

Puricom
POLAND



OSTATNIE ODKRYCIA W BADANIACH NAD WODOREM

wodór molekularny, reaktywne formy tlenu czyli rodniki tlenowe, terapia antyoksydacyjna

STRESZCZENIE

Ostatnie badania podstawowe i kliniczne wykazały, że wodór jest istotnym fizjologicznym czynnikiem regulacyjnym, wywierającym na komórki i całe organy wpływ antyoksydacyjny, przeciwzapalny i antyapoptotyczny. Niniejszy opis przybliży dostępne dane na temat ochronnej roli wodoru, opisuje ostatnie postępy w wykorzystaniu wodoru jako terapeutycznego gazu medycznego w różnorodnych modelach.

Nie ma wiele przesady w twierdzeniu, że w przyszłości wpływ wodoru na medycynę terapeutyczną i profilaktyczną będzie ogromny.

WPROWADZENIE

Wodór jest najlżejszym i najpowszechniej występującym pierwiastkiem chemicznym we wszechświecie. Ohsawa i inni odkryli, że gazowy wodór posiada wybiórcze, pozytywnie specyficznie, właściwości antyoksydacyjne i antyapoptotyczne (zapobiegające martwicy poreperfuzyjnej), chroniące mózg, serce i wątrobę przed urazem niedokrwienno-reperfuzyjnym (I/R) oraz udarem, poprzez wybiórczą neutralizację wyłącznie rodników hydroksylowych. Wodór działa w charakterze wybiórczego wychwytywca reaktywnych form tlenu (ROS) i wywiera silny efekt chroniący komórki i całe narządy przed martwicą niedokrwieną.

Dostępne obecnie dane na temat ochronnej roli wodoru, ostatnie postępy w wykorzystaniu wodoru jako terapeutycznego gazu medycznego, oraz możliwości skutecznego wykorzystania wodoru w strategiach terapeutycznych wyjaśniają mechanizmy powiązań tego pierwiastka z jego ochronnymi efektami.

CHEMIA WODORU

Wodór jest bezbarwnym, bezwonnym, niemetalicznym, bezsmakowym i wysoce palnym gazem dwuatomowym o wzorze chemicznym H_2 . Wolny wodór jest na naszej planecie dość rzadki, gdyż ziemska atmosfera zawiera mniej, niż 1 część wodoru na milion, około 0,5 PPM, choć wodór składa się na niemal 75% masy elementarnej wszechświata. Większość atomów wodoru znaleźć można w wodzie i związkach organicznych. Wodór jest wysoce reaktywny względem tlenu i innych utleniaczy – oksydantów.

