

Priaznivé biologické účinky a základné mechanizmy účinku molekulárneho vodíka

Terapeutické účinky molekulárneho vodíka na širokú škálu modelov chorôb a ľudských chorôb sa skúmajú od roku 2007. Od roku 2007 do júna 2015 bolo publikovaných celkovo 321 pôvodných článkov. Väčšina štúdií bola vykonaná v Japonsku, Číne a USA. Asi tri štvrtiny článkov ukazujú účinky na myšiach a potkanoch. Počet klinických štúdií sa každým rokom zvyšuje.

Pri väčšine chorôb bol hlásený účinok vodíka s vodíkovou vodou alebo plynným vodíkom, po čom nasledovalo potvrdenie účinku soľným roztokom bohatým na vodík. Vodíková voda sa väčšinou podáva *ad libitum*. Vdychovaním sa uvoľňuje plynný vodík menej ako 4 % koncentrácie.

Účinky boli zaznamenané v podstate vo všetkých orgánoch pokrývajúcich 31 kategórií chorôb, ktoré možno rozdeliť do 166 modelov chorôb, ľudských chorôb, patológií spojených s liečbou a patofyziologických stavov rastlín s prevahou chorôb sprostredkovaných oxidačným stresom a zápalových chorôb. Pôvodne boli prezentované špecifické extinkcie hydroxylového radikálu a peroxydusitanu, ale radikálový zachytávací účinok vodíka nemôže byť braný na zodpovednosť výlučne za jeho drastické účinky. My a iní sme ukázali, že účinky môžu byť sprostredkované moduláciou aktivít a expresií rôznych molekúl, ako sú Lyn, ERK, p38, JNK, ASK1, Akt, GTP-Rac1, iNOS, Nox1, NF- κ B p65, I κ B α , STAT3, NFATc1, c-Fos a ghrelín.

Je to už 16 rokov, čo Ohsawa a kolegovia v *Nature Medicine* v roku 2007 oznámili úžasné terapeutické účinky molekulárneho vodíka na potkanom modeli mozgového infarktu [[1](#)]. Inhalácia 1–4 % plynného vodíka výrazne znížila veľkosť mozgového infarktu u potkanov. Ukázali tiež, že vodík špecificky zachytáva hydroxylový radikál a peroxyinitrit, ale nie peroxid vodíka alebo superoxid. Ich práca podnietila záujem o účinok molekulárneho vodíka pri rôznych ochoreniach a k júlu 2015 bola citovaná 533-krát. Podobne počet pôvodných článkov demonštrujúcich účinok molekulárneho vodíka je viac ako 300. Tento prehľad sumarizuje publikované výskumné články za posledných 8 rokov a zaoberá sa možnými molekulárnymi mechanizmami, ktoré sú základom účinkov vodíka.

Komplexný prehľad 321 pôvodných článkov

[Masatoshi Ichihara](#) , [Sayaka Sobue](#) , [Mikako Ito](#) , [Masafumi Ito](#) , [Masaaki Hirayama](#) , a [Kinji Ohno](#)✉

[Informácie o autorovi](#) [Poznámky k článku](#) [Informácie o autorských právach a licenciách PMC](#)

[Disclaimer](#)

Výskum molekulárneho vodíka pred rokom 2007

Ešte pred publikáciou Ohsawu a kolegov v roku 2007 [[1](#)] boli biologické účinky molekulárneho vodíka skúmané v malom rozsahu, ako je uvedené nižšie. Dole a kolegovia prvýkrát opísali vodíkový efekt v *Science* v roku 1975 [[2](#)]. Nahé myši nesúce spinocelulárny karcinóm umiestnili do komory s 2,5 % kyslíka a 97,5 % vodíka pod 8-atmosférickým tlakom a pozorovali výrazné zníženie veľkosti nádorov. Podobný účinok hyperbarického vodíka na leukémiu bol zaznamenaný v roku 1978 [[3](#)]. Hydreliox, ktorý obsahoval 49 % vodíka, 50 % hélia a 1 % kyslíka, bol údajne účinný pri prevencii dekompresnej choroby a dusíkovej narkózy u potápačov pracujúcich pod 500 metrov pod hladinou mora [[4](#)]. V roku 2001 bol tiež zaznamenaný protizápalový účinok hyperbarického vodíka na myšom modeli chronického zápalu pečene spojeného so schistosomiázou [[5](#)]. Hyperbarický vodík môže byť účinný pri niektorých ochoreniach, no bolo publikovaných len obmedzený počet štúdií. Rozdiel medzi hyperbarickým a normobarickým vodíkom nebol doteraz priamo porovnávaný.

Po malom počte štúdií s hyperbarickým vodíkom bol zaznamenaný účinok elektrolyticky alkalickéj vody. Shirahata a kolegovia predpokladali, že atóm vodíka, ktorý nazývali aktívny vodík, vzniká elektrolyzou a navrhli, že aktívny vodík zachytáva reaktívne formy kyslíka (ROS) [[6](#)]. Hoci je nepravdepodobné, že by atómový vodík mohol v našom tele existovať dlhší čas, molekulárny vodík v elektrolyzovanej vode existuje a účinky elektrolyzovanej vody boli hlásené neskôr. Li a kolegovia uviedli, že elektrolyzovaná voda vychytávala ROS a chránila beta bunkovú líniu pankreasu škrečka pred poškodením buniek vyvolaným aloxánom [[7](#)]. Podobne redukovaný hemodialyzačný roztok produkovaný elektrolyzným zariadením (Nihon Trim Co. Ltd.) zmiernil oxidačný stres u hemodialyzovaných pacientov [[8](#)]. V roku 2005 výskumníci z Tohoku University Graduate School of Medicine a Nihon Trim začali kooperatívne klinické štúdie a v roku 2008 založili Asociáciu študijnej skupiny elektrolyzovanej vody-hemodialýzy. Podľa osobných komunikácií s touto skupinou teraz veria, že účinky elektrolyzovanej vody sú pravdepodobne kvôli rozpusteným molekulám vodíka.

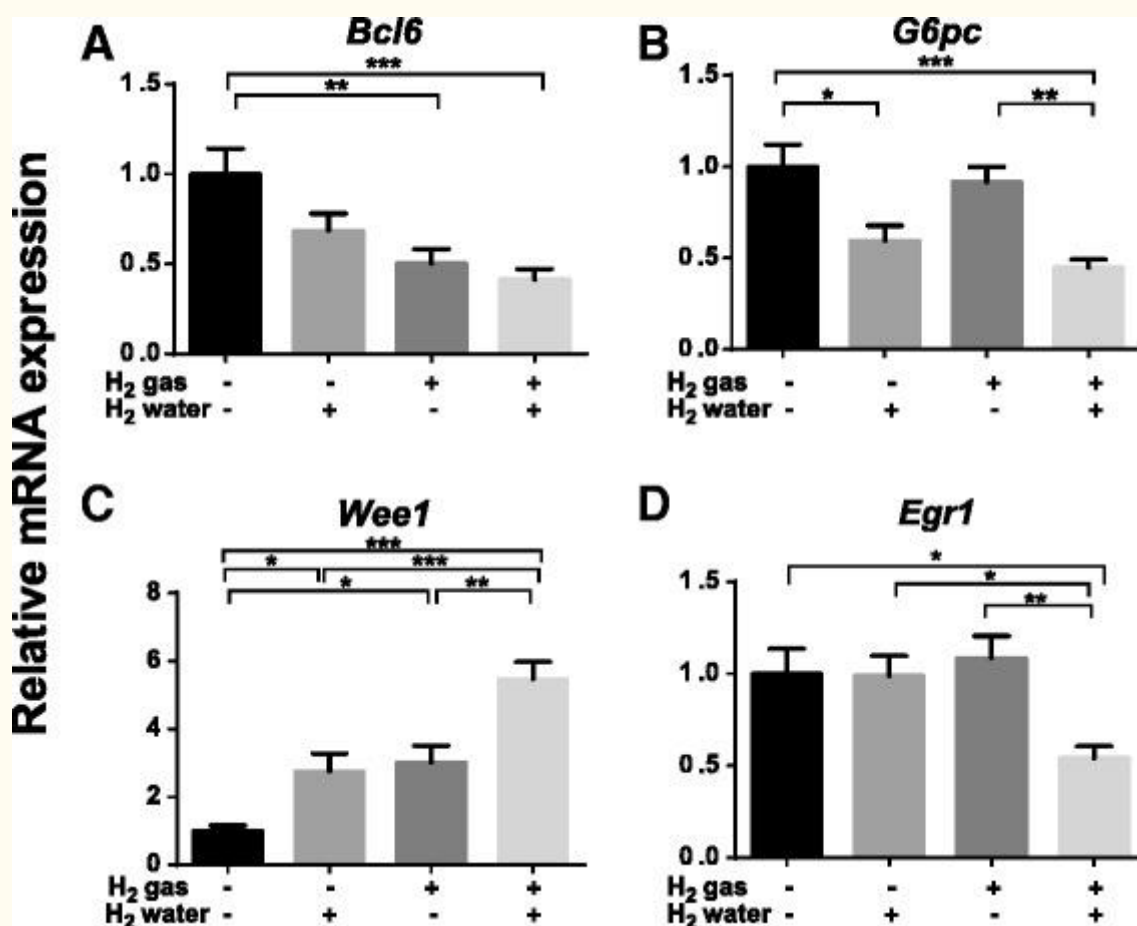
V roku 2005 Yanagihara a kolegovia z Miz Co. Ltd. oznámili, že neutrálna voda bohatá na vodík, ktorá bola vyrobená pomocou ich jedinečného zariadenia na elektrolyzu, znižuje oxidačný stres u potkanov [9]. Bola to priekopnícka práca, pretože jednoznačne dokázali, že molekulárny vodík, ale nie alkalický v elektrolyzovanej alkalickvej vode, má terapeutické účinky.

Výskum molekulárneho vodíka v roku 2007 a po ňom.

Ako bolo uvedené v úvode, práca *Nature Medicine* v roku 2007 [1] podnietila záujem o výskum vodíka. Obrázok [Postava 11](#) zobrazuje 321 pôvodných článkov do júna 2015 v databáze MEDLINE, ktoré demonštrujú účinky molekulárneho vodíka na modely chorôb, ľudské choroby, patológie spojené s liečbou a patofyziologické stavy rastlín. Väčšina štúdií sa uskutočnila v Japonsku, Číne a USA, pričom od roku 2010 prevládala Čína (obr. [1A](#)). Asi tri štvrtiny článkov ukazujú účinky u myší a potkanov (obr. [1B](#)), ale počet štúdií na ľuďoch sa každým rokom zvyšuje (1 článok v rokoch 2008–2009; 2 v roku 2010; 3 v roku 2011; 5 v roku 2012; 9 v roku 2013; 6 v roku 2014 a 6 v roku 2015). Okrem toho boli účinky vodíka uvedené v rastlinách v 13 článkoch, ktoré naznačujú širokú škálu účinkov na rôzne druhy, ktoré nie sú obmedzené na cicavce. Účinky molekulárneho vodíka na rastliny môžu vyžadovať použitie vodíka na zvýšenie poľnohospodárskej produkcie. Spôsoby podávania vodíka sú znázornené na obr. [1C](#). Nad ostatnými dominuje fyziologický roztok bohatý na vodík, ktorý sa takmer výlučne používa v Číne. Hydrogenizovaný fyziologický roztok sa podáva buď intraperitoneálnou injekciou alebo kvapkovou infúziou. Vodíková voda sa väčšinou podáva *ad libitum*. Plynňý vodík sa zvyčajne dodáva vdychnutím 1–4 % plynňého vodíka, čo je pod úrovňou výbušnosti (4 %). Existuje jediná správa, v ktorej bol plynňý vodík injikovaný intraperitoneálne [10].

Medzi rôznymi spôsobmi podávania vodíka znázornenými na obr. [1C](#), najlepšia metóda stále zostáva neistá. Je to čiastočne preto, že len niekoľko správ sa zaoberalo rozdielom v účinkoch medzi metódami podávania. Už predtým sme ukázali, že pitie vodíkovej vody, ale nie nepretržitá expozícia plynňému vodíku, zabránila rozvoju Parkinsonovej choroby vyvolanej 6-hydroxydopamínom u potkanov [11]. Okrem toho sme nedávno ukázali, že nepretržitá expozícia plynňému vodíku a *ad libitum per os* podávanie vodíkovej vody modulovalo signálne dráhy a génové expresie rôznymi spôsobmi u myší [12]. Ukázali sme, že gény reagujúce na vodík sú rozdelené do štyroch skupín: gény, ktoré priaznivo reagujú na plynňý vodík, gény, ktoré reagujú výlučne na vodíkovú vodu, gény, ktoré reagujú na plynňý vodík aj vodu, a gény, ktoré reagujú iba na súčasné podávanie plynu a vodou (obr. [2](#)). Keď plynňý vodík a voda zvyšujú koncentrácie vodíka v tele hlodavca na podobnú úroveň [12], rozdiel v orgánoch vystavených vysokej koncentrácii vodíka, čas nárastu koncentrácie vodíka a/alebo plocha pod krivkou koncentrácia vodíka môže zodpovedať za rozdiel v modulovaných génoch. Na druhej strane, porovnanie správ o vodíku naznačuje, že podobný stupeň účinkov možno pozorovať pri rôznych spôsoboch

podávania. Napríklad výrazný účinok vodíka na myšom modeli akútneho poškodenia pľúc vyvolaného LPS bol hlásený štyrmi rôznymi skupinami s tromi rôznymi modalitami: plyný vodík [13 , 14], vodíková voda [15] a fyziologický roztok bohatý na vodík. [14 , 16]. Podobne dramatický účinok vodíka na zvieracích modeloch akútneho infarktu myokardu hlásilo osem rôznych skupín s dvoma rôznymi modalitami: plyný vodík [17 – 20] a fyziologický roztok bohatý na vodík [21 – 24]. Aby sa objasnil rozdiel medzi účinkami vodíka pri rôznych spôsoboch podávania, každá výskumná skupina by mala preskúmať rozdiel v účinkoch medzi plyným vodíkom, vodíkovou vodou a fyziologickým roztokom bohatým na vodík. To by odhalilo najlepšiu modalitu pre každý model choroby, ak existuje, a tiež optimálnu dávku vodíka.



[Obr](#)

Štyri skupiny génov, ktoré vykazujú rôzne reakcie na plyný vodík a/alebo vodu [12]. **a** *Bcl6* reaguje na plyný vodík viac ako vodíková voda. **b** *G6pc* reaguje iba na vodíkovú vodu. **c** *Wee1* reaguje na vodíkovú vodu aj plyn. **d** *Egr1* reaguje len na súčasné podávanie plyného vodíka a vody

Tabuľka [1](#) sumarizuje kategórie chorôb, pre ktoré boli hlásené účinky vodíka. Ohsawa a kolegovia informovali o vodíkovom efekte pri mozgovom infarkte [[1](#)] a mnohé následné štúdie tiež ukázali jeho účinok pri ischemicko-reperfúzných poraneniach vrátane transplantácií orgánov.

Po počiatočnej správe Ohsawy a kolegov sa opakovane navrhol špecifický účinok vodíka na zachytávanie hydroxylových radikálov pri ochoreniach sprostredkovaných oxidačným stresom vrátane zápalových ochorení a metabolických ochorení.

Tabuľka č. 1

Kategórie chorôb, na ktoré má vodík priaznivé účinky

Patofyziológia	Počet článkov	%
Oxidačný stres	224	69,8
(Zranenie I/R)	80	24,9)
(Ostatní)	144	44,9)
Zápal	66	20.6
Metabolizmus	20	6.2
Iní	11	3.4

Tabuľka [2](#) ukazuje podrobnosti o orgánoch a chorobách, pre ktoré boli zaznamenané účinky vodíka. Tabuľka [2](#) je aktualizáciou nášho predchádzajúceho prehľadového článku z roku 2012 [[25](#)]. Teraz sme klasifikovali orgány a choroby do 31 kategórií a ukázali sme účinky na 166 modeloch chorôb, ľudských chorôb, patológií spojených s liečbou a patofyziologických stavov rastlín. Vodík je účinný v podstate vo všetkých orgánoch, ako aj v rastlinách.

