УДК 616.262:612.273.2:616-08

Перспективи використання сірководневих вод на курортах карпатського регіону (Огляд літератури)

О.Р. Дацько, В.Я. Березовський

Відділ клінічної патофізіології Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Київ-Трускавець

Проаналізовано результати сучасних досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів з проблеми використання сульфідних мінеральних вод для поліпшення стану здоров'я населення. Розглянуто транскутанний, трансгастральний і транспульмональний шляхи надходження газотрансміттера сірководню в організм пацієнта. Обговорено механізми дії H_2S на серцево-судинну, шлунково-кишкову та екскреторну системи організму. Наведено показання та протипоказання використання сірководневих ванн, питних слабосульфатних вод. Зроблено висновок про необхідність врахування індивідуальної реактивності організму пацієнта і можливої дії різних доз сірководню для досягнення максимальних ефектів поліпшення рівня здоров'я людини.
Ключові слова: сірководневі води, медичне застосування, механізми дії.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРОВОДОРОДНЫХ ВОД НА КУРОРТАХ КАРПАТСКОГО РЕГИОНА (Обзор литературы)
О.Р. Дацько, В.А. Березовский
Отдел клинической патофизиологии Института физиологии им. А.А. Богомольца НАН Украины, Киев-Трускавец

Проанализированы результаты современных исследований отечественных и зарубежных авторов по проблеме использования сульфидных минеральных вод для улучшения состояния здоровья населения. Рассмотрены транскутанный, трансгастральный и транспульмональный пути поступления газотрансмиттера сероводорода в организм пациента. Обсуждены механизмы действия H_2S на сердечно-сосудистую, желудочно-кишечную и экскреторную системы организма. Приведены показания и противопоказания использования сероводородных ванн, питьевых слабосульфатных вод. Сделан вывод о необходимости учета индивидуальной реактивности организма пациента и возможного действия различных доз сероводорода для достижения максимальных эффектов улучшения уровня здоровья человека.
Ключевые слова: сероводородные воды, медицинское применение, механизмы действия.

PERSPECTIVES OF HYDROGEN SULFIDE WATER APPLICATION IN THE RESORTS OF THE CARPATHIAN REGION (Review)
O.R. Datsko, V.Ya. Berezovskyy
Bogomoletz Institute of Physiology, NAS of Ukraine, Department of Clinical Pathophysiology, Kyiv-Truskavets

We analyzed the results of modern research of ukrainian and foreign authors in the field of sulfide mineral water using to improve population health. Transcutaneous, transgastric, and transpulmonaly ways for penetration of gasotransmitter hydrogen sulfide to the patient fluids are considered. The mechanisms of H_2S action on the cardiovascular, gastrointestinal and excretory system are discussed. The indications and contraindications for hydrogen sulfide baths using, and low sulfate waters drinking are showed. Conclusion is drawn on the need to consider individual reactivity of the

patient and the possible influence of different doses of hydrogen sulfide to achieve the maximum effects for improvements in human health.
Keywords: hydrogen sulfide water, medical use, mechanisms of action.

Вступ

У 1998 дослідники Роберт Ферчгот, Луїс Ігнарро та Ферід Мурад отримали Нобелівську премію в галузі фізіології та медицини [23, 26] за дослідження ролі молекули газу оксиду азоту (NO) в регуляції діяльності серцево-судинної системи. Виявлення регуляторних властивостей NO відкрило принципово нову сторінку в розумінні механізмів регуляції фізіологічних функцій [35]. Фармакологічна активність добре відомого в медицині нітрогліцерину, як зараз встановлено, пов'язана саме з вивільненням в організмі оксиду азоту [4, 17]. Ця речовина розслаблює тонус гладеньких м'язів судин та поліпшує капілярне кровопостачання міокарду. Подальший розвиток досліджень дозволив відкрити принципово новий спосіб передачі сигналів в клітинах, який не пов'язаний з лігандрецепторною взаємодією [42, 43]. В середині 1990-х років було відкрито таку саму дію ще одного газу – оксиду вуглецю (CO) [11]. Незважаючи на свою високу токсичність, в малих дозах він збільшує проникність судинної стінки за рахунок своїх фізико-хімічних властивостей. Пізніше було виявлено аналогічну дію третього газу-регулятора – сірководню (H_2S) [12, 23, 31]. Цей газ також релаксує гладенькі м'язи судин резистивного типу і виконує багато інших функцій, які детально досліджуються в останні роки [6, 13, 15, 24]. Українськими дослідниками показано, що сірководень впливає на процеси проліферації клітин в культурі [1, 3, 16], збільшує капілярне кровопостачання тканин (гіперемія) завдяки своєму впливу на гладенькі м'язи судин [5], регулює кальційіндуковане відкривання мітохондріальної пори у міокарді [16].

Сірководневі (сульфідні) мінеральні води – це природні води різної мінералізації та іонного складу, які містять більше 10 мг/л загального сірководню [8]. Згідно міжнародних стандартів до сірководневих вод відносять мінеральні води з концентрацією сірководню більше 5 мг/л. Для купелів в залежності від концентрації сірководню розрізняють слабкосірководневі води (10 – 50 мг/л), середньої концентрації (50 – 100 мг/л), концентровані (100 – 250 мг/л) і дуже концентровані (більше 250 мг/л).

