

## Vandenilio prisotintas vanduo: nauda organizmui ir ligų prevencijai

Vijolė Bradauskienė, Sigutė Ežerskienė\*, Giedrius Šilas, Reda Tamelienė

Klaipėdos valstybinė kolegija, Technologijų fakultetas, Maisto technologijų ir mitybos katedra, Bijūnų g. 10, LT-91223 Klaipėda, el. paštas [s.ezerskiene@kvk.lt](mailto:s.ezerskiene@kvk.lt), Tel. Nr. +37065538385

(Gauta 2024 m. kovo mėn.; atiduota spaudai 2024 m. balandžio mėn.; prieiga internete nuo 2024 m. gegužės 10 d.)

### Anotacija

Straipsnyje analizuojama vandenilio prisotinto vandens nauda organizmui bei panaudojimo galimybės įvairių ligų simptomams mažinti. Analizei atlikti buvo peržiūrėta mokslinė literatūra apie vandenilio prisotintą vandenį, jo panaudojimo galimybes bei naudą organizmui. Kasdienis vandeniliu papildyto vandens naudojimas mažina oksidacinį stresą, stabdo ligų vystymąsi bei palengvina simptomus, stabdo ląstelių senėjimo procesus, turi teigiamą poveikį odos išvaizdai: sumažina UV odos pažeidimus, padidina I tipo kolageno sintezę odoje. Rezultatų analizė patvirtino, kad vandenilio prisotintas vanduo saugus sveikiems asmenims, o sergantiems kokiomis nors ligomis prieš vartojant tokį vandenį rekomenduojama pasitarti su gydytoju.

**Reikšminiai žodžiai:** vandenilis, jonizacija, šarminis vanduo, vandenilio prisotintas vanduo.

### Abstract

The benefits of hydrogen-enriched water for the body and how it can be used to alleviate the symptoms of various diseases are analysed in this article. For the analysis, scientific literature on hydrogen-enriched water, its possible uses, and benefits for the body was reviewed. The daily use of hydrogen-enriched water slows down the aging processes of cells, has a positive effect on the appearance of the skin: it reduces UV skin damage and increases the synthesis of collagen type I in the skin. Analysis of results confirmed that hydrogen-rich water is safe for healthy individuals, while it is recommended that those with any medical conditions have to consult a doctor before using it.

**Key words:** Hydrogen, ionization, alkaline water, hydrogen-rich water

### Įvadas

Vandenilio prisotintas vanduo (H<sub>2</sub> vanduo) – tai vanduo, kuriame vandenilis (H<sub>2</sub>) egzistuoja molekuline forma. Ištirpusios vandenilio dujos pasiskirsto tarp vandens molekulių, tačiau nėra susietos vandeniliniiais ryšiais. Dėl šios priežasties vandenilis organizme gali laisvai kontaktuoti su laisvaisiais radikalais. Šis vanduo sulaukia vis daugiau dėmesio dėl galimos naudos sveikatai, tačiau kol kas nėra bendros nuomonės dėl jo poveikio. Mūsų žiniomis, kol kas nėra atlikta mokslinių apžvalgų apie vandenilio prisotintą vandenį, todėl vartotojams trūksta žinių apie jo poveikį. Taigi aktualu apžvelgti naujausius tyrimus apie tokio vandens įtaką, siekiant įvertinti potencialią naudą ir galimus pavojus žmogaus organizmui. **Tyrimo tikslas** – apžvelgti mokslinę literatūrą apie vandenilio prisotinto vandens naudą organizmui, įtaką ligų prevencijai ir gydymui bei galimas rizikas, susijusias su tokio vandens vartojimu.

**Tyrimo metodika:** literatūros apžvalgai atlikta straipsnių paieška *PubMed*, *Taylor & Francis* duomenų bazėse ir specializuotoje informacijos paieškos sistemoje *Google Scholar*. Apžvelgti 67 ne anksčiau kaip 2010 m. publikuoti moksliniai straipsniai anglų kalba. Šaltiniai analizuoti taikant aprašomąją analizę.

### Rezultatai

#### Vandenilio prisotinto vandens nauda organizmui

*Vandenilio prisotinto vandens gamybos būdai.* H<sub>2</sub> vanduo gali būti gaminamas įvairiais būdais, tarp kurių yra vandens elektrolizė, vandens jonizacija, tam gali būti naudojama infuziniai aparatai, vandenilio generatoriai ir vandenilį išskiriančios tabletės (Dhillon ir kt., 2024). Elektrolizės metodas naudoja elektros srovę, kad suskaidytų vandenį į vandenilį ir deguonį. Vandenilis kaupiasi vienoje elektrodo kameroje, o deguonis – kitoje. Šis metodas yra gana efektyvus, jį taikant galima pagaminti didelį kiekį vandenilio, tačiau elektrolizės įranga palyginti brangi, be to, procesui reikalinga elektros energija (LeBaron ir kt., 2022). Vandens jonizacija – kitas vandenilio gamybos būdas, kurio metu naudojama speciali membrana, atskirianti vandenilio jonus (H<sup>+</sup>) nuo kitų vandenyje esančių dalelių. Vandenilio jonai tada sujungiami su elektronais, kad



susidarytų vandenilio dujos. Vandens jonizacijos įranga yra kompaktiška ir lengvai naudojama, tačiau šis metodas ne toks efektyvus kaip elektrolizė, jį taikant galima pagaminti mažesni vandenilio kiekį (Handoko ir kt., 2021). Dujų infuzijos (dujų burbuliavimo) metu vandenilio dujos tiesiogiai leidžiamos per vandenį. Tai galima padaryti naudojant specialų purkštuką arba burbulų generatorių. Dujų infuzija yra gana paprastas ir nebrangus metodas, tačiau šis metodas gali būti ne toks efektyvus kaip kiti, jį taikant pagaminamas vanduo su mažesne vandenilio koncentracija (Ohta, 2011).

Vandenilio dujas taip pat galima išgauti cheminiu būdu, vandenyje tirpinant metalus, tokius kaip magnis arba aliuminis. Šiems metalams reaguojant su vandeniu, susidaro hidroksidai ir išsiskiria vandenilio dujos. Jeigu reakcija vykdoma uždaroje talpoje, susidariusios vandenilio dujos negali pasišalinti iš vandens ir jame ištirpsta. Pirmieji bandymai buvo atlikti įdėjus metalinę magnio lazdelę į geriamąjį vandenį. Vykstant cheminei reakcijai, kuri gali būti aprašyta chemine lygtimi:  $Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$ , išsiskiria vandenilio dujos (Nakao ir kt., 2010). Šiuo metu rinkoje galima rasti tablečių, kurių pagrindą sudaro polisacharidai, magnio druskos bei pagalbinės medžiagos, pasižyminčių dideliu tirpumu vandenyje ir saldžiu skoniu. Tai yra greitas ir paprastas būdas gauti  $H_2$  vandenį (Rosch ir kt., 2021). Be to, yra sukurti ir parduodami įvairūs komerciniai įrenginiai, skirti  $H_2$  vandens gamybai namuose. Šie įrenginiai dažniausiai naudoja elektrolizės arba dujų burbuliavimo metodą (Jafta ir kt., 2021). Pasirinktas  $H_2$  vandens gavimo būdas priklauso nuo įvairių veiksnių, tokių kaip norima vandenilio koncentracija, pageidaujamas įrenginio dydis, kaina ir kt. Dažniausiai naudojamas šarminis elektrolizuotas vandenilio prisotintas vanduo. Įrodyta, kad pagrindinis tokio vandens veiksnys, atsakingas už oksidacinį ir redukcinių potencialą ir gydomąjį poveikį, yra būtent vandenilis ( $H_2$ ) (Lee & Choi, 2021).

