови белков резистина, RBP4 и белка, связывающего жирные кислоты Повышение уровня GLUT4 и AMP-активированной протеинкиназы в ткани скелетной мускулатуры Снижение уровня PPAR γ и адипонектина в жировой ткани | [1] |

4. Влияние глубинной морской воды на состояние печени и почек

Согласно имеющимся исследованиям, жесткость ГМВ, варьирующаяся от 0 до 1500, не вызвала повреждений в печени и почках. В исследовании, проведенном *in vivo* с участием клинических субъектов, уровень АЛТ, АСТ и BUN не показал значимой разницы между испытуемыми, получавшими лечение, и контрольной группой. Подробная информация об этих соответствующих исследованиях представлена в Таблице 17.

5. Функциональная глубинная морская вода с другими веществами

Глубинная морская вода очень полезна для здоровья. Ее применение включает также многие побочные продукты ГМВ. Например, она может усилить антибактериальную активность йогурта [44]. Листья зеленого чая, пропитанные ГМВ, обладали повышенными антиоксидантными и катехиновыми свойствами [38]. Эти результаты повышают ценность ГМВ как воды, способствующей укреплению здоровья. Комбинации глубинной морской воды с экстрактом листьев *Sesamum indicum* удалось предотвратить ожирение, вызванное диетой с высоким содержанием жиров, за счет активации AMPK в висцеральной жировой ткани [45]. Кроме того, ГМВ имеет преимущества для разработки продуктов функционального брожения. Основные факторы полезных свойств для здоровья обусловлены ее способностью увеличивать выработку функциональных метаболитов, присущей природной пользой ГМВ для здоровья и использованием микробами механизмов преобразования поглощенных неорганических ионов в высокобиодоступные органические ионы для организма человека [48]. Подробные обзоры, касающиеся влияния применения ГМВ для разработки продуктов функционального брожения, объясняются Lee [48]. Подробные исследования функциональной глубинной воды с другими веществами описаны в Таблице 18.

Таблица 8. Влияние глубинной морской воды на диабет

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|-----------------------------|--|---|--|--------|
| Исследование <i>in vivo</i> | Дифференцированные клетки C2C12, жесткость ГМВ 100, 500, 1000, 1500 и 2000, 1 ч. | Повышение усвоения глюкозы | Стимуляция фосфорилирования IRS-1, LKB1, AMPK и mTOR и улучшение нарушенного фосфорилирования этих молекул | [28] |
| Исследование <i>in vivo</i> | Зрелые клетки 3T3-L1, жесткость ГМВ 500, 1000 и 2000, 1 ч. | Повышение усвоения глюкозы | Усиление фосфорилирования AMPK в ранних и зрелых адипоцитах 3T3-L1. Стимуляция усвоения глюкозы, опосредованного путем фосфоинозитол-3-киназы и AMPK | [29] |
| Исследование <i>in vivo</i> | Самцы мышей ICR с диабетом, вызванным стрептозотоцином (4-9 недель), жесткость ГМВ 1000, 2000 и 4000, доступ в неограниченном количестве, 4 недели | Улучшение при нарушении толерантности к глюкозе | Повышение уровня адипонектина и лептина и снижение уровня провоспалительных цитокинов ИЛ-6 и TNF-α | [28] |
| | | Регуляция уровня глюкозы в крови путем ингибирования выработки глюкозы и усиления усвоения глюкозы посредством регуляции экспрессии генов | Улучшение архитектоники островков поджелудочной железы Лангерганса и усиление секреции инсулина из β-клеток Стимуляция фосфорилирования IRS-1, LKB1, AMPK и mTOR и улучшение нарушенного фосфорилирования этих молекул в мышцах Понижение экспрессии фосфоенолпируваткарбоксикиназы (PEPCK) и глюкозо-6-фосфатазы (G6Pase), которые обе необходимы для глюконеогенеза; глюкокиназы и цитратсинтазы, которые необходимы для окисления глюкозы; фосфорилазы гликогена печени (LGP), которая необходима для гликогенолиза Повышение экспрессии гликогенсинтазы | |
| | | | Повышение экспрессии GLUT1 и GLUT4 в скелетных мышцах, которые необходимы для транспорта глюкозы; глюкокиназы и цитратсинтазы, которые необходимы для окисления глюкозы; ацил-CoA-оксидазы (ACO), CPT1α и MCAD, которые необходимы для β-окисления | [29] |

Таблица 8. Продолжение

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|--|--|---|--------|
| Исследование in vivo | Мыши C57BL/6J с диабетом, вызванным диетой с высоким содержанием жиров, (6-25 недель), жесткость ГМВ 500, 1000 и 2000, доступ в неограниченном количестве, 20 недель | Улучшение при нарушении толерантности к глюкозе Подавление экспрессии генов печени, участвующих в глюконеогенезе, гликогенолизе и окислении глюкозы Повышение усвоения глюкозы, β -окисления и окисления глюкозы в мышцах Улучшение нарушенного фосфорилирования AMPK в мышцах и печени | Восстановление размера островков поджелудочной железы Лангерганса и повышение секреции инсулина и глюкагона Повышение уровня адипонектина Снижение уровня ИЛ-6 и TNF- α Снижение экспрессии PEPCK и G6Pase для глюконеогенеза; GK и CS для окисления глюкозы и LGP для гликогенолиза Повышение экспрессии GS для гликогенолиза Повышение регуляции GLUT1 и GLUT4 для транспорта глюкозы, GK и CS для АСО глюкозы, CPT1 α и MCAD для β -окисления в скелетных мышцах Увеличение экспрессии белков семейства SIRT, таких как SIRT1, SIRT4 и SIRT6 | [29] |
| Исследование in vivo | Самцы тучных мышей C57BL/6J, жесткость ГМВ 1000, доступ в неограниченном количестве, 84 дня | Снижение уровня глюкозы в плазме на 35,4 % | Повышение утилизация глюкозы Повышение уровня адипонектина в плазме Снижение уровня в плазме крови белков резистина, RBP4 и белка, связывающего жирные кислоты Повышение уровня GLUT4 и AMP-активированной протеинкиназы в ткани скелетной мускулатуры | [1] |

6. Обсуждение и заключение

ГМВ происходит из глубин моря, вдали от загрязнений, за исключением естественного появления опасных химических веществ, таких как мышьяк и ртуть. Обычно вода подвергается такому процессу, как опреснение, чтобы сделать ее подходящей для определенных целей, например, потребления в качестве питьевой воды. Жесткость ГМВ до 1500 не вызывала эффектов цитотоксичности в исследовании in vitro [13]. Однако следует определить ее максимальную жесткость для потребления человеком. Значения жесткости воды были оценены в соответствии со следующим уравнением:

Жесткость = Mg (мг/л) x 4,1 + Ca (мг/л) x 2,5 (1), см. [49].