Tabuľka 2

Modely chorôb, ľudské choroby, patológie spojené s liečbou a patofyziologické stavy rastlín (321 pôvodných článkov publikovaných v angličtine), pre ktoré boli účinky vodíka hlásené od roku 2007 do júna 2015

Choroby a stavy

Mozog

Cerebrovaskulárne ochorenia (CVD)

Poranenie I/R mozgu

[[1](#) , [10](#) , [56](#) , [83](#) , [94](#) , [99](#) – [109](#)]

Hypertenzná mŕtvica

[[110](#)]

Poranenie mozgu sekundárne k intracerebrálnemu krvácaniu

[[28](#)]

Subarachnoidálne krvácanie

[[48](#) , [61](#) , [66](#) , [73](#) , [111](#) – [113](#)]

Poranenie mozgu iné ako CVD

Traumatické zranenie mozgu

[[114](#) – [118](#)]

Poškodenie mozgu spôsobené hlbokou hypotermickou zástavou obehu

[[57](#)]

Referencie

Choroby a stavy

Neurodegeneratívne ochorenia

Parkinsonova choroba

[[11](#) , [95 – 97](#) , [119](#)]

Alzheimerova choroba

[[43](#) , [120](#)]

Iní

Demencia vyvolaná obmedzovaním

[[121](#)]

Senilná demencia u myší s zrýchleným starnutím

[[122](#)]

LPS-indukovaný neurozápal

[[81](#) , [123](#)]

Poškodenie nervových buniek vyvolané oxidačným stresom

[[124](#) , [125](#)]

Miecha a periférny nerv

I/R poranenie miechy

[[126](#) , [127](#)]

Poranenie miechy

[[77](#) , [128](#)]

Neuropatická bolesť

[[39](#) , [92](#) , [129](#) , [130](#)]

Hyperalgézia

[[79](#) , [131](#) , [132](#)]

Oko

I/R poranenie sietnice

[[133](#) , [134](#)]

Diabetická retinopatia

[[135](#) , [136](#)]

Hyperoxiou vyvolaná retinopatia

[[137](#)]

Svetlom indukovaná retinopatia

[[138](#) , [139](#)]

Glutamínom indukovaná retinopatia

[[50](#)]

S-nitrózo-N-acetylpenicilamínom indukovaná retinopatia

[[140](#)]

Rozdrvenie zrakového nervu

[[141](#)]

Sivý zákal vyvolaný selenitom

[[142](#)]

Alkalické popálenie rohovky

[[55](#)]

Anti-inflammatory effects on LPS-activated retinal microglia

[[64](#)]

cells

Ear

Hearing loss

[[143–148](#)]

Cisplatin-induced ototoxicity

[[149](#) , [150](#)]

Ouabain-induced ototoxicity

[[151](#)]

Oral Cavity

Periodontitis

[[32](#)]

Periodontal oxidative damage

[[152](#)]

Lung

Lung I/R injury

[[153](#) , [154](#)]

Oxygen-induced lung injury

[[82](#) , [155](#) , [156](#)]

Ventilation-induced lung injury

[[53](#) , [157](#)]

LPS-induced acute lung injury

[[13](#) , [14](#) , [16](#) , [158](#)]

Intestinal I/R-induced lung injury

[[159](#)]

Burn-induced lung injury

[[160](#)]

Paraquat-induced lung injury

[[161](#) , [162](#)]

Referencie

Choroby a stav

igarete smoking lung injury	[163]
Smoke inhalation lung injury	[74]
Pulmonary hypertension	[78, 164]
Heart	
Myocardial infarction and I/R injury	[17–24, 84]
Diabetic cardiomyopathy	[40]
Sleep apnea-induced left ventricular remodeling	[165, 166]
Ventricular hypertrophy	[167]
Stomach	
Stress-induced gastric ulceration	[38]
Aspirin-induced gastric ulceration	[168, 169]
Intestine	
Intestinal I/R injury	[170, 171]
Ulcerative colitis	[172, 173]
Colon inflammation	[174]
Sepsis-induced intestinal injury	[87]
Necrotizing enterocolitis	[175]
Liver	
Liver I/R injury	[71, 98, 176–178]
Chronic hepatitis B	[179]
Nonalcoholic steatohepatitis	[180]
Liver injury induced by massive hepatectomy	[67, 93, 181]
Liver injury induced by obstructive jaundice	[31]
Liver injury induced by endotoxin	[35]
Liver injury induced by acetaminophen	[47]
Liver injury induced by carbon tetrachloride	[42]
Liver injury induced by concanavalin A	[182]
Liver cirrhosis	[183]
Liver fibrosis	[184]
Pancreas	
Acute pancreatitis	[76, 185–187]
Peritoneum	
Acute peritonitis	[68]
Kidney	
Renal I/R injury	[188–190]
Acute renal injury	[37, 72, 191–194]
Hypertensive renal injury	[69]
Cisplatin-induced nephropathy	[195–197]
Gentamicin-induced nephrotoxicity	[198]
Inhibition of AGEs production	[199]

Referencie

Choroby a stavý	Referencie
Renal calcium deposition	[200]
Bladder	
Interstitial cystitis	[201]
Reproductive organ	
Testicular I/R injury	[202, 203]
Erectile dysfunction	[204]
Nicotine-induced testicular oxidative stress	[205]
Cigarette smoke-induced testicular damage	[206]
Skin	
I/R injury	[46, 207]
UV-induced skin injury	[45, 208–211]
Acute erythematous skin disease	[212]
Atopic dermatitis	[213, 214]
Psoriasis	[215]
Pressure ulcer	[216]
Burn	[49, 70]
Arsenic toxicity	[217]
Bone and Joint	
Rheumatoid arthritis	[218, 219]
Osteoporosis	[36, 62]
Bone loss induced by microgravity	[34]
TNF α -induced osteoblast injury	[220]
NO-induced cartilage toxicity	[221]
Skeletal Muscle and soft tissue	
I/R injury in skeletal muscle	[222]
Inflammatory and mitochondrial myopathies	[223]
Muscle fatigue	[224]
Sports-related soft tissue injury	[225]
Blood vessel	
Atherosclerosis	[58, 59, 85, 226, 227]
AGEs-induced blood vessel damage	[228]
Neointimal hyperplasia	[29]
Hyperplasia in arterialized vein graft	[229]
Vascular dysfunction	[60]
Vascular endothelial function	[230]
Blood and Bone Marrow	
Aplastic anemia	[231]
Maintenance of multipotential stroma/mesenchymal stem cells	[232]
Neutrophil function	[233]
Inhibition of collagen-induced platelet aggregation	[234]

Choroby a stav

Improvement of blood fluidity

Referencie

[235]

Metabolism

Diabetes mellitus

[236–241]

Hyperlipidemia

[44, 242–244]

Metabolic syndrome

[245–247]

Metabolic process-related gene expression

[248]

Oxidized low density lipoprotein-induced cell toxicity

[54]

Serum alkalization

[249]

Exercise-induced metabolic acidosis

[250]

Inflammation/Allergy

Sepsis

[41, 86, 251–255]

LPS/IFN γ -induced NO production

[27]

LPS-induced inflammatory response

[90]

LPS-induced vascular permeability

[80, 256]

Zymosan-induced inflammation

[257]

Carrageenan-induced paw edema

[258]

Inflammatory response of cardiopulmonary bypass

[259]

Type I allergy

[26]

Asthma

[63]

Perinatal Disorders

Neonatal cerebral hypoxia

[260–263]

LPS-induced fetal lung injury

[15]

Preeclampsia

[264, 265]

Cancer

Growth of tongue carcinoma cells

[266]

Fe-NTA-induced nephrotoxicity and tumor progression

[65]

Radiation-induced thymic lymphoma

[267]

Tumor angiogenesis

[268]

Enhancement of 5-FU antitumor efficacy

[269]

Radiation

Cardiac damage

[270]

Lung damage

[271]

Testicular damage

[272]

Skin damage

[273, 274]

Germ, hematopoietic and other cell damage

[275–280]

Radiation-induced adverse effects

[281]

Radiation-induced immune dysfunction

[282]

Intoxication

Carbon monoxide

[283–286]

Sevoflurane

[287, 288]

Choroby a stavy

Doxorubicin-induced heart failure
Melamine-induced urinary stone
Chlorpyrifos-induced neurotoxicity

Transplantation

Heart
Lung
Kidney
Intestine
Pancreas
Osteochondral grafts
Acute GVHD

Resuscitation

Cardiac arrest
Hemorrhagic shock

Dialysis

Hemodialysis
Peritoneal dialysis

Others

Lifespan extension
Sperm motility
Decompression sickness
Genotoxicity and mutagenicity

Plant

Root organogenesis
Salt tolerance
Postharvest ripening
Stomatal closure
Radish sprout tolerance to UVA
Vysoký svetelný stres
Fytohormónová signalizácia a stresové reakcie
Tolerancia voči oxidačnému stresu vyvolanému paraquatom
Toxicita kadmia
Toxicita ortuťi

Referencie

[289]
[290]
[291]
[52, 292–294]
[33, 88, 295–299]
[30, 51]
[89, 300, 301]
[302]
[303]
[304, 305]
[306, 307]
[75, 308, 309]
[310–313]
[314, 315]
[316]
[317]
[318]
[319]
[91, 320]
[321, 322]
[323]
[324]
[325]
[326]
[327]
[328]
[329 , 330]
[331]

[Otvoriť v samostatnom okne](#)

Molekulárne mechanizmy účinkov vodíka

Zozbieranie 321 pôvodných článkov odhaľuje, že väčšina komunikácií sa týka antioxidantného stresu, protizápalových a antiapoptotických účinkov. Špecifické vychytávacie aktivity hydroxylového radikálu a peroxynitritu však nemôžu úplne vysvetliť protizápalové

a antiapoptotické účinky, ktoré by mali zahŕňať množstvo jemne vyladených signálnych dráh. Ukázali sme, že vodík potláča signálne dráhy pri alergiách [26] a zápaloch [27] bez priameho zachytávania reaktívnych foriem kyslíka/dusíka. Signálne molekuly, ktoré sú modulované vodíkom, zahŕňajú Lyn [26 , 28], Ras [29], MEK [29 , 30], ERK [12 , 24 , 29 – 37], p38 [12 , 16 , 24 , 27 , 30 , 32 , 33 , 35 – 41], JNK [13 , 24 , 27 , 30 , 32 , 5 , 3 – 3 3 47], ASK1 [27 , 46], Akt [12 , 29 , 36 , 37 , 48 , 49], GTP-Rac1 [36], iNOS [27 , 34 , 36 , 50 – 52], Nox1 [36], NF- κ B p65 alebo NF- κ B [12 , 27 5 – 34] 38 , 40 , 41 , 43 , 49 , 53 – 75], I κ B α [27 , 40 , 41 , 54 , 60 , 62 69 , 73 , 76], STAT3 [65 , 77 , 78], NFATc1 [12 , 36 , 78], c-Fos [36], GSK-3 β [48 , 79], ROCK [80] .

Aktivity a prejavy týchto molekúl sú modifikované vodíkom. Hlavný(é) regulátor(y), ktorý riadi tieto úpravy, zostáva ešte objasniť.

Prvýkrát sa uvádzalo, že účinok vodíka na antioxidačný stres je spôsobený priamou elimináciou hydroxylového radikálu a peroxynitritu. Následné štúdie naznačujú, že vodík aktivuje systém Nrf2-Keap1. Vodík aktivuje Nrf2 [36 , 81 – 87] a jeho downstream heme oxygenázu-1 (HO-1) [36 , 51 , 52 , 65 , 71 , 81 , 82 , 84 – 93]. Kawamura a kolegovia uviedli, že vodík nezmiernil hyperoxické poškodenie pľúc u myši s knockoutom *Nrf2* [82]. Podobne Ohsawa a kolegovia oznámili, že vodík zosilnil mitochondriálne funkcie a indukoval jadrovú translokáciu Nrf2 na Sympóziu lekárskeho molekulárneho vodíka v rokoch 2012 a 2013. Navrhli, že vodík vyvoláva adaptívnu odpoveď proti oxidačnému stresu, ktorý je známy aj ako hormetický efekt. Tieto štúdie naznačujú, že účinok vodíka je sprostredkovaný Nrf2, ale mechanizmy toho, ako je Nrf2 aktivovaný vodíkom, je potrebné vyriešiť.

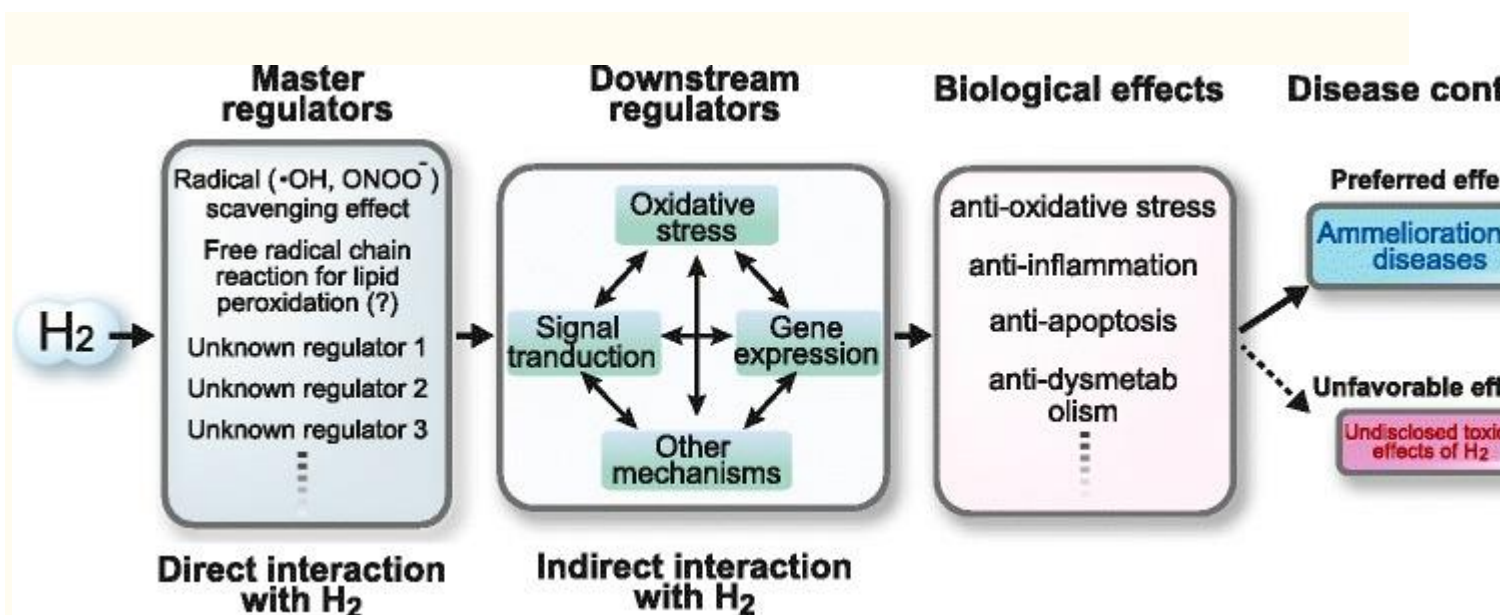
Ďalším zaujímavým mechanizmom je, že vodík moduluje miRNA expresie [64 , 94]. Vodík reguluje expresiu miR-9, miR-21 a miR-199 a modifikuje expresiu IKK- β , NF- κ B a PDCD4 v LPS-aktivovaných retinálnych mikrogliových bunkách [64] . Podobne analýza miRNA profilov hipokampálnych neurónov počas I/R poškodenia odhalila, že vodík inhibuje I/R-indukovanú expresiu miR-200 rodiny znížením produkcie ROS, čo viedlo k potlačeniu bunkovej smrti [94] . Modulácia expresie miRNA však nemôže vysvetliť všetky biologické účinky sprostredkované vodíkom. Okrem toho je potrebné objasniť mechanizmy, ktoré sú základom modulovaných expresíí miRNA.

Matsumoto a kolegovia uviedli, že perorálny príjem vodíkovej vody zvýšil žalúdočnú expresiu a sekréciu ghrelínu a že neuroprotektívny účinok vodíkovej vody bol zrušený antagonistom receptora ghrelínu a antagonistom sekrécie ghrelínu [95] . Ako bolo uvedené vyššie, ukázali sme, že vodíková voda, ale nie vodíkový plyn, zabránila rozvoju Parkinsonovej choroby na modeli

potkanov [11]. Výrazný účinok perorálneho príjmu vodíka namiesto inhalácie plynného vodíka môže byť čiastočne vysvetlený indukciou ghrelínu v žalúdku.

Nedávno Ohta a kolegovia ukázali na 5. sympóziu lekárskeho molekulárneho vodíka v Nagoyi v Japonsku v roku 2015, že vodík ovplyvňuje reťazovú reakciu voľných radikálov nenasýtených mastných kyselín na bunkovej membráne a modifikuje jej proces peroxidácie lipidov.

Ďalej preukázali, že vzduchom oxidovaný fosfolipid, ktorý bol produkovaný buď v prítomnosti alebo neprítomnosti vodíka *in vitro*, dáva vznik rôznym profilom vnútrobunkovej signalizácie a génovej expresie, keď sa pridá do kultivačného média. Tiež ukázali, že táto aberantná oxidácia fosfolipidu bola pozorovaná pri nízkej koncentrácii vodíka (najmenej 1,3 %), čo naznačuje, že biologické účinky vodíka by sa dali vysvetliť aberantnou oxidáciou fosfolipidu pri vystavení vodíku. Spomedzi mnohých molekúl, ktoré sú pozmenené vodíkom, sa predpokladá, že väčšina z nich sú cestujúci (dolné regulátory), ktorí sú sekundárne modulovaní po zmene vodiča (hlavný regulátor). Najlepší spôsob, ako identifikovať hlavný regulátor, je dokázať účinok vodíka *in vitrosystém*. Hoci podľa našich vedomostí štúdia o peroxidácii lipidov ešte nebola publikovaná, reťazová reakcia voľných radikálov pre peroxidáciu lipidov môže byť druhým hlavným regulátorom vodíka vedľa účinku zachytávania radikálov. Analyzujeme aj ďalšie nové molekuly ako možné hlavné regulátory vodíka (v príprave). Celkovo možno povedať, že vodík má pravdepodobne viacero hlavných regulátorov, ktoré poháňajú rozmanitú škálu následných regulátorov a dosahujú priaznivé biologické účinky proti oxidačnému stresu, zápalu, apoptóze a dysmetabolizmu, aby sme vymenovali aspoň niektoré (obr. 3).



Obr

Schematické zhrnutie molekulárnych mechanizmov vodíka

Všetky tieto štúdie poukazujú na predstavu, že vodík moduluje intracelulárne systémy prenosu signálu a reguluje expresiu génov po prúde, aby sa zmiernili chorobné procesy. Vo všeobecnosti, biologicky aktívne látky, ktoré modulujú signálne molekuly, majú na naše telo priaznivé aj škodlivé účinky. Vodík môže mať tiež nezverejnené toxické účinky, hoci podľa našich najlepších vedomostí neboli doteraz žiadne hlásené. Pochopenie presných molekulárnych mechanizmov účinkov vodíka objasní jeho hlavný regulátor(y) a objasní výhody a nevýhody vodíkovej terapie, čo tiež potenciálne povedie k vývoju ďalšej terapeutickkej modality na moduláciu hlavného regulátora(ov). Zhrnuli sme v tabuľke [3](#) pôvodné články, ktoré sa zaoberali biologickými účinkami a kinetikou vodíka *in vivo*, ktoré neboli priamo relevantné pre modely chorôb alebo ľudské choroby. Je nevyhnutné objasniť podrobnú farmakokinetiku vodíka *in vivo* z hľadiska klinickej aplikácie vodíka, hoci sme nazhromaždili rozsiahle poznatky o účinkoch a nie o kinetike vodíka v modeloch chorôb a ľudských chorobách. Prostredníctvom týchto analýz sa očakávajú sľubné výsledky pre účinnejší režim podávania vodíkovej terapie.

Tabuľka 3

Pôvodné články ukazujúce fyziologické účinky a kinetiku vodíka *in vivo*

Biologické účinky a *in vivo* kinetika vodíka

	Referencie
Tvorba superoxidu v mozgových plátkoch u myší	[332]
Profily génovej expresie a dráhy signálnej transdukcie hodnotené pomocou DNA microarray a RNA-seq u hlodavcov	[33] ^a , [12], [118] ^a , [248] ^a
Porovnanie prerušovaného a kontinuálneho podávania plynného vodíka u potkanov	[11] ^a
Bezpečnosť inhalácie vodíka u pacientov s cerebrálnou ischémiou	[333]
Pohodlná metóda na odhad koncentrácie vodíka vo vode	[334]
Spotreba vodíka v ľudskom tele po podaní vodíka	[335 , 336]
Indukcia a sekrécia ghrelínu vodou rozpustenou vodíkom u myší	[95] ^a
Aditívne účinky vodíka a NO	[20 , 158] ^a
<i>In vivo</i> kinetika vodíka po podaní vodíka hlodavcom	[12 , 337]
Nedostatok reaktivity vodíka s peroxydusitanom	[338]
Antioxidačná aktivita nano-bublínkovej vody rozpustenej vo vodíku	[339]
Aditívne účinky plynného vodíka a vody bohatej na vodík	[12]

[Otvoriť v samostatnom okne](#)

^a Tieto články sú tiež uvedené v tabuľke [2](#)

Klinické štúdie molekulárneho vodíka

Ako bolo uvedené v úvode, počet klinických štúdií sa zvyšuje od roku 2011. Približne polovica štúdií na ľuďoch sa uskutočnila v Japonsku. Spoľahlivé štúdie prijímajúce viac ako desať pacientov alebo využívajúce dvojito zaslepené štúdie sú zhrnuté v tabuľke 4.