*H<sub>2</sub> vandens poveikis organizmui.* Vienas pirmųjų dokumentais pagrįstų  $H_2$  vandens tyrimų su žmonėmis buvo atliktas 2008 m. Toks vanduo buvo gaminamas ištirpinant vandenilio dujas vandenyje, esant dideliame slėgiui, ir vartojamas pacientų, sergančių antrojo tipo diabetu arba gliukozės netoleravimu. Nors tyrimo imtis buvo nedidelė, nustatyta, kad  $H_2$  vandens gėrimas turėjo tam tikros naudos siekiant išvengti antrojo tipo cukrinio diabeto (Kajiyama ir kt., 2008).

Fizinio krūvio metu organizme padaugėja reaktyvių deguonies rūšių (cheminių medžiagų, turinčių deguonies ir pasižyminčių dideliu reaktyvumu), kurios gali pažeisti audinius ir sukelti nuovargį (Jakubczyk ir kt., 2020). Atliekant daugumą fizinių pratimų, po kurio laiko atsiranda nuovargio ir išsekimo pojūtis (Mikami ir kt., 2019), kurį gali sušvelninti prieš treniruotes vartojamas  $H_2$  vanduo. Tyrimai parodė, kad  $H_2$  vandens gėrimas prieš fizinį krūvį gali sušvelninti raumenų nuovargį ir padidinti išvermę netreniruotiems asmenims atliekant pratimus sporto salėje (Mikami ir kt., 2019). Nustatyta, kad  $H_2$  vanduo padidina irkluojujų jėgos rodiklius ir skatina širdies ritmo atsistatymą po fizinio krūvio, taigi, toks vanduo gali būti tinkama hidratacijos priemonė sportininkams (Dong ir kt., 2022). Po intensyvaus fizinio krūvio raumenyse kaupiasi pieno rūgštis, o prieš treniruotes vartojamas  $H_2$  vanduo pagerina raumenų funkcijas, sumažina pieno rūgšties susidarymo reakciją ir palengvina raumenų skausmus po intensyvių treniruočių (Botek ir kt., 2022). Kitame tyrime įrodyta, kad  $H_2$  vandens vartojimas prieš treniruotę sumažina nuovargį ir pagerina išvermę sprinto varžybose (Da Ponte ir kt., 2018). Nustatyta, kad  $H_2$  vanduo gali palengvinti dėl fizinio krūvio atsirandančią acidozę net ir po vienkartinio vartojimo (Moradi ir kt., 2020). Be to, vandenilį išskiriančių tablečių vartojimas gali būti naudingas submaksimaliam aerobiniam fiziniam krūviui, nes sumažina širdies susitraukimų dažnį treniruočių metu (LeBaron ir kt., 2019). Vandenilis gali padėti sumažinti raumenų nuovargį ir pagerinti fizinį pajėgumą, padidindamas mitochondrijų funkciją ir sumažindamas oksidacinį stresą (Botek ir kt., 2022). Kita vertus, reikalingi tolimesni tyrimai, siekiant nustatyti  $H_2$  vandens įtaką ir praktinę reikšmę įvairaus intensyvumo fiziniams pratimams, taip pat optimalius dozavimo protokolus ir ilgalaikio vartojimo poveikį.



Kalbant apie įtaką sporto pasiekimams, ne visi tyrimai parodė teigiamus rezultatus. Atsitiktinių imčių, dvigubai aklo, placebo kontroliuojamo išvermės bėgikų, vartojusių H<sub>2</sub> vandens arba placebo, rodiklių tyrimo rezultatai gauti panašūs: statistinių skirtumų nerasta tarp širdies susitraukimų dažnio, deguonies kiekio kraujyje ir jo suvartojimo, bėgimo laiko iki išsekimo rodiklių (Ooi ir kt., 2020). Prieš treniruotę suvartotas 1260 ml kiekis H<sub>2</sub> vandens neturėjo ergogeninio poveikio ir treniruotų lengvosios atletikos atstovų bėgimui iki išsekimo maksimaliu aerobiniu greičiu (Valenta ir kt., 2022).

*H<sub>2</sub> vandens poveikis oksidaciniam stresui.* Yra žinoma, kad oksidacinis stresas yra dažna su gyvenimo būdu susijusių ligų, senėjimo proceso ir net vėžio priežastis. Dažni sveikatos sutrikimai, tokie kaip hipertenzija, diabetas ir aterosklerozė, yra susiję su oksidaciniu stresu. Oksidacinis stresas atlieka svarbų vaidmenį vystantis uždegiminiam procesui (Sharma & Mehdi, 2023). Tyrimai su gyvūnais ir žmonėmis rodo, kad vandenilis gali padėti sumažinti uždegimą organizme. Nustatyta, kad H<sub>2</sub> vanduo efektyviai mažina oksidacinį stresą, turi priešuždegiminių bei antialerginių savybių (Mizuno ir kt., 2022; Sha ir kt., 2018; Sim ir kt., 2020). Kang ir kt. (2011) tyrimo rezultatai parodė, jog geriant H<sub>2</sub> vandenį pagerėjo pacientų, kuriems dėl kepenų navikų buvo taikoma radioterapija, sveikata ir sumažėjo oksidacinių žymenų kiekis, todėl tokio vandens gėrimas gali būti naudojamas dėl spinduliavimo atsiradusiems nepageidaujamiems simptomams sušvelninti. Kitas tyrimas (Ishibashi ir kt., 2012) taip pat parodė, kad H<sub>2</sub> vanduo sumažina pacientų, sergančių reumatoidiniu artritu, organizmo bendrą oksidacinio streso lygį, kartu ir reumatoidinio artrito simptomus. Sumažėjus oksiduotų makromolekulių kiekiui, sumažėja ląstelių ir mitochondrijų pažeidimų (Ohta, 2012). Tarp tyrimo dalyvių, kurie sirgo metaboliniu sindromu ir priešmetaboliniu sindromu, kai aktyviųjų deguonies radikalų kiekis yra didesnis nei sveikų asmenų grupėje, vartojant H<sub>2</sub> vandenį ir užsiimant dideliu fiziniu aktyvumu, aktyviųjų deguonies formų padidėjimas buvo nuslopintas arba sumažintas (Moribe ir kt., 2024).

*Įrodytas teigiamas molekulinio vandenilio poveikis širdies ir kraujagyslių ligoms.* Apibendrintos metaanalizės rezultatai parodė, kad vartojant H<sub>2</sub> vandenį reikšmingai sumažėja bendrojo cholesterolio, mažo tankio lipoproteinų ir trigliceridų kiekis (Todorovic ir kt., 2023). Trigliceridų ir bendrojo cholesterolio sumažinimo poveikis įrodytas tyrimais su pelėmis (Lin ir kt., 2017). Su 20-čia asmenų atliktas tyrimas parodė, kad H<sub>2</sub> vanduo mažina bendrą cholesterolio ir mažo tankio lipoproteinų koncentraciją bei apolipoproteino B (apoB) koncentraciją serume, gerina dislipidemijos pažeistas didelio tankio lipoproteinų funkcijas ir mažina oksidacinį stresą, todėl gali būti naudingas galimo metabolinio sindromo prevencijai (Song ir kt., 2013). Nors vandenilis pasižymi antioksidaciniu, priešuždegiminiu ir antiapoptoziniu poveikiu, tikslus jo veikimo mechanizmas nėra iki galo išaiškintas. Yra duomenų, leidžiančių manyti, kad šią naudą gali lemti švelnus, į hormoninį panašus vandenilio poveikis, tačiau dar reikia atlikti daugiau tyrimų. Nustatyta, kad H<sub>2</sub> vanduo padidina hormono grelino kiekį kraujo serume (Korovljev ir kt., 2023), o šis skatina medžiagų apykaitą. H<sub>2</sub> vanduo taip pat gali būti svarbus metabolinio sindromo prevencijai. 8 savaičių tyrimui buvo atrinkta 20 tiriamųjų. Pacientai, kuriems galimai pasireiškė metabolinis sindromas, gavo H<sub>2</sub> vandens – nuo 1,5 iki 2 litrų. Nustatyta, kad antioksidanto superoksido dismutazės kiekis padidėjo 39%, o tiobarbitūro rūgšties kiekis šlapime sumažėjo 43%. Taip pat 8% padidėjo didelio tankio lipoproteinų cholesterolio kiekis, o bendras cholesterolio kiekis sumažėjo 13%. Gliukozės kiekis nevalgius nepakito (Nakao ir kt., 2010).