Україна має значні запаси сірководневих вод. Вони виявлені на Поділлі, Волині, Прикарпатті та Закарпатті. Аналогічні джерела розташовані також в Дніпровсько-Донецький западині, Причорномор'ї, Криму та Керченському півострові. У Львівській області знаходяться Роздольське, Яворівське, Немирівське родовище сульфідних вод. Частина цих вод використовується на курортах Немирів, Любінь-Великий, Шкло [9, 13, 18]. Вміст сірководню в окремих родовищах сягає 250 мг/л.

Прісні води з невеликим вмістом сірководню до 10 мг/л поширені на теренах Трускавця-Борислава-Східниці. До них відносяться в першу чергу мінеральні води з підвищеним вмістом органічних речовин типу Нафтуся. На сьогоднішній день вважається, що лікувальна дія Трускавецької Нафтусі спричинена комплексом розчинених органічних речовин [7, 19]. Однак, як випливає з огляду літературних даних сірководень також може чинити фізіологічну дію. На лікувальну дію сірководню в мінеральних водах типу Нафтуся Трускавця, Борислава і Східниці вказується в роботі [20].

Окрім того слід враховувати, що мінеральна вода Нафтуся вживається внутрішньо, тобто концентрація діючої речовини (сірководню) в порівнянні з зовнішнім використанням має бути приблизно на порядок меншою, що і спостерігаємо на практиці (вміст сірководню в джерелах Трускавця-Східниці 0,3-8,0 мг/л). На території Трускавця та його околиць відомі також джерела сірководневих вод (вміст сірководню більше 10 мг/л) різного складу і мінералізації. В більшості це старі затоплені шахти для видобутку озокериту, наприклад, дж. Фердинанд, дж. Катерина, дж. Барбара, дж. Едвард. Рівень сірководню в них сягає 20-170 мг/л і вони ще в минулому столітті використовувалися для купелі на курорті Трускавець [10]. Із невідомих причин у сімдесятих роках минулого сторіччя використання сірководневих ванн на курорті Трускавець було незаслужено припинено. В теперішній час це виправлено, і з 2014 р. в невеликому обсязі відновлено

використовування мінеральної води дж. Фердинанд для купелі.

Таким чином, в Україні є достатня сировинна база для розробки системних засад бальнеологічної корекції порушень синтезу ендогенного сірководню. Це може поліпшити стан здоров`я багатьох пацієнтів аналогічно прославленому ефекту таких курортів, як Старий Сочі, П'ятигорськ та Серноводськ.

Транскутанний ефект дії сірководню на організм людини

В бальнеології добре відома судиннорозширююча дія сірководневих ванн. В них поєднуються як дія теплої води, так і вплив розчинених в ній мінеральних солей і газів [1, 2,18]. Для таких ванн використовують насичені сірководнем води з природних джерел. Природні джерела сірководневих вод є численними та різноманітними і відоме їх широке використання на таких курортах: Сочі (Мацеста), Сергієвські мінеральні води, П'ятигорськ, Серноводськ, Усть-Качка (Росія), Немирів, Трускавець, Східниця (Україна), Пьєштяні (Чехія), Баден (Австрія), Дакс, Экс-ле-Бен (Франція), Сірміоне (Італія), Палм-Спрінгс (США) та інші.

В деяких санаторіях, де немає таких джерел, використовують штучно виготовлені сірководневі води з концентрацією цього газу від 50 до 200 мг/л. Мацестинська сірководнева вода в перекладі означає «вогняна», завдяки її властивості викликати інтенсивне почервоніння шкіри. Інтенсивна гіперемія свідчить про певне подразнення рецепторів шкіри, збільшення її капілярного кровопостачання та активації імунної активності дерми, якій зараз надається важливе значення в біохімічній регуляції резистентності організму до денатурованого цивілізацією середовища. Встановлено також, що сірководневе подразнення активує процеси ангеогенезу, що сприяє тривалій післядії цього чинника [22, 32].

Бальнеологам відомо, що ефект впливу сірководневих ванн на організм людини залежить від багатьох складових. До них належать – концентрація газу у воді та індивідуальна реактивність організму пацієнта. Слабосульфідні мінеральні води з концентрацією сірководню 10-50 мг/літр дозволяють проводити бальнеотерапію хворим із захворюваннями серцево-судинної, опорно-рухової, центральної та периферичної нервової систем. Вплив сірководню на серце реалізується через поліпшення коронарного кровообігу, зменшення периферичного опору судин, зниження артеріального тиску. Крім того сірководень викликає значні зміни оксидативних процесів, систематизує вуглеводний, жировий, білковий і мінеральний обмін. У тканинах головного мозку концентрація ендогенного H_2S втричі вище, ніж у рідинах організму, що свідчить про його участь у здійсненні регуляторних функцій центральної і вегетативної нервової системи [15, 16, 30]. Додаткове введення малих доз донорів H_2S активує процеси фізіологічної регенерації кісткової тканини, здійснює протизапальну, розсмоктуючу і знеболюючу дію, крім того нормалізує в'язкість крові [40, 43].

Транспульмональний вплив сірководню

Сірководень має специфічний неприємний запах (зіпсованого яйця). Під час приймання сірководневих ванн і недостатній вентиляції приміщення у частини пацієнтів з`являється чихання, сухий кашель, виділення слизу з носа, головний біль навіть нудота та загальна млявість [13, 21]. За умов високої концентрації сірководню у повітрі (близько 700 мг/м^3) у деяких осіб можливі локальні судоми, навіть втрата свідомості. При ще більшій концентрації H_2S у вдихуваному повітрі (1000 мг/м^3) можливі генералізовані судоми і параліч дихального центру [28, 29, 41]. Все це свідчить про те, що крім транскутанного надходження H_2S до організму, існує і транспульмональний шлях, який досі в лікувальних цілях не використовувався. Можливо, так сталося тому, що фізіологічна дія малих доз H_2S у минулі часи досліджувалась недостатньо [30, 31, 33].