Tabuľka 4

Klinické štúdie zverejnené v júni 2015

Autori/Rok	Choroba	Veľkosť vzorky	Otvorená (OL), dvojito zaslepená (DB) alebo jednoduch o zaslepená (SB)	Podávanie vodíka	Zhrnutie výsledku
Kajiyama a kol. [236]/2008	Diabetes mellitus typu II	30	DB	Voda	Zlepšenie frakcií lipoproteínu s nízkou hustotou (LDL)-cholesterolu a glukózový tolerančný test.
Nakao a kol. [245]/2010	Metabolický syndróm	20	OL	Voda	Zlepšenie močových markerov pre oxidačný stres, ako je SOD a TBARS, a zvýšenie cholesterolu s vysokou hustotou lipoproteínov (HDL).
Nakayama a kol. [311]/2010	Chronické zlyhanie obličiek	29	OL	Dialýza	Zlepšenie hypertenzie a zlepšenie markerov oxidačného stresu a zápalu. OL: Zlepšenie pomeru laktát/pyruvát v sére pri mitochondriálnych myopatiách a hladina metaloproteinázy-3 v sére pri polymyozitíde/dermatomyozitíde.
Ito a spol. [223]/2011	Zápalové a mitochondriálne myopatie	31	OL/DB	Voda	DB: Zlepšenie sérového laktátu.
Kang a kol. [281]/2011	Radiáciou vyvolané nepriaznivé účinky na nádory pečene	49	OL	Voda	Zlepšenie skóre kvality života (QOL) počas rádioterapie. Zníženie krvných reaktívnych kyslíkových metabolitov a udržanie oxidačného potenciálu krvi.
Ishibashi a kol. [218]/2012	Reumatoidná artritída	20	OL	Voda	Improvement of disease activity score for rheumatoid arthritis (DAS28). Decrease of urinary 8-OHdG.
Aoki et al.	Muscle	10	DB	Water	Improvement of muscle

Autori/Rok	Choroba	Veľkosť vzorky	Otvorená (OL), dvojito zaslepená (DB) alebo jednoduch o zaslepená (SB)	Podávanie vodíka	Zhrnutie výsledku
[224]/2012	fatigue				fatigue in young athletes
Li et al. [216]/2013	Pressure skin ulcer	22	OL	Water	Wound size reduction and early recovery from skin pressure ulcer.
Matsumoto et al. [201]/2013	Interstitial cystitis	30	DB	Water	No significant effect on symptoms. Reduction of the bladder pain score in 11 % of patients. Confirmation of safety of intravenous H ₂ infusion.
Nagatani et al. [106]/2013	Cerebral ischemia	38	OL	Intravenous infusion	Decrease of MDA-LDL, a serum marker for oxidative stress, in a subset of patients.
Shin et al. [45]/2013	UV-induced skin injury	28	OL	Gas	Prevention and modulation of UV-induced skin inflammation, intrinsic skin aging, and photo aging process through reduction of MMP-1, IL-6, and IL-1b mRNA expression.
Song et al. [243]/2013	Hyperlipidemia	20	OL	Water	Decrease of total serum cholesterol, LDL-cholesterol, apolipoprotein (apo) B100, and apoE
Xia et al. [179]/2013	Chronic hepatitis B	60	DB	Water	Attenuation of oxidative stress
Yoritaka et al. [96]/2013	Parkinson disease	17	DB	Water	Improvement of Total Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) and exacerbation after termination of H ₂ water. Improvement of DAS28.
Ishibashi et al. [219]/2014	Rheumatoid arthritis	24	DB	Intravenous saline infusion	Decrease of serum IL-6, MMP3, CRP, and urinary 8-OHdG.
Ostojic et al. [225]/2014	Sports-related soft tissue injury	36	SB	H ₂ -rich tablets and topical H ₂ packs	Decrease of plasma viscosity. Faster recovery from soft tissue injury.

Autori/Rok	Choroba	Veľkosť vzorky	Otvorená (OL), dvojito zaslepená (DB) alebo jednoduch o zaslepená (SB)	Podávanie vodíka	Zhrnutie výsledku
Ostojic et al. [250]/2014	Exercise-induced metabolic acidosis	52	DB	Water	Increased blood alkalinity in physically active men.
Sakai et al. [230]/2014	Vascular endothelial function.	34	DB	Water	Increased flow-mediated dilation of brachial artery, suggesting that H ₂ can serve as a modulator of vasomotor function of vasculature. Zníženie plazmatických hladín celkového cholesterolu a LDL-cholesterolu, nasledované zvýšením plazmatického pre-p-HDL, apoM a znížením plazmatického oxidovaného LDL, apoB100.
Song et al. [244]/2015	Hyperlipidemia	68	DB	Water	Zníženie plazmatických hladín celkového cholesterolu a LDL-cholesterolu, nasledované zvýšením plazmatického pre-p-HDL, apoM a znížením plazmatického oxidovaného LDL, apoB100.

Vlastnosti zdieľané v týchto klinických štúdiách sú, že vodík vykazuje štatisticky významné účinky u pacientov, ale účinky zvyčajne nie sú také nápadné ako tie, ktoré sa pozorujú na modeloch hladavcov. Tieto môžu byť spôsobené i) rozdielom v druhoch, ii) technickými ťažkosťami pri príprave vysokej koncentrácie vodíkovej vody každý deň pre pacientov a iii) rozdielom medzi akútnymi a chronickými ochoreniami. Očakáva sa, že ďalšie rozsiahle a dlhodobé klinické štúdie dokážu účinky vodíka na ľudí.

Tabuľka 5 ukazuje klinické štúdie v súčasnosti registrované v Japonsku. Vedci z Juntendo University začali s rozsiahlym klinickým skúšaním Parkinsonovej choroby po tom, čo v krátkom čase preukázali účinky molekulárneho vodíka u malého počtu pacientov [96]. Na základe významných účinkov vodíka na myšacie modely s ischemickým reperfúznym poranením sa na univerzite Keio začali klinické skúšky syndrómu akútnej po zástave srdca a infarktu myokardu. Podobne sa začala klinická štúdia mozgového infarktu na National Defence Medical College.

Tabuľka 5

Klinické štúdie registrované v Japonsku od júna 2015

Dátum	Choroba	Afiliácia	Postavenie
-------	---------	-----------	------------

Dátum	Choroba	Afiliácia	Postavenie
16. 7. 2008	Intersticiálna cystitída	Koshinkai Hosp.	Dokončené[201]
21.8.2008	Zhoršená glukózová tolerancia a zhoršená glykémia nalačno	Interná medicína tráviaceho traktu, Lekárska univerzita prefektúry Kjóto	Dokončené [236].
17.7.2009	Mierna kognitívna porucha	Neuropsychiatria, Tsukuba Univ.	Dokončené
1. 11. 2011	Chronická hemodialýza	Nefrológia, Lekárska univerzita vo Fukušime	Skúška prebieha
2. 6. 2011	Akútny mozgový infarkt	Neurochirurgia, Lekárska fakulta sebaobrany	Výzva pre účastníkov[106]
30.9.2011	Normálni dospelí	Fakulta zdravotníckych vied, Kyorin Univ.	Dokončené
4. 12. 2011	Akútny infarkt myokardu	Kardiológia, Keio Univ.	Výzva pre účastníkov
14.3.2012	Parkinsonova choroba	Neurológia, Juntendo Univ.	Dokončené [96]
16. 10. 2012	Mnohopočetná systémová atrofia, progresívna supranukleárna obrna	Neurológia, Juntendo Univ.	Skúška prebieha
13.2.2013	Parkinsonova choroba	Neurológia, Juntendo Univ.	Výzva pre účastníkov
1.5.2013	Chronická obštrukčná choroba pľúc	Respiračná medicína, Juntendo Univ.	Skúška prebieha
20.5.2013	Hepatitída a cirhóza pečene	Gastroenterológia a hepatológia, Okayama Univ.	V príprave
22.11.2013	Syndróm po zástave srdca	Urgentná a kritická medicína, Keio Univ.	Výzva pre účastníkov
22.2.2014	Ochorenie oka	Oftalmológia, Nippon Medical School	Dokončené
1. 7. 2014	Akútny infarkt myokardu	Kardiológia, Národné centrum pre globálne zdravie a medicínu	Výzva pre účastníkov
29.7.2014	Subarachnoidálne krvácanie	Neurochirurgia, Lekárska fakulta sebaobrany	Výzva pre účastníkov [113]
1. 8. 2014	Transplantácia pľúc	Všeobecná hrudná chirurgia, Osaka Univ.	Výzva pre účastníkov
27.10.2014	Oklúzia sietnicovej artérie	Oftalmológia, Nippon Medical School	Výzva pre účastníkov
3. 7. 2015	Diabetes mellitus 2. typu	Tokijský metropolitný gerontologický inštitút	Výzva pre účastníkov

[Otvoriť v samostatnom okne](#)

Názvy oddelení sa zobrazujú, ak sú dostupné v databáze klinických štúdií UMIN

Záver

Počet pôvodných článkov ukazujúcich účinky vodíka po roku 2007 každoročne narastá a rozsiahly prehľad týchto článkov je čoraz ťažší. Niektoré z týchto článkov sú však opakovaním predchádzajúcich štúdií s nevýznamnými novými zisteniami. Predpokladáme, že takmer všetky modely chorôb a takmer všetky modalities, ktorými sa vodík podáva, už boli preskúmané. Rozsiahle kontrolované štúdie na ľuďoch a objasnenie molekulárnych mechanizmov, ktoré sú základom účinkov vodíka, sú ďalšími krokmi, ktoré je potrebné vykonať.

Účinok vodíka v závislosti od dávky sa pozoruje pri pití vody bohatej na vodík [94 , 97]. Podobný účinok reakcie na dávku sa pozoruje aj pri inhalovanom plynnom vodíku [1 , 17 , 98]. Keď sa však porovnávajú koncentrácie vodíka v pitnej vode a vo vdychovanom plyne, nedochádza k žiadnemu účinku na dávku. Voda bohatá na vodík vo všeobecnosti vykazuje výraznejší účinok ako plynný vodík, hoci množstvo vodíka absorbovaného vodíkovou vodou je ~ 100-krát menšie ako množstvo plynného vodíka [11]. Žalúdočná sekrécia ghrelínu môže čiastočne zodpovedať za tento rozdiel [95]. Ďalším faktorom, ktorý zodpovedá za účinky vodíka, je časový profil podávania vodíka. Prerušovaná inhalácia, ale nie kontinuálna inhalácia vodíka, chráni pred potkaním modelom Parkinsonovej choroby, ktorý je proti reakcii vodíka na dávku [11]. Počas týchto 8 rokov boli odhalené prominentné účinky molekulárneho vodíka v rôznych modeloch chorôb, ľudských chorôb, patológií spojených s liečbou a patofyziologických stavov rastlín, ale stále sú pre nás výzvou nevyriešené hádanky.

Pod'akovanie

Práce vykonávané v našich laboratóriách boli podporené grantmi na pomoc od Ministerstva školstva, kultúry, športu, vedy a techniky Japonska (MEXT), Ministerstva zdravotníctva, práce a sociálnych vecí (MHLW) Japonska, Japonskej agentúry pre Lekársky výskum a vývoj (AMED) a univerzitné granty Chubu A a B.

Referencie

1. Ohsawa I, Ishikawa M, Takahashi K, Watanabe M, Nishimaki K, Yamagata K a kol. Vodík pôsobí ako terapeutický antioxidant selektívnym znížením cytotoxických kyslíkových radikálov. *Nat Med.* 2007; **13** (6): 688-94. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
2. Dole M, Wilson FR, Fife WP. Hyperbarická vodíková terapia: možná liečba rakoviny. *Veda.* 1975; **190** (4210): 152-4. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

3. Roberts BJ, Fife WP, Corbett TH, Schabel FM., Jr. Odpoveď piatich etablovaných solídnych transplantovateľných myších nádorov a jednej myšacej leukémie na hyperbarický vodík. *Cancer Treat Rep.* 1978; **62** (7): 1077-9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
4. Abraini JH, Gardette-Chauffour MC, Martinez E, Rostain JC, Lemaire C. Psychofyzologické reakcie u ľudí počas ponoru na otvorenom mori do 500 m so zmesou vodíka, hélia a kyslíka. *J Appl Physiol.* 1994; **76** (3): 1113-8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
5. Gharib B, Hanna S, Abdallahi OM, Lepidi H, Gardette B, De Reggi M. Protizápalové vlastnosti molekulárneho vodíka: skúmanie zápalu pečene vyvolaného parazitmi. *ČR Acad Sci III.* 2001; **324** (8): 719–24. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
6. Shirahata S, Kabayama S, Nakano M, Miura T, Kusumoto K, Gotoh M a kol. Elektrolyzovaná-redukovaná voda zachytáva aktívne formy kyslíka a chráni DNA pred oxidačným poškodením. *Biochem Biophys Res Commun.* 1997; **234** (1): 269-74. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
7. Li Y, Nishimura T, Teruya K, Maki T, Komatsu T, Hamasaki T a kol. Ochranný mechanizmus redukovanej vody proti poškodeniu beta-buniek pankreasu vyvolanému aloxánom: Vychytávací účinok proti reaktívnym formám kyslíka. *Cytotechnológia.* 2002; **40** (1–3):139–49. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Huang KC, Yang CC, Lee KT, Chien CT. Znížený oxidačný stres vyvolaný hemodialýzou u pacientov v konečnom štádiu ochorenia obličiek elektrolyzovanou redukovanou vodou. *Kidney Int.* 2003; **64** (2): 704-14. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
9. Yanagihara T, Arai K, Miyamae K, Sato B, Shudo T, Yamada M a kol. Elektrolyzovaná voda nasýtená vodíkom na pitie vyvoláva antioxidačný účinok: test kŕmenia na potkanoch. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2005; **69** (10): 1985-7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
10. Huang G, Zhou J, Zhan W, Xiong Y, Hu C, Li X a kol. Neuroprotektívne účinky intraperitoneálnej injekcie vodíka u králikov so zástavou srdca. *Resuscitácia.* 2013; **84** (5): 690–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
11. Ito M, Hirayama M, Yamai K, Goto S, Ito M, Ichihara M, et al. Pitie vodíkovej vody a prerušované vystavenie plynnému vodíku, ale nie laktulóza alebo nepretržité vystavenie plynnému vodíku, zabraňujú Parkinsonovej chorobe vyvolanej 6-hydroxydopamínom u potkanov. *Med Gas Res.* 2012; **2** (1):15. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
12. Sobue S, Yamai K, Ito M, Ohno K, Ito M, Iwamoto T a kol. Súčasný perorálny a inhalačný príjem molekulárneho vodíka aditívne potláča signálne dráhy u hlodavcov. *Mol Cell Biochem.* 2015; **403** (1-2):231-41. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

13. Qiu X, Li H, Tang H, Jin Y, Li W, Sun Y a kol. Inhalácia vodíka zlepšuje akútne poškodenie pľúc vyvolané lipopolysacharidmi u myší. *Int Immunopharmacol*. 2011; **11** (12): 2130–7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
14. Xie K, Yu Y, Huang Y, Zheng L, Li J, Chen H a kol. Molekulárny vodík zmierňuje akútne poškodenie pľúc vyvolané lipopolysacharidmi u myší znížením zápalu a apoptózy. *Šok*. 2012; **37** (5): 548-55. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
15. Hattori Y, Kotani T, Tsuda H, Mano Y, Tu L, Li H a kol. Liečba materským molekulárnym vodíkom zmierňuje poškodenie plodu potkanov vyvolané lipopolysacharidmi. *Free Radic Res*. 2015; **49** :1026-1037. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
16. Zhang Y, Liu Y, Zhang J. Nasýtený fyziologický roztok tlmí endotoxínmi indukovanú pľúcnu dysfunkciu. *J Surg Res*. 2015; **198** :41–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
17. Hayashida K, Sano M, Ohsawa I, Shinmura K, Tamaki K, Kimura K a kol. Inhalácia plynného vodíka znižuje veľkosť infarktu v potkanom modeli ischemicko-reperfúzneho poškodenia myokardu. *Biochem Biophys Res Commun*. 2008; **373** (1): 30–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
18. Sakai K, Cho S, Shibata I, Yoshitomi O, Maekawa T, Sumikawa K. Inhalácia plynného vodíka chráni pred omráčením myokardu a infarktom u ošípaných. *Scand Cardiovasc J*. 2012; **46** (3): 183-9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
19. Yoshida A, Asanuma H, Sasaki H, Sanada S, Yamazaki S, Asano Y, et al. H₂ sprostredkováva kardioprotekciu prostredníctvom zapojenia K(ATP) kanálov a pórov prechodu permeability mitochondrií u psov. *Cardiovasc Drugs Ther*. 2012; **26** (3): 217-26. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
20. Shinbo T, Kokubo K, Sato Y, Hagiri S, Hataishi R, Hirose M a kol. Dýchanie oxidu dusnatého a plynného vodíka znižuje ischemicko-reperfúzne poškodenie a produkciu nitrotyrozínu v srdci myší. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2013; **305** (4): H542-50. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
21. Sun Q, Kang Z, Cai J, Liu W, Liu Y, Zhang JH a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík chráni myokard pred ischemiou/reperfúznym poškodením u potkanov. *Exp Biol Med (Maywood)* 2009; **234** (10): 1212–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
22. Zhang Y, Sun Q, He B, Xiao J, Wang Z, Sun X. Protizápalový účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík na potkanom modeli regionálnej ischemie myokardu a reperfúzie. *Int J Cardiol*. 2011; **148** (1): 91–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
23. Jing L, Wang Y, Zhao XM, Zhao B, Han JJ, Qin SC a kol. Kardioprotektívny účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík na infarkt myokardu vyvolaný izoproterenolom u potkanov. *Heart Lung Circ*. 2015; **24** (6): 602-10. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