Įrodyta, kad H<sub>2</sub> gali pagerinti metabolinius rodiklius, tokius kaip gliukozės kiekis kraujyje, cholesterolis ir trigliceridai, pacientams, sergantiems metaboliniu sindromu. Atsitiktinių imčių, dvigubai aklas, placebo kontroliuojamas tyrimas buvo atliktas dalyvaujant 60 asmenų, sergančių metaboliniu sindromu, kurie buvo suskirstyti į didelės koncentracijos H<sub>2</sub> vandenį vartojančiųjų (>5,5 mmol H<sub>2</sub> per dieną) ir placebo vartojančiųjų asmenų grupes. Nustatyta, kad vartojant didelės koncentracijos H<sub>2</sub> vandenį reikšmingai sumažėjo cholesterolio ir gliukozės kiekis kraujyje, pagerėjo uždegimo redukcijos ir oksidacijos (redokso) homeostazės biologiniai žymenys, palyginus su



placebu. Be to, H<sub>2</sub> vartojusiems pacientams nežymiai pasikeitė kūno masės indeksas, bei sumažėjo liemens ir klubų apimtys (LeBaron ir kt., 2020). Nustatyta, kad angina sergantiems pacientams, vartojant H<sub>2</sub> vandenį kartu su įprastais vaistais, palengvėjo su šia liga susiję simptomai (60% prieš 90%) (Si ir kt., 2021). Geriant H<sub>2</sub> vandenį galima sumažinti kraujagyslių sklerozės rodiklius, kraujagyslių oksidacinį stresą ir uždegimą (Gu ir kt., 2021) bei pagerinti kraujagyslių endotelio funkcijas (Sakai ir kt., 2014).

*Imunitetas, COVID-19 ir H<sub>2</sub> vanduo.* Įdomu pažymėti, kad dėl vandenilio priešuždegiminio, antioksidacinio ir antiapoptozinio poveikio, jis gali padėti valdyti imunitetą ir net palengvinti COVID-19 simptomus. Vandeniš padeda kontroliuoti pernelyg didelį imuninės sistemos atsaką, kurio metu pagaminamas per didelis kiekis citokinų. Viena iš naujesnių tyrimų (Shen ir kt., 2022), nustatyta, kad vandenilio prisotintos kalcio koralų tabletės gali būti vartojamos kaip saugus vandenilio šaltinis H<sub>2</sub> vandens gamybai. Tyrimo metu taip pat buvo nustatyta, kad šios tabletės padeda sumažinti autoimuninių ligų biožymenis ir padidinti tradicinių autoimuninių ligų vaistų efektyvumą. Taip pat pastebėta, kad molekulinė vandenilio terapija yra veiksminga ir šalinant pavojingas COVID-19 infekcijos pasekmes (Perveen ir kt., 2023). Vandenilio medicininuose tyrimuose šiam tikslui dažniausiai naudojamos trys molekulinio vandenilio pasisavinimo formos: 1–4 % vandenilio dujų įkvėpimas, vandenilio turinčio fiziologinio tirpalo injekcija / infuzija į veną ir H<sub>2</sub> vandens gėrimas. Kelių klinikinių tyrimų metu H<sub>2</sub> inhaliacijos buvo naudojamos kvėpavimo takų simptomams, susijusiems su COVID-19, gydyti. Klinikinis tyrimas buvo atliktas su 100 pacientų septyniose skirtingose Kinijos ligoninėse. Tyrimo metu nustatyti išskirtinai teigiami nuolatinio H<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> 2:1 dujų mišinio įkvėpimo (3 l/min.) rezultatai pagal visus parametrus, palygti su standartiniu gydymu deguonimi. Visi simptomai (ligos sunkumas, dusulys, kosulys, krūtinės užgulimas, krūtinės skausmas ir deguonies pasisavinimas) reikšmingai pagerėjo po dviejų gydymo dienų, palyginti su kontroline grupe (Johnsen ir kt., 2023).

Nustatyta teigiama vandenilio terapijos įtaka bandymuose su gyvūnais gydant kitas infekcijas (sepsį, periodontitą, rimtą dantenų infekciją), sumažinant uždegimą ir sepsio sukeltus pažeidimus (Xie ir kt., 2021). Daugelis klinikinių tyrimų ir tyrimai su gyvūnais įrodė, jog H<sub>2</sub> turi terapinį poveikį, aktyviai veikia antioksidaciniuose ir priešuždegiminiuose procesuose, atlieka svarbų vaidmenį gydant ir užkertant kelią įvairioms ūminėms ir lėtinėms uždegiminėms ligoms, sureguliuojant imuninę sistemą (Tian ir kt., 2021). Molekulinio vandenilio H<sub>2</sub> terapinis poveikis nustatytas centrinei nervų sistemai, širdies ir kraujagyslių sistemai, plaučiams, inkstams, kepenims, kasai, odai, akims, kaulams ir reprodukcijos sistemai, kuriai būdingos pagrindinės patologinės būklės – išemijos reperfuzijos pažeidimas (įskaitant organų transplantaciją) ir vyraujančios oksidacinio streso sukeltos ligos (Huang, 2016). Po keturių savaičių H<sub>2</sub> vandens vartojimo, sveikų suaugusiųjų žmonių periferinio kraujo limfocituose uždegimo ir apoptozės signalai buvo reikšmingai sumažėję, palyginti su kontroline grupe, kuri H<sub>2</sub> vandens nevartojo (Sim ir kt., 2020). Galima konstatuoti, kad visuose tyrimuose su infekcijomis susijusių simptomų gydymas naudojant H<sub>2</sub> davė teigiamų rezultatų, tačiau kol kas nepakanka įrodymų, kad naudojant H<sub>2</sub> būtų įveikta pati pagrindinė infekcija.

*H<sub>2</sub> vandens poveikis vėžiui.* Vėžys yra antra pagrindinė mirties priežastis pasaulyje (Roser, 2023). H<sub>2</sub> šiuo metu laikoma perspektyvia medicinine priemone, galinčia užkirsti kelią vėžiui ir padėti jį gydyti (Xie ir kt., 2014). H<sub>2</sub> skiriamas vėžiu sergantiems pacientams, siekiant kontroliuoti naviko progresavimą, kombinuotam gydymui, norint palengvinti šalutinį poveikį bei nepageidaujamus reiškinius, susijusius su standartiniu vėžio gydymu sergant įvairiomis vėžio formomis (Chen ir kt., 2020). Tyrimais įrodyta, kad H<sub>2</sub> vartojimas skatina priešvėžinį imuninį atsaką ir yra perspektyvus papildomas vėžio gydymo būdas, galintis sukelti antiproliferacinį, antioksidacinį, proapoptotinį ir priešnavikinį poveikį (Mohd Noor ir kt., 2023). Plaučių vėžys yra labiausiai paplitusi su vėžiu susijusių ligų forma visame pasaulyje (Siegel ir kt., 2019). Klinikinio tyrimo, kuriame dalyvavo 58 pacientai, sergantys pažengusiu plaučių vėžiu, atlikto 2020 m.,





rezultatai parodė, kad gydymas H<sub>2</sub> palengvino ligos simptomus, palyginti su kontroline grupe, kuri nebuvo gydoma H<sub>2</sub> vandeniu (Johnsen ir kt., 2023).