Таблица 9. Влияние глубинной морской воды на заболевания кожи

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|--|---|--|--------|
| Исследование in vivo | Самцы мышей NC/NGA (6 недель), 2 % концентрированная ГМВ (жесткость 7958,6), 10 % концентрированная ГМВ (жесткость 39 793), 200 мкл тестовых образцов, пять раз в неделю, шесть недель | Уменьшение тяжести симптомов при таких поражениях кожи как отек, эритема, сухость, зуд и трансэпидермальная потеря воды Снижение толщины эпидермиса и инфильтрации | Ингибирование регуляции IgE, гистамина и провоспалительных цитокинов (TNF- α , ИЛ-1 β и ИЛ-6) в сыворотке крови Снижение регуляции соотношения CD4+/CD8+ в лимфоцитах селезенки при приеме 10 % концентрированной ГМВ Снижение экспрессии ИЛ-4 и ИЛ-10 из клеток Th2 в группе, получавшей 10 % концентрированную глубинную морскую воду | [30] |

Таблица 9. Продолжение

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|--|--|--|--------|
| Исследование in vivo | 33 пациента (средний возраст 26 лет, диапазон 1-50 лет, 13 мужчин и 20 женщин), жесткость ГМВ 1000, 500 мл/сут., 6 месяцев | Улучшение кожных симптомов Улучшение баланса определенных минералов в организме | Улучшение таких кожных симптомов как воспаление, лихенизация и растрескивание кожи Восстановление существенных минералов, таких как Se, и снижение уровня токсичных минералов, таких как ртуть и свинец | [31] |
| Исследование in vivo | 50 пациентов с аллергическим ринитом (возраст 22-50 лет), жесткость ГМВ 1000, 500 мл/сут., 3 недели | Улучшение кожных симптомов | Снижение аллергических кожных реакций и сывороточных уровней общего IgE, специфического для пыльцы японского кедра IgE, ИЛ-4, ИЛ-6, ИЛ-13 и ИЛ-18 | [32] |

Вероятность наличия физических, химических или бактериологических загрязнений в питьевой воде привела к тому, что органы власти большинства стран приняли обязательные меры для обеспечения соответствующей обработки воды перед поставкой. Это включает этап добавления хлора в питьевую воду в качестве обработки. Однако хлор вызывает неприятный вкус и проблемы со здоровьем, такие как рак, из-за его способности накапливаться в организме [50-52]. В настоящее время становится тенденцией поставлять питьевую воду через торговые автоматы с обратным осмосом из очищенных сточных вод и из трубопровода после очистки воды. Процесс очистки воды обычно приводит к уменьшению или потере минералов. Увеличение доступности очищенной питьевой воды с помощью таких процессов, как обратный осмос и хлорирование, должно вызывать серьезную озабоченность. Хлор вреден для здоровья. Кроме того, низкое содержание питательных элементов в питьевой воде может представлять угрозу для здоровья людей, страдающих дефицитом питательных веществ. В опресненную ГМВ обычно добавляют минералы или подвергают концентрации в процессе разбавления, смешивания или смешивания с концентрированными минералами из ГМВ [2, 4, 19, 53]. Эти методы минерализации опреснения морской воды являются популярными. Таким образом, опресненная ГМВ обычно восстанавливает свой состав минералов, которые могли быть потеряны в процессе опреснения, по сравнению с упакованной питьевой водой, которая потеряла большую часть своих минералов в результате обработки воды. Таким образом, напитки с ГМВ могут содержать множество минеральных компонентов по сравнению с обычными источниками минеральной воды, такими как водоносные горизонты, которые содержат только минералы, которые легко извлекаются из источника. Можно утверждать, что содержание минералов в ГМВ больше, чем в воде из подземных источников.

Таблица 10. Влияние глубинной морской воды на защиту печени

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|--|---|--|--------|
| Исследование in vivo | Клетки HepG2, жесткость ГМВ 200, 400, 600, 800 и 1000, 24 ч. | Уменьшение уровня накопления липидов | Ингибирование активности HMGCR на 30,2 % Увеличение уровня фосфорилирования AMPK на 15,2 % Уменьшение уровня p68 SREBP-1 на 55 % жесткость ГМВ 600, 800 и 1000 увеличение уровня p68 SREBP-2 на 12, 42 и 80 % соответственно, жесткость ГМВ 600, 800 и 1000 Увеличение уровня CYP7A1 на 41 115 и 162 % соответственно, жесткость ГМВ 1000 Увеличение содержания Apo A1 на 20,3 % | [19] |
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием жиров, самцы крыс линии Вистар (200-220 г), жесткость ГМВ 1000, доступ в неограниченном количестве, 4 недели | Снижение уровня общего холестерина и триглицеридов в печени | Снижение аллергических кожных реакций и сывороточных уровней общего IgE, специфического для пыльцы японского кедра IgE, ИЛ-4, ИЛ-6, ИЛ-13 и ИЛ-18 | [32] |

Таблица 10. Продолжение

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|---|--|---|--------|
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием жиров, мыши C57BL/6J (6-26 недель), жесткость ГМВ 500, 1000 и 2000, доступ в неограниченном количестве, 20 недель | Подавление экспрессии генов, участвующих в липогенезе и синтезе холестерина, увеличение экспрессии генов, связанных с β -окислением в печени Улучшение тяжелого стеатоза печени Регуляция биогенеза и функции митохондрий в печени | Снижение экспрессии Fas и ацетил-КоА карбоксилазы 1 (ACC1), которые участвуют в липогенезе, а также печеночного X-рецептора α (LXR α), 5-гидрокси-3-метилглутарил-кофермента A редуктазы (HMG-CoAR), которые участвуют в метаболизме холестерина. Повышение экспрессии MCAD и CPT1 α , которые участвуют в β -окислении Усиление фосфорилирования IRS-1, LKB1, AMPK и mTOR в печени Повышение экспрессии PGC1 α , NRF1, Tfam и содержания мтДНК в печени | [27] |
| Исследование in vivo | Золотистые сирийские хомяки, диета с высоким содержанием жиров (5 недель), жесткость ГМВ 300, 900, 1500, доступ в неограниченном количестве, 6 недель | Снижение накопления липидов в печени Регуляция гомеостаза жирных кислот печени Повышение уровня антиоксидантов в печени Замедление поражения печени | Увеличение суточного количества фекальных липидов и желчных кислот Повышение регуляции генов PPAR α печени, ретиноида X рецептора-альфа и экспрессии гена, разобщающего протеина-2 (UCP-2) Поддержание более высокого уровня глутатиона и TEAC в печени Снижение статуса перекисного окисления липидов (содержания MDA) в печени | [33] |