24. Zhang G, Gao S, Li X, Zhang L, Tan H, Xu L a kol. Farmakologické postkondicionovanie kyselinou mliečnou a fyziologickým roztokom bohatým na vodík zmierňuje reperfúzne poškodenie myokardu u potkanov. *Sci Rep.* 2015; **5** :9858. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
25. Ohno K, Ito M, Ichihara M, Ito M. Molekulárny vodík ako vznikajúci terapeutický medicínsky plyn pre neurodegeneratívne a iné choroby. *Oxid Med Cell Longev.* 2012; **2012** : 353152. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
26. Itoh T, Fujita Y, Ito M, Masuda A, Ohno K, Ichihara M a kol. Molekulárny vodík potláča transdukciu signálu sprostredkovanú FcepsilonRI a zabraňuje degranulácii žírnych buniek. *Biochem Biophys Res Commun.* 2009; **389** (4): 651–6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
27. Itoh T, Hamada N, Terazawa R, Ito M, Ohno K, Ichihara M, et al. Molekulárny vodík inhibuje produkciu oxidu dusnatého indukovanú lipopolysacharidom/interferónom gama prostredníctvom modulácie signálnej transdukcie v makrofágoch. *Biochem Biophys Res Commun.* 2011; **411** (1): 143–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
28. Manaenko A, Lekic T, Ma Q, Zhang JH, Tang J. Inhalácia vodíka zlepšila poškodenie mozgu sprostredkované mastocytmí po intracerebrálnom krvácaní u myši. *Crit Care Med.* 2013; **41** (5): 1266-75. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
29. Chen Y, Jiang J, Miao H, Chen X, Sun X, Li Y. Soľný roztok bohatý na vodík tlmí proliferáciu buniek hladkého svalstva ciev a neointimálnu hyperpláziu inhibíciou produkcie reaktívnych foriem kyslíka a inaktiváciou Ras-ERK1/2-MEK1/ 2 a dráh Akt. *Int J Mol Med.* 2013; **31** (3): 597-606. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
30. Kardinál JS, Zhan J, Wang Y, Sugimoto R, Tsung A, McCurry KR a kol. Perorálna vodíková voda zabraňuje chronickej aloštepovej nefropatii u potkanov. *Kidney Int.* 2010; **77** (2): 101-9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
31. Liu Q, Shen WF, Sun HY, Fan DF, Nakao A, Cai JM, et al. Soľný roztok bohatý na vodík chráni pred poškodením pečene u potkanov s obštrukčnou žltáčkou. *Liver Int.* 2010; **30** (7): 958-68. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
32. Kasuyama K, Tomofuji T, Ekuni D, Tamaki N, Azuma T, Irie K a kol. Voda bohatá na vodík zmierňuje experimentálnu paradontitídu na modeli potkanov. *J Clin Periodontol.* 2011; **38** (12): 1085-90. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
33. Tanaka Y, Shigemura N, Kawamura T, Noda K, Isse K, Stolz DB a kol. Profilovanie molekulárnych zmien vyvolaných ošetrením pľúcnych aloštepov vodíkom pred odberom. *Biochem*

Biophys Res Commun. 2012; **425** (4): 873–9. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

34. Sun Y, Shuang F, Chen DM, Zhou RB. Liečba molekuly vodíka znižuje oxidačný stres a zmierňuje stratu kostnej hmoty vyvolanú modelovanou mikrogravitáciou u potkanov. *Osteoporos Int.* 2013; **24** (3): 969-78. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

35. Xu XF, Zhang J. Nasýtený vodíkový fyziologický roztok zmierňuje endotoxínom indukovanú akútnu dysfunkciu pečene u potkanov. *Physiol Res.* 2013; **62** (4): 395-403. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

36. Li DZ, Zhang QX, Dong XX, Li HD, Ma X. Liečba molekulami vodíka zabraňuje diferenciácii osteoklastov indukovanej RANKL spojenej s inhibíciou tvorby ROS a inaktíváciou dráh MAPK, AKT a NF-kappa B v myšom RAW264.7 bunky. *J Bone Miner Metab.* 2014; **32** (5): 494-504. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

37. Guo SX, Fang Q, You CG, Jin YY, Wang XG, Hu XL a kol. Účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na skoré akútne poškodenie obličiek u ťažko popálených potkanov potlačením apoptózy a zápalu vyvolanej oxidačným stresom. *J Transl Med.* 2015; **13** :183. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

38. Liu X, Chen Z, Mao N, Xie Y. Ochrana vodíka pri stresom vyvolanej žalúdočnej ulcerácii. *Int Immunopharmacol.* 2012; **13** (2): 197-203. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

39. Chen Q, Chen P, Zhou S, Yan X, Zhang J, Sun X a kol. Solný roztok bohatý na vodík zmiernil neuropatickú bolesť znížením oxidačného stresu. *Can J Neurol Sci.* 2013; **40** (6): 857-63. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

40. Wu F, Qiu Y, Ye G, Luo H, Jiang J, Yu F a kol. Liečba molekulou vodíka zmierňuje srdcovú dysfunkciu u diabetických myší vyvolaných streptozotocínom. *Cardiovasc Pathol.* 2015; **24** :294-303. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

41. Zhai Y, Zhou X, Dai Q, Fan Y, Huang X. Solný roztok bohatý na vodík zlepšuje poškodenie pľúc spojené s podviazaním slepého čreva a sepsou vyvolanou punkciou u potkanov. *Exp Mol Pathol.* 2015; **98** (2): 268-76. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

42. Sun H, Chen L, Zhou W, Hu L, Li L, Tu Q a kol. Ochranná úloha fyziologického roztoku bohatého na vodík pri experimentálnom poškodení pečene u myší. *J Hepatol.* 2011; **54** (3): 471-80. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

43. Wang C, Li J, Liu Q, Yang R, Zhang JH, Cao YP a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík znižuje oxidačný stres a zápal inhibíciou aktivácie JNK a NF-kappaB na potkanom modeli

Alzheimerovej choroby vyvolanej amyloidom-beta. *Neurosci Lett.* 2011; **491** (2): 127–

32. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

44. Iio A, Ito M, Itoh T, Terazawa R, Fujita Y, Nozawa Y a kol. Molekulárny vodík zoslabuje príjem mastných kyselín a akumuláciu lipidov prostredníctvom downregulácie expresie CD36 v bunkách HepG2. *Med Gas Res.* 2013; **3** (1):6. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

45. Shin MH, Park R, Nojima H, Kim HC, Kim YK, Chung JH. Atómový vodík obklopený molekulami vody, H(H₂O)_n, moduluje bazálne a UV-indukované génové expresie v ľudskej koži in vivo. *PLoS One.* 2013; **8** (4):e61696. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

46. Liu YQ, Liu YF, Ma XM, Xiao YD, Wang YB, Zhang MZ a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík zmierňuje apoptózu vyvolanú ischémiou/reperfúziou kože reguláciou pomeru Bax/Bcl-2 a dráhy ASK-1/JNK. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2015; **68** (7):e147-56. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

47. Zhang JY, Song SD, Pang Q, Zhang RY, Wan Y, Yuan DW a kol. Voda bohatá na vodík chráni pred hepatotoxicitou vyvolanou acetaminofénom u myší. *World J Gastroenterol.* 2015; **21** (14): 4195-209. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

48. Hong Y, Shao A, Wang J, Chen S, Wu H, McBride DW a kol. Neuroprotektívny účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík proti neurologickému poškodeniu a apoptóze pri ranom poranení mozgu po subarachnoidálnom krvácaní: možná úloha signálnej dráhy Akt / GSK3beta. *PLoS One.* 2014; **9** (4):e96212. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

49. Guo SX, Jin YY, Fang Q, You CG, Wang XG, Hu XL a kol. Priaznivé účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na skorú progresiu popálenín u potkanov. *PLoS One.* 2015; **10** (4):e0124897. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

50. Wei L, Ge L, Qin S, Shi Y, Du C, Du H a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík chráni sietnicu pred excitotoxickým poškodením vyvolaným glutamátom u morčiat. *Exp Eye Res.* 2012; **94** (1): 117-27. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

51. Abe T, Li XK, Yazawa K, Hatayama N, Xie L, Sato B a kol. Roztok z University of Wisconsin bohatý na vodík zmierňuje renálne studené ischemicko-reperfúzne poškodenie. *Transplantácia.* 2012; **94** (1): 14-21. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

52. Noda K, Shigemura N, Tanaka Y, Kawamura T, Hyun Lim S, Kokubo K a kol. Nová metóda konzervovania srdcových štepov pomocou vodného kúpeľa bohatého na vodík. *J Transplantácia pľúc srdca.* 2013; **32** (2): 241-50. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

53. Huang CS, Kawamura T, Peng X, Tochigi N, Shigemura N, Billiar TR a kol. Inhalácia vodíka znížila apoptózu epitelu pri poranení pľúc vyvolanom ventilátorom prostredníctvom mechanizmu zahrňajúceho aktiváciu jadrového faktora-kappa B. *Biochem Biophys Res Commun.* 2011; **408** (2): 253–8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
54. Song G, Tian H, Liu J, Zhang H, Sun X, Qin S. H₂ inhibuje TNF-alfa indukovanú expresiu lektínu podobného LDL receptora-1 inhibíciou aktivácie jadrového faktora kappaB v endotelových bunkách. *Biotechnol Lett.* 2011; **33** (9): 1715-22. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
55. Kubota M, Shimmura S, Kubota S, Miyashita H, Kato N, Noda K, et al. Vodík a N-acetyl-L-cysteín zachraňujú angiogenézu vyvolanú oxidačným stresom v modeli alkalického popálenia rohovky u myší. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011; **52** (1): 427-33. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
56. Ji Q, Hui K, Zhang L, Sun X, Li W, Duan M. Účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík na mozog potkanov s prechodnou ischémiou. *J Surg Res.* 2011; **168** (1):e95-101. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
57. Shen L, Wang J, Liu K, Wang C, Wang C, Wu H a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík je cerebroprotektívny na potkanom modeli hlbokkej hypotermickej zástavy obehu. *Neurochem Res.* 2011; **36** (8): 1501-11. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
58. Qin ZX, Yu P, Qian DH, Song MB, Tan H, Yu Y a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík zabraňuje tvorbe neointimy po poškodení karotického balónika potlačením ROS a dráhy TNF-alfa/NF-kappaB. *Ateroskleróza.* 2012; **220** (2): 343–50. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
59. Song G, Tian H, Qin S, Sun X, Yao S, Zong C a kol. Vodík znižuje atero-susceptibilitu lipoproteínov obsahujúcich apolipoproteín B a aorty apolipoproteínu E knockout myší. *Ateroskleróza.* 2012; **221** (1): 55-65. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
60. Zheng H, Yu YS. Chronická liečba soľným roztokom bohatým na vodík zmierňuje vaskulárnu dysfunkciu u spontánných hypertenzných potkanov. *Biochem Pharmacol.* 2012; **83** (9): 1269-77. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
61. Hong Y, Guo S, Chen S, Sun C, Zhang J, Sun X. Priaznivý účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík na cerebrálny vazospazmus po experimentálnom subarachnoidálnom krvácaní u potkanov. *J Neurosci Res.* 2012; **90** (8): 1670-80. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
62. Guo JD, Li L, Shi YM, Wang HD, Hou SX. Spotreba vodíkovej vody zabraňuje osteopénii u potkanov po ovariektómii. *Br J Pharmacol.* 2013; **168** (6): 1412–20. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

63. Xiao M, Zhu T, Wang T, Wen FQ. Fyziologický roztok bohatý na vodík znižuje prestavbu dýchacích ciest prostredníctvom inaktívácie NF-kappaB v myšacom modeli astmy. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2013; **17** (8): 1033-43. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
64. Liu GD, Zhang H, Wang L, Han Q, Zhou SF, Liu P. Molekulárny vodík reguluje expresiu miR-9, miR-21 a miR-199 v LPS-aktivovaných retinálnych mikrogliových bunkách. *Int J Ophthalmol.* 2013; **6** (3): 280-5. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
65. Li FY, Zhu SX, Wang ZP, Wang H, Zhao Y, Chen GP. Konzumácia vody bohatej na vodík chráni pred nefrotoxicitou vyvolanou nitrilotriacetátom železitým a pred včasnými udalosťami propagácie nádorov u potkanov. *Food Chem Toxicol.* 2013; **61** :248-54. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
66. Zhuang Z, Sun XJ, Zhang X, Liu HD, You WC, Ma CY a kol. Dráha jadrového faktora-kappaB/Bcl-XL sa podieľa na ochrannom účinku fyziologického roztoku bohatého na vodík na mozog po experimentálnom subarachnoidálnom krvácaní u králikov. *J Neurosci Res.* 2013; **91** (12): 1599-608. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
67. Tan YC, Xie F, Zhang HL, Zhu YL, Chen K, Tan HM a kol. Solný roztok bohatý na vodík zmierňuje pooperačné zlyhanie pečene po veľkej hepatektómii u potkanov. *Clin Res Hepatol Gastroenterol.* 2014; **38** (3): 337-45. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
68. Zhang J, Wu Q, Song S, Wan Y, Zhang R, Tai M a kol. Účinok vody bohatej na vodík na akútnu peritonitídu potkaních modelov. *Int Immunopharmacol.* 2014; **21** (1): 94-101. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
69. Xin HG, Zhang BB, Wu ZQ, Hang XF, Xu WS, Ni W a kol. Konzumácia vody bohatej na vodík zmierňuje poškodenie obličiek u spontánnych hypertenzných potkanov. *Mol Cell Biochem.* 2014; **392** (1-2):117-24. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
70. Wang X, Yu P, Yong Y, Liu X, Jiang J, Liu D a kol. Resuscitácia fyziologickým roztokom bohatým na vodík zmierňuje zápal spôsobený ťažkým popálením s oneskorenou resuscitáciou. *Popáleniny.* 2015; **41** (2): 379-85. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
71. Zhang CB, Tang YC, Xu XJ, Guo SX, Wang HZ. Inhalácia plynného vodíka chráni pred ischémiou/reperfúznym poškodením pečene aktiváciou signálnej dráhy NF-kappaB. *Exp Ther Med.* 2015; **9** (6): 2114-20. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
72. Shi Q, Liao KS, Zhao KL, Wang WX, Zuo T, Deng WH a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík zmierňuje akútne poškodenie obličiek pri ťažkej akútnej pankreatitíde vyvolanej taurocholátom sodným inhibíciou dráhy ROS a NF-kappaB. *Mediátory zápalu.* 2015; **2015** :685043. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

73. Shao A, Wu H, Hong Y, Tu S, Sun X, Wu Q a kol. Vodíkom bohatý fyziologický roztok zoslabené subarachnoidným krvácaním indukované skoré poranenie mozgu u potkanov potlačením zápalovej reakcie: Možné zapojenie dráhy NF-kappaB a zápalu NLRP3. *Mol Neurobiol.* 2015. doi:10.1007/s12035-015-9242-y. [[PubMed](#)]
74. Chen X, Liu Q, Wang D, Feng S, Zhao Y, Shi Y a kol. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na potkany s poranením vdýchnutím dymu. *Oxid Med Cell Longev.* 2015; **2015** :106836. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
75. Kohama K, Yamashita H, Aoyama-Ishikawa M, Takahashi T, Billiar TR, Nishimura T, a kol. Inhalácia vodíka chráni pred akútnym poškodením pľúc vyvolaným hemoragickým šokom a resuscitáciou. *Chirurgia.* 2015; **158** (2): 399-407. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
76. Ren JD, Ma J, Hou J, Xiao WJ, Jin WH, Wu J a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík inhibuje aktiváciu zápalu NLRP3 a zmierňuje experimentálnu akútnu pankreatitídu u myší. *Mediátory zápalu.* 2014; **2014** :930894. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
77. Liu FT, Xu SM, Xiang ZH, Li XN, Li J, Yuan HB a kol. Molekulárny vodík potláča reaktívnu astrogliózu súvisiacu s oxidačným poškodením počas poranenia miechy u potkanov. *CNS Neurosci Ther.* 2014; **20** (8): 778-86. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
78. Kishimoto Y, Kato T, Ito M, Azuma Y, Fukasawa Y, Ohno K a kol. Vodík zlepšuje pľúcnu hypertenziu u potkanov protizápalovými a antioxidačnými účinkami. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015; **150** :645-654. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
79. Zhang L, Shu R, Wang C, Wang H, Li N, Wang G. Fyziologický roztok bohatý na vodík riadi hypernocicepciu vyvolanú remifentanilom a prenos podjednotkovej membrány NMDA receptora NR1 cez GSK-3beta v DRG u potkanov. *Brain Res Bull.* 2014; **106** :47-55. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
80. Xie K, Wang W, Chen H, Han H, Liu D, Wang G a kol. Adhézia monocytových endoteliálnych buniek a vaskulárna endoteliálna permeabilita prostredníctvom média s atenuovaným lipopolysacharidom bohatým na vodík prostredníctvom Rho-asociovanej coiled-coil proteínkinázy. *Šok.* 2015; **44** (1): 58-64. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
81. Spulber S, Edoff K, Hong L, Morisawa S, Shirahata S, Ceccatelli S. Molekulárny vodík znižuje LPS-indukovaný neurozápal a podporuje zotavenie sa z chorobného správania u myší. *PLoS One.* 2012; **7** (7):e42078. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
82. Kawamura T, Wakabayashi N, Shigemura N, Huang CS, Masutani K, Tanaka Y a kol. Plynný vodík znižuje hyperoxické poškodenie pľúc prostredníctvom dráhy Nrf2 in vivo. *Am J Physiol Lung*

Cell Mol Physiol. 2013; **304** (10): L646–56. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

83. Zhai X, Chen X, Shi J, Shi D, Ye Z, Liu W a kol. Laktulóza zlepšuje cerebrálne ischemicko-reperfúzne poškodenie u potkanov indukciou vodíka aktiváciou expresie Nrf2. *Free Radic Biol Med.* 2013; **65** :731-41. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

84. Xie Q, Li XX, Zhang P, Li JC, Cheng Y, Feng YL a kol. Plynný vodík chráni pred poškodením myokardu vyvolaným depriváciou séra a glukózy v bunkách H9c2 prostredníctvom aktivácie signálnej dráhy faktora 2/hemoxygenázy 1 súvisiaceho s NFE2. *Mol Med Rep.* 2014; **10** (2): 1143-9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

85. Song G, Zong C, Zhang Z, Yu Y, Yao S, Jiao P a kol. Molekulárny vodík stabilizuje aterosklerotický plak u knockout myší s lipoproteínovým receptorom s nízkou hustotou. *Free Radic Biol Med.* 2015; **87** :58-68. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

86. Li Y, Xie K, Chen H, Wang G, Yu Y. Plynný vodík inhibuje uvoľňovanie skupiny 1 boxu s vysokou pohyblivosťou u septických myší zvýšením regulácie hemoxygenázy 1. *J Surg Res.* 2015; **196** (1): 136–48. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