Трансгастральний шлях дії сірководню на організм людини

Варто зауважити, що існує і третій – гастродуоденальний – шлях впливу H_2S, який реалізується при вживанні питних мінеральних вод із сірководневим компонентом, зокрема на курортах Трускавця і Східниці. Для трансгастрального (питного) застосування використовують мінеральні води з вмістом сірководню 0,3-10 мг/л. Такі води, наявні у Трускавці і Східниці, рекомендують для лікування патології шлунково-кишкового тракту, жовчного міхура, нирок та кишківника. Вони гальмують шлункову секрецію, активують жовчовідділення та перистальтику

кишківника, що особливо корисно для людей похилого віку, схильних до закрепів. Крім того сірководень діє як антиоксидант при пошкодженнях детоксикуючої функції печінки та професійних отруєннях важкими металами [1, 2].

За умов питного використання мінеральних вод, що містять сірководень, виникає чіткий ефект підсилення капілярного кровопостачання нирки, стимуляції секреції первинної сечі зі значним посиленням діурезу. Їх терапевтична дія обумовлена наявністю у воді не тільки сульфідів, але й вільної сірки та тіосульфатів, які не менш ефективно корегують знижений забрудненою атмосферою великих міст імунний статус організму. Завдяки м'якій фізіологічній дії слабо мінералізованих мінеральних вод, із незначним вмістом сірководню, їх застосовують навіть при лікуванні дітей віком від 7 до 17 років. Багатогранна позитивна дія прісних мінеральних вод, що містять сірководень, на організм пояснює широкі показання до їх лікувального застосування [2, 14].

Механізми лікувальної дії сірководню на організм

Сірководень сульфідних вод легко проникає через шкіру і розчиняється в рідинах організму. Наявний у водному розчині сірководень дисоціює з утворенням вільного іону водню, сірководню, гідросульфід-іонів та сірки:

$$H_2S = H^+ + HS^- = 2H^+ + S^{2-}$$

Під впливом H_2S у шкірі утворюються біологічно активні речовини (гістамін, ацетилхолін, гепарин), які спричиняють розширення капілярів, прилив крові до шкіри, збільшення швидкості плину крові в судинах, потужності серцевих скорочень. Водночас знижується артеріальний тиск і зменшується в'язкість крові, що сприяє кращому кровопостачанню тканин. Такий вплив тренує серцево-судинну систему, підвищує її резистентність до можливих у майбутньому ситуаційних перевантажень. Сірководневі ванни поліпшують обмінні та енергетичні процеси в скелетних м'язах і суглобах, в результаті чого зменшуються болі, ступінь запалення і зростає об'єм рухів.

Позитивний вплив сірководню проявляється також у поліпшенні вуглеводного обміну, зниженні рівня холестерину в крові, стимуляції функцій щитовидної залози, статевих залоз і наднирників [2, 9, 13]. Відчуття тепла та релаксації від транскутанного надходження сірководню до організму позитивно впливає на кровопостачання суглобів та хрящової тканини, знижує відчуття нервового напруження. Медичний досвід попередніх століть дозволив рекомендувати застосування сірководневих ванн для лікування гіпертонічної хвороби, атеросклерозу судин міокарду, поліартритів, хвороби Бехтєрєва та остеохондрозу. Добре піддаються такому лікуванню хвороби шкіри, щитовидної залози, безпліддя у жінок, хвороби центральної та периферичної нервової системи.

З експериментів на тваринах стало відомо, що введення щурам розчину донора сірководню (NaHS) дозволяє зменшити кількість атеросклеротичних бляшок у лінії щурів, що схильні до їх утворення. В цих же експериментах було встановлено, що такі ін'єкції гальмують відновлення пошкодженого ендотелію судин, тобто пригнічують фізіологічну регенерацію [24-27].

В головному мозку за синтез сірководню відповідає фермент цистатіонін-β-синтаза (CBS). У людини ген, що відповідає за синтез CBS, розташований в XXI хромосомі. При хворобі Дауна, трисомії XXI хромосоми, вміст CBS повинен бути вище норми. Дійсно, в сечі таких хворих виявлено надлишок тіосульфату – продукту утилізації сірководню. Це можна розглядати як свідоцтво підвищеної концентрації сірководню в мозку цих хворих. Не виключено, що надлишкова концентрація сірководню є одним із чинників розумової неповноцінності пацієнтів з трисомією XXI хромосоми. Фізіологічна концентрація H_2S у мозку попереджає негативну дію активних форм кисню, а надмірні концентрації можуть гальмувати диференціацію клітин та кількість дендритних зв'язків між нейронами. Відомий також наркотичний ефект надлишкових концентрацій H_2S, який викликає у мишей щось подібне до медикаментозного сну зі зменшенням споживання кисню та зниженням температури тіла [23, 25, 30]. Встановлено лінійну залежність між концентрацією H_2S у повітрі та температурою тіла, проте навіть після шестигодинного перебування тварин у такому стані повернення до дихання атмосферним повітрям відновлювало нормальний стан тварин [24, 25, 37, 38]. В подальшому у них не виявлено функціональних змін поведінки. Така дія сірководню може бути пов'язана з тим, що він гальмує роботу ферментативного комплексу цитохром-С-оксидази. Проте, існують і позитивні ефекти відновлення деяких функцій

організму, які потребують інтенсивного розширення судин та періодичного максимального кровонаповнення. Показано, що введення донору сірководню розслаблює гладенькі м'язи і збільшує кровонаповнення corpus cavernosum у осіб, що страждають на розлади статевої функції [36]. Тобто, в залежності від концентрації, locus morbi та загальної реактивності організму сірководень може виконувати як роль стимулятора, так і інгібітора фізіологічних реакцій.