Благодаря впечатляющим выводам о пользе ГМВ для здоровья предлагается широко пропагандировать ее использование. Дефицит питательных веществ у популяции в регионе может быть устранен с помощью ГМВ. Достаточное содержание микроэлементов в питьевой воде может способствовать здоровому состоянию популяции в районе снабжения. Районы с недостаточным содержанием питательных элементов в водоснабжении связаны с дефицитом микроэлементов среди популяции. Водоснабжение с необходимыми элементами имеет решающее значение для человека. Распространенность смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и внезапной остановки сердца на 10-30 % выше в районах с мягкой водой, где содержание ионов Mg или Ca низкое, по сравнению с районами с жесткой водой, где содержание ионов Mg или Ca в системе водоснабжения высокое [54]. Потребление жесткой воды потенциально снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний [55]. Важность содержания минералов в питьевой воде доказана, когда ее потребление способно уменьшить образование камней из оксалата кальция в почках у людей, которые потребляют питьевую воду, богатую минералами, такими как Mg, Ca и бикарбонаты [56-58]. Напротив, потребление низкого содержания кальция в питьевой воде привело к частым переломам бедра в норвежской популяции [59]. Вместо эпидемиологических исследований исследователи определили важность содержания минеральной воды в экспериментальных исследованиях. Согласно исследованию, кролики и мужчины, которые потребляли воду с низким содержанием минералов, имели более высокий риск сердечно-сосудистых заболеваний по сравнению с группой, которая потребляла воду с высоким содержанием минералов [60]. Наблюдается тенденция к повышению обсуждения удивительного влияния воды для лечения заболеваний. Одним из механизмов использования минеральной воды для лечения заболеваний является наличие минералов, способных активировать гены аквапорина, которые отвечают за транспортировку воды внутри клеток [61]. Отсутствие активации гена аквапорина было связано со многими случаями заболеваний [62]. Минералов в ГМВ предостаточно, и поэтому они могут быть основным фактором в лечении заболеваний.

Таблица 11. Влияние глубинной морской воды на усталость

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|--|---|--|--------|
| Исследование in vivo | Усталость, вызванная физическими упражнениями, самцы крыс линии Вистар, жесткость ГМВ 100 и 600, дозировка 6, 12 и 30 мл/кг/сут. | Способствование повышению выносливости крыс при проведении теста с физической нагрузкой Снижение периода изнурения | Улучшение соотношения выведения молочной кислоты к приросту молочной кислоты Снижение уровня BUN у крыс, которые получали D100 в дозировке 30 мл/кг/сут. и D600 в дозировке 6, 12 и 30 мл/кг/сут. Повышение содержание гликогена в печени в группе крыс, получавших D100 в дозировке 6 мл/кг/сут. | [34] |
| Исследование in vivo | 12 здоровых добровольцев мужского пола (возраст 24 ± 0,8 года, рост 171,8 ± 1,5 см, вес 68,2 ± 2,3 кг; VO2 max 49,7 ± 2,2 мл·кг ⁻¹ ·мин. ⁻¹), рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование, жесткость ГМВ 710, интенсивная физическая нагрузка в течение 4 ч. при температуре 30 °C | Ускорение восстановления после физической усталости | Полное восстановление аэробной способности в течение 4 ч. Повышение мышечной силы выше уровня плацебо в течение 24 ч. Повышение уровня циркулирующей креатинкиназы и миоглобина; признаки повреждения мышц, вызванного физическими упражнениями, были полностью устранены параллельно с ослаблением окислительного повреждения | [35] |

Таблица 12. Влияние глубинной морской воды на язву желудка

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|---|---|--|--------|
| Исследование in vivo | Самки крыс линии Вистар (вес 220-250 г), жесткость ГМВ 600 (41 мл/сут.), 1200 (39 мл/сут.) 1 неделя | Уменьшение площади язвы, а также апоптотическая сигнализация при язве двенадцатиперстной кишки, вызванных уксусной кислотой Влияние глубинной морской воды на экспрессию генов окислительного стресса Повышение экспрессии антиоксидантных и антиапоптотических генов и понижение экспрессии проапоптотических генов при потреблении ГМВ с жесткостью 600 и 1200 соответственно | Повышение значения pH, удаления H ₂ O ₂ , активности НОС1 и снижение значения ORP Повышение экспрессии Bcl-2 и тиоредоксинредуктазы 1 ГМВ с жесткостью 1200 активировала экспрессию флавиноидсодержащей монооксигеназы 2 (Fmo2), Gpx1, Gpx5, Gpx6, глутатионредуктазы (Gsr), синтазы оксида азота 2, индуцируемой (Nos2), тиоредоксинредуктазы 1 (Txnrd1), супероксиддисмутазы 1 (Sod1), некоторых генов, связанных с антиоксидантами, пероксиредоксина 4 (Prdx4) и селенопротеина Р плазмы 1 (Sepp1) ГМВ с жесткостью 600 и 1200 повышала уровень Txnrd1 и Bcl-2 и понижала уровень Вах, каспазы 3 и PARP в клетках двенадцатиперстной кишки ГМВ с жесткостью 600 повышала экспрессию фактора, индуцирующего апоптоз, связанного с митохондриями 1 (Aifm1), индуцируемого повреждением ДНК, альфа (Gadd45a), последовательности 1 миелоидного клеточного лейкоза (MCL 1) и X-связанного ингибитора апоптоза (Xiap) ГМВ с жесткостью 600 понижала экспрессию ингибитора апоптоза 5 BCL2-ассоциированного атаногена (API5), DFFA-подобного эффектора b (Ciedb), индуцирующего гибель клеток, цитохрома с и соматического (Cyсs), Fas (суперсемейство рецепторов TNF, член 6), остановку роста и активированную митогеном протеинкиназу 1 (МАРК1), содержащую PYD и CARD домены (Pycard) Глубинная морская вода с жесткостью 1200 регулировала экспрессию Fas, Gadd45a и Mcl1. Глубинная морская вода с жесткостью 1200 понижала экспрессию Aifm1, Api5, Bag1, Cideb, Cyсs и Pycard | [36] |