87. Li Y, Li Q, Chen H, Wang T, Liu L, Wang G a kol. Plynný vodík zmiernuje črevné poranenia spôsobené ťažkou sepsou u myší zvýšením expresie hemoxygenázy-1. *Šok.* 2015; **44** (1): 90-8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

88. Kawamura T, Huang CS, Peng X, Masutani K, Shigemura N, Billiar TR a kol. Účinok darcovskej liečby vodíkom na funkciu pľúcneho aloštep u potkanov. *Chirurgia.* 2011; **150** (2): 240–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

89. Buchholz BM, Masutani K, Kawamura T, Peng X, Toyoda Y, Billiar TR a kol. Konzervácia obohatená vodíkom chráni izogénny črevný štep a upravuje funkciu žalúdka príjemcu počas transplantácie. *Transplantácia.* 2011; **92** (9): 985-92. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

90. Chen HG, Xie KL, Han HZ, Wang WN, Liu DQ, Wang GL a kol. Heme oxygenáza-1 sprostredkúva protizápalový účinok molekulárneho vodíka v LPS-stimulovaných makrofágoch RAW 264.7. *Int J Surg.* 2013; **11** (10): 1060–6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

91. Lin Y, Zhang W, Qi F, Cui W, Xie Y, Shen W. Voda bohatá na vodík reguluje vývoj náhodných koreňov uhoriek spôsobom závislým od hemu oxygenázy-1/oxidu uhoľnatého. *J Plant Physiol.* 2014; **171** (2): 1–8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

92. Chen Y, Chen H, Xie K, Liu L, Li Y, Yu Y a kol. Liečba H zmiernila správanie bolesti a uvoľňovanie cytokínov prostredníctvom dráhy HO-1/CO u potkanieho modelu neuropatickej bolesti. *Zápal.* 2015; **38** :1835-46. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

93. Yu J, Zhang W, Zhang R, Ruan X, Ren P, Lu B. Laktulóza urýchľuje regeneráciu pečene u potkanov indukciou vodíka. *J Surg Res.* 2015; **195** (1): 128–35. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
94. Wei R, Zhang R, Xie Y, Shen L, Chen F. Vodík potláča hypoxiou/reoxygénáciou indukovanú bunkovú smrť v hipokampálnych neurónoch prostredníctvom zníženia oxidačného stresu. *Cell Physiol Biochem.* 2015; **36** (2): 585-98. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
95. Matsumoto A, Yamafuji M, Tachibana T, Nakabeppu Y, Noda M, Nakaya H. Orálna „vodíková voda“ indukuje u myší neuroprotektívnu sekréciu ghrelínu. *Sci Rep.* 2013; **3** :3273. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
96. Yoritaka A, Takanashi M, Hirayama M, Nakahara T, Ohta S, Hattori N. Pilotná štúdia H(2) terapie pri Parkinsonovej chorobe: randomizovaná dvojito zaslepená placebom kontrolovaná štúdia. *Mov porucha.* 2013; **28** (6): 836-9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
97. Fujita K, Seike T, Yutsudo N, Ohno M, Yamada H, Yamaguchi H a kol. Vodík v pitnej vode znižuje stratu dopamínergických neurónov na myšom modeli Parkinsonovej choroby s 1-metyl-4-fenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridínom. *PLoS One.* 2009; **4** (9):e7247. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
98. Fukuda K, Asoh S, Ishikawa M, Yamamoto Y, Ohsawa I, Ohta S. Inhalácia plynného vodíka potláča poškodenie pečene spôsobené ischémiou/reperfúziou prostredníctvom zníženia oxidačného stresu. *Biochem Biophys Res Commun.* 2007; **361** (3): 670–4. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
99. Chen CH, Manaenko A, Zhan Y, Liu WW, Ostrowki RP, Tang J a kol. Plynný vodík znížil akútnu hemoragickú transformáciu zosilnenú hyperglykémiou v modeli fokálnej ischémie u potkanov. *Neuroveda.* 2010; **169** (1): 402–14. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
100. Hügycz M, Mracsko E, Hertelendy P, Farkas E, Domoki F, Bari F. Inhalácia vzduchu s doplnkom vodíka znižuje zmeny hladín prooxidačného enzýmu a proteínu medzerového spojenia po prechodnej globálnej cerebrálnej ischémii v hipokampe potkanov. *Brain Res.* 2011; **1404** :31–8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
101. Ono H, Nishijima Y, Adachi N, Tachibana S, Chitoku S, Mukaihara S, a kol. Zlepšené indexy MRI mozgu v miestach akútneho infarktu mozgového kmeňa liečených lapačmi hydroxylových radikálov, Edaravonom a vodíkom, v porovnaní so samotným Edaravonom. Nekontrolovaná štúdia. *Med Gas Res.* 2011; **1** (1):12. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

102. Liu Y, Liu W, Sun X, Li R, Sun Q, Cai J a kol. Soľný vodík ponúka neuroprotekciiu znížením oxidačného stresu v modeli fokálnej cerebrálnej ischémie a reperfúzie potkanov. *Med Gas Res.* 2011; **1** (1):15. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
103. Li J, Dong Y, Chen H, Han H, Yu Y, Wang G a kol. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík v potkanom modeli permanentnej fokálnej cerebrálnej ischémie prostredníctvom zníženia oxidačného stresu a zápalových cytokínov. *Brain Res.* 2012; **1486** :103–11. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
104. Nagatani K, Wada K, Takeuchi S, Kobayashi H, Uozumi Y, Otani N, a kol. Vplyv plynného vodíka na mieru prežitia myší po globálnej cerebrálnej ischémii. *Šok.* 2012; **37** (6): 645-52. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
105. Ge P, Zhao J, Li S, Ding Y, Yang F, Luo Y. Inhalácia plynného vodíka zmierňuje kognitívne poškodenie pri prechodnej cerebrálnej ischémii prostredníctvom inhibície oxidačného stresu. *Neurol Res.* 2012; **34** (2): 187-94. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
106. Nagatani K, Nawashiro H, Takeuchi S, Tomura S, Otani N, Osada H a kol. Bezpečnosť intravenózneho podávania tekutiny obohatenej vodíkom u pacientov s akútnou cerebrálnou ischémiou: počiatkové klinické štúdie. *Med Gas Res.* 2013; **3** (1):13. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
107. Olah O, Toth-Szuki V, Temesvari P, Bari F, Domoki F. Oneskorená neurovaskulárna dysfunkcia je zmiernená vodíkom u zadusených novonarodených ošípaných. *Neonatológia.* 2013; **104** (2): 79-86. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
108. Cui Y, Zhang H, Ji M, Jia M, Chen H, Yang J, et al. Soľný roztok bohatý na vodík zmierňuje neuronálnu ischémiu - reperfúzne poškodenie tým, že chráni mitochondriálnu funkciu u potkanov. *J Surg Res.* 2014; **192** (2): 564–72. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
109. Han L, Tian R, Yan H, Pei L, Hou Z, Hao S, a kol. Voda bohatá na vodík chráni pred ischemickým poškodením mozgu u potkanov reguláciou proteínov tlmiacich vápnik. *Brain Res.* 2015; **1615** :129–38. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
110. Takeuchi S, Nagatani K, Otani N, Nawashiro H, Sugawara T, Wada K, et al. Vodík zlepšuje neurologické funkcie prostredníctvom zoslabenia narušenia hematoencefalickej bariéry u spontánne hypertenzných potkanov náchylných na mŕtvicu. *BMC Neurosci.* 2015; **16** (1):22. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
111. Zhuang Z, Zhou ML, You WC, Zhu L, Ma CY, Sun XJ a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík zmierňuje skoré poškodenie mozgu znížením oxidačného stresu a edému mozgu po

experimentálnom subarachnoidálnom krvácaní u králikov. *BMC*

Neurosci. 2012; **13:47** . [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

112. Zhan Y, Chen C, Suzuki H, Hu Q, Zhi X, Zhang JH. Plynňý vodík zlepšuje oxidačný stres pri ranom poranení mozgu po subarachnoidálnom krvácaní u potkanov. *Crit Care Med.* 2012; **40** (4): 1291-6. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

113. Takeuchi S, Mori K, Arimoto H, Fujii K, Nagatani K, Tomura S, a kol. Účinky intravenózneho infúzie tekutiny bohatej na vodík v kombinácii s intracisternálnou infúziou síranu horečnatého pri ťažkom aneuryzmálnom subarachnoidálnom krvácaní: protokol štúdie pre randomizovanú kontrolovanú štúdiu. *BMC Neurol.* 2014; **14** :176. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

114. Ji X, Liu W, Xie K, Liu W, Qu Y, Chao X a kol. Priaznivé účinky plynňého vodíka v modeli traumatického poranenia mozgu potkanov prostredníctvom zníženia oxidačného stresu. *Brain Res.* 2010; **1354** :196–205. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

115. Eckermann JM, Chen W, Jadhav V, Hsu FP, Colohan AR, Tang J a kol. Vodík je neuroprotektívny proti chirurgicky vyvolanému poraneniu mozgu. *Med Gas Res.* 2011; **1** (1):7. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

116. Hou Z, Luo W, Sun X, Hao S, Zhang Y, Xu F a kol. Soľný roztok bohatý na vodík chráni pred oxidačným poškodením a kognitívnym deficitom po miernom traumatickom poranení mozgu. *Brain Res Bull.* 2012; **88** (6): 560–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

117. Ji X, Tian Y, Xie K, Liu W, Qu Y, Fei Z. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík v potkanom modeli traumatického poškodenia mozgu prostredníctvom znižovania oxidačného stresu. *J Surg Res.* 2012; **178** (1):e9–16. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

118. Dohi K, Kraemer BC, Erickson MA, McMillan PJ, Kováč A, Flachbartova Z, et al. Molekulárny vodík v pitnej vode chráni pred neurodegeneratívnymi zmenami vyvolanými traumatickým poranením mozgu. *PLoS One.* 2014; **9** (9):e108034. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

119. Fu Y, Ito M, Fujita Y, Ito M, Ichihara M, Masuda A a kol. Molekulárny vodík chráni pred nigrostriatálnou degeneráciou vyvolanou 6-hydroxydopamínom u potkanieho modelu Parkinsonovej choroby. *Neurosci Lett.* 2009; **453** (2): 81–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

120. Li J, Wang C, Zhang JH, Cai JM, Cao YP, Sun XJ. Fyziologický roztok bohatý na vodík zlepšuje pamäťovú funkciu u potkanieho modelu Alzheimerovej choroby vyvolanej amyloidom beta znížením oxidačného stresu. *Brain Res.* 2010; **1328** :152–61. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

121. Nagata K, Nakashima-Kamimura N, Mikami T, Ohsawa I, Ohta S. Spotreba molekulárneho vodíka zabraňuje stresom vyvolaným poruchám učenia závislých od hipokampu počas chronického fyzického obmedzenia u myší. *Neuropsychofarmakológia*. 2009; **34** (2): 501-8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
122. Gu Y, Huang CS, Inoue T, Yamashita T, Ishida T, Kang KM a kol. Pitie vodíkovej vody zlepšilo kognitívne poškodenie u myší s zrýchleným starnutím. *J Clin Biochem Nutr*. 2010; **46** (3): 269-76. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
123. Liu L, Xie K, Chen H, Dong X, Li Y, Yu Y a kol. Inhalácia plynného vodíka zmierňuje poranenie mozgu u myší s podviazaním slepého čreva a punkciou prostredníctvom inhibície neurozápalu, oxidačného stresu a apoptózy neurónov. *Brain Res*. 2014; **1589** :78–92. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
124. Ueda Y, Nakajima A, Oikawa T. Zvýšenie antioxidantnej schopnosti in vivo súvisiace s vodíkom v mozgu potkanov kŕmených koralovým hydridom vápenatým. *Neurochem Res*. 2010; **35** (10): 1510–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
125. Kashiwagi T, Yan H, Hamasaki T, Kinjo T, Nakamichi N, Teruya K a kol. Elektrochemicky redukovaná voda chráni nervové bunky pred oxidačným poškodením. *Oxid Med Cell Longev*. 2014; **2014** :869121. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
126. Huang Y, Xie K, Li J, Xu N, Gong G, Wang G a kol. Priaznivé účinky plynného vodíka proti ischemicko-reperfúznemu poškodeniu miechy u králikov. *Brain Res*. 2011; **1378** :125–36. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
127. Zhou L, Wang X, Xue W, Xie K, Huang Y, Chen H a kol. Priaznivé účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík proti ischemicko-reperfúznemu poškodeniu miechy u králikov. *Brain Res*. 2013; **1517** :150–60. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
128. Chen C, Chen Q, Mao Y, Xu S, Xia C, Shi X a kol. Soľný roztok bohatý na vodík chráni pred poranením miechy u potkanov. *Neurochem Res*. 2010; **35** (7): 1111-8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
129. Ge Y, Wu F, Sun X, Xiang Z, Yang L, Huang S a kol. Intratekálna infúzia normálneho fyziologického roztoku bohatého na vodík zmierňuje neuropatickú bolesť prostredníctvom inhibície aktivácie miechových astrocytov a mikroglií u potkanov. *PLoS One*. 2014; **9** (5):e97436. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
130. Kawaguchi M, Satoh Y, Otsubo Y, Kazama T. Molekulárny vodík tlmí neuropatickú bolesť u myší. *PLoS One*. 2014; **9** (6):e100352. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

131. Zhang L, Shu R, Wang H, Yu Y, Wang C, Yang M a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík zabraňuje hyperalgézii vyvolanej remifentanilom a inhibuje nitráciu MnSOD prostredníctvom regulácie NMDA receptora obsahujúceho NR2B u potkanov. *Neuroveda*. 2014; **280** :171-80. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
132. Shu RC, Zhang LL, Wang CY, Li N, Wang HY, Xie KL a kol. Spinálny peroxynitrit prispieva k remifentanilom indukovanej pooperačnej hyperalgézii prostredníctvom posilnenia transportéra dvojmocného kovu 1 bez akumulácie železa sprostredkovanvej elementom reagujúcim na železo u potkanov. *Anesteziológia*. 2015; **122** (4): 908-20. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
133. Oharazawa H, Igarashi T, Yokota T, Fujii H, Suzuki H, Machide M a kol. Ochrana sietnice rýchlou difúziou vodíka: podávanie očných kvapiek naplnených vodíkom pri ischemicko-reperfúznom poškodení sietnice. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010; **51** (1): 487-92. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
134. Liu H, Hua N, Xie K, Zhao T, Yu Y. Soľný roztok bohatý na vodík znižuje bunkovú smrť prostredníctvom inhibície oxidačného stresu DNA a nadmernej aktivácie poly (ADP-ribóza) polymerázy-1 pri ischemickom-reperfúznom poškodení sietnice. *Mol Med Rep*. 2015; **12** (2): 2495-502. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
135. Xiao X, Cai J, Xu J, Wang R, Cai J, Liu Y a kol. Ochranné účinky fyziologického roztoku na diabetickú retinopatiu v modeli diabetických potkanov vyvolaných streptozotocínom. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2012; **28** (1): 76-82. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
136. Feng Y, Wang R, Xu J, Sun J, Xu T, Gu Q a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík zabraňuje skorej neurovaskulárnej dysfunkcii vyplývajúcej z inhibície oxidačného stresu u STZ-diabetických potkanov. *Curr Eye Res*. 2013; **38** (3): 396-404. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
137. Huang L, Zhao S, Zhang JH, Sun X. Liečba fyziologickým vodíkom zmierňuje hyperoxiou indukovanú retinopatiu inhibíciou oxidačného stresu a redukciou expresie VEGF. *Ophthalmic Res*. 2012; **47** (3): 122-7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
138. Feng M, Wang XH, Yang XB, Xiao Q, Jiang FG. Ochranný účinok nasýteného fyziologického roztoku proti poškodeniu sietnice vyvolanému modrým svetlom u potkanov. *Int J Ophthalmol*. 2012; **5** (2): 151-7. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
139. Tian L, Zhang L, Xia F, An J, Sugita Y, Zhang Z. Soľný roztok bohatý na vodík zlepšuje sietnicu proti poškodeniu spôsobenému svetlom u potkanov. *Med Gas Res*. 2013; **3** (1):19. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
140. Yokota T, Kamimura N, Igarashi T, Takahashi H, Ohta S, Oharazawa H. Ochranný účinok molekulárneho vodíka proti oxidačnému stresu spôsobenému peroxydusitanom odvodeným od

oxidu dusnatého v sietnici potkana. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2015; **43** :568-

77. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

141. Sun JC, Xu T, Zuo Q, Wang RB, Qi AQ, Cao WL a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík podporuje prežitie gangliových buniek sietnice v potkanom modeli rozdrvenia zrakového nervu. *PLoS One.* 2014; **9** (6):e99299. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

142. Yang CX, Yan H, Ding TB. Vodíkový roztok zabraňuje katarakte vyvolanej seleničitanom u potkanov. *Mol Vis.* 2013; **19** :1684-93. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

143. Kikkawa YS, Nakagawa T, Horie RT, Ito J. Vodík chráni sluchové vláskové bunky pred voľnými radikálmi. *Neuroreport.* 2009; **20** (7): 689-94. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

144. Taura A, Kikkawa YS, Nakagawa T, Ito J. Vodík chráni vestibulárne vlasové bunky pred voľnými radikálmi. *Acta Otolaryngol Suppl.* 2010; **130** (563): 95-100. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

145. Lin Y, Kashio A, Sakamoto T, Suzukawa K, Kakigi A, Yamasoba T. Vodík v pitnej vode tlmí stratu sluchu spôsobenú hlukom u morčiat. *Neurosci Lett.* 2011; **487** (1):12–

6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

146. Zhou Y, Zheng H, Ruan F, Chen X, Zheng G, Kang M a kol. Soľný roztok bohatý na vodík zmierňuje experimentálnu stratu sluchu spôsobenú hlukom u morčiat. *Neuroveda.* 2012; **209** :47-53. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

147. Chen L, Yu N, Lu Y, Wu L, Chen D, Guo W a kol. Vodíkom nasýtený fyziologický roztok chráni intenzívnu stratu sluchu spôsobenú úzkopásmovým hlukom u morčiat prostredníctvom antioxidantného účinku. *PLoS One.* 2014; **9** (6):e100774. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

148. Kurioka T, Matsunobu T, Satoh Y, Niwa K, Shiotani A. Inhalačná vodíková terapia na prevenciu straty sluchu spôsobenej hlukom prostredníctvom zníženia reaktívnych foriem kyslíka. *Neurosci Res.* 2014; **89** :69-74. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