Vėžiu sergantiems ir nuo vėžio besigydantiems pacientams gydymo šalutinis poveikis pablogina kiekvieno paciento gyvenimo kokybę. Klinikiniais tyrimais buvo tiriamas H<sub>2</sub> poveikis chemoterapijos ir radioterapijos sukeltiems simptomams slopinti. Tyrimas, kuriame dalyvavo 134 storosios žarnos vėžiu sergantys pacientai, parodė, kad H<sub>2</sub> vanduo gali palengvinti mFOLFOX6 chemoterapijos sukeltus kepenų pažeidimus. Plaučių vėžiu sergantiems pacientams, kuriems buvo taikoma chemoterapija, tikslinė terapija ar imunoterapija, po H<sub>2</sub> vartojimo nepageidaujamų reiškinių sumažėjo, o kai kuriems jis net išnyko (Johnsen ir kt., 2023).

Oksidacinis stresas yra susijęs su vėžio vystymusi, o vandenilis yra stiprus antioksidantas, pasižymi priešuždegiminiu ir galimai priešvėžiniu poveikiu. Storosios žarnos vėžys yra dažna mirties nuo vėžio priežastis, o navikų šalinimas vis dar yra pagrindinė gydymo priemonė. H<sub>2</sub> vandens vartojimas pagerino pelių, sergančių storosios žarnos vėžiu, išgyvenamumą. Be to, H<sub>2</sub> vanduo sustiprino ląstelių apoptozę vėžio ląstelėse, todėl gaubtinės žarnos ląstelėse pastebimai padidėjo antivėžinių ląstelių ekspresija. H<sub>2</sub> vanduo taip pat padidino 5-fluorouracilo slopinamąjį poveikį gaubtinės žarnos ląstelėms, atsižvelgiant į ląstelių išgyvenamumą ir priešvėžines funkcijas (Runtuwene ir kt., 2015). Tyrimas *in vitro* parodė, kad gydymas vandeniliu reikšmingai slopina vėžinių ląstelių proliferaciją, invaziją, migraciją ir kolonijų formavimąsi (Sha ir kt., 2018). H<sub>2</sub> yra daug žadanti savarankiška gydymo priemonė, taip pat kaip pagalbinė kombinuotos terapijos priemonė, dėl kurios pagerėja išgyvenamumas, gyvenimo kokybė, kraujo rodikliai ir sumažėja navikų apimtis (Mohd Noor ir kt., 2023). Nors reikia išsamesnių tyrimų, atsižvelgiant į daug žadančius rezultatus, verta apsvarstyti galimybę H<sub>2</sub> naudoti kaip dabartinės priešvėžinės terapijos papildymą. Dėl antioksidacinių savybių ir gebėjimo mažinti oksidacinį stresą jis gali tapti potencialiu vėžį stabdančiu vaistu ateityje. Apibendrinant galima teigti, jog molekulinė H<sub>2</sub> terapija pasižymi priešvėžinėmis savybėmis, sumažina įvairių vėžio gydymo būdų šalutinį poveikį ir pasekmes, sustiprina jų poveikį.

*H<sub>2</sub> vandens nauda psichikos sveikatai.* Psichikos sveikata yra dar vienas šiuolaikinio pasaulio aspektas, kurio negalima ignoruoti. Po COVID-19 pandemijos daugelyje šalių tarp gyventojų buvo pastebėti didesni depresijos, nerimo ir streso rodikliai (Shanbehzadeh ir kt., 2021). Depresija sergantiems pacientams dažnai būdingi uždegimo požymiai: padidėjusi prouždegiminių citokinių, tokių kaip interleukinas-1 (IL-1), interleukinas-6 (IL-6) ir naviko nekrozės faktorius, raiška (Adler ir kt., 2008). H<sub>2</sub> vandens įtaka elgsenai ir psichikos sveikatai buvo tirta atliekant eksperimentus su gyvūnais ir žmonėmis. Tyrimai su pelėmis parodė teigiamą H<sub>2</sub> vandens poveikį į depresiją panašios elgsenos požymiams, kurį gali lemti susilpnėjusi IL-1β baltymų ir deguonies radikalų gamyba (Zhang ir kt., 2016). Martínez-Serrat ir kt. (2022) įrodė galimą terapinį H<sub>2</sub> vandens panaudojimą nervų pažeidimų sukeltam skausmui ir su juo susijusiems emociniams sutrikimams gydyti. Tyrimas su 31 sveiku suaugusiuoju parodė, kad keturių savaitių H<sub>2</sub> vandens vartojimas savanoriams pagerino nuotaiką, autonominę nervų funkciją, sumažino nerimą, o tai rodo, kad H<sub>2</sub> vartojimas gali būti veiksmingas būdas pagerinti gyvenimo kokybę ir palaikyti gerą sveikatą (Mizuno ir kt., 2017). Tyrimai su žiurkėmis parodė, kad H<sub>2</sub> vanduo apsaugo smegenų hipokampą nuo fosforo junginių specialiai sukeltos neuronų pažaidos (Wang ir kt., 2014) bei pasižymi neuroprotekcinio poveikiu nuo fizinių pažeidimų, nes mažina oksidacinį stresą ir aktyvina nukleotidų formavimąsi (Yuan ir kt., 2018).

*H<sub>2</sub> vanduo ir kepenų, inkstų ir virškinimo sistemos funkcijos.* Hepatitas B yra pasaulinė sveikatos problema ir gali kelti pavojų gyvybei. Kadangi H<sub>2</sub> vanduo mažina oksidacinį stresą, buvo atliktas tyrimas su pacientais, sergančiais lėtiniu hepatitu B. Tiriamieji vartojo H<sub>2</sub> vandenį po 1200–1800 ml per dieną. Po atitinkamo gydymo reikšmingai pagerėjo kepenų funkcija, o hepatito B viruso DNR sumažėjo. Nors po gydymo pastebėtas reikšmingas oksidacinio streso skirtumas tarp dviejų grupių, kepenų funkcija ir DNR lygis po gydymo buvo panašūs ir abiejų grupių rodikliai



turėjo pagerėjimo tendenciją (Xia ir kt., 2013). Įrodyta, kad H<sub>2</sub> vandens vartojimas gali turėti teigiamą poveikį tiek alkoholine (Lin ir kt., 2017), tiek nealkoholine suriebėjusių kepenų liga sergančioms pelėms (Jackson ir kt., 2018) ir pacientams. Trisdešimt asmenų, sergančių šia liga, sutiko atlikti atsitiktinių imčių dvigubai aklą, placebo kontroliuojamą tyrimą. Po 8 savaičių H<sub>2</sub> vandenį vartojusių pacientų grupėje buvo pastebėtas sumažėjęs kūno masės indeksas ir svoris (≈1 kg). Nustatyta, kad H<sub>2</sub> vanduo mažina riebalų kaupimąsi kepenyse ir gali būti naudojamas kaip pagalbinė priemonė gydant lengvo ir vidutinio sunkumo nealkoholinę suriebėjusių kepenų ligą (Korovljev ir kt., 2019). Be to, nustatyta, kad molekulinis vandenilis gali būti potencialus terapinis agentas, skirtas kepenų chirurgijos ar kepenų transplantacijos metu išemijos ir hipoksijos sukeltai hepatocitų apoptozei mažinti (Jin ir kt., 2021). H<sub>2</sub> vanduo pasižymėjo veiksmingumu saugant kepenų funkcijas chemoterapijos metu, tačiau reikėtų didesnės apimties tyrimų norint patvirtinti, ar šis gydymas gali būti taikomas klinikinėje aplinkoje (LeBaron ir kt., 2020).