H Y D R O N

HYDRON

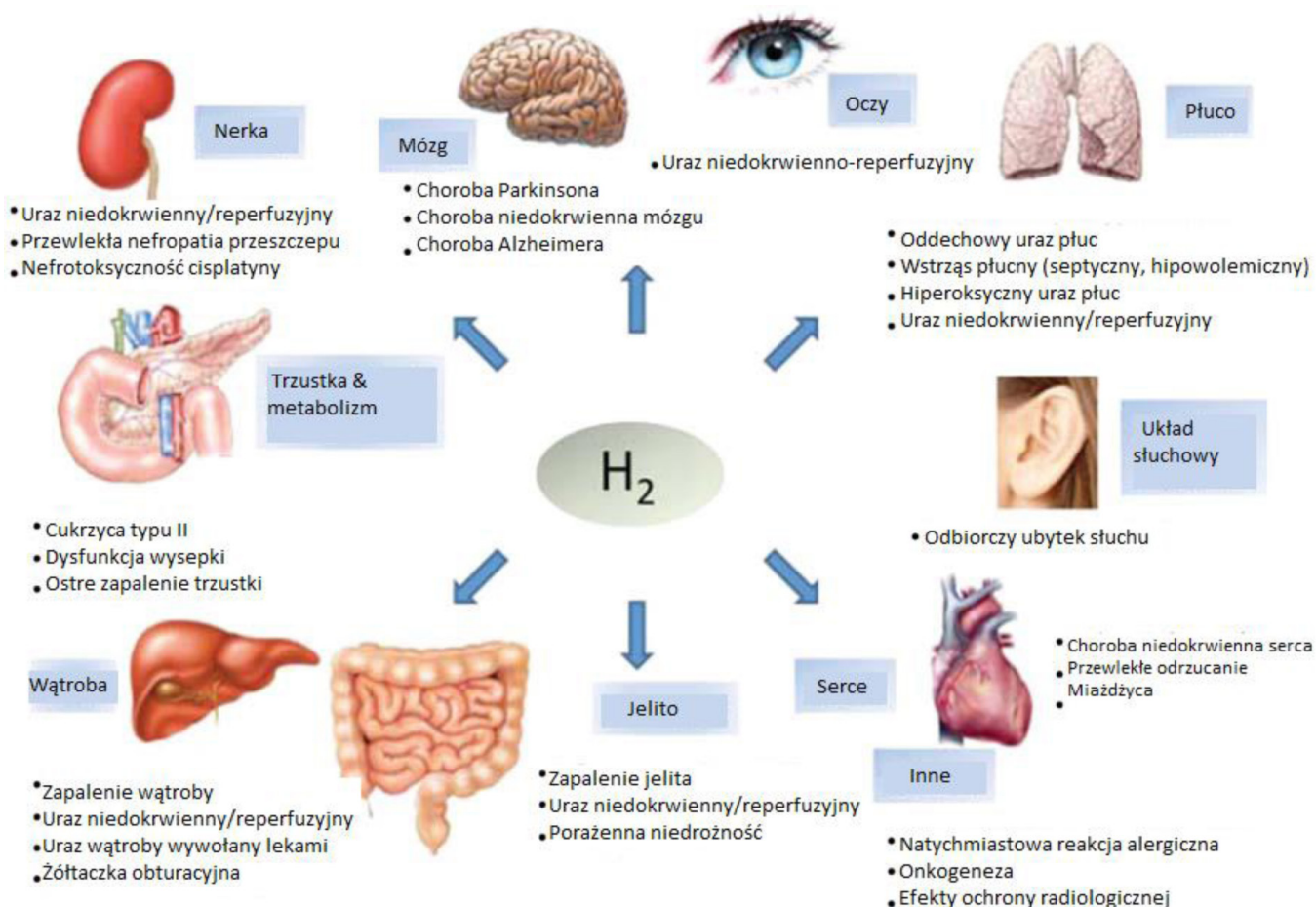
ROLE FIZJOLOGICZNE CZĄSTECZEK WODORU U LUDZI

Większość atomów wodoru znaleźć można w wodzie i związkach organicznych. Wodór jest wysoce reaktywny względem tlenu i innych utleniaczy – oksydantów. Wodór jest eliminowany z ludzkiego organizmu na trzy sposoby: poprzez wydalenie gazów jelitowych, wydzielanie z powietrzem wydechowym po wchłonięciu w jelitach do krwi w organizmie oraz poprzez ponowne zmetabolizowanie go za sprawą mikroorganizmów okrężnicy. Wodór jest eliminowany z ludzkiego organizmu na trzy sposoby: poprzez wydalenie gazów jelitowych, wydzielanie z powietrzem wydechowym po wchłonięciu w jelitach do krwi w organizmie oraz poprzez ponowne zmetabolizowanie go za sprawą mikroorganizmów okrężnicy.