Таблица 13. Влияние глубинной морской воды на рак

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Ссылка |
|----------------------|--|---|--------|
| Исследование in vivo | Клетки MDA-MB-231, жесткость ГМВ 200, 400, 800 и 1500, 2-3 дня | Ингибирование миграционной способности клеток в анализе заживления ран, опосредованной сигнализацией TGF-β и Wnt5a, что приводит к ослаблению экспрессии CD44 | [37] |
| Исследование in vivo | Неинвазивные клетки MCF-7, жесткость ГМВ 200, 400, 800 и 1500, 2-3 дня | Ингибирование индуцированной ТРА миграции и активности MMP-9 с сопутствующим снижением уровня мРНК MMP-9, TGF-β, Wnt5a и Wnt3a | [37] |
| Исследование in vivo | Листья зеленого чая, замоченные в опресненной ГМВ при 75 °С в течение 10 мин. | Увеличение активности очистки от нитритов с 31,33 ± 0,05 до 37,12 ± 0,42 % Увеличение общего количества катехинов | [38] |
| Исследование in vivo | Salmonella Typhimurium TA98 и TA100, тест Эймса, метанольный экстракт кочуджана с добавлением японской ламинарии и солей глубинной морской воды (SDK), 200 мкг/чашка | 71,4% ингибирующее действие на мутагенез, индуцированный 4NQO против штамма TA98 56,1% и 83,6% ингибирование мутагенеза, индуцированного 4NQO и MNNG против штамма TA100 | [39] |

Таблица 14. Влияние глубинной морской воды на катаракту

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|---|-----------------------------|--|--------|
| Исследование in vivo | Самцы крыс Шумии с катарактой (5-15 недель), ГМВ (Mg 2+ 200 мг/л, Ca 2+ 71 мг/л), 9-10 недель | Задержка развития катаракты | Снижение уровня непрозрачности и оксида азота (NO) | [40] |
| Исследование in vivo | Самец крыс Шумии с катарактой (5-15 недель), ГМВ с содержанием Mg 50, 200 и 1000 мг/л соответственно, 9-10 недель | Задержка начала катаракты | Подавление Mg миграции Ca в хрусталик | [41] |

Таблица 15. Влияние глубинной морской воды на антибактериальную активность

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Ссылка |
|----------------------|--|---|--------|
| Исследование in vivo | Пять соотношений ГМВ, содержащей магний: кальций (Mg:Ca) в соотношении 1:2 (А), 1:1 (В), 3:1 (С), 1:0 (D) и 0:1 (Е) при разных значениях концентрации для обеспечения жесткости 100, 250, 500 и 1000; получено 20 типов подвижности образцов. Шестнадцать штаммов <i>H. pylori</i> , клинические изоляты были получены у пациентов с раком желудка, язвой желудка и нормальной слизистой желудка. | Ингибирование роста и подвижности бактерий | [42] |
| Исследование in vivo | Кровь овцы, <i>H. pylori</i> , полученные из желудочного биоптата пациентов с пептической язвой, 3-5 дней | ГМВ с жесткостью 1200 и 2400 ингибировала рост штаммов <i>H. pylori</i> на 20 и 60 % соответственно | [36] |
| Исследование in vivo | Самцы монгольской песчанки (4 недели), ГМВ в 5 различных соотношениях Mg/Ca (жесткость 1000), 2 недели | Уменьшение количества <i>H. pylori</i> , колонизированных в желудке при приеме 2 соотношений глубинной морской воды, С и D Действие против <i>H. Pylori</i> наблюдались у ≥ 90 % субъектов. | [42] |
| Исследование in vivo | Здоровые субъекты, инфицированные <i>H. pylori</i> , ГМВ с 5 различными соотношениями Mg/Ca (жесткость 1000), 1 л/сут., 10 дней | Снижение значения Δ13с | [42] |

Таблица 16. Влияние глубинной морской воды на остеопороз

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Ссылка |
|----------------------|--|---|--------|
| Исследование in vivo | Остеобласты (МС3Т3), жесткость ГМВ 50, 1000 и 2000, 3 дня | Усиление пролиферации клеток | [43] |
| Исследование in vivo | Стромальные клетки костного мозга, жесткость ГМВ 1000, 3 дня | Улучшение способности к формированию колоний | [43] |
| Исследование in vivo | Мыши SAMP8 после овариэктомии (OVX) (4 месяца), жесткость ГМВ 1000, 5,2 мл/сут., 4 месяца | Повышение минеральной плотности костной ткани Увеличение числа трабекул по результатам микрокомпьютерной томографии Снижение сывороточной щелочной фосфатазы Повышение уровня маркеров остеогенной | [43] |

Таблица 17. Влияние глубинной морской воды на состояние печени и почек

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Ссылка |
|----------------------|--|---|--------|
| Исследование in vivo | Диета с высоким содержанием жиров, самцы крыс линии Вистар (200-220 г), жесткость ГМВ 1000, доступ в неограниченном количестве, 4 недели | Улучшение функции печени за счет снижения уровня АСТ и АЛТ в сыворотке | [19] |
| Исследование in vivo | Золотистые сирийские хомяки, диета с высоким содержанием жиров (5 недель), жесткость ГМВ 300, 900, 1500, доступ в неограниченном количестве, 6 недель | Снижение значения АСТ в сыворотке крови хомяков, получающих ГМВ с жесткостью 300, 900 и 1500 Более низкие значения АЛТ в сыворотке крови у хомяков, получающих ГМВ с жесткостью 900 и 1500 | [33] |
| Исследование in vivo | Диета с содержанием холестерина, самцы новозеландского белого кролика (1500-2000 г), рацион с содержанием 3,75; 37,5 и 75 мг/кг Mg, жесткость ГМВ 1410, 8 недель | Различий в значениях АСТ и АЛТ не наблюдалось. | [6] |
| Исследование in vivo | Самцы кролика с гиперлипидемией (1,8-2,0 г), жесткость ГМВ 1200, 150 мл/сут., доступ в неограниченном количестве, 12 недель | Различий в значениях АСТ и АЛТ не наблюдалось. | [21] |
| Исследование in vivo | Пациенты с гиперхолестеринемией (23 мужчины и 19 женщин), ГМВ (жесткость 1410), 1050 мл ежедневно в качестве добавки, 6 недель | Существенная разница в уровне АЛТ, АСТ и BUN между получавшими препарат субъектами и контрольной группой отсутствует. | [4] |