149. Qu J, Li X, Wang J, Mi W, Xie K, Qiu J. Inhalácia plyného vodíka zmierňuje ototoxicitu vyvolanú cisplatinou prostredníctvom zníženia oxidačného stresu. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2012; **76** (1): 111-5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

150. Kikkawa YS, Nakagawa T, Taniguchi M, Ito J. Vodík chráni sluchové vláskové bunky pred voľnými radikálmi vyvolanými cisplatinou. *Neurosci Lett.* 2014; **579** :125–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

151. Qu J, Gan YN, Xie KL, Liu WB, Wang YF, Hei RY a kol. Inhalácia plynného vodíka tlmí sluchovú neuropatiu vyvolanú ouabaínom u pieskomilov. *Acta Pharmacol Sin.* 2012; **33** (4): 445-51. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
152. Tomofuji T, Kawabata Y, Kasuyama K, Endo Y, Yoneda T, Yamane M a kol. Účinky vody bohatej na vodík na starnúce periodontálne tkanivá u potkanov. *Sci Rep.* 2014; **4** :5534. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
153. Shi J, Yao F, Zhong C, Pan X, Yang Y, Lin Q. Vodíkový fyziologický roztok chráni pred akútnou ischémiou pľúc/reperfúziou u potkanov. *Heart Lung Circ.* 2012; **21** (9): 556-63. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
154. Li H, Zhou R, Liu J, Li Q, Zhang J, Mu J a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík zmierňuje ischemicko-reperfúzne poškodenie pľúc u králikov. *J Surg Res.* 2012; **174** (1):e11–6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
155. Zheng J, Liu K, Kang Z, Cai J, Liu W, Xu W a kol. Nasýtený fyziologický roztok chráni pľúca pred toxicitou kyslíka. *Podmorský Hyperb Med.* 2010; **37** (3): 185-92. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
156. Sun Q, Cai J, Liu S, Liu Y, Xu W, Tao H a kol. Soľný roztok bohatý na vodík poskytuje ochranu pred hyperoxickým poškodením pľúc. *J Surg Res.* 2011; **165** (1):e43–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
157. Huang CS, Kawamura T, Lee S, Tochigi N, Shigemura N, Buchholz BM a kol. Inhalácia vodíka zlepšuje poškodenie pľúc spôsobené ventilátorom. *Crit Care.* 2010; **14** (6): R234. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
158. Liu H, Liang X, Wang D, Zhang H, Liu L, Chen H a kol. Kombinovaná terapia s oxidom dusnatým a molekulárnym vodíkom v myšom modeli akútneho poškodenia pľúc. *Šok.* 2015; **43** (5): 504-11. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
159. Mao YF, Zheng XF, Cai JM, You XM, Deng XM, Zhang JH a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík znižuje poškodenie pľúc vyvolané črevnou ischémiou/reperfúziou u potkanov. *Biochem Biophys Res Commun.* 2009; **381** (4): 602–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
160. Fang Y, Fu XJ, Gu C, Xu P, Wang Y, Yu WR a kol. Soľný roztok bohatý na vodík chráni pred akútnym poškodením pľúc vyvolaným rozsiahlym popálením na modeli potkanov. *J Burn Care Res.* 2011; **32** (3):e82-91. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
161. Liu S, Liu K, Sun Q, Liu W, Xu W, Denoble P a kol. Spotreba vodíkovej vody znižuje akútne poškodenie pľúc u potkanov vyvolané parakvátom. *J Biomed Biotechnol.* 2011; **2011** :305086. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

162. Sato C, Kamijo Y, Yoshimura K, Nagaki T, Yamaya T, Asakuma S, a kol. Účinky vodíkovej vody na pľúcnu fibrózu indukovanú paraquatom u myší. *Kitasato Med J*. 2015; **45** (1): 9-16. [[Študovňa Google](#)]
163. Ning Y, Shang Y, Huang H, Zhang J, Dong Y, Xu W a kol. Útlm produkcie hlienu v dýchacích cestách vyvolanej cigaretovým dymom fyziologickým roztokom bohatým na vodík u potkanov. *PLoS One*. 2013; **8** (12):e83429. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
164. He B, Zhang Y, Kang B, Xiao J, Xie B, Wang Z. Ochrana orálnej vodíkovej vody ako antioxidantu pri pľúcnej hypertenzii. *Mol Biol Rep*. 2013; **40** (9): 5513-21. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
165. Hayashi T, Yoshioka T, Hasegawa K, Miyamura M, Mori T, Ukimura A a kol. Inhalácia plynného vodíka tlmí remodeláciu ľavej komory vyvolanú intermitentnou hypoxiou u myší. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2011; **301** (3):H1062-9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
166. Kato R, Nomura A, Sakamoto A, Yasuda Y, Amatani K, Nagai S, a kol. Plynný vodík zoslabuje embryonálnu génovú expresiu a zabraňuje remodelácii ľavej komory vyvolanej intermitentnou hypoxiou u kardiomyopatických škrečkov. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2014; **307** (11): H1626-33. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
167. Yu YS, Zheng H. Chronická liečba soľným roztokom bohatým na vodík znižuje oxidačný stres a zmierňuje hypertrofiu ľavej komory u spontánnych hypertenzných potkanov. *Mol Cell Biochem*. 2012; **365** (1–2): 233–42. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
168. Zhang JY, Wu QF, Wan Y, Song SD, Xu J, Xu XS a kol. Ochranná úloha vody bohatej na vodík na poškodenie žalúdočnej sliznice u potkanov vyvolané aspirínom. *World J Gastroenterol*. 2014; **20** (6): 1614-22. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
169. Xue J, Shang G, Tanaka Y, Saihara Y, Hou L, Velasquez N, a kol. Inhibícia poškodenia žalúdka vodíkom v alkalickú elektrolyzovanej pitnej vode v závislosti od dávky. *BMC Complement Altern Med*. 2014; **14**:81 . [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
170. Zheng X, Mao Y, Cai J, Li Y, Liu W, Sun P a kol. Soľný roztok bohatý na vodík chráni pred intestinálnou ischémiou/reperfúznym poškodením u potkanov. *Free Radic Res*. 2009; **43** (5): 478-84. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
171. Chen H, Sun YP, Hu PF, Liu WW, Xiang HG, Li Y a kol. Účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na kontraktilné a štrukturálne zmeny čreva vyvolané ischémiou-reperfúziou u potkanov. *J Surg Res*. 2011; **167** (2): 316–22. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

172. Kajiya M, Silva MJ, Sato K, Ouhara K, Kawai T. Vodík sprostredkováva potlačenie zápalu hrubého čreva vyvolaného síranom sodným dextránu. *Biochem Biophys Res Commun.* 2009; **386** (1): 11–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
173. He J, Xiong S, Zhang J, Wang J, Sun A, Mei X a kol. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na modeli ulceróznej kolitídy u potkanov. *J Surg Res.* 2013; **185** (1): 174-81. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
174. Chen X, Zhai X, Shi J, Liu WW, Tao H, Sun X a kol. Laktulóza sprostredkováva potlačenie zápalu hrubého čreva vyvolaného síranom sodným zvýšením produkcie vodíka. *Dig Dis Sci.* 2013; **58** (6): 1560–8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
175. Sheng Q, Lv Z, Cai W, Song H, Qian L, Wang X. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na nekrotizujúcu enterokolitídu u neonatálnych potkanov. *J Pediatr Surg.* 2013; **48** (8): 1697-706. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
176. Nishimura N, Tanabe H, Sasaki Y, Makita Y, Ohata M, Yokoyama S, a kol. Pektín a kukuričný škrob s vysokým obsahom amylózy zvyšujú produkciu vodíka v slepom čreve a zmiernujú ischemicko-reperfúzne poškodenie pečene u potkanov. *Br J Nutr.* 2012; **107** (4): 485-92. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
177. Liu Y, Yang L, Tao K, Vizcaychipi MP, Lloyd DM, Sun X a kol. Ochranné účinky fyziologického roztoku obohateného vodíkom na ischemické reperfúzne poškodenie pečene znížením oxidačného stresu a uvoľňovaním HMGB1. *BMC Gastroenterol.* 2014; **14:12** . [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
178. Matsuno N, Watanabe R, Kimura M, Iwata S, Fujiyama M, Kono S a kol. Priaznivé účinky plynného vodíka na reperfúzne poškodenie pečene ošípaných s použitím úplnej vaskulárnej exklúzie a aktívneho venózneho bypassu. *Transplant Proc.* 2014; **46** (4): 1104-6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
179. Xia C, Liu W, Zeng D, Zhu L, Sun X, Sun X. Vplyv vody bohatej na vodík na oxidačný stres, funkciu pečene a vírusovú záťaž u pacientov s chronickou hepatitídou B. *Clin Transl Sci.* 2013; **6** (5): 372-5. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
180. Kawai D, Takaki A, Nakatsuka A, Wada J, Tamaki N, Yasunaka T a kol. Voda bohatá na vodík zabraňuje progresii nealkoholickej steatohepatitídy a sprievodnej hepatokarcinogenéze u myší. *Hepatológia.* 2012; **56** (3): 912–21. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
181. Xiang L, Tan JW, Huang LJ, Jia L, Liu YQ, Zhao YQ a kol. Inhalácia plynného vodíka znižuje poškodenie pečene počas veľkej hepatotektómie u ošípaných. *World J Gastroenterol.* 2012; **18** (37): 5197-204. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

182. Kajiya M, Sato K, Silva MJ, Ouhara K, Do PM, Shanmugam KT, et al. Vodík z črevných baktérií chráni pred hepatitídou vyvolanou Concanavalínom A. *Biochem Biophys Res Commun.* 2009; **386** (2): 316–21. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
183. Lee PC, Yang YY, Huang CS, Hsieh SL, Lee KC, Hsieh YC a kol. Sprievodná inhibícia oxidačného stresu a angiogenézy chronickým fyziologickým roztokom bohatým na vodík a liečbou N-acetylcysteínom zlepšuje systémovú, splachnickú a pečeňovú hemodynamiku cirhotických potkanov. *Hepatol Res.* 2015; **45** (5): 578-88. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
184. Koyama Y, Taura K, Hatano E, Tanabe K, Yamamoto G, Nakamura K a kol. Účinky perorálneho príjmu vodíkovej vody na fibrogenézu pečene u myší. *Hepatol Res.* 2014; **44** (6): 663-77. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
185. Chen H, Sun YP, Li Y, Liu WW, Xiang HG, Fan LY a kol. Solný roztok bohatý na vodík zlepšuje závažnosť akútnej pankreatitídy vyvolanej l-arginínom u potkanov. *Biochem Biophys Res Commun.* 2010; **393** (2): 308–13. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
186. Ren J, Luo Z, Tian F, Wang Q, Li K, Wang C. Solný roztok bohatý na vodík znižuje oxidačný stres a zmierňuje závažnosť akútnej pankreatitídy vyvolanej traumou u potkanov. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012; **72** (6): 1555-61. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
187. Zhang DQ, Feng H, Chen WC. Účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na akútnu pankreatitídu vyvolanú taurocholátom u potkanov. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013; **2013** :731932. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
188. Zhu WJ, Nakayama M, Mori T, Nakayama K, Katoh J, Murata Y, et al. Príjem vody s vysokými hladinami rozpusteného vodíka (H₂) potláča kardio-renálne poškodenie vyvolané ischémiou u Dahlových potkanov citlivých na soľ. *Transplantácia nefrologického časopisu.* 2011; **26** (7): 2112-8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
189. Shingu C, Koga H, Hagiwara S, Matsumoto S, Goto K, Yokoi I a kol. Solný roztok bohatý na vodík zmierňuje renálne ischemicko-reperfúzne poškodenie. *J Anesth.* 2010; **24** (4): 569-74. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
190. Wang F, Yu G, Liu SY, Li JB, Wang JF, Bo LL a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík chráni pred renálnym ischemickým/reperfúznym poškodením u potkanov. *J Surg Res.* 2011; **167** (2):e339-44. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
191. Xu B, Zhang YB, Li ZZ, Yang MW, Wang S, Jiang DP. Solný roztok bohatý na vodík zlepšuje poškodenie obličiek vyvolané jednostrannou ureterálnou obštrukciou u potkanov. *Int Immunopharmacol.* 2013; **17** (2): 447-52. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

192. Gu H, Yang M, Zhao X, Zhao B, Sun X, Gao X. Predbežné ošetrovanie fyziologickým roztokom bohatým na vodík znižuje poškodenie spôsobené glycerolom indukovanou rabdomyolýzou a akútnym poškodením obličiek u potkanov. *J Surg Res.* 2014; **188** (1): 243–

9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

193. Liu W, Dong XS, Sun YQ, Liu Z. Nový protokol resuscitácie tekutinou: poskytuje väčšiu ochranu pri akútnom poškodení obličiek počas septického šoku u potkanov. *Int J Clin Exp Med.* 2014; **7** (4): 919-26. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

194. Homma K, Yoshida T, Yamashita M, Hayashida K, Hayashi M, Hori S. Inhalácia plynného vodíka je prospešná pri prevencii akútneho poškodenia obličiek u potkanov vyvolaného kontrastom. *Nephron Exp Nephrol.* 2015. doi:10.1159/000369068. [[PubMed](#)]

195. Nakashima-Kamimura N, Mori T, Ohsawa I, Asoh S, Ohta S. Molekulárny vodík zmierňuje nefrotoxicitu vyvolanú protirakovinovým liečivom cisplatinou bez ohrozenia protinádorovej aktivity u myší. *Cancer Chemother Pharmacol.* 2009; **64** (4): 753-61. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

196. Kitamura A, Kobayashi S, Matsushita T, Fujinawa H, Murase K. Experimentálne overenie ochranného účinku vody bohatej na vodík proti nefrotoxicite vyvolanej cisplatinou u potkanov pomocou dynamického kontrastného CT. *Br J Radiol.* 2010; **83** (990): 509-14. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

197. Matsushita T, Kusakabe Y, Kitamura A, Okada S, Murase K. Výskum ochranného účinku vody bohatej na vodík proti nefrotoxicite vyvolanej cisplatinou u potkanov pomocou zobrazovania magnetickou rezonanciou závislou od úrovne okysličovania krvi. *Jpn J Radiol.* 2011; **29** (7): 503-12. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

198. Matsushita T, Kusakabe Y, Kitamura A, Okada S, Murase K. Ochranný účinok vody bohatej na vodík proti nefrotoxicite vyvolanej gentamicínom u potkanov pomocou zobrazovania MR závislého od úrovne okysličovania krvi. *Magn Reson Med Sci.* 2011; **10** (3): 169-76. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

199. Katakura M, Hashimoto M, Tanabe Y, Shido O. Voda bohatá na vodík inhibuje produkciu reaktívnych foriem kyslíka indukovanú glukózou a alfa,beta-dikarbonylovými zlúčeninami v obličkách potkana SHR.Cg-Leprcp/NDmcr. *Med Gas Res.* 2012; **2** (1):18. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

200. Peng Z, Chen W, Wang L, Ye Z, Gao S, Sun X a kol. Inhalácia plynného vodíka zlepšuje ukládanie oxalátu vápenatého indukované glyoxylátom a renálny oxidačný stres u myší. *Int J Clin Exp Pathol.* 2015; **8** (3): 2680–9. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

201. Matsumoto S, Ueda T, Kakizaki H. Účinok suplementácie vodou bohatej na vodík u pacientov s intersticiálnou cystitídou/syndrómom bolestivého močového mechúra. *Urológia*. 2013; **81** (2): 226-30. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
202. Lee JW, Kim JI, Lee YA, Lee DH, Song CS, Cho YJ a kol. Inhalačná vodíková terapia na prevenciu ischémie / reperfúzneho poškodenia semenníkov u potkanov. *J Pediatr Surg*. 2012; **47** (4): 736-42. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
203. Jiang D, Wu D, Zhang Y, Xu B, Sun X, Li Z. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na experimentálne ischemicko-reperfúzne poškodenie semenníkov u potkanov. *J Urol*. 2012; **187** (6): 2249–53. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
204. Fan M, Xu X, He X, Chen L, Qian L, Liu J a kol. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík proti erektilnej dysfunkcii v modeli diabetických potkanov vyvolaných streptozotocínom. *J Urol*. 2013; **190** (1): 350–6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
205. Li S, Lu D, Zhang Y, Zhang Y. Dlhodobá liečba fyziologickým roztokom bohatým na vodík zmiernuje oxidačný stres semenníkov vyvolaný nikotínom u myší. *J Assist Reprod Genet*. 2014; **31** (1): 109-14. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
206. Chen S, Jiang W. Účinok vodíka injikovaného subkutánne na tkanivá semenníkov potkanov vystavených cigaretovému dymu. *Int J Clin Exp Med*. 2015; **8** (4): 5565-70. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
207. Zhao L, Wang YB, Qin SR, Ma XM, Sun XJ, Wang ML a kol. Ochranný účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík na ischémii / reperfúzne poškodenie v laloku kože potkanov. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2013; **14** (5): 382-91. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
208. Yoon KS, Huang XZ, Yoon YS, Kim SK, Song SB, Chang BS a kol. Histologická štúdia účinku elektrolyzovaného zníženého vodného kúpeľa na poškodenie kože spôsobené UVB žiarením u bezsrstých myší. *Biol Pharm Bull*. 2011; **34** (11): 1671–7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
209. Guo Z, Zhou B, Li W, Sun X, Luo D. Solný roztok bohatý na vodík chráni pred poškodením ultrafialovým B žiarením u potkanov. *J Biomed Res*. 2012; **26** (5): 365-71. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
210. Kato S, Saitoh Y, Iwai K, Miwa N. Elektrolyzovaná teplá voda bohatá na vodík potláča tvorbu vrások proti UVA lúčom spolu s produkciou kolagénu typu I a znížením oxidačného stresu vo fibroblastoch a prevenciou poškodenia buniek v keratinocytoch. *J Photochem Photobiol B*. 2012; **106** :24–33. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