Oksidacinis stresas atlieka svarbų vaidmenį lėtinių inkstų ligų patologijoje (LeBaron ir kt., 2020). Lėtinės dializės pacientų tyrimas parodė, kad vartojant elektrolizuotą H<sub>2</sub> vandenį galima pagerinti azoto karbamido kiekį kraujyje ir inkstų funkciją. Jis taip pat gali sumažinti oksidacinį stresą inkstų ligomis sergantiems pacientams hemodializės seansų metu (Song ir kt., 2013). Be to, hemodializės pacientų nuovargis dažnai siejamas su oksidaciniu stresu. Buvo atliktas tyrimas, siekiant išsiaiškinti, ar hemodializės tirpalai su H<sub>2</sub> turės įtakos autonominei funkcijai ir nuovargiui. Naudojant dializės tirpalus su elektrolizuotu vandenilio prisotintu vandeniu nuovargis pacientams sumažėjo ne tik tomis dienomis, kada taikoma dializė, bet ir dienomis, kai ji netaikyta (LeBaron ir kt., 2022).

Tyrimais įrodyta, kad H<sub>2</sub> vanduo turi teigiamą įtaką žarnyno mikrobiotai. Tyrime su žiurkėmis dėl H<sub>2</sub> vandens vartojimo reikšmingai padidėjo *Lactobacillus*, *Ruminococcus*, *Clostridium XI*, *Elusimicrobium*, *Barnesiella* ir *Aquabacterium*, o sumažėjo *Bacteroides*, *Anaerotruncus*, *Desulfovibrio*, *Mucispirillum* ir *Bifidobacterium* (Xie ir kt., 2022). Įrodyta, kad pacientams, turintiems virškinamojo trakto sutrikimų, H<sub>2</sub> vandens gėrimas veiksmingai palengvina virškinamojo trakto ligų simptomus ir prisideda prie žarnyno veiklos normalizavimo (Tanaka ir kt., 2018), didina tiriamųjų žarnyno floros įvairovę ir gausumą (Sha ir kt., 2018), H<sub>2</sub> nanokapsulė keičia žarnyno mikrobiotos profilį. Ilgalaikis H<sub>2</sub> išsiskyrimas žarnyne naudojant vandenilio nanokapsulę gali padidinti *Akkermansia muciniphila*, susilpninti su medžiagų apykaitos sutrikimais susijusių kepenų suriebėjimo ligą ir pagerinti gliukozės metabolizmą (Jin ir kt., 2021). Japonų autoriai (Higashimura ir kt., 2018) įrodė teigiamą H<sub>2</sub> vandens poveikį žarnyno aplinkai, įskaitant mikroorganizmų sudėtį ir padidėjusį trumposios grandinės riebalų rūgščių kiekį.

*H<sub>2</sub> vanduo ir senėjimo procesai.* Daugelio širdies ir kraujagyslių ligų, neurodegeneracinių sutrikimų ir net vėžio rizikos veiksnys yra amžius (Li ir kt., 2021). Kadangi H<sub>2</sub> vanduo priskiriamas prie senėjimą stabdančių priemonių, pastaraisiais metais buvo atliktas tyrimas, siekiant įvertinti H<sub>2</sub> vandens poveikį vyresnių nei 70 metų vyrų ir moterų senėjimui. Nustatyta, kad H<sub>2</sub> vandens gėrimas 6 mėnesius po 0,5 l per dieną neturėjo jokio šalutinio nepageidaujamo efekto ir turėjo teigiamą poveikį daugeliui su senėjimu susijusių veiksnių: medžiagų apykaitos procesams smegenyse, apatinių galūnių jėgai, bendrai antioksidacinei būklei bei miego kokybei. Nustatyta ir teigiama įtaka biologinio amžiaus fenotopiniam ir molekuliniam biožymenims – H<sub>2</sub> vanduo vidutinį telomerų ilgį pailgino ~4% ir pagerino DNR metilinimą (Zanini ir kt., 2021). Kitas tyrimas parodė, kad vandenilis turi senėjimą stabdantį poveikį aortos ląstelėms ir neturi jokio akivaizdaus neigiamo poveikio. H<sub>2</sub> turi ilgalaikį antioksidacinį ir senėjimą stabdantį poveikį kraujagyslių endotelio ląstelėms net ir po trumpalaikio H<sub>2</sub> poveikio. Taigi, H<sub>2</sub> vanduo gali būti funkcinis gėrimas, didinantis ilgaamžiškumą (Hara ir kt., 2016). Nepaisant daugybės tyrimų, kuriuose pranešama apie antioksidacinį ir priešuždegiminį H<sub>2</sub> poveikį, molekuliniai mechanizmai, kuriais grindžiamas jo poveikis, lieka neaiškūs. Ateityje šiuos mechanizmus bus svarbu išsiaiškinti senėjimo prevencijos požiūriu (Iketani ir kt., 2018).



*H<sub>2</sub> vandens įtaka grožiui.* Tyrimais įrodytas H<sub>2</sub> vandens poveikis veido pigmentinių dėmių šalinimui. Naudojant tokį vandenį išoriškai (7 mėnesius ir 8 dienas) didelės netaisyklingos formos dėmės tapo mažiau pastebimos. Buvo daroma prielaida, kad odos sluoksniai, kuriuose yra melanino ir lipofuscino, sukeliančių dėmių atsiradimą, suaktyvėjus keratinocitų proliferacijai buvo išstumti iš odos paviršiaus kaip nešvarumai ir (arba) buvo reduktyviai išbalinti vandenilio balinamąja galia. Vandens vonios taip pat per mėnesį panaikino rudas dėmes ant kojų, sumažino vicerolinių riebalų sankaupas ir pagerino odos būklę (Asada ir kt., 2019). Kito tyrimo (Tamaki ir kt., 2016) rezultatai patvirtino, kad geriamas H<sub>2</sub> vanduo gali būti naudingas žaizdų gijimo proceso metu, nes mažina oksidacinę stresą ir uždegimines reakcijas. Vandenilio prisotintas vanduo stabdo audinių, esančių po oda, uždegiminius ir senėjimą sukeliančius procesus, turi teigiamą poveikį odos išvaizdai ir sumažina UV odos pažeidimus, nes kontroliuoja laisvuosius radikalus ir padidina I tipo kolageno sintezę odoje (Fu ir kt., 2022). Vandenilio poveikis odos antisenėjimui patvirtintas ir įvertinus odos melanino kiekį, paraudimą, riebalų koncentraciją, pH ir drėgmės kiekį (Moradi ir kt., 2020).

### Išvados

Visi analizuoti biologiniai ir klinikiniai tyrimai rodo, kad vandenilio prisotintas vanduo turi tam tikros naudos sveikatai, pavyzdžiui, gali sumažinti uždegimą, pagerinti antioksidacinę apsaugą, padidinti fizinę ištvermę, sumažina ligų atsiradimo riziką, leidžia pasiekti gerų rezultatų gydant nervų sistemos, virškinimo sistemos, kvėpavimo sistemos, širdies, inkstų ligas ir net vėžį. Ar vandenilio prisotintas vanduo tinka visiems, vis dar diskutuojama, nes dauguma atliktų tyrimų yra nedidelės apimties, todėl reikėtų atlikti daugiau didesnės apimties patikimų tyrimų, norint patvirtinti vandenilio prisotinto vandens naudą sveikatai visoms gyventojų grupėms.

Kadangi nei vieno tyrimo metu nenustatytas neigiamas arba citotoksiškas H<sub>2</sub> vandens poveikis, galima konstatuoti, kad jį saugu vartoti sveikiems asmenims, jo vartojimas yra teisiškai legalizuotas, tačiau turintiems kokių nors sveikatos sutrikimų, prieš vartojant vandenilio prisotintą vandenį rekomenduojama pasitarti su gydytoju.