В роботі Song K. та співавт. [39] вказується, що нещодавно було виявлено знижений вміст сірководню при хронічному захворюванні нирок. Авторами було визначено вплив і основні механізми сірководню на моделі щура з односторонньою обструкцією сечоводу. У порівнянні з нормальними щурами, обструктивна травма знижувала рівень сірководню в плазмі. Цистатіонін-β-синтаза – фермент, який продукує сірководень, був виявлений у значно меншій кількості в нирці з обструкцією сечовивідних шляхів, проте інший фермент, цистатіонін-γ-ліаза було виявлено у збільшеній кількості. Донор сірководню, яким є сульфід натрію, інгібує нирковий фіброз шляхом зниження продукування колагену, міжклітинної матриці і експресії α-актину гладких м'язів. Тим часом, також знижувалися інфільтрація макрофагів і експресія запальних цитокінів в нирках, в тому числі інтерлейкін-1β, фактор-α некрозу пухлини і білок-1, як хемоаттрактант моноцитів. Таким чином, низькі дози сірководню або сполуки, що виділяють H_2S, можуть мати терапевтичний потенціал в лікуванні хронічних захворювань нирок.

Практичне застосування сірководневих мінеральних вод

Сульфідні води відносяться до активних методів бальнеотерапії. Наприклад, в Росії найбільш відомі концентровані сульфідні води Мацестинського родовища (курорт Сочі). Ефект від дії цього типу вод, який проявляється при концентрації сірководню 70 мг/л, у літературі часто називають мацестинською реакцією. Мацестинський ефект проявляється безпосередньо реакцією почервоніння шкіри, в основі якого лежить розширення кровеносних судин, прискорення циркуляції крові, збільшення кількості функціонуючих капілярів. В частинах тіла, які контактують з сірководневою водою, виникає відчуття приливу крові та тепла, а також легкого запалення.

Під впливом сульфідних вод у центральній нервовій системі процеси гальмування починають виразно переважати над процесами збудження. Цим пояснюється легка сонливість під час приймання сульфідних ванн. Вільний сірководень і гідросульфідні іони, забезпечують корегуючий вплив на патогенетичні механізми при неврозах, що проявляється зменшенням тривоги, покращенням настрою, згладжуванням вегетативної дисфункції.

В більшості випадків при використанні сірководневих ванн чи процедур дотримуються такої схеми проведення бальнеологічних процедур: концентрація сірководню повинна складати від 50 до 150 г/л, температура води – біля 36 °С, тривалість ванни – 10-12 хвилин. Процедури рекомендовано проводити через день курсом 10-15 сеансів. При необхідності ощадної дії використовують таку схему: концентрація сірководню – від 50 до 80 г/л, температура води – біля 36°С, тривалість процедури – до 10 хвилин. Місцеві ванни проводять при температурі води до 38°С протягом 10-20 хвилин, загальна кількість повинна складати до 20 процедур, щоденно або через день. Після бальнеопроцедури для стабілізації загального стану пацієнт повинен полежати 20-30 хвилин у лічниці та біля 1,5 годин – в палаті [44].

Для приготування штучних сірководневих ванн типу МАЦЕСТА в Росії пропонують комерційний препарат, який складається з сульфіду натрію, гідросульфату калію та бікарбонату натрію і використовується з розрахунку 157 г на 100 літрів води. Для отримання води типу «мацестинської» до вказаного набору додають хлорид натрію (0,75-1кг на 100 л води) або розчиняють цей набір у морській воді [45].

В Україні пропонується подібний препарат (виробник Т.В.К. Груп, Україна) для сірководневих ванн під назвою "Медея", склад якого є таким: натрію сульфід – 33 г, гідросульфат калію – 104 г, бікарбонат натрію - 20 г [46].

Крім дії через шкіру, для лікування використовують процедури, які безпосередньо впливають на слизові оболонки і при цьому в організм проникають не тільки гази, але й мінеральна вода з розчиненими в ній солями. За місцем дії ці процедури поділяються на чотири групи:

1) дія на слизову оболонку товстого кишківника (підводне промивання кишківника, кишковий душ та мікроклізми);

2) дія на слизову оболонку шлунка (промивання шлунка);

3) дія на слизову оболонку піхви;
4) дія на слизову оболонку дихальних шляхів (інгаляція, зрошення обличчя).

Вуглекислотно-сірководневі інгаляції застосовують при захворюваннях вуха, горла і носа. Наприклад, на курорті П'ятигорськ для цих процедур використовують мінеральну воду Лєрмонтовського джерела з температурою 46°С. Мінеральна вода під тиском біля 2 атмосфер поступає в спеціальний апарат, де тонкі струмені води, вдаряючись під великим тиском об стінки апарата, перетворюються в дрібний пил і при цьому виділяються розчинені у воді гази. Повітря, яке проходить через цей апарат, містить дрібно диспергована мінеральну воду і гази (сірководень та вуглекислий газ). Вони поступають через конусоподібний пристрій (жикльор) в дихальні шляхи, де гази всмоктуються в кров і подразнюють слизові оболонки, діючи не тільки місцево, але й на весь організм, особливо на серцево-судинну та нервову системи.