211. Ignacio RM, Yoon YS, Sajo MEJ, Kim CS, Kim DH, Kim SK a kol. Balneoterapeutický účinok vodíka so zníženou vodou na poranenie kože sprostredkované UVB u bezsrstých myší. *Mol Cell Toxicol.* 2013; **9** (1): 15-21. [[Študovňa Google](#)]
212. Ono H, Nishijima Y, Adachi N, Sakamoto M, Kudo Y, Nakazawa J a kol. Vodíková (H₂) liečba akútnych erytymatóznych kožných ochorení. Správa od 4 pacientov s údajmi o bezpečnosti a nekontrolovaná štúdia uskutočniteľnosti s meraním koncentrácie H₂ na dvoch dobrovoľníkoch. *Med Gas Res.* 2012; **2** (1):14. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
213. Ignacio RM, Kwak HS, Yun YU, Sajo ME, Yoon YS, Kim CS a kol. Vplyv pitia vodíkovej vody na atopickú dermatitídu vyvolanú alergénom *Dermatophagoides farinae* u myší NC/Nga. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013; **2013** :538673. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
214. Yoon YS, Sajo ME, Ignacio RM, Kim SK, Kim CS, Lee KJ. Pozitívne účinky vodíkovej vody na atopickú dermatitídu vyvolanú 2,4-dinitrochlórbenzénom u myší NC/Nga. *Biol Pharm Bull.* 2014; **37** (9): 1480–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
215. Ishibashi T, Ichikawa M, Sato B, Shibata S, Hara Y, Naritomi Y a kol. Zlepšenie artritídy spojenej so psoriázou a kožných lézií liečbou molekulárnym vodíkom: Správa o troch prípadoch. *Mol Med Rep.* 2015; **12** (2): 2757-64. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
216. Li Q, Kato S, Matsuoka D, Tanaka H, Miwa N. Príjem vodíkovej vody kĺmením sondou pre pacientov s dekubitom a jeho rekonštrukčné účinky na normálne bunky ľudskej kože in vitro. *Med Gas Res.* 2013; **3** (1):20. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
217. Yu W, Chiu Y, Lee C, Yoshioka T, Yu H. Obnova narušenej propagácie vápnika arzénom v primárnych keratinocytoch vodou obohatená vodíkom. *J Asian Earth Sci.* 2013; **77** :342-8. [[Študovňa Google](#)]
218. Ishibashi T, Sato B, Rikitake M, Seo T, Kurokawa R, Hara Y a kol. Spotreba vody obsahujúcej vysokú koncentráciu molekulárneho vodíka znižuje oxidačný stres a aktivitu ochorenia u pacientov s reumatoidnou artritídou: otvorená pilotná štúdia. *Med Gas Res.* 2012; **2** (1):27. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
219. Ishibashi T, Sato B, Shibata S, Sakai T, Hara Y, Naritomi Y a kol. Terapeutická účinnosť infúzneho molekulárneho vodíka vo fyziologickom roztoku na reumatoidnú artritídu: randomizovaná, dvojito zaslepená, placebom kontrolovaná pilotná štúdia. *Int Immunopharmacol.* 2014; **21** (2): 468-73. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

220. Cai WW, Zhang MH, Yu YS, Cai JH. Liečba molekulou vodíka zmierňuje poškodenie buniek v osteoblastoch indukované TNFalfa. *Mol Cell Biochem.* 2013; **373** (1–2): 1–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
221. Hanaoka T, Kamimura N, Yokota T, Takai S, Ohta S. Molekulárny vodík chráni chondrocyty pred oxidačným stresom a nepriamo mení expresiu génov prostredníctvom redukcie peroxydusitanu odvodeného od oxidu dusnatého. *Med Gas Res.* 2011; **1** (1):18. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
222. Huang T, Wang W, Tu C, Yang Z, Bramwell D, Sun X. Soľný roztok bohatý na vodík zmierňuje ischemicko-reperfúzne poškodenie v kostrovom svale. *J Surg Res.* 2015; **194** (2): 471-80. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
223. Ito M, Ibi T, Sahashi K, Ichihara M, Ito M, Ohno K. Otvorená štúdia a randomizovaná, dvojito zaslepená, placebom kontrolovaná krížová štúdia s vodou obohatenou vodíkom pre mitochondriálne a zápalové myopatie. *Med Gas Res.* 2011; **1** (1):24. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
224. Aoki K, Nakao A, Adachi T, Matsui Y, Miyakawa S. Pilotná štúdia: Účinky pitia vody bohatej na vodík na svalovú únavu spôsobenú akútnym cvičením u vrcholových športovcov. *Med Gas Res.* 2012; **2** (1):12. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
225. Ostojič SM, Vukomanovič B, Calleja-Gonzalez J, Hoffman JR. Účinnosť perorálneho a lokálneho vodíka na zranenia mäkkých tkanív súvisiace so športom. *Postgrad Med.* 2014; **126** (5): 187-95. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
226. Ohsawa I, Nishimaki K, Yamagata K, Ishikawa M, Ohta S. Konzumácia vodíkovej vody zabraňuje ateroskleróze u myši s knockoutom apolipoproteínu E. *Biochem Biophys Res Commun.* 2008; **377** (4): 1195–8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
227. Ekuni D, Tomofuji T, Endo Y, Kasuyama K, Irie K, Azuma T, et al. Voda bohatá na vodík zabraňuje ukladaniu lipidov v zostupnej aorte v modeli paradontitídy u potkanov. *Arch Oral Biol.* 2012; **57** (12): 1615-22. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
228. Jiang H, Yu P, Qian DH, Qin ZX, Sun XJ, Yu J a kol. Médium bohaté na vodík potláča tvorbu reaktívnych foriem kyslíka, zvyšuje pomer Bcl-2/Bax a inhibuje pokročilú apoptózu vyvolanú konečným produktom glykácie. *Int J Mol Med.* 2013; **31** (6): 1381-7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
229. Sun Q, Kawamura T, Masutani K, Peng X, Sun Q, Stolz DB a kol. Perorálny príjem vody bohatej na vodík inhibuje intimálnu hyperpláziu v arterializovaných žilových štepoch u

potkanov. *Cardiovasc Res.* 2012; **94** (1): 144-53. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

230. Sakai T, Sato B, Hara K, Hara Y, Naritomi Y, Koyanagi S, a kol. Spotreba vody obsahujúcej viac ako 3,5 mg rozpusteného vodíka by mohla zlepšiť funkciu cievneho endotelu. *Vasc Health Risk Manag.* 2014; **10** :591–7. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

231. Zhao S, Mei K, Qian L, Yang Y, Liu W, Huang Y a kol. Terapeutické účinky roztoku bohatého na vodík na aplastickú anémiu in vivo. *Cell Physiol Biochem.* 2013; **32** (3): 549-60. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

232. Kawasaki H, Guan J, Tamama K. Ošetrovanie plynným vodíkom predlžuje replikačnú životnosť multipotenciálnych stromálnych buniek kostnej drene in vitro pri zachovaní diferenciácie a parakrinných potenciálov. *Biochem Biophys Res Commun.* 2010; **397** (3): 608–13. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

233. Tanikawa R, Takahashi I, Okubo N, Ono M, Okumura T, Ishibashi G a kol. Vzťah medzi vydychovaným vodíkom a funkciou ľudských neutrofilov v japonskej všeobecnej populácii. *Hirosaki Medical Journal.* 2015; **65** :138-46. [[Študovňa Google](#)]

234. Takeuchi S, Wada K, Nagatani K, Osada H, Otani N, Nawashiro H. Vodík môže inhibovať kolagénom indukovanú agregáciu krvných doštičiek: štúdia ex vivo a in vivo. *Intern Med.* 2012; **51** (11): 1309-13. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

235. Kato S, Hokama R, Okayasu H, Saitoh Y, Iwai K, Miwa N. Koloidná platina vo vode bohatej na vodík vykazuje aktivitu zachytávajúcu radikály a zlepšuje tekutosť krvi. *J Nanosci Nanotechnol.* 2012; **12** (5): 4019-27. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

236. Kajiyama S, Hasegawa G, Asano M, Hosoda H, Fukui M, Nakamura N, et al. Doplnenie vody bohatej na vodík zlepšuje metabolizmus lipidov a glukózy u pacientov s diabetom 2. typu alebo s poruchou glukózovej tolerancie. *Nutr Res.* 2008; **28** (3): 137-43. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

237. Kamimura N, Nishimaki K, Ohsawa I, Ohta S. Molekulárny vodík zlepšuje obezitu a diabetes indukciou pečeneového FGF21 a stimuláciou energetického metabolizmu u db/db myší. *Obezita.* 2011; **19** (7): 1396-403. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

238. Li Y, Hamasaki T, Nakamichi N, Kashiwagi T, Komatsu T, Ye J a kol. Supresívne účinky elektrolyzovanej redukovanej vody na apoptózu indukovanú apoptózou a diabetes mellitus 1. *Cytotechnológia.* 2011; **63** (2): 119-31. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

239. Yu P, Wang Z, Sun X, Chen X, Zeng S, Chen L a kol. Médium bohaté na vodík chráni fibroblasty ľudskej kože pred oxidačným poškodením vyvolaným vysokým obsahom glukózy alebo manitolu. *Biochem Biophys Res Commun.* 2011; **409** (2): 350–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

240. Wang QJ, Zha XJ, Kang ZM, Xu MJ, Huang Q, Zou DJ. Terapeutické účinky vodíkom nasýteného fyziologického roztoku na potkaní diabetický model a model inzulinovej rezistencie prostredníctvom zníženia oxidačného stresu. *Chin Med J (Anglicko)* 2012; **125** (9): 1633–7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
241. Amitani H, Asakawa A, Cheng K, Amitani M, Kaimoto K, Nakano M, et al. Vodík zlepšuje kontrolu glykémie na zvieracom modeli s diabetom typu 1 tým, že podporuje vychytávanie glukózy do kostrového svalstva. *PLoS One*. 2013; **8** (1):e53913. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
242. Zong C, Song G, Yao S, Li L, Yu Y, Feng L a kol. Podávanie vodíkom nasýteného fyziologického roztoku znižuje hladiny cholesterolu v plazme s nízkou hustotou lipoproteínov a zlepšuje funkciu lipoproteínov s vysokou hustotou u škrečkov s vysokým obsahom tuku. *Metabolizmus*. 2012; **61** (6): 794-800. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
243. Song G, Li M, Sang H, Zhang L, Li X, Yao S a kol. Voda bohatá na vodík znižuje hladiny LDL-cholesterolu v sére a zlepšuje funkciu HDL u pacientov s potenciálnym metabolickým syndrómom. *J Lipid Res*. 2013; **54** (7): 1884-93. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
244. Song G, Lin Q, Zhao H, Liu M, Ye F, Sun Y a kol. Vodík aktivuje ATP-viažuci kazetový transportér A1 závislý ex vivo a zlepšuje funkciu lipoproteínov s vysokou hustotou u pacientov s hypercholesterolémiou: dvojito zaslepená, randomizovaná a placebom kontrolovaná štúdia. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015; **100** :2724-33. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
245. Nakao A, Toyoda Y, Sharma P, Evans M, Guthrie N. Účinnosť vody bohatej na vodík na antioxidačný stav subjektov s potenciálnym metabolickým syndrómom – otvorená pilotná štúdia. *J Clin Biochem Nutr*. 2010; **46** (2): 140–9. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
246. Hashimoto M, Katakura M, Nabika T, Tanabe Y, Hossain S, Tsuchikura S, a kol. Účinky vody bohatej na vodík na abnormality u potkana SHR.Cg-Leprcp/NDmcr - model potkana s metabolickým syndrómom. *Med Gas Res*. 2011; **1** (1):26. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
247. Nishimura N, Tanabe H, Adachi M, Yamamoto T, Fukushima M. Hrubý vodík generovaný z fruktánu difunduje do brušnej dutiny a znižuje množstvo cytokínov v tukovej mRNA u potkanov. *J Nutr*. 2013; **143** (12): 1943–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
248. Nakai Y, Sato B, Ushima S, Okada S, Abe K, Arai S. Gény súvisiace s oxidoredukciou pečene sú upregulované podávaním pitnej vody nasýtenej vodíkom. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2011; **75** (4): 774-6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

249. Ostojic SM. Alkalizácia séra a voda bohatá na vodík u zdravých mužov. *Mayo Clin Proc.* 2012; **87** (5): 501–2. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
250. Ostojič SM, MUDr. Stojanovič. Voda bohatá na vodík ovplyvnila zásaditosť krvi u fyzicky aktívnych mužov. *Res Sports Med.* 2014; **22** (1): 49-60. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
251. Xie K, Yu Y, Pei Y, Hou L, Chen S, Xiong L a kol. Ochranné účinky plynného vodíka na myšiu polymikrobiálnu sepsu prostredníctvom zníženia oxidačného stresu a uvoľňovania HMGB1. *Šok.* 2010; **34** (1): 90-7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
252. Zhou J, Chen Y, Huang GQ, Li J, Wu GM, Liu L a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík zvráti oxidačný stres, kognitívne poškodenie a úmrtnosť u potkanov, ktorí podstúpili sepsu podviazaním slepého čreva a punkciou. *J Surg Res.* 2012; **178** (1): 390-400. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
253. Xie K, Fu W, Xing W, Li A, Chen H, Han H a kol. Kombinovaná terapia s molekulárnym vodíkom a hyperoxiou v myšacom modeli polymikrobiálnej sepsy. *Šok.* 2012; **38** (6): 656-63. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
254. Li GM, Ji MH, Sun XJ, Zeng QT, Tian M, Fan YX a kol. Účinky liečby soľným roztokom bohatým na vodík na polymikrobiálnu sepsu. *J Surg Res.* 2013; **181** (2): 279-86. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
255. Liu W, Shan LP, Dong XS, Liu XW, Ma T, Liu Z. Kombinovaná včasná tekutinová resuscitácia a inhalácia vodíka zmierňuje poškodenie pľúc a čriev. *World J Gastroenterol.* 2013; **19** (4): 492-502. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
256. Yu Y, Wang WN, Han HZ, Xie KL, Wang GL, Yu YH. Ochranné účinky média bohatého na vodík na lipopolysacharidmi indukovanú monocytárnu adhéziu a vaskulárnu endoteliálnu permeabilitu prostredníctvom regulácie vaskulárneho endotelového kadherínu. *Genet Mol Res.* 2015; **14** (2): 6202–12. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
257. Xie K, Yu Y, Zhang Z, Liu W, Pei Y, Xiong L a kol. Plynný vodík zlepšuje mieru prežitia a poškodenie orgánov v modeli generalizovaného zápalu vyvolaného zymosanom. *Šok.* 2010; **34** (5): 495-501. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
258. Xu Z, Zhou J, Cai J, Zhu Z, Sun X, Jiang C. Protizápalové účinky soľného vodíka v makrofágoch aktivovaných LPS a edém labky vyvolaný karagénanom. *J Inflamm (Londýn)* 2012; **9** :2. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
259. Fujii Y, Shirai M, Inamori S, Shimouchi A, Sonobe T, Tsuchimochi H a kol. Insuflácia plynného vodíka obmedzuje zápalovú reakciu kardiopulmonálneho bypassu na modeli potkanov. *Artif Organs.* 2013; **37** (2): 136-41. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

260. Cai J, Kang Z, Liu WW, Luo X, Qiang S, Zhang JH a kol. Vodíková terapia znižuje apoptózu v modeli neonatálnej hypoxie-ischémie potkanov. *Neurosci Lett*. 2008; **441** (2): 167–72. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
261. Cai J, Kang Z, Liu K, Liu W, Li R, Zhang JH a kol. Neuroprotektívne účinky fyziologického roztoku v modeli neonatálnej hypoxie-ischémie potkanov. *Brain Res*. 2009; **1256** :129–37. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
262. Domoki F, Olah O, Zimmermann A, Nemeth I, Toth-Szuki V, Hugyecz M, et al. Vodík je neuroprotektívny a zachováva cerebrálnu reaktivitu u zadusených novorodencov ošípaných. *Pediatr Res*. 2010; **68** (5): 387-92. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
263. Mano Y, Kotani T, Ito M, Nagai T, Ichinohashi Y, Yamada K a kol. Podávanie molekulárneho vodíka matke zlepšuje hipokampálne poškodenie plodu potkanov spôsobené in utero ischémiou-reperfúziou. *Free Radic Biol Med*. 2014; **69** :324-30. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
264. Yang X, Guo L, Sun X, Chen X, Tong X. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík v modeli potkanov s preeklampsiou. *Placenta*. 2011; **32** (9): 681-6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
265. Guan Z, Li HF, Guo LL, Yang X. Účinky vitamínu C, vitamínu E a molekulárneho vodíka na funkciu placenty v bunkách trofoblastov. *Arch Gynecol Obstet*. 2015; **292** (2): 337–42. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
266. Saitoh Y, Okayasu H, Xiao L, Harata Y, Miwa N. Vodíkom obohatená elektrolyzovaná voda s neutrálnym pH dosahuje preferenčnú inhibíciu klonálneho rastu nádoru oproti normálnym bunkám a inhibíciu invázie nádoru súčasne s intracelulárnou represiou oxidantov. *Oncol Res*. 2008; **17** (6): 247-55. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
267. Zhao L, Zhou C, Zhang J, Gao F, Li B, Chuai Y a kol. Vodík chráni myši pred ožiaréním vyvolaným lymfómom týmusu u BALB/c myší. *Int J Biol Sci*. 2011; **7** (3): 297-300. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
268. Ye J, Li Y, Hamasaki T, Nakamichi N, Komatsu T, Kashiwagi T, et al. Inhibičný účinok elektrolyzovanej redukovanej vody na nádorovú angiogézu. *Biol Pharm Bull*. 2008; **31** (1): 19-26. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
269. Runtuwene J, Amitani H, Amitani M, Asakawa A, Cheng KC, Inui A. Vodík-voda zvyšuje 5-fluóruracilom indukovanú inhibíciu rakoviny hrubého čreva. *PeerJ*. 2015; **3** :e859. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
270. Qian L, Cao F, Cui J, Wang Y, Huang Y, Chuai Y a kol. Potenciálne kardioprotektívne účinky vodíka u ožiarených myší. *J Radiat Res*. 2010; **51** (6): 741-7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