### Literatūra

1. Adler, U., Marques, A., & Calil, H. (2008). Inflammatory Aspects of Depression. *Inflammation & Allergy-Drug Targets*, 7(1), 19–23. <https://doi.org/10.2174/187152808784165216>
2. Asada, R., Saitoh, Y., & Miwa, N. (2019). Effects of hydrogen-rich water bath on visceral fat and skin blotch, with boiling-resistant hydrogen bubbles. *Medical Gas Research*, 9(2), 68. <https://doi.org/10.4103/2045-9912.260647>
3. Botek, M., Krejčí, J., McKune, A., Valenta, M., & Sládečková, B. (2022). Hydrogen Rich Water Consumption Positively Affects Muscle Performance, Lactate Response, and Alleviates Delayed Onset of Muscle Soreness After Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(10), 2792–2799. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003979>
4. Chen, J.-B., Kong, X.-F., Mu, F., Lu, T.-Y., Lu, Y.-Y., & Xu, K.-C. (2020). Hydrogen therapy can be used to control tumor progression and alleviate the adverse events of medications in patients with advanced non-small cell lung cancer. *Medical Gas Research*, 10(2), 75. <https://doi.org/10.4103/2045-9912.285560>
5. Da Ponte, A., Giovanelli, N., Nigris, D., & Lazzar, S. (2018). Effects of hydrogen rich water on prolonged intermittent exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(5). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.06883-9>
6. Dhillon, G., Buddhavarapu, V., Grewal, H., Sharma, P., Verma, R. K., Munjal, R., Devadoss, R., & Kashyap, R. (2024). Hydrogen Water: Extra Healthy or a Hoax?—A Systematic Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(2), 973. <https://doi.org/10.3390/ijms25020973>
7. Dong, G., Fu, J., Bao, D., & Zhou, J. (2022). Short-Term Consumption of Hydrogen-Rich Water Enhances Power Performance and Heart Rate Recovery in Dragon Boat Athletes: Evidence from a Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5413. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095413>
8. Fu, Z., Zhang, J., & Zhang, Y. (2022). Role of Molecular Hydrogen in Ageing and Ageing-Related Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022, 17. <https://doi.org/10.1155/2022/2249749>



9. Gu, Q., Liu, B., Xue, J., Zhao, M., Zhang, X., Wang, M., Zhang, M., Xue, Y., & Qin, S. (2021). *Effects of drinking hydrogen-rich water in men at risk of peripheral arterial disease: A randomized placebo-controlled trial* [Preprint]. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-136097/v1>
10. Handoko, E., Prasetya, A., & Perdana, I. (2021). *Effect of electrode type and salt addition to ionized water to prepare alkaline water*. 040023. <https://doi.org/10.1063/5.0067065>
11. Hara, F., Tatebe, J., Watanabe, I., Yamazaki, J., Ikeda, T., & Morita, T. (2016). Molecular Hydrogen Alleviates Cellular Senescence in Endothelial Cells. *Circulation Journal*, 80(9), 2037–2046. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-16-0227>
12. Higashimura, Y., Baba, Y., Inoue, R., Takagi, T., Uchiyama, K., Mizushima, K., Hirai, Y., Ushiroda, C., Tanaka, Y., & Naito, Y. (2018). Effects of molecular hydrogen-dissolved alkaline electrolyzed water on intestinal environment in mice. *Medical Gas Research*, 8(1), 6–11. <https://doi.org/10.4103/2045-9912.229597>
13. Huang, L. (2016). Molecular hydrogen: A therapeutic antioxidant and beyond. *Medical Gas Research*, 6(4), 219–222. <https://doi.org/10.4103/2045-9912.196904>
14. Iketani, M., Sekimoto, K., Igarashi, T., Takahashi, M., Komatsu, M., Sakane, I., Takahashi, H., Kawaguchi, H., Ohtani-Kaneko, R., & Ohsawa, I. (2018). Administration of hydrogen-rich water prevents vascular aging of the aorta in LDL receptor-deficient mice. *Scientific Reports*, 8(1), 16822. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35239-0>
15. Ishibashi, T., Sato, B., Rikitake, M., Seo, T., Kurokawa, R., Hara, Y., Naritomi, Y., Hara, H., & Nagao, T. (2012). Consumption of water containing a high concentration of molecular hydrogen reduces oxidative stress and disease activity in patients with rheumatoid arthritis: An open-label pilot study. *Medical Gas Research*, 2(1), 27. <https://doi.org/10.1186/2045-9912-2-27>
16. Jackson, K., Dressler, N., Ben-Shushan, R. S., Meerson, A., LeBaron, T. W., & Tamir, S. (2018). Effects of alkaline-electrolyzed and hydrogen-rich water, in a high-fat-diet nonalcoholic fatty liver disease mouse model. *World Journal of Gastroenterology*, 24(45), 5095–5108. <https://doi.org/10.3748/wjg.v24.i45.5095>
17. Jafta, N., Magagula, S., Lebelo, K., Nkokha, D., & Mochane, M. J. (2021). The Production and Role of Hydrogen-Rich Water in Medical Applications. In Inamuddin, M. I. Ahamed, R. Boddula, & T. A. Rangreez (Eds.), *Applied Water Science Volume 1* (1st ed., pp. 273–298). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119725237.ch10>
18. Jakubczyk, K., Dec, K., Kałduńska, J., Kawczuga, D., Kochman, J., & Janda, K. (2020). Reactive oxygen species—Sources, functions, oxidative damage. *Polski Merkuriusz Lekarski: Organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 48(284), 124–127.
19. Jin, Z., Sun, Y., Yang, T., Tan, L., Lv, P., Xu, Q., Tao, G., Qin, S., Lu, X., & He, Q. (2021). Nanocapsule-mediated sustained H<sub>2</sub> release in the gut ameliorates metabolic dysfunction-associated fatty liver disease. *Biomaterials*, 276, 121030. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2021.121030>
20. Johnsen, H. M., Hiorth, M., & Klaveness, J. (2023). Molecular Hydrogen Therapy—A Review on Clinical Studies and Outcomes. *Molecules*, 28(23), 7785. <https://doi.org/10.3390/molecules28237785>
21. Kajiyama, S., Hasegawa, G., Asano, M., Hosoda, H., Fukui, M., Nakamura, N., Kitawaki, J., Imai, S., Nakano, K., Ohta, M., Adachi, T., Obayashi, H., & Yoshikawa, T. (2008). Supplementation of hydrogen-rich water improves lipid and glucose metabolism in patients with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance. *Nutrition Research*, 28(3), 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2008.01.008>
22. Kang, K.-M., Kang, Y.-N., Choi, I.-B., Gu, Y., Kawamura, T., Toyoda, Y., & Nakao, A. (2011). Effects of drinking hydrogen-rich water on the quality of life of patients treated with radiotherapy for liver tumors. *Medical Gas Research*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.1186/2045-9912-1-11>
23. Korovljević, D., Javorac, D., Todorović, N., Ranisavljević, M., Engeset, D., Holte Stea, T., Ostojic, J., Bijelic, K., Conic, B. S., Kladar, N., Ratgeber, L., Trunic, N., Rajkovic, S., Stajer, V., & Ostojic, S. M. (2023). The Effects of 12-Week Hydrogen-Rich Water Intake on Body Composition, Short-Chain Fatty Acids Turnover, and Brain Metabolism in Overweight Adults: A Randomized Controlled Trial. *CURRENT TOPICS IN NUTRACEUTICAL RESEARCH*, 21(3), 235–241. <https://doi.org/10.37290/ctnr2641-452X.21:235-241>
24. Korovljević, D., Stajer, V., Ostojic, J., LeBaron, T. W., & Ostojic, S. M. (2019). Hydrogen-rich water reduces liver fat accumulation and improves liver enzyme profiles in patients with non-alcoholic fatty liver disease: A randomized controlled pilot trial. *Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology*, 43(6), 688–693. <https://doi.org/10.1016/j.clinre.2019.03.008>
25. LeBaron, T. W., Larson, A. J., Ohta, S., Mikami, T., Barlow, J., Bulloch, J., & DeBeliso, M. (2019). Acute Supplementation with Molecular Hydrogen Benefits Submaximal Exercise Indices. Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Crossover Pilot Study. *Journal of Lifestyle Medicine*, 9(1), 36–43. <https://doi.org/10.15280/jlm.2019.9.1.36>
26. LeBaron, T. W., Sharpe, R., & Ohno, K. (2022). Electrolyzed–Reduced Water: Review II: Safety Concerns and Effectiveness as a Source of Hydrogen Water. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 14508. <https://doi.org/10.3390/ijms232314508>