Для підсилення лікувальної дії інгаляцій застосовують також зрошення дихальних шляхів. Для цього диспергована вуглекислотно-сірководнева вода пропускають через рото-носову маску або ротовий загубник. Для зрошення порожнини носа людина використовує лише носове дихання. Для зрошення слизових оболонок гортані і верхніх дихальних шляхів використовують маску, або ротовий загубник. За вказівкою лікаря хворий дихає повітрям, насиченим диспергованою мінеральною водою і газами. У першому випадку шкіра його обличчя піддається подразненню аерозольними частинками мінеральної води, що викликає рефлекторну відповідь. Слід підкреслити, що будь-які варіанти інгаляційних процедур можуть здійснювати крім місцевої ще й віддалену дію. Вона може здійснювати виразні зміни стану серцево-судинної системи, змінювати частоту пульсу, систолічний і діастолічний тиск. Такі процедури варто призначати тільки з врахуванням загального стану всього організму і в першу чергу серцево-судинної системи [44].

Протипоказання до застосування сірководневих процедур

Основний принцип медицини (за Гіпократом) – «не зашкодь». Тому, не менш важливо чітко визначити протипоказання і вберегти людину від можливих небажаних наслідків або побічної негативної дії сірководню на вже існуючі в організмі форми патології. До абсолютних протипоказань призначення сірководневих ванн є таке:

- всі стадії і форми захворювань нирок;
- всі форми і стадії туберкульозу;
- захворювання органів травлення у стадії загострення, або неповної ремісії;
- захворювання органів дихання в стадії ремісії, бронхіальна астма (для курортів із сірководневими водами з концентрацією вище 50 мг/л);
- гіпертиреоз, важкі форми гіпотиреозу;
- стійка гіпотонія;
- наслідки септичного шоку та панкреатит;
- хвороба Дауна.

Протипоказаннями для трансгастрального застосування сульфідних вод можуть бути захворювання, які супроводжуються недостатністю кровообігу другого ступеня з порушеннями стану міокарду, ритму серцевих скорочень, електропровідністю міокарду. Ще одним протипоказанням для використання таких вод може бути підвищена функціональна активність щитовидної залози та тиреотоксикози, які часто виникають у осіб, що проживають на радіактивно забруднених територіях [1,2]. Варто зауважити, що позитивні наслідки використання саногенних властивостей сірководню за умов правильного врахування дози впливу та реактивності пацієнта забезпечують як локальне, так і загальне поліпшення стану здоров'я пацієнта.

Висновки

1. Результати досліджень останніх років показують, що поряд з оксидом азоту та оксидом вуглецю сірководень є третім фізіологічно активним газом-регулятором (трансмітером), здатним безпосередньо передавати сигнали в клітину та субклітинні структури.
2. Сучасна бальнеологія широко використовує транскутанний і транс-гастральний шляхи реабілітуючого впливу сірководню у вигляді ванн та питних вод з виразними позитивними наслідками.
3. Механізм дії сірководню реалізується через розслаблення гладеньких м'язів судин резистивного типу, гіперемію тканин,

посилення кровопостачання багатьох органів. Таку дію лікувальних доз сірководню можна розглядати, як універсальний засіб попередження найбільш поширених хвороб цивілізації - серцево-судинних та метаболічних захворювань.

4. В Україні є достатні запаси сірководневих мінеральних вод. Однак, якщо технологія їх транскутанного застосування достатньо добре розроблена, то для питного прийому і ще більше для транспульмонального використання – такі рекомендації розроблені недостатньо.

5. В реальних умовах курортів Трускавець та Східниця існують джерела мінеральних вод типу Нафтуся із концентрацією сірководню в діапазоні від 0,3 до 10,0 мг/л, придатних для питного використання.

6. На території Прикарпаття в тому числі в Трускавці і Східниці наявні також природні джерела високомінералізованих сульфідних вод різного хімічного складу, що надає перспективи істотного розширення діапазону лікувальних процедур на розташованих тут курортах.

7. Позитивні наслідки використання лікувальних та реабілітуючих властивостей сірководневих вод та вільного сірководню можуть бути досягнуті лише за умов повного врахування двох важливих факторів – дози впливу і реактивності пацієнта. Це дозволить забезпечити як локальне, так і загальне поліпшення стану здоров'я людини.

Література

1. Бабов КД, Золотарева ТА, Насибуллин БА, Никипелова ЕМ, Павлова ЕС, Алексеенко НА, Олешко АЯ. Особенности биологического действия минеральных вод разной минерализации. Киев: КИМ; 2009.

2. Бабов КД, Дишловий ІМ Зернаєв ЮЯ, Єжов ВВ та ін. Мінеральні лікувальні води курортів Криму. Видання друге / Під ред. КД Бабова, ОМ Нікіпелової. Одеса; 2012.

3. Березовський ВЯ, Плотнікова ЛМ. Сірководень та його роль у регуляції судинного тонусу. Медична гідрологія та реабілітація. 2012;10(1):4-10.

4. Горішна ОВ. Рівень оксиду азоту в крові дітей, які вживають питну воду з підвищеним вмістом нітратів. Перинатологія та педіатрія. 2002;1:50-1.