271. Terasaki Y, Ohsawa I, Terasaki M, Takahashi M, Kunugi S, Dedong K a kol. Vodíková terapia zmiernuje poškodenie pľúc spôsobené ožiareníím znížením oxidačného stresu. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2011; **301** (4): L415–26. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
272. Jiang Z, Xu B, Yang M, Li Z, Zhang Y, Jiang D. Ochrana vodíkom pred poškodením semenníkov vyvolaným gama žiarením u potkanov. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2013; **112** (3): 186-91. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
273. Mei K, Zhao S, Qian L, Li B, Ni J, Cai J. Vodík chráni potkany pred dermatitídou spôsobenou lokálnym žiarením. *J Dermatolog Treat*. 2014; **25** (2): 182-8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
274. Watanabe S, Fujita M, Ishihara M, Tachibana S, Yamamoto Y, Kaji T a kol. Ochranný účinok inhalácie plynného vodíka na radiačnú dermatitídu a poranenie kože u potkanov. *J Radiat Res*. 2014; **55** (6): 1107-13. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
275. Qian L, Cao F, Cui J, Huang Y, Zhou X, Liu S, a kol. Rádioprotektívny účinok vodíka v kultivovaných bunkách a myšiach. *Free Radic Res*. 2010; **44** (3): 275-82. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
276. Qian L, Li B, Cao F, Huang Y, Liu S, Cai J a kol. PBS bohaté na vodík chráni kultivované ľudské bunky pred poškodením buniek spôsobeným ionizujúcim žiarením. *Nucl Technol Radiat Prot*. 2010; **25** (1): 23-9. [[Študovňa Google](#)]
277. Chuai Y, Gao F, Li B, Zhao L, Qian L, Cao F a kol. Soľný roztok bohatý na vodík tlmí radiáciou indukovanú stratu samčích zárodočných buniek u myší prostredníctvom redukcie hydroxylových radikálov. *Biochem J*. 2012; **442** (1): 49–56. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
278. Yang Y, Li B, Liu C, Chuai Y, Lei J, Gao F a kol. Soľný roztok bohatý na vodík chráni imunocyty pred apoptózou vyvolanou žiarením. *Med Sci Monit*. 2012; **18** (4):BR144-8. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
279. Chuai Y, Shen J, Qian L, Wang Y, Huang Y, Gao F a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík chráni spermatogézu a hematopoézu u ožiarovaných myší BALB/c. *Med Sci Monit*. 2012; **18** (3):BR89-94. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
280. Yang Y, Gao F, Zhang H, Hunag Y, Zhang P, Liu C a kol. Molekulárny vodík chráni bunky ľudského lymfocytu AHH-1 proti žiareniu ťažkých iónov ¹²C6+. *Int J Radiat Biol*. 2013; **89** (12): 1003-8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
281. Kang KM, Kang YN, Choi IB, Gu Y, Kawamura T, Toyoda Y a kol. Účinky pitia vody bohatej na vodík na kvalitu života pacientov liečených rádioterapiou na nádory pečene. *Med Gas Res*. 2011; **1** (1):11. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

282. Zhao S, Yang Y, Liu W, Xuan Z, Wu S, Yu S, a kol. Ochranný účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík proti žiarením vyvolanej imunitnej dysfunkcii. *J Cell Mol Med.* 2014; **18** (5): 938-46. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
283. Sun Q, Cai J, Zhou J, Tao H, Zhang JH, Zhang W, a kol. Soľný roztok bohatý na vodík znižuje oneskorené neurologické následky pri experimentálnej toxicite oxidu uhoľnatého. *Crit Care Med.* 2011; **39** (4): 765-9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
284. Wang W, Li Y, Ren J, Xia F, Li J, Zhang Z. Soľný roztok bohatý na vodík znižuje imunitne sprostredkované poškodenie mozgu u potkanov s akútnou otravou oxidom uhoľnatým. *Neurol Res.* 2012; **34** (10): 1007-15. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
285. Shen MH, Cai JM, Sun Q, Zhang DW, Huo ZL, He J, et al. Neuroprotektívny účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík pri akútnej otrave oxidom uhoľnatým. *CNS Neurosci Ther.* 2013; **19** (5): 361–3. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
286. Wang W, Tian L, Li Y, Wang X, Xia F, Li L a kol. Účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík na potkany s akútnou otravou oxidom uhoľnatým. *J Emerg Med.* 2013; **44** (1): 107-15. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
287. Yonamine R, Satoh Y, Kodama M, Araki Y, Kazama T. Spoločné podávanie plynného vodíka ako súčasti zmesi nosného plynu potláča apoptózu neurónov a následné deficity správania spôsobené neonatálnou expozíciou sevofluranu u myší. *Anesteziológia.* 2013; **118** (1): 105-13. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
288. Takaenoki Y, Satoh Y, Araki Y, Kodama M, Yonamine R, Yufune S, a kol. Neonatálna expozícia sevofluranu u myší spôsobuje deficity v správaní matiek neskôr v dospelosti. *Anesteziológia.* 2014; **120** (2): 403–15. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
289. Wu S, Zhu L, Yang J, Fan Z, Dong Y, Luan R a kol. Soľný roztok obsahujúci vodík zmierňuje srdcové zlyhanie vyvolané doxorubicínom u potkanov. *Pharmazie.* 2014; **69** (8): 633-6. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
290. Yoon YS, Kim DH, Kim SK, Song SB, Uh Y, Jin D a kol. Účinok vylučovania melamínu elektrolyzovanou redukovanou vodou u myší kŕmených melamínom. *Food Chem Toxicol.* 2011; **49** (8): 1814–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
291. Wang T, Zhao L, Liu M, Xie F, Ma X, Zhao P a kol. Perorálny príjem vody bohatej na vodík zlepšil neurotoxicitu vyvolanú chlórpyrifosom u potkanov. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2014; **280** (1): 169-76. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
292. Nakao A, Kaczorowski DJ, Wang Y, kardinál JS, Buchholz BM, Sugimoto R, et al. Zmiernenie chladového ischemického/reperfúzneho poškodenia u potkanov pomocou inhalovaného vodíka

alebo oxidu uhľoňatého alebo oboch. *J Transplantácia pľúc srdca*. 2010; **29** (5): 544-

53. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

293. Tan M, Sun X, Guo L, Su C, Sun X, Xu Z. Vodík ako prísada do roztoku HTK posilňuje ochranu myokardu u štepov s predĺženou studenou ischémiou. *Int J Cardiol*. 2013; **167** (2): 383–

90. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

294. Noda K, Tanaka Y, Shigemura N, Kawamura T, Wang Y, Masutani K a kol. Pitná voda s doplnkom vodíka chráni srdcové aloštepky pred zhoršením spojeným so zápalom. *Transpl*

Int. 2012; **25** (12): 1213-22. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

295. Kawamura T, Huang CS, Tochigi N, Lee S, Shigemura N, Billiar TR a kol. Inhalačná vodíková terapia na prevenciu ischémie/reperfúzneho poškodenia u potkanov vyvolanej transplantáciou pľúc. *Transplantácia*. 2010; **90** (12): 1344-51. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

[[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

296. Zhou H, Fu Z, Wei Y, Liu J, Cui X, Yang W, a kol. Inhalácia vodíka znižuje poškodenie pľúcneho štepu u darcovských krýs s mŕtvym mozgu. *J Transplantácia pľúc srdca*. 2013; **32** (2):

251-8. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

297. Noda K, Shigemura N, Tanaka Y, Bhama J, D'Cunha J, Kobayashi H a

kol. Predkondicionovanie vodíkom počas ex vivo pľúcnej perfúzie zlepšuje kvalitu pľúcnych štepov u potkanov. *Transplantácia*. 2014; **98** (5): 499-506. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

298. Haam S, Lee S, Paik HC, Park MS, Song JH, Lim BJ a kol. Účinky inhalácie plynného vodíka počas ex vivo perfúzie pľúc na darcovské pľúca získané po srdcovej smrti. *Eur J Cardiothorac*

Surg. 2015; **48** :542–7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

299. Liu R, Fang X, Meng C, Xing J, Liu J, Yang W a kol. Nafúknutie pľúc vodíkom počas studenej ischémie znižuje poškodenie pľúcneho štepu u potkanov. *Exp Biol Med*

(Maywood) 2015; **240** :1214-22. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

300. Buchholz BM, Kaczorowski DJ, Sugimoto R, Yang R, Wang Y, Billiar TR a kol. Inhalácia vodíka zlepšuje oxidačný stres pri poškodení intestinálneho štepu vyvolanom transplantáciou. *Am J Transplant*. 2008; **8** (10): 2015–24. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

[[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

301. Shigeta T, Sakamoto S, Li XK, Cai S, Liu C, Kurokawa R, et al. Luminálna injekcia roztoku bohatého na vodík zmierňuje intestinálne ischemicko-reperfúzne poškodenie u

potkanov. *Transplantácia*. 2015; **99** (3): 500–7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

302. Luo ZL, Cheng L, Ren JD, Fang C, Xiang K, Xu HT a kol. Fyziologický roztok bohatý na vodík chráni pred ischémiou/reperfúznym poškodením v štepoch po transplantáciách pankreasu

znížením oxidačného stresu u potkanov. *Mediátory zápalu*. 2015; **2015** :281985. [[bezplatný](#)

[článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

303. Yamada T, Uchida K, Onuma K, Kuzuno J, Ujihira M, Inoue G a kol. Doplnenie konzervačného roztoku vodíkom zlepšuje životaschopnosť osteochondrálnych štepov. *ScientificWorldJournal*. 2014; **2014** :109876. [[bezplatný článok](#) [PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
304. Qian L, Mei K, Shen J, Cai J. Podávanie fyziologického roztoku bohatého na vodík chráni myši pred letálnou transplantáciou akútnej reakcie štepu proti hostiteľovi (aGVHD) . 2013; **95** (5): 658-62. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
305. Yuan L, Chen X, Qian L, Shen J, Cai J. Podávanie fyziologického roztoku bohatého na vodík u myši s alogénnou transplantáciou hematopoetických kmeňových buniek. *Med Sci Monit*. 2015; **21** :749-54. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
306. Hayashida K, Sano M, Kamimura N, Yokota T, Suzuki M, Ohta S, a kol. Inhalácia vodíka počas normoxickej resuscitácie zlepšuje neurologický výsledok na potkanom modeli zástavy srdca nezávisle od cieleného riadenia teploty. *Obeh*. 2014; **130** (24): 2173-80. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
307. Huo TT, Zeng Y, Liu XN, Sun L, Han HZ, Chen HG a kol. Soľný roztok bohatý na vodík zlepšuje prežitie a neurologický výsledok po zástave srdca a kardiopulmonálnej resuscitácii u potkanov. *Anesth Analg*. 2014; **119** (2): 368-80. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
308. Du Z, Jia H, Liu J, Zhao X, Wang Y, Sun X. Ochranné účinky fyziologického roztoku bohatého na vodík pri nekontrolovanom hemoragickom šoku. *Exp Ther Med*. 2014; **7** (5): 1253-8. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
309. Du Z, Jia H, Liu J, Zhao X, Xu W. Účinky troch kvapalín bohatých na vodík na hemoragický šok u potkanov. *J Surg Res*. 2015; **193** (1): 377–82. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
310. Nakayama M, Kabayama S, Nakano H, Zhu WJ, Terawaki H, Nakayama K, et al. Biologické účinky elektrolyzovanej vody pri hemodialýze. *Nephron Clin Pract*. 2009; **112** (1):c9-15. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
311. Nakayama M, Nakano H, Hamada H, Itami N, Nakazawa R, Ito S. Nový bioaktívny hemodialyzačný systém využívajúci rozpustený dihydrogén (H₂) produkovaný elektrolýzou vody: klinická skúška. *Transplantácia nefrologického číselníka*. 2010; **25** (9): 3026–33. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
312. Terawaki H, Zhu WJ, Matsuyama Y, Terada T, Takahashi Y, Sakurai K a kol. Účinok roztoku obohateného vodíkom (H₂) na redox albumínu u hemodialyzovaných pacientov. *Hemodial Int*. 2014; **18** (2): 459-66. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

313. Tange Y, Takesawa S, Yoshitake S. Dialyzát s vysoko rozpusteným vodíkom uľahčuje disociáciu indoxylsulfátu z albumínu. *Nephrourol Mon.* 2015; **7** (2):e26847. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
314. Terawaki H, Hayashi Y, Zhu WJ, Matsuyama Y, Terada T, Kabayama S, a kol. Transperitoneálne podávanie rozpusteného vodíka pre pacientov s peritoneálnou dialýzou: nový prístup k potlačeniu oxidačného stresu v peritoneálnej dutine. *Med Gas Res.* 2013; **3** (1):14. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
315. Terawaki H, Nakano H, Zhu WJ, Nakayama M. Úspešná liečba enkapsulujúcej peritoneálnej sklerózy hemodialýzou a peritoneálnou lavážou s použitím dialyzátu obsahujúceho rozpustený vodík. *Perit Dial Int.* 2015; **35** (1): 107-12. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
316. Yan H, Tian H, Kinjo T, Hamasaki T, Tomimatsu K, Nakamichi N, et al. Predĺženie životnosti *Caenorhabditis elegans* použitím elektrolyzovanej redukovanej vody. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2010; **74** (10): 2011–5. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
317. Nakata K, Yamashita N, Noda Y, Ohsawa I. Stimulácia hybnosti poškodenej spermie človeka molekulou vodíka. *Med Gas Res.* 2015; **5** (1):2. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
318. Ni XX, Cai ZY, Fan DF, Liu Y, Zhang RJ, Liu SL a kol. Ochranný účinok fyziologického roztoku bohatého na vodík na dekompresnú chorobu u potkanov. *Aviat Space Environ Med.* 2011; **82** (6): 604-9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
319. Saitoh Y, Harata Y, Mizuhashi F, Nakajima M, Miwa N. Biologická bezpečnosť vodíkom obohatenej elektrolyzovanej vody s neutrálnym pH na mutagenitu, genotoxicitu a subchronickú orálnu toxicitu. *Toxicol Ind Health.* 2010; **26** (4): 203-16. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
320. Chen M, Cui W, Zhu K, Xie Y, Zhang C, Shen W. Voda bohatá na vodík zmiernuje hliníkom indukovanú inhibíciu predlžovania koreňov u lucerny prostredníctvom zníženia produkcie oxidu dusnatého. *J Hazard Mater.* 2014; **267** :40–7. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
321. Xie Y, Mao Y, Lai D, Zhang W, Shen W. H₂ zvyšuje toleranciu soli arabidopsis manipuláciou s antioxidantnou obranou sprostredkovanou ZAT10/12 a kontrolou vylúčenia sodíka. *PLoS One.* 2012; **7** (11):e49800. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
322. Xu S, Zhu S, Jiang Y, Wang N, Wang R, Shen W a kol. Voda bohatá na vodík zmiernuje soľný stres v ryži počas klíčenia semien. *Rastlinná pôda.* 2013; **370** (1–2):47–57. [[Študovňa Google](#)]
323. Hu H, Li P, Wang Y, Gu R. Voda bohatá na vodík oneskoruje pozberové dozrievanie a starnutie kivi. *Food Chem.* 2014; **156** :100–9. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

324. Xie Y, Mao Y, Zhang W, Lai D, Wang Q, Shen W. Produkcia oxidu dusnatého závislá od reaktívnych druhov kyslíka prispieva k uzavretiu stomatu podporovaného vodíkom u *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 2014; **165** (2): 759-73. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
325. Su N, Wu Q, Liu Y, Cai J, Shen W, Xia K a kol. Voda bohatá na vodík obnovuje homeostázu ROS, ale má rozdielne účinky na syntézu antokyanov v dvoch druhoch klíčkov reďkovky pod UV-A žiarením. *J Agric Food Chem.* 2014; **62** (27): 6454-62. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
326. Zhang X, Zhao X, Wang Z, Shen W, Xu X. Ochranné účinky vody bohatej na vodík na fotosyntetický aparát sadeníc kukurice (*Zea mays* L.) v dôsledku zvýšenia antioxidantných enzýmových aktivít pri vysokom svetle stres. *Regulácia rastu rastlín.* 2015; **77** :43-56. [[Študovňa Google](#)]
327. Zeng J, Zhang M, Sun X. Molekulárny vodík sa podieľa na signalizácii fytohormónov a stresových reakciách rastlín. *PLoS One.* 2013; **8** (8):e71038. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
328. Jin Q, Zhu K, Cui W, Xie Y, Han B, Shen W. Plynný vodík pôsobí ako nová bioaktívna molekula pri zvyšovaní tolerance rastlín voči oxidačnému stresu vyvolanému paraquatom prostredníctvom modulácie signalizačného systému hemoxygenázy-1. *Prostredie rastlinných buniek.* 2013; **36** (5): 956-69. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
329. Cui W, Gao C, Fang P, Lin G, Shen W. Zmiernenie toxicity kadmia v *Medicago sativa* vodou bohatou na vodík. *J Hazard Mater.* 2013; **260** :715-24. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
330. Wu Q, Su N, Cai J, Shen Z, Cui J. Voda bohatá na vodík zvyšuje toleranciu kadmia v čínskej kapuste znížením príjmu kadmia a zvýšením antioxidantných kapacít. *J Plant Physiol.* 2015; **175** :174-82. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
331. Cui W, Fang P, Zhu K, Mao Y, Gao C, Xie Y a kol. Voda bohatá na vodík dodáva rastlinám toleranciu voči toxicite ortuti v semenáčikoch lucerny. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2014; **105** :103–11. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
332. Sato Y, Kajiyama S, Amano A, Kondo Y, Sasaki T, Handa S a kol. Čistá voda bohatá na vodík zabraňuje tvorbe superoxidu v mozgových plátkoch knockout myší SMP30/GNL zbavených vitamínu C. *Biochem Biophys Res Commun.* 2008; **375** (3): 346–50. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
333. Ono H, Nishijima Y, Adachi N, Sakamoto M, Kudo Y, Kaneko K a kol. Základná štúdia o inhalácii molekulárneho vodíka (H₂) u pacientov s akútnou mozgovou ischémiou pre kontrolu

bezpečnosti s fyziologickými parametrami a meranie hladiny H₂ v krvi. *Med Gas Res.* 2012; **2** (1):21. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

334. Seo T, Kurokawa R, Sato B. Pohodlná metóda na stanovenie koncentrácie vodíka vo vode: použitie metylénovej modrej s koloidnou platinou. *Med Gas Res.* 2012; **2** :1. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

335. Shimouchi A, Nose K, Shirai M, Kondo T. Odhad spotreby molekulárneho vodíka v celom ľudskom tele po požití vody bohatej na vodík. *Adv Exp Med Biol.* 2012; **737** :245-50. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

336. Shimouchi A, Nose K, Mizukami T, Che DC, Shirai M. Molekulárna spotreba vodíka v ľudskom tele pri inhalácii plynného vodíka. *Adv Exp Med Biol.* 2013; **789** :315-21. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

337. Liu C, Kurokawa R, Fujino M, Hirano S, Sato B, Li XK. Odhad koncentrácie vodíka v tkanive potkana pomocou vzduchotesnej trubice po podaní vodíka rôznymi cestami. *Sci Rep.* 2014; **4** :5485. [[bezplatný článok PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

338. Penders J, Kissner R, Koppenol WH. ONOOH nereaguje s H₂: Potenciálne priaznivé účinky H₂ ako antioxidantu selektívnou reakciou s hydroxylovými radikálmi a peroxyinitritom. *Free Radic Biol Med.* 2014; **75** :191-4. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]

339. Kato S, Matsuoka D, Miwa N. Antioxidačné aktivity nano-bublinovej vodíkom rozpustenej vody hodnotené metódami ESR a 2,2'-bipyridyl. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2015; **53** :7-10. [[PubMed](#)] [[Študovňa Google](#)]