27. LeBaron, T. W., Singh, R. B., Fatima, G., Kartikey, K., Sharma, J. P., Ostojic, S. M., Gvozdjakova, A., Kura, B., Noda, M., Mojto, V., Niaz, M. A., & Slezak, J. (2020). The Effects of 24-Week, High-Concentration Hydrogen-Rich Water on Body Composition, Blood Lipid Profiles and Inflammation Biomarkers in Men and Women with Metabolic Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 13, 889–896. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S240122>
28. Lee, D., & Choi, J.-I. (2021). Hydrogen-Rich Water Improves Cognitive Ability and Induces Antioxidative, Antiapoptotic, and Anti-Inflammatory Effects in an Acute Ischemia-Reperfusion Injury Mouse Model. *BioMed Research International*, 2021, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2021/9956938>
29. Li, Z., Zhang, Z., Ren, Y., Wang, Y., Fang, J., Yue, H., Ma, S., & Guan, F. (2021). Aging and age-related diseases: From mechanisms to therapeutic strategies. *Biogerontology*, 22(2), 165–187. <https://doi.org/10.1007/s10522-021-09910-5>
30. Lin, C.-P., Chuang, W.-C., Lu, F.-J., & Chen, C.-Y. (2017). Anti-oxidant and anti-inflammatory effects of hydrogen-rich water alleviate ethanol-induced fatty liver in mice. *World Journal of Gastroenterology*, 23(27), 4920–4934. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i27.4920>
31. Martínez-Serrat, M., Martínez-Martel, I., Coral-Pérez, S., Bai, X., Batallé, G., & Pol, O. (2022). Hydrogen-Rich Water as a Novel Therapeutic Strategy for the Affective Disorders Linked with Chronic Neuropathic Pain in Mice. *Antioxidants*, 11(9), 1826. <https://doi.org/10.3390/antiox11091826>
32. Mikami, T., Tano, K., Lee, H., Lee, H., Park, J., Ohta, F., LeBaron, T. W., & Ohta, S. (2019). Drinking hydrogen water enhances endurance and relieves psychometric fatigue: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 97(9), 857–862. <https://doi.org/10.1139/cjpp-2019-0059>
33. Mizuno, K., Sasaki, A. T., Ebisu, K., Tajima, K., Kajimoto, O., Nojima, J., Kuratsune, H., Hori, H., & Watanabe, Y. (2017). Hydrogen-rich water for improvements of mood, anxiety, and autonomic nerve function in daily life. *Medical Gas Research*, 7(4), 247–255. <https://doi.org/10.4103/2045-9912.222448>
34. Mizuno, K., Watanabe, K., Yamano, E., Ebisu, K., Tajima, K., Nojima, J., Ohsaki, Y., Kabayama, S., & Watanabe, Y. (2022). Antioxidant effects of continuous intake of electrolyzed hydrogen water in healthy adults. *Heliyon*, 8(11), e11853. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11853>
35. Mohd Noor, M. N. Z., Alauddin, A. S., Wong, Y. H., Looi, C. Y., Wong, E. H., Madhavan, P., & Yeong, C. H. (2023). A Systematic Review of Molecular Hydrogen Therapy in Cancer Management. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 24(1), 37–47. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2023.24.1.37>
36. Moradi, B., Saberi, E., Hasani, A., & Montazer saheb, A. (2020). The role of drinking hydrogen-rich water produced by alkaline stick on resistance exercise in athletes. *Health Biotechnology and Biopharma Journal*, 3(4), 35–47. <https://doi.org/10.22034/HBB.2020.28>
37. Moribe, R., Minami, M., Hirota, R., J-P, N. A., Kabayama, S., Eitoku, M., Yamasaki, K., Kuroiwa, H., & Saganuma, N. (2024). Health Effects of Electrolyzed Hydrogen Water for the Metabolic Syndrome and Pre-Metabolic Syndrome: A 3-Month Randomized Controlled Trial and Subsequent Analyses. *Antioxidants*, 13(2), 145. <https://doi.org/10.3390/antiox13020145>
38. Nakao, A., Toyoda, Y., Sharma, P., Evans, M., & Guthrie, N. (2010). Effectiveness of Hydrogen Rich Water on Antioxidant Status of Subjects with Potential Metabolic Syndrome—An Open Label Pilot Study. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 46(2), 140–149. <https://doi.org/10.3164/jcbtn.09-100>
39. Ohta, S. (2011). Recent progress toward hydrogen medicine: Potential of molecular hydrogen for preventive and therapeutic applications. *Current Pharmaceutical Design*, 17(22), 2241–2252. <https://doi.org/10.2174/138161211797052664>
40. Ohta, S. (2012). Molecular hydrogen is a novel antioxidant to efficiently reduce oxidative stress with potential for the improvement of mitochondrial diseases. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1820(5), 586–594. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2011.05.006>
41. Ooi, C. H., Ng, S. K., & Omar, E. A. (2020). Acute ingestion of hydrogen-rich water does not improve incremental treadmill running performance in endurance-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(5), 513–519. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0553>
42. Perveen, I., Bukhari, B., Najeed, M., Nazir, S., Faridi, T. A., Farooq, M., Ahmad, Q.-A., Abusalah, M. A. H. A., ALjaraedah, T. Y., Alraei, W. Y., Rabaan, A. A., Singh, K. K. B., & Abusalah, M. A. H. A. (2023). Hydrogen Therapy and Its Future Prospects for Ameliorating COVID-19: Clinical Applications, Efficacy, and Modality. *Biomedicines*, 11(7), 1892. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11071892>
43. Rosch, M., Lucas, K., Al-Gousous, J., Pöschl, U., & Langguth, P. (2021). Formulation and Characterization of an Effervescent Hydrogen-Generating Tablet. *Pharmaceuticals*, 14(12), 1327. <https://doi.org/10.3390/ph14121327>
44. Roser, M. (2023). Causes of death globally: What do people die from? *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/causes-of-death-treemap>