MOŻLIWE MECHANIZMY WODORU W CHARAKTERZE ŚRODOWISKA LECZNICZEGO

Właściwości antyoksydacyjne wodoru obejmują działanie w charakterze wychwytywacza wolnych rodników. Wodór wybiórczo redukuje jedynie rodniki hydroksylowe ($\cdot\text{OH}$) oraz nadtlenoazotyn (ONOO^-), bardzo silne utleniacze wchodzące w niszczące reakcje utleniania z kwasami nukleinowymi DNA, lipidami i białkami, co prowadzi do zgubnej w skutkach fragmentacji DNA, peroksydacji lipidów i inaktywacji białek enzymatycznych. Kolejnym możliwym mechanizmem leżącym u podstaw ochrony komórkowej wodoru może być wzrost aktywności enzymów antyoksydacyjnych, jak katalaza, dysmutaza ponadtlenkowa czy hemoksygenazy-1 wynikająca ze zredukowania środowiska cytoplazmy. W różnorodnych modelach „urazowych” wodór wykazywał znaczące działanie przeciwzapalne. Zazwyczaj uraz zapalny tkanki wywołany stresem oksydacyjnym zahamowany jest wodorem przy pomocy regulacji w dół, cytokin prozapalnych, jak interleukina (IL)- 1β , chemokina (motyw CC) liganda 2 i czynnik martwicy nowotworu- α ($\text{TNF-}\alpha$).



HYDRON

POTENCJALNE ZALETY TERAPII WODOROWEJ

Wodór może mieć potencjalnie ogromny wpływ jako bezpieczny i skuteczny terapeutyczny gaz medyczny oraz wykazuje kilka potencjalnych zalet w porównaniu z obecnymi terapiami farmakologicznymi. Po pierwsze, wodór jest wysoce penetrującym medium struktury ustroju i potencjalnie mogący dosięgać obszarów subkomórkowych, nieosiągalnych przez tradycyjne roślinne antyoksydanty, jak mitochondria i jądra, które są głównym obszarem powstawania ROS i uszkodzeń DNA, lecz także bardzo trudne w leczeniu farmakologicznym. Po drugie, wodór wybiórczo redukuje szkodliwe rodniki hydroksylowe ($\cdot\text{OH}$) i nadtlenoazotyn (ONOO^-), lecz nie redukuje stabilnego stanu tlenku azotu (NO). Endogenne ścieżki sygnałowe NO modulują napięcia naczyń krwionośnych płuc oraz interakcje leukocytów śródbłonna, a więc może okazać się bardzo korzystnym dla zachowania, ochrony endogenicznego NO . Terapia wodorowa nie wpływa na naturalny system immunologiczny i pozwoli na fagocytozę infekujących organizmów. Co więcej, badania eksperymentalne wykazały, że wodór cechuje się wysoką skutecznością terapeutyczną względem zakażenia pasożytami oraz zakażenia florą bakteryjną mieszaną.

1	1.0079
H	
Hydrogen	



PODAWANIE WODORU

Doustne przyjmowanie wody bogatej w wodór, przez przewód pokarmowy. Rozpuszczony w wodzie wodór jest łatwo aplikować, przesyłać, łatwo się wchłania i stanowi bezpieczny sposób na podanie wodoru cząsteczkowego [22]. Wodę wodorową można uzyskać na kilka sposobów, m.in. poprzez elektrolizę wody wodociągowej w specjalnych urządzeniach z błoną półprzepuszczalną, np. urządzenie typu Kangen, poprzez rozpuszczenie wodoru w wodzie pod ciśnieniem lub drogą reakcji magnezu z wodą ($\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$). W naturalnych warunkach wodór znajduje się w unikalnych podziemnych złożach wód źródłanych.

Leczenie wodorem jest obiecującą potencjalną opcją terapeutyczną w leczeniu różnorodnych chorób.

Inhalacja gazowego wodoru w formie terapii chorobowej od niedawna cieszy się zainteresowaniem. Choć wymagane są dalsze badania, wodór może wywrzeć ogromny wpływ jako nowe i innowacyjne narzędzia terapeutyczne, mogące sprostać niezaspokojonym potrzebom medycznym, które sprawiają obecnie poważne problemy zdrowotne.