5. Даценко ИИ. Живая вода: Медико-гигиенические аспекты. Львов: Вища школа. Изд-во при Львовском университете; 1984.

6. Дорофєєва НО, Кузьменко МО, Сагач ВФ. Вплив донору сірководню на функцію серця спонтанно гіпертензивних щурів. Таврический медико-биологический вестник. 2012;15(3),ч.1(59):92-4.

7. Івасівка СВ. Біологічно активні речовини води Нафтуся, її генезис і механізм фізіологічної дії. Київ: Наукова думка; 1997.

8. ДСТУ 878-93. Води мінеральні питні. Технічні умови. Київ, «Держстандарт України»; 1993.

9. Капранов СВ, Титамир ОН. Вода и здоровье. Луганск: Янтарь; 2006.

10. Маринов НА, Пасека ИП. Трускавецкие минеральные воды. Москва: Недра; 1978.

11. Мясоедова ОА, Коржов ВИ. Роль сероводорода в реализации физиологических функций организма (обзор литературы). Журн Нац Акад Мед Наук України. 2011;17(3):191-200.

12. Резник НЛ. Третий газ. Химия и жизнь. 2009;10:40-6.

13. Рогач ИМ. Минеральные воды Карпатского рекреационного региона. Ужгород; 1994.

14. Рылова НВ. Влияние минерального состава питьевой воды на состояние здоровья детей. Гигиена и санитария. 2005;1:45-6.

15. Семенихіна ОМ, Базилюк ОВ, Коркач ЮП, Сагач ВФ. Роль та механізми впливу сірководню на скоротливу активність гладеньких м'язів різних судин щурів. Фізіол журн. 2011;57(4):3-11.

16. Струтинська НА, Семенихіна ОМ, Чорна СВ, Вавілова ГЯ, Сагач ВФ. Сірководень пригнічує кальційіндуковане відкривання мігохондріальної пори у серці дорослих і старих щурів. Фізіол журн. 2011; 57(6):3-14.

17. Шаповал ЛН, Сагач ВФ, Побегайло ЛС. Вазомоторные эффекты оксида азота при его введении в структуры вентролатеральной области продолговатого мозга кошки. Доклады АН СССР. 1991;317(6):1506-9.

18. Шестопалов ВМ, Негода ГМ, Моісеєва НП, Дружина МО, Сухоребрий АО, Онищенко ІП, Гудзенко ВВ, Овчиннікова НБ, Усов ВЮ, Ясевич ГП. Формування мінеральних вод України. Київ: Наукова думка; 2009.

19. Шестопалов ВМ. Мойсеева НП, Ясевич АП. Бальнеологічно активні

органічні сполуки як кондиції на мінеральні води типу «Нафтуся». Геол журн. 2000;1:34-40.

20. Щепак В. Лікувальна природа «Нафтусі». Вісник НАН України. 2004;(3):52-62.

21. Benavides GA, Squadrito GL, Mills RW, Patel HD, Isbell TS, Patel RP, Darley-Usmar VM, Doeller JE, Kraus DW. Hydrogen sulfide mediates the vasoactivity of garlic. Proc Natl Acad Sci U S A. 2007 Nov 13;104(46):17977-82.

22. Coletta C, Papapetropoulos A, Erdelyi K, Olah G, Módis K, Panopoulos P, Asimakopoulou A, Gerö D, Sharina I, Martin E, Szabo C. Hydrogen sulfide and nitric oxide are mutually dependent in the regulation of angiogenesis and endothelium-dependent vasorelaxation. Proc Natl Acad Sci U S A. 2012 Jun 5;109(23):9161-6.

23. Eto K, Asada T, Arima K, Makifuchi T, Kimura H.Brain hydrogen sulfide is severely decreased in Alzheimer's disease. Biochem Biophys Res Commun. 2002 May 24;293(5):1485-8.

24. Florian B, Vintilescu R, Balseanu AT, Buga AM, Grisk O, Walker LC, Kessler C, Popa-Wagner A. Long-term hypothermia reduces infarct volume in aged rats after focal ischemia. Neurosci Lett. 2008 Jun 20;438(2):180-5.

25. Gas induces 'suspended animation', BBC News, 9 October 2006.

26. Gillman MA. Discovery of gasotransmission. The Scientist 2004:18.

27. Haouzi P, Notet V, Chenuel B, Chalon B, Sponne I, Ogier V, Bihain B. H2S induced hypometabolism in mice is missing in sedated sheep. Respir Physiol Neurobiol. 2008 Jan 1;160(1):109-15.

28. Hydrogen Sulfide: Potential Help for ED. WebMD. March 2, 2009. http://www.webmd.com/erectile-dysfunction/news/20090302/hydrogen-sulfide-potential-help-for-ed

29. Li J, Zhang G, Cai S, Redington AN. Effect of inhaled hydrogen sulfide on metabolic responses in anesthetized, paralyzed, and mechanically ventilated piglets. Pediatr Crit Care Med. 2008 Jan;9(1):110-2.

30. Kamoun P. H2S, a new neuromodulator. Med Sci (Paris). 2004 Jun-Jul;20(6-7):697-700.

31. Kimura H. Hydrogen sulfide as a neuromodulator. Mol Neurobiol. 2002 Aug;26(1):13-9. Review.

32. Lefer DJ. A new gaseous signaling molecule emerges: cardioprotective role of hydrogen sulfide. Proc Natl Acad Sci U S A. 2007 Nov 13;104(46):17907-8.