45. Runtuwene, J., Amitani, H., Amitani, M., Asakawa, A., Cheng, K.-C., & Inui, A. (2015). Hydrogen-water enhances 5-fluorouracil-induced inhibition of colon cancer. *PeerJ*, 3, e859. <https://doi.org/10.7717/peerj.859>
46. Sakai, T., Sato, B., Hara, K., Hara, Y., Naritomi, Y., Koyanagi, S., Hara, H., Nagao, T., & Ishibashi, T. (2014). Consumption of water containing over 3.5 mg of dissolved hydrogen could improve vascular endothelial function. *Vascular Health and Risk Management*, 10, 591–597. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S68844>
47. Sha, J.-B., Zhang, S.-S., Lu, Y.-M., Gong, W.-J., Jiang, X.-P., Wang, J.-J., Qiao, T.-L., Zhang, H.-H., Zhao, M.-Q., Wang, D.-P., Xia, H., Li, Z.-W., Chen, J.-L., Zhang, L., & Zhang, C.-G. (2018). Effects of the long-term consumption of hydrogen-rich water on the antioxidant activity and the gut flora in female juvenile soccer players from Suzhou, China. *Medical Gas Research*, 8(4), 135. <https://doi.org/10.4103/2045-9912.248263>
48. Shanbehzadeh, S., Tavahomi, M., Zanjari, N., Ebrahimi-Takamjani, I., & Amiri-arimi, S. (2021). Physical and mental health complications post-COVID-19: Scoping review. *Journal of Psychosomatic Research*, 147, 110525. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2021.110525>
49. Sharma, V., & Mehdi, M. M. (2023). Oxidative stress, inflammation and hormesis: The role of dietary and lifestyle modifications on aging. *Neurochemistry International*, 164, 105490. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2023.105490>
50. Shen, M.-C., Chung, J.-R. C., Wang, K.-Y., Chu, C.-F., Tsou, W.-H., Chou, H.-Y., Wang, T.-Y., Chang, T.-H., Chen, W.-W., Liu, F.-C., Douglas, F. L., & Hsieh, R.-H. (2022). *Evaluation of the Safety and Potential Therapeutic Effects of Hydrogen-Rich Coral Calcium on Autoimmune Diseases* [Preprint]. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2018732/v1>
51. Si, Y., Tian, H., Dong, B., Zhang, Y., Wen, Y., Jia, X., Li, Y., Zhang, A., & Qin, S. (2021). Effects of hydrogen as adjuvant treatment for unstable angina. *Experimental Biology and Medicine (Maywood, N.J.)*, 246(18), 1981–1989. <https://doi.org/10.1177/15353702211009138>
52. Siegel, R. L., Miller, K. D., & Jemal, A. (2019). Cancer statistics, 2019. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 69(1), 7–34. <https://doi.org/10.3322/caac.21551>
53. Sim, M., Kim, C.-S., Shon, W.-J., Lee, Y.-K., Choi, E. Y., & Shin, D.-M. (2020). Hydrogen-rich water reduces inflammatory responses and prevents apoptosis of peripheral blood cells in healthy adults: A randomized, double-blind, controlled trial. *Scientific Reports*, 10(1), 12130. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68930-2>
54. Song, G., Li, M., Sang, H., Zhang, L., Li, X., Yao, S., Yu, Y., Zong, C., Xue, Y., & Qin, S. (2013). Hydrogen-rich water decreases serum LDL-cholesterol levels and improves HDL function in patients with potential metabolic syndrome. *Journal of Lipid Research*, 54(7), 1884–1893. <https://doi.org/10.1194/jlr.M036640>
55. Tamaki, N., Orihuela-Campos, R. C., Fukui, M., & Ito, H.-O. (2016). Hydrogen-Rich Water Intake Accelerates Oral Palatal Wound Healing via Activation of the Nrf2/Antioxidant Defense Pathways in a Rat Model. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2016/5679040>
56. Tanaka, Y., Saihara, Y., Izumotani, K., & Nakamura, H. (2018). Daily ingestion of alkaline electrolyzed water containing hydrogen influences human health, including gastrointestinal symptoms. *Medical Gas Research*, 8(4), 160–166. <https://doi.org/10.4103/2045-9912.248267>
57. Tian, Y., Zhang, Y., Wang, Y., Chen, Y., Fan, W., Zhou, J., Qiao, J., & Wei, Y. (2021). Hydrogen, a Novel Therapeutic Molecule, Regulates Oxidative Stress, Inflammation, and Apoptosis. *Frontiers in Physiology*, 12, 789507. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.789507>
58. Todorovic, N., Fernández-Landa, J., Santibañez, A., Kura, B., Stajer, V., Korovljević, D., & Ostojic, S. M. (2023). The Effects of Hydrogen-Rich Water on Blood Lipid Profiles in Clinical Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pharmaceuticals*, 16(2), 142. <https://doi.org/10.3390/ph16020142>
59. Valenta, M., Botek, M., Krejčí, J., McKune, A., Sládečková, B., Neuls, F., Bajgar, R., & Klimešová, I. (2022). Acute pre-exercise hydrogen rich water intake does not improve running performance at maximal aerobic speed in trained track and field runners: A randomized, double-blind, placebo-controlled crossover study. *PLOS ONE*, 17(12), e0279307. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279307>
60. Wang, T., Zhao, L., Liu, M., Xie, F., Ma, X., Zhao, P., Liu, Y., Li, J., Wang, M., Yang, Z., & Zhang, Y. (2014). Oral intake of hydrogen-rich water ameliorated chlorpyrifos-induced neurotoxicity in rats. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 280(1), 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2014.06.011>
61. Xia, C., Liu, W., Zeng, D., Zhu, L., Sun, X., & Sun, X. (2013). Effect of Hydrogen-Rich Water on Oxidative Stress, Liver Function, and Viral Load in Patients with Chronic Hepatitis B. *Clinical and Translational Science*, 6(5), 372–375. <https://doi.org/10.1111/cts.12076>
62. Xie, F., Jiang, X., Yi, Y., Liu, Z.-J., Ma, C., He, J., Xun, Z., Wang, M., Liu, M., Mawulikplimi Adzavon, Y., Zhao, P., & Ma, X. (2022). Different effects of hydrogen-rich water intake and hydrogen gas inhalation on gut microbiome and plasma metabolites of rats in health status. *Scientific Reports*, 12(1), 7231. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11091-1>
63. Xie, K., Liu, L., Yu, Y., & Wang, G. (2014). Hydrogen gas presents a promising therapeutic strategy for sepsis. *BioMed Research International*, 2014, 807635. <https://doi.org/10.1155/2014/807635>



64. Xie, K., Wang, Y., Yin, L., Wang, Y., Chen, H., Mao, X., & Wang, G. (2021). Hydrogen Gas Alleviates Sepsis-Induced Brain Injury by Improving Mitochondrial Biogenesis Through the Activation of PGC- $\alpha$  in Mice. *Shock*, 55(1), 100–109. <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000001594>
65. Yuan, J., Wang, D., Liu, Y., Chen, X., Zhang, H., Shen, F., Liu, X., & Fu, J. (2018). Hydrogen-rich water attenuates oxidative stress in rats with traumatic brain injury via Nrf2 pathway. *Journal of Surgical Research*, 228, 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.024>
66. Zanini, D., Todorovic, N., Korovljević, D., Stajer, V., Ostojic, J., Purac, J., Kojic, D., Vukasinovic, E., Djordjievski, S., Sopic, M., Guzonjic, A., Ninic, A., Erceg, S., & Ostojic, S. M. (2021). The effects of 6-month hydrogen-rich water intake on molecular and phenotypic biomarkers of aging in older adults aged 70 years and over: A randomized controlled pilot trial. *Experimental Gerontology*, 155, 111574. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111574>
67. Zhang, Y., Su, W.-J., Chen, Y., Wu, T.-Y., Gong, H., Shen, X.-L., Wang, Y.-X., Sun, X.-J., & Jiang, C.-L. (2016). Effects of hydrogen-rich water on depressive-like behavior in mice. *Scientific Reports*, 6, 23742. <https://doi.org/10.1038/srep23742>

## Hydrogen-rich Water: Benefits for the Body and Disease Prevention

(Received in March, 2024; Accepted in April, 2024; Available Online from 10<sup>th</sup> of May, 2024)

### Summary

The purpose of this article is to evaluate the scientific literature concerning the benefits, impact on disease prevention and treatment, and potential risks of hydrogen-rich water consumption. This review utilized searches from PubMed, Taylor & Francis, and Google Scholar databases, focusing on 67 scientific articles published in English since 2010. These sources were subjected to descriptive analysis to ascertain their content and findings.

Hydrogen-rich water has been linked to increased endurance, faster muscle recovery post-exercise, and, to a lesser extent, improved sports performance. Regular consumption has also been associated with decelerated cellular aging, skin health improvement, and reduced UV damage through its antioxidative actions and stimulation of type I collagen synthesis in the skin.

Recent research has substantially confirmed the health benefits of hydrogen-rich water. Notable improvements have been observed in patients with myocardial infarction, various cancers (such as lung, liver, colorectal, and gallbladder), asthma, chronic obstructive pulmonary disease, cerebral ischemia, rheumatoid arthritis, and non-alcoholic fatty liver disease. Additionally, hydrogen-enriched water has shown the enhance of well-being in hemodialysis patients and positively influence lifestyle-related diseases, including type 2 diabetes and obesity, by reducing blood glucose levels and improving metabolic and nutrient absorption rates.

However, while deemed safe for healthy individuals and legally sanctioned for use, those with existing health conditions should consult a healthcare professional prior to incorporating hydrogen-rich water into their regimen.