В некоторых районах может наблюдаться нехватка питательных элементов в почве и сельскохозяйственных культурах, что может представлять угрозу для здоровья потребителей. Почва обеспечивает растения минералами, а через растения минералы поступают в организм животных и человека [63]. Что касается пищевой цепи, это угроза здоровью людей, которые обычно употребляют сельскохозяйственные культуры и животных в качестве основного источника питательных веществ. Например, дефицит питательных веществ в регионе Южной Африки был связан со многими заболеваниями, такими как заболевания щитовидной железы, расстройства, связанные с дефицитом йода, болезнь суставов Мселени, ВИЧ-СПИД и дефицит Mg [64]. Кроме того, подземные воды могут быть загрязнены в результате антропогенной деятельности, включая промышленность, сельское хозяйство и лесозаготовки. Это может представлять угрозу для жителей, которые используют подземные воды в качестве источника питьевой воды. Например, сельскохозяйственная деятельность привела к увеличению концентрации нитратов в подземных водах в районе Мачанга, Малайзия в результате применения удобрений [65]. ГМВ, которая находится далеко от источников антропогенного загрязнения, может обеспечить безопасный источник воды. ГМВ редко загрязняется, не содержит или незначительно содержит бактерии и является очень чистой [2, 8, 66].

Таблица 18. Влияние функциональной глубинной морской воды в комбинации с другими веществами

| Тип исследования | Экспериментальный метод (субъект (возраст/вес), дозировка препарата, продолжительность приема) | Основное действие | Механизм действия | Ссылка |
|----------------------|---|---|--|--------|
| Исследование in vivo | Беспородные самки мышей-альбиносов ICR (20-26 г), йогурт, содержащий ГМВ с жесткостью 10,3 г CaCO ₃ /л, 8 недель | Увеличение популяции кишечных молочнокислых бактерий Снижение активности АСТ и АЛТ в сыворотке Снижение уровня общего холестерина, соотношения общего холестерина к холестерину ЛПВП, TAG и холестерина ЛПВП в сыворотке крови | Нет данных | [44] |
| Исследование in vivo | Ожирение, вызванное диетой с высоким содержанием жиров, ICR (4 недели), ГМВ и ГМВ+ 125 мг/кг SIE (DSS), доступ в неограниченном количестве, прием SIE один раз в день в течение 8 недель | Снижение массы тела в группе ГМВ на 3,95 % и в группе DSS на 8,42 % соответственно Снижение уровня глюкозы в плазме крови в группе ГМВ на 14,9 % и в группе DSS на 36,4 % соответственно Снижение уровня глюкозы, TAG и лептина в сыворотке крови Снижение значений индекса инсулинорезистентности (HOMA-IR) в группе, получавшей DSS, на 38,2 % | Уменьшение размер эпидидимальной белой, ретроперитонеальной белой и лопаточной коричневой жировой ткани Повышение уровня фосфорилированного AMPK и его субстрата и ACC в эпидидимальной жировой ткани мышей Повышение экспрессии мРНК, связанной с липолизом, PPAR-α, кластера дифференцировки 36 (CD36) и мРНК, связанной с расходом энергии, а также UCP2 и CPT1 эпидидимальной жировой ткани Подавление экспрессии SREBP1 на уровне мРНК | [45] |
| Исследование in vivo | Листья зеленого чая, заваренные в опресненной ГМВ при 75 °C в течение 10 мин. | Повышение антиоксидантной активности | Увеличение активности захвата радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) на 83,98 % и восстановительной способности на 15 % Увеличение активности очистки от нитритов с 31,33 ± 0,05 до 37,12 ± 0,42 % Повышенное количество катехинов и кофеина | [38] |

Кроме того, дефицит питательных элементов среди популяции человека также был связан с типами ежедневного потребления пищи. Например, регулярное потребление продуктов, содержащих фитаты, вызвало дефицит цинка у корейцев [67]. Фитат ухудшает биодоступность цинка. Таким образом, правильный выбор продуктов питания имеет решающее значение для усвоения питательных веществ. Динамичная деятельность в современной жизни привела к тому, что люди стали выбирать быстрые, быстрорастворимые и легкоприготавливаемые продукты. Эти виды продуктов обычно содержат небольшое количество питательных веществ, что не является наиболее перспективным источником потребления питательных веществ. Минералы в пище также могут быть потеряны во время приготовления пищи [68-70]. Кратко говоря, потребление питательных веществ не должно зависеть исключительно от приема пищи. В ГМВ содержится много полезных минералов, которые можно поставлять в виде полезных напитков или воды в качестве альтернативы для поддержания источника питательных элементов. Роль минералов в воде для лечения заболеваний и поддержания здоровья уже признана. Воду можно разделить на несколько категорий на основании общего содержания солей, ее минеральной биологической активности и ионного минерального состава [71]. Следует активизировать усилия по использованию ГМВ в качестве источника воды, полезного для здоровья. Также постепенно проводились исследования, касающиеся видов минеральной воды. Примерами этих исследований может служить работа Astel et al. [72], включенная в обсуждение типов минералов, доступных

в воде, типов доступных процедур очистки воды, соответствующих регламентов и терапевтических возможностей минеральной воды. Необходимо провести исследование по классификации ГМВ на конкретные типы воды в зависимости от видов производства, поскольку в ней еще предстоит обнаружить большой терапевтический потенциал.