HYDRON

BADANIA BNAW WODOREM W RÓŻNYCH MODELACH CHOROÓB

CENTRALNY UKŁAD NERWOWY

Odkąd Ohsawa i inni odkryli, że wodór może zredukować rozmiar martwicy pozawałowej u szczurów w modelu ogniskowego urazu I/R mózgu poprzez wychwytywanie szkodliwych ROS, w rodzaju (O₂⁻) lub (H₂O₂), wiele badań poświęcono wpływowi wodoru na patologię mózgu. Ponieważ wodór z łatwością przenika przez barierę krew-mózg, jest obiecującym środkiem do ochrony neuronów wewnątrzczaszkowych.



ZABURZENIE NIEDOTLENNO-NIEDOKRWIENNE (HI)

występuje w okresie okołoporodowym i stanowi główną przyczynę uszkodzeń mózgowych u noworodków. Śmierć komórek neuronalnych z powodu martwicy lub apoptozy powiązana jest z urazem niedokrwiennym mózgu wywołanym HI. Przyjmowanie doustne wody zawierającej terapeutyczną dawkę wodoru jest alternatywnym sposobem podawania wodoru. Nagata i inni zademonstrowali, że spożycie wody wodorowej zapobiega pogorszeniu uczenia się i pamięci wywołanemu stresem powodowanym przewlekłym przymusem fizycznym w modelu myszy [26]. Witamina C, nieenzymatyczny antyoksydant, jest szczególnie ważna i liczna w mózgu[29]. Sato i inni [30] odkryli, że podawanie wody bogatej w wodór myszom niebędących w stanie syntezować witaminy C znacznie zmniejszyło tworzenie nadtlenku wodoru (H₂O₂⁻) płatach mózgu w modelu niedotlenno-niedokrwiennym poprzez redukcję poziomu rodnika hydroksylowego i nadtlenku wodoru w specyficznych warunkach, jak niedokrwienie i reperfuzja in vivo.

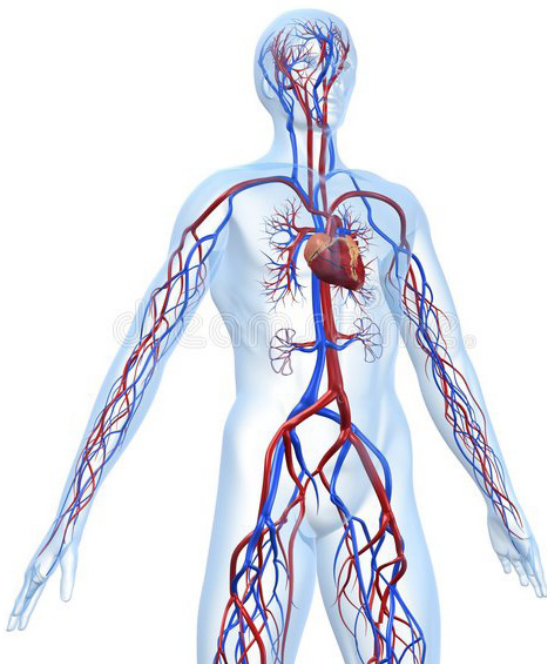
NEUROLOGICZNA CHOROBA ZWYRODNIENIOWA I CHOROBA PARKINSONA

Skuteczność wodoru wykazano także w neurologicznej chorobie zwyrodnieniowej. Fujita i inni podali nasyconą wodorem wodę pitną pacjentom z chorobą Parkinsona przy doustnym wprowadzaniu 1-metylo-4-fenilo-1,2,3,6-tetrahydropirydyny (MPTP). Picie wody zawierającej wodór o stężeniu nawet tak niskim, jak 0,04mM znacznie zmniejsza utratę neuronów dopaminergicznych oraz redukuje nawarstwianie się uszkodzeń DNA i peroksydację lipidów, co wskazuje, że picie wody zawierającej H₂ może być w codziennym życiu bardzo przydatne do zapobiegania lub minimalizacji ryzyka stresu oksydacyjnego związanego ze stylem życia lub neurodegeneracji w nigrostriatalnym szlaku dopaminergicznym. Podobnie, Fujita i inni odkryli skuteczność doustnego przyjmowania wody wodorowej w modelu szczurów z chorobą Parkinsona poprzez iniekcję wewnątrzprądkową katecholaminergicznej neurotoksyny 6-hydroksydopaminy (6-OHDA). Dlatego też wodór może być w stanie opóźnić rozwój choroby Parkinsona.