33. Li L, Moore PK. Putative biological roles of hydrogen sulfide in health and disease: a breath of not so fresh air? Trends Pharmacol Sci. 2008 Feb;29(2):84-90.

34. Mice put in 'suspended animation'. BBC News, 21 April 2005.

35. Palmer RM, Ferrige AG, Moncada S. Nitric oxide release accounts for the biological activity of endothelium-derived relaxing factor. Nature. 1987 Jun 11-17;327(6122):524-6.

36. d'Emmanuele di Villa Bianca R1, Sorrentino R, Maffia P, Mirone V, Imbimbo C, Fusco F, De Palma R, Ignarro LJ, Cirino G. Hydrogen sulfide as a mediator of human corpus cavernosum smooth-muscle relaxation. Proc Natl Acad Sci U S A. 2009 Mar 17;106(11):4513-8.

37. Roth MB, Nystul T. Buying Time in Suspended Animation. Scientific American, 1 June 2005.

38. Roth M. Suspended animation is within our grasp – 2010. – Conference TED-2010 http://www.ted.com/talks/lang/eng/mark_roth_suspended_animation.html

39. Song K, Wang F, Li Q, Shi YB, Zheng HF, Peng H, Shen HY, Liu CF, Hu LF. Hydrogen sulfide inhibits the renal fibrosis of obstructive nephropathy. Kidney Int. 2014 Jun;85(6):1318-29.

40. Szabó C. Hydrogen sulphide and its therapeutic potential. Nat Rev Drug Discov. 2007 Nov;6(11):917-35. Review.

41. Toxic Gas, Lifesaver. Scientific American, March 2010 http://www.scientificamerican.com/

42. Wang R. (ed.). Signal Transduction and the Gasotransmitters: NO, CO and H_2S in Biology and Medicine. New Jersey, USA: Humana Press; 2004.

43. Wang R. Two's company, three's a crowd: can H2S be the third endogenous gaseous transmitter? FASEB J. 2002 Nov;16(13):1792-8.

44. http://physiatrics.ru/100039-serovodorodnye-vanny/

45. http://oazistd.com.ua/Vanny_dlya_zdorovya_i_dushi/Jodo-bromnie_serovodorodnie_vanni/serovodorodnie_vanni_macesta/

46. http://fitomarket.com.ua/lechebno-profilakticheskaya-kosmetika/medeya-serovodorodnyie-vannyi-157gr-.html

References

1. Babov KD, Zolotaryova TA Nasibullin BA Nikipelova EM Pavlova EU Alexeenko ON, Oleshko AYa. Features of the biological action of the mineral waters of different mineralization. Kiev:KIM; 2009.

2. Babov KD, Dyshlovyy IM, Zernayev YuYa, Yezhov VV et al. Mineral water of resorts of Crimea. KD Babov, OM Nikipelova, editors. 2nd ed. Odessa; 2012.

3. Berezovskyy VYa, Plotnikov LM. Hydrogen sulfide and its role in the regulation of vascular tone. Med Hydrol Rehabilit. 2012;10(1):4-10.

4. Horishna OV. The level of nitric oxide in the blood of children who consume drinking water with high content of nitrates. Perinatol Pediatr. 2002;1:50-1.

5. Datsenko II. Living Water: Medical and hygienic aspects. Lviv: Vyshcha Shkola. Publishing house at Lviv University; 1984.

6. Dorofeyeva NO, Kuzmenko MO, Sagach VF. Impact of hydrogen sulfide donor on heart function in spontaneously hypertensive rats. Taurian Med Biol Visnyk. 2012;15(3), Pt1(59):92-4.

7. Ivasivka SV. Biologically active substances of water Naftussia, its genesis and the physiological mechanism of action. Kyiv: Naukova Dumka; 1997.

8. DSTU 878-93. Drinking mineral waters. Specifications. Kyiv, State Standard of Ukraine; 1993.

9. Kapranov SV, Titamir ON. Water and health. Lugansk: Yantar; 2006.

10. Marinov NA, Paseka IP. Truskavets mineral waters. Moscow: Nedra; 1978.

11. Myasoyedova OA, Korzhov VI. The role of hydrogen sulfide in the realization of body physiological functions (review). J Nat Acad Med Sci Ukraine. 2011;17(3):191-200.

12. Reznik NL. The third gas. Chimia Zhizn. 2009;10:40-6.

13. Rogach IM. Mineral water from Carpathian recreational region. Uzhgorod; 1994.

14. Rylova NV. Influence of the mineral composition of drinking water on children's health. Hygiene Sanit. 2005;1:45-6.

15. Semenykhina OM, Bazyliuk OV, Korkach YuP, Sagach VF. The role and mechanisms of action of hydrogen sulfide on the contractile activity of smooth muscle of various vessels in rats. Fiziol Zhurn (Kiev). 2011;57(4):3-11.

16. Strutynska NA, Semenykhina OM, Chorna SV, Vavilova HYa, Sagach VF. Hydrogen sulfide inhibits calcium induced mitochondrial pore opening in the heart of adult and old rats. Fiziol Zhurn (Kiev). 2011;57(6):3-14.

17. Shapoval LN, Sagach WF, Pobegailo LS. Vasomotor effects of nitric oxide administered in the structure of ventrolateral medulla in cats. Reports Acad Sci USSR. 1991;317(6):1506-9.

18. Shestopalov VM, Nehoda GM, Moiseyeva NP, Druzyna MO, Sukhorebryy AO, Onishchenko IP, Hudzenko VV, Ovchynnikova NB, Usov VYu, Yasevych GP. Formation of mineral waters of Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka; 2009.