В идеале страны, имеющие доступ к ГМВ, должны рассмотреть возможность максимального ее использования. Возможно, единственными ограничениями являются поставщики технологий и стоимость производства, а не доступные источники самой ГМВ. Задействованные технологии могут включать опреснение, вакуум при низкой температуре и преобразование тепловой энергии океана. Преобразование тепловой энергии океана представляет собой технологию, с помощью которой можно производить воду в качестве побочного продукта процесса без значительных затрат [73]. Существует множество примечательных результатов исследований, касающихся применения ГМВ на моделях in vitro, таких как использование клеток 3T3L-1, и на моделях in vivo, таких как модели мыши и кролика. Однако потенциальная польза для здоровья от ее применения в клинических исследованиях широко не установлена. Следовательно, необходимо больше изучать ее применение, особенно для здоровья человека. ГМВ заслуживает дальнейшего исследования и может быть разработана в качестве лечебной воды для профилактики и лечения многих проблем со здоровьем, особенно заболеваний, связанных с образом жизни.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Авторы хотели бы выразить признательность Центру термальной энергии океана Университета технологии Малайзии, Малайзийско-Японскому Международному технологическому институту (Университет технологии Малайзии) и Институту морской биотехнологии (Университет Малайзии Тренгану) за поддержку в проведении настоящего исследования.

Библиография

1. H. S. Hwang, H. A. Kim, S. H. Lee, and J. W. Yun, "Anti obesity and antidiabetic effects of deep sea water on ob/ob mice," *Marine Biotechnology*, vol. 11, no. 4, pp. 531-539, 2009.
2. S.-I. Katsuda, T. Yasukawa, K. Nakagawa et al., "Deep-sea water improves cardiovascular hemodynamics in kurosawa and kusanagi-hypercholesterolemic (KHC) rabbits," *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, vol. 31, no. 1, pp. 38-44, 2008.
3. A. Z. Aris, R. C. Y. Kam, A. P. Lim, and S. M. Praveena, "Concentration of ions in selected bottled water samples sold in Malaysia," *Applied Water Science*, vol. 3, no. 1, pp. 67-75, 2013.
4. Z.-Y. Fu, F. L. Yang, H.-W. Hsu, and Y.-F. Lu, "Drinking deep seawater decreases serum total and low-density lipoprotein-cholesterol in hypercholesterolemic subjects," *Journal of Medicinal Food*, vol. 15, no. 6, pp. 535-541, 2012.
5. C.-L. Hsu, Y.-Y. Chang, C.-H. Chiu et al., "Cardiovascular protection of deep-seawater drinking water in high-fat/cholesterol fed hamsters," *Food Chemistry*, vol. 127, no. 3, pp. 1146-1152, 2011.
6. M.-J. Sheu, P.-Y. Chou, W.-H. Lin et al., "Deep sea water modulates blood pressure and exhibits hypolipidemic effects via the AMPK-ACC pathway: An in vivo Study," *Marine Drugs*, vol. 11, no. 6, pp. 2183-2202, 2013.
7. S. Ueshima, H. Fukao, K. Okada, and O. Matsuo, "Suppression of the release of type-1 plasminogen activator inhibitor from human vascular endothelial cells by Hawaii deep sea water," *Pathophysiology*, vol. 9, no. 2, pp. 103-109, 2003.
8. M. M. Takahashi and P. Huang, "Novel renewable natural resource of Deep Ocean Water (DOW) and their current and future practical applications," *Kuroshio Science*, vol. 6, no. 1, pp. 101-113, 2012.
9. M. Michelle and K. A. Beerman, "The major minerals and water," in *Nutritional Sciences: From Fundamentals to Food*, pp. 517-525, Peter Marshall, 7th edition, 2007.
10. Y. Ouchi, R. E. Tabata, K. Stergiopoulos, F. Sato, A. Hattori, and H. Orimo, "Effect of dietary magnesium on development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits," *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, vol. 10, no. 5, pp. 732-737, 1990.
11. Q. Faryadi, "The magnificent effect of magnesium to human health: a critical review," *International Journal of Applied Science and Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 118-126, 2012.
12. R. R. Watson, T. Kokot, M. Muc-Wierzgon, E. Nowakowska-Zajdel, and S. Dziegielewska-Gesiak, *Nutrition in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity*, Elsevier, 2014.
13. H. S. Hwang, S. H. Kim, Y. G. Yoo et al., "Inhibitory effect of deep-seawater on differentiation of 3T3-L1 adipocytes," *Marine Biotechnology*, vol. 11, no. 2, pp. 161-168, 2009.
14. M. B. Zemel, "Regulation of adiposity and obesity risk by dietary calcium: mechanisms and implications," *Journal of the American College of Nutrition*, vol. 21, no. 2, pp. 146S-151S, 2002.
15. S. Lewicki, R. Zdanowski, M. Krzyzowska et al., "The role of chromium III in the organism and its possible use in diabetes and obesity treatment," *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, vol. 21, no. 2, pp. 331-335, 2014.
16. A. Pechova and L. Pavlata, "Chromium as an essential nutrient: a review," *Veterinari Medicina*, vol. 52, no. 1, pp. 1-18, 2007.
17. Z. Krejpcio, "Essentiality of chromium for human nutrition and health," *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 10, no. 6, pp. 399-404, 2001.
18. A. P. Seale, L. A. De Jesus, M.-C. Park, and Y.-S. Kim, "Vanadium and insulin increase adiponectin production in 3T3-L1 adipocytes," *Pharmacological Research*, vol. 54, no. 1, pp. 30-38, 2006.
19. S. He, J. Hao, W. Peng, P. Qiu, C. Li, and H. Guan, "Modulation of lipid metabolism by deep-sea water in cultured human liver (HepG2) cells," *Marine Biotechnology*, vol. 16, no. 2, pp. 219-229, 2014.
20. M.-H. Chang, B.-S. Tzang, T.-Y. Yang, Y.-C. Hsiao, H.-C. Yang, and Y.-C. Chen, "Effects of deep-seawater on blood lipids and pressure in high-cholesterol dietary mice," *Journal of Food Biochemistry*, vol. 35, no. 1, pp. 241-259, 2011.
21. M. Miyamura, S. Yoshioka, A. Hamada et al., "Difference between deep seawater and surface seawater in the preventive effect of atherosclerosis," *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, vol. 27, no. 11, pp. 1784-1787, 2004.
22. M. Kimura, H. Tai, K. Nakagawa, Y. Yokoyama, Y. Ikegami, and T. Takeda, "Effect of drinking water without salt made from deep sea water in lipid metabolism of rats," in *Proceedings of the MTS/IEEE Techno-Ocean '04: Bridges Across the Oceans (Ocean '04)*, pp. 320-321, Kobe, Japan, November 2004.
23. M. Kimura, R. Takeda, T. Takeda et al., "Effect cholesterol level in plasma of rats by drinking high magnesium water made from deep sea water," in *Proceedings of the MTS/IEEE Oceans (OCEANS '15)*, pp. 1965-1966, Honolulu, Hawaii, USA, November 2001.
24. S. Yoshioka, A. Hamada, T. Cui et al., "Pharmacological activity of deep-sea water: examination of hyperlipemia prevention and medical treatment effect," *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, vol. 26, no. 11, pp. 1552-1559, 2003.
25. J.-L. Shen, T.-C. Hsu, Y.-C. Chen et al., "Effects of deep-sea water on cardiac abnormality in high-cholesterol dietary mice," *Journal of Food Biochemistry*, vol. 36, no. 1, pp. 1-11, 2012.
26. B. G. Ha, J.-E. Park, H.-J. Cho, and Y. H. Shon, "Stimulatory effects of balanced deep sea water on mitochondrial biogenesis and function," *PLoS ONE*, vol. 10, no. 6, Article ID e0129972, 2015.
27. B. G. Ha, J.-E. Park, E. J. Shin, and Y. H. Shon, "Effects of balanced deep-sea water on adipocyte hypertrophy and liver steatosis in high-fat, diet-induced obese mice," *Obesity*, vol. 22, no. 7, pp. 1669-1678, 2014.
28. B. G. Ha, J.-E. Park, E. J. Shin, and Y. H. Shon, "Modulation of glucose metabolism by balanced deep-sea water ameliorates hyperglycemia and pancreatic function in streptozotocin-induced diabetic mice," *PLoS ONE*, vol. 9, no. 7, Article ID e102095, 2014.
29. B. G. Ha, E. J. Shin, J.-E. Park, and Y. H. Shon, "Anti-diabetic effect of balanced deep-sea water and its mode of action in high-fat diet induced diabetic mice," *Marine Drugs*, vol. 11, no. 11, pp. 4193-4212, 2013.
30. J.-P. Bak, Y.-M. Kim, J. Son, C.-J. Kim, and E.-H. Kim, "Application of concentrated deep sea water inhibits the development of atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice," *BMC Complementary and Alternative Medicine*, vol. 12, article no. 108, 2012.
31. Y. Hataguchi, H. Tai, H. Nakajima, and H. Kimata, "Drinking deep-sea water restores mineral imbalance in atopiceczema/dermatitis syndrome," *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 59, no. 9, pp. 1093-1096, 2005.
32. H. Kimata, H. Tai, and H. Nakajima, "Reduction of allergic skin responses and serum allergen-specific IgE and IgE-inducing cytokines by drinking deep-sea water in patients with allergic rhinitis," *Oto-Rhino-Laryngologia Nova*, vol. 11, no. 6, pp. 302-303, 2001.

33. I.-S. Chen, Y.-Y. Chang, C.-L. Hsu et al., "Alleviative effects of deep-seawater drinking water on hepatic lipid accumulation and oxidation induced by a high-fat diet," *Journal of the Chinese Medical Association*, vol. 76, no. 2, pp. 95-101, 2013.
34. S.-T. Wang, D.-F. Hwang, R.-H. Chen et al., "Effect of deep sea water on the exercise-induced fatigue of rats," *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 17, no. 2, pp. 133-141, 2009.
35. C.-W. Hou, Y.-S. Tsai, W.-H. Jean et al., "Deep ocean mineral water accelerates recovery from physical fatigue," *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, vol. 10, article 7, 2013.
36. C.-C. Yang, C.-A. Yao, Y.-R. Lin, J.-C. Yang, and C.-T. Chien, "Deep-sea water containing selenium provides intestinal protection against duodenal ulcers through the upregulation of Bcl-2 and thioredoxin reductase 1," *PLOS ONE*, vol. 9, no. 7, Article ID e96006, 2014.
37. S. Kim, S.-Y. Chun, D.-H. Lee, K.-S. Lee, and K.-S. Nam, "Mineral-enriched deep-sea water inhibits the metastatic potential of human breast cancer cell lines," *International Journal of Oncology*, vol. 43, no. 5, pp. 1691-1700, 2013.
38. M.-S. Bae and S.-C. Lee, "Effect of deep sea water on the antioxidant activity and catechin content of green tea," *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 4, no. 16, pp. 1662-1667, 2010.
39. S.-S. Ham, H.-J. Choi, S.-H. Kim, H.-T. Oh, and M.-J. Chung, "Antimutagenic and cytotoxic effects of Kochujang extracts added deep sea water salt and sea tangle," *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, vol. 37, no. 4, pp. 410-415, 2008.
40. N. Nagai and Y. Ito, "Delay of cataract development in the Shumiya cataract rat by water containing enhanced concentrations of magnesium and calcium," *Current Eye Research*, vol. 32, no. 5, pp. 439-445, 2007.
41. N. Nagai, Y. Ito, M. Inomata et al., "Delay of cataract development in the Shumiya cataract rat by the administration of drinking water containing high concentration of magnesium ion," *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, vol. 29, no. 6, pp. 1234-1238, 2006.
42. M. Kawada and H. Takeuchi, "Antibacterial activities of refined deep seawater on *Helicobacter pylori*," *Journal of Genetic Syndromes & Gene Therapy*, vol. s1, pp. 2-8, 2013.
43. H.-Y. Liu, M.-C. Liu, M.-F. Wang et al., "Potential osteoporosis recovery by deep sea water through bone regeneration in SAMP8 mice," *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2013, Article ID 161976, 2013.
44. S. M. Kang, J. W. Jhoo, J. I. Pak, I. K. Kwon, S. K. Lee, and G. Y. Kim, "Effect of yogurt containing deep sea water on health-related serum parameters and intestinal microbiota in mice," *Journal of Dairy Science*, vol. 98, no. 9, pp. 5967-5973, 2015.
45. H. Yuan, S. Chung, Q. Ma, L. Ye, and G. Piao, "Combination of deep sea water and *Sesamum indicum* leaf extract prevents high-fat diet-induced obesity through AMPK activation in visceral adipose tissue," *Experimental and Therapeutic Medicine*, vol. 11, no. 1, pp. 338-344, 2016.
46. K. Itoh, T. Kawasaki, and M. Nakamura, "The effects of high oral magnesium supplementation on blood pressure, serum lipids and related variables in apparently healthy Japanese subjects," *British Journal of Nutrition*, vol. 78, no. 5, pp. 737-750, 1997.
47. J. W. Yun, "Possible anti-obesity therapeutics from nature – a review," *Phytochemistry*, vol. 71, no. 14-15, pp. 1625-1641, 2010.
48. C.-L. Lee, "The advantages of deep ocean water for the development of functional fermentation food," *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 99, no. 6, pp. 2523-2531, 2015.
49. Standard Methods for the Examination of Water and Waste water. # 2340 Hardness, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, DC, USA, 20th edition, 1998.
50. C. M. Villanueva, F. Fernandez, N. Malats, J. O. Grimalt, and M. Kogevinas, "Meta-analysis of studies on individual consumption of chlorinated drinking water and bladder cancer," *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol. 57, no. 3, pp. 166-173, 2003.
51. S. E. Hrudey, L. C. Backer, A. R. Humpage et al., "Evaluating evidence for association of human bladder cancer with drinking-water chlorination disinfection by-products," *Journal of Toxicology and Environmental Health & Part B: Critical Reviews*, vol. 18, no. 5, pp. 213-241, 2015.
52. C. M. Villanueva, M. Kogevinas, S. Cordier et al., "Assessing exposure and health consequences of chemicals in drinking water: current state of knowledge and research needs," *Environmental Health Perspectives*, vol. 122, no. 3, pp. 213-221, 2014.