19. Shestopalov VM, Moiseyeva NP, Yasevych AP. Balneologically active organic compounds as conditions for mineral water of Naftussia type. Geol Zhurn. 2000;1:34-40.

20. Shchepak V. Therapeutic nature of "Naftussia". Visnyk Nat Acad Sci of Ukraine. 2004;(3):52-62.

21. Benavides GA, Squadrito GL, Mills RW, Patel HD, Isbell TS, Patel RP, Darley-Usmar VM, Doeller JE, Kraus DW. Hydrogen sulfide mediates the vasoactivity of garlic. Proc Natl Acad Sci U S A. 2007 Nov 13;104(46):17977-82.

22. Coletta C, Papapetropoulos A, Erdelyi K, Olah G, Módis K, Panopoulos P, Asimakopoulou A, Gerö D, Sharina I, Martin E, Szabo C. Hydrogen sulfide and nitric oxide are mutually dependent in the regulation of angiogenesis and endothelium-dependent vasorelaxation. Proc Natl Acad Sci U S A. 2012 Jun 5;109(23):9161-6.

23. Eto K, Asada T, Arima K, Makifuchi T, Kimura H. Brain hydrogen sulfide is severely decreased in Alzheimer's disease. Biochem Biophys Res Commun. 2002 May 24;293(5):1485-8.

24. Florian B, Vintilescu R, Balseanu AT, Buga AM, Grisk O, Walker LC, Kessler C, Popa-Wagner A. Long-term hypothermia reduces infarct volume in aged rats after focal ischemia. Neurosci Lett. 2008 Jun 20;438(2):180-5.

25. Gas induces 'suspended animation', BBC News, 9 October 2006.

26. Gillman MA. Discovery of gasotransmission. The Scientist 2004:18.

27. Haouzi P, Notet V, Chenuel B, Chalon B, Sponne I, Ogier V, Bihain B. H2S induced hypometabolism in mice is missing in sedated sheep. Respir Physiol Neurobiol. 2008 Jan 1;160(1):109-15.

28. Hydrogen Sulfide: Potential Help for ED. WebMD. March 2, 2009. http://www.webmd.com/erectile-dysfunction/news/20090302/hydrogen-sulfide-potential-help-for-ed

29. Li J, Zhang G, Cai S, Redington AN. Effect of inhaled hydrogen sulfide on metabolic responses in anesthetized, paralyzed, and mechanically ventilated piglets. Pediatr Crit Care Med. 2008 Jan;9(1):110-2.

30. Kamoun P. H2S, a new neuromodulator. Med Sci (Paris). 2004 Jun-Jul;20(6-7):697-700.

31. Kimura H. Hydrogen sulfide as a neuromodulator. Mol Neurobiol. 2002 Aug;26(1):13-9. Review.

32. Lefer DJ. A new gaseous signaling molecule emerges: cardioprotective role of hydrogen sulfide. Proc Natl Acad Sci U S A. 2007 Nov 13;104(46):17907-8.

33. Li L, Moore PK. Putative biological roles of hydrogen sulfide in health and disease: a breath of not so fresh air? Trends Pharmacol Sci. 2008 Feb;29(2):84-90.

34. Mice put in 'suspended animation'. BBC News, 21 April 2005.

35. Palmer RM, Ferrige AG, Moncada S. Nitric oxide release accounts for the biological activity of endothelium-derived relaxing factor. Nature. 1987 Jun 11-17;327(6122):524-6.

36. d'Emmanuele di Villa Bianca R1, Sorrentino R, Maffia P, Mirone V, Imbimbo C, Fusco F, De Palma R, Ignarro LJ, Cirino G. Hydrogen sulfide as a mediator of human corpus cavernosum smooth-muscle relaxation. Proc Natl Acad Sci U S A. 2009 Mar 17;106(11):4513-8.

37. Roth MB, Nystul T. Buying Time in Suspended Animation. Scientific American, 1 June 2005.

38. Roth M. Suspended animation is within our grasp – 2010. – Conference TED-2010 http://www.ted.com/talks/lang/eng/mark_roth_suspended_animation.html

39. Song K, Wang F, Li Q, Shi YB, Zheng HF, Peng H, Shen HY, Liu CF, Hu LF. Hydrogen sulfide inhibits the renal fibrosis of obstructive nephropathy. Kidney Int. 2014 Jun;85(6):1318-29.

40. Szabó C. Hydrogen sulphide and its therapeutic potential. Nat Rev Drug Discov. 2007 Nov;6(11):917-35. Review.

41. Toxic Gas, Lifesaver. Scientific American, March 2010 http://www.scientificamerican.com/

42. Wang R. (ed.). Signal Transduction and the Gasotransmitters: NO, CO and H_2S in Biology and Medicine. New Jersey, USA: Humana Press; 2004.

43. Wang R. Two's company, three's a crowd: can H2S be the third endogenous gaseous transmitter? FASEB J. 2002 Nov;16(13):1792-8.

44. http://physiatrics.ru/100039-serovodorodnye-vanny/

45. http://oazistd.com.ua/Vanny_dlya_zdorovya_i_dushi/Jodo-bromnie_serovodorodnie_vanni/serovodorodnie_vanni_macesta/

http://fitomarket.com.ua/lechebno-profilakticheskaya-kosmetika/medeya-serovodorodnyie-vannyi-157gr-.html

Дата надходження 28.04.15