53. M. Rygaard, E. Arvin, and P. J. Binning, "The valuation of water quality: effects of mixing different drinking water qualities," *Water Research*, vol. 43, no. 5, pp. 1207-1218, 2009.
54. P. Garzon and M. J. Eisenberg, "Variation in the mineral content of commercially available bottled waters: implications for health and disease," *American Journal of Medicine*, vol. 105, no. 2, pp. 125-130, 1998.
55. K. Anne, "Magnesium and calcium in drinking water and heart diseases," *Encyclopedia of Environmental Health*, pp. 535-544, 2011.
56. M. Mirzazadeh, M. G. Nouran, K. A. Richards, and M. Zare, "Effects of drinking water quality on urinary parameters in men with and without urinary tract stones," *Urology*, vol. 79, no. 3, pp. 501-507, 2012.
57. R. Siener, A. Jahnen, and A. Hesse, "Influence of a mineral water rich in calcium, magnesium and bicarbonate on urine composition and the risk of calcium oxalate crystallization," *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 58, no. 2, pp. 270-276, 2004.
58. A. L. Rodgers, "The influence of South African mineral water on reduction of risk of calcium oxalate kidney stone formation," *South African Medical Journal*, vol. 88, no. 4, pp. 448-451, 1998.
59. C. Dahl, A. J. Sogaard, G. S. Tell et al., "Population data on calcium in drinking water and hip fracture: an association may depend on other minerals in water. A NOREPOS Study," *Bone*, vol. 81, pp. 292-299, 2015.
60. J. Luo, Q. Zhao, L. Zhang et al., "The consumption of low-mineral bottled water increases the risk of cardiovascular disease: an experimental study of rabbits and young men," *International Journal of Cardiology*, vol. 168, no. 4, pp. 4454-4456, 2013.
61. Y. Kitagawa, C. Liu, and X. Ding, "The influence of natural mineral water on aquaporin water permeability and human natural killer cell activity," *Biochemical and Biophysical Research Communications*, vol. 409, no. 1, pp. 40-45, 2011.
62. P. Agre and D. Kozono, "Aquaporin water channels: molecular mechanisms for human diseases," *FEBS Letters*, vol. 555, no. 1, pp. 72-78, 2003.
63. U. C. Gupta and S. C. Gupta, "Sources and deficiency diseases of mineral nutrients in human health and nutrition: a review," *Pedosphere*, vol. 24, no. 1, pp. 13-38, 2014.
64. Y. Hu, E. A. Ehli, J. Kittelsrud et al., "Lipid-lowering effect of berberine in human subjects and rats," *Phytomedicine*, vol. 19, no. 10, pp. 861-867, 2012.
65. N. Islami, S. H. Taib, I. Yusoff, and A. A. Ghani, "Integrated geo electrical resistivity, hydrochemical and soil property analysis methods to study shallow groundwater in the agriculture area, Machang, Malaysia," *Environmental Earth Sciences*, vol. 65, no. 3, pp. 699-712, 2012.
66. Y. Tsuchiya, A. Watanabe, N. Fujisawa et al., "Effects of desalted deep seawater on hematologic and blood chemical values in mice," *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, vol. 203, no. 3, pp. 175-182, 2004.
67. H. Joung, G. Nam, S. Yoon, J. Lee, J. E. Shim, and H. Y. Paik, "Bioavailable zinc intake of Korean adults in relation to the phytate content of Korean foods," *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 17, no. 6, pp. 713-724, 2004.
68. M. Krzysik, H. Grajeta, and A. Prescha, "Chromium content in selected convenience and fast foods in Poland," *Food Chemistry*, vol. 107, no. 1, pp. 208-212, 2008.
69. N. Gerber, M. R. L. Scheeder, and C. Wenk, "The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat," *Meat Science*, vol. 81, no. 1, pp. 148-154, 2009.

70. H. Hosseini, M. Mahmoudzadeh, M. Rezaei et al., "Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*)," *Food Chemistry*, vol. 148, pp. 86-91, 2014.
71. L. Petraccia, G. Liberati, S. Giuseppe Masciullo, M. Grassi, and A. Fraioli, "Water, mineral waters and health," *Clinical Nutrition*, vol. 25, no. 3, pp. 377-385, 2006.
72. A. Astel, "Mineral water: types of mineral water," in *Encyclopedia of Food and Health*, pp. 763-766, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2016.
73. M. Gauthier, L. Golmen, and D. Lennard, "Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) and Deep Ocean Water Applications (DOWA): market opportunities for European industry," in

New and Renewable Technologies for Sustainable Development, N. H. Afgan and M. D. G. Carvalho, Eds., pp. 655-666, Springer, Boston, Mass, USA, 2002.

«Хиндави» (Hindawi)

Присылайте свои рукописи по адресу <http://www.hindawi.com>.