CHOROBA ALZHEIMERA

Choroba Alzheimera, kolejna choroba neurodegeneracyjna, jest najpowszechniejszym powodem postępującej demencji wśród osób starszych i wiąże się z utratą funkcji cholinergicznej poprzez nagromadzenie się amyloidu, stres oksydacyjny i niedotlenienie. Li i inni odkryli, że terapia wodorowa usprawnia funkcje poznawcze i pamięciowe wywołane amyloidem β 1-42 zapobiegając zapaleniu neuronów i stresowi oksydacyjnemu. ROS – reaktywne formy tlenu - odgrywają kluczową rolę w drugiej fazie urazu rdzenia kręgowego, która może prowadzić do dalszej przewlekłej neurodegeneracji. Chen i inni wykazali, że wodór znacząco zmniejsza stres oksydacyjny, wywołujący objawy zapalne i śmierć komórek apoptotycznych, jak również usprawnia funkcję ruchową po urazie rdzenia kręgowego w modelu szczurzym ostrego urazu rdzenia kręgowego.

HYDRON

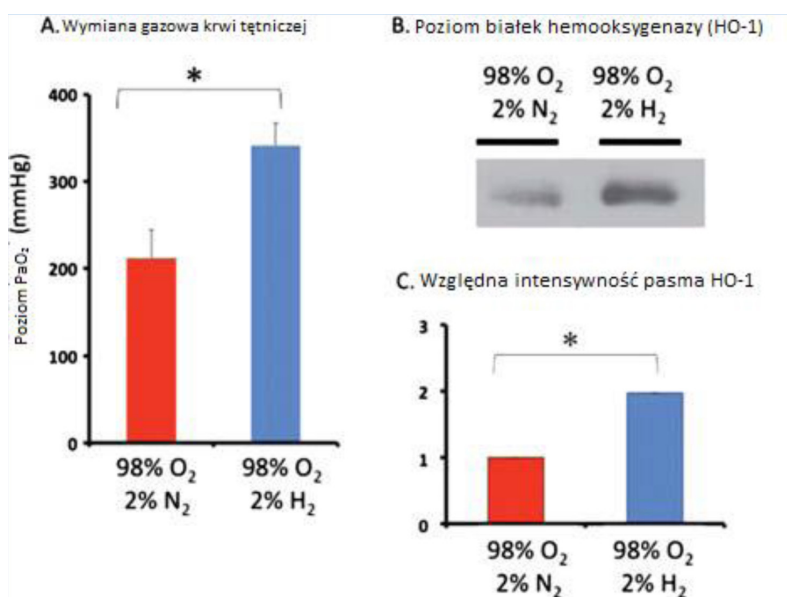


UKŁAD SERCOWO-NACZYNIOWY

W układzie sercowo-naczyniowym, są dowody na to, iż skuteczne wprowadzenie do ustroju wodoru zapewnia ochronę przeciwko urazowi reperfuzyjnemu mięśnia sercowego I/R, urazowi I/R wynikającemu z zimna po przeszczepie serca oraz rozwojowi miażdżycy. Uraz I/R po przeszczepie serca uznawany jest dziś za główny czynnik determinujący pierwotne odrzucenie przeszczepu oraz następowe przewlekłe odrzucania, może również przyspieszyć późniejszy rozwój choroby wieńcowej w przeszczepie. Nakao i inni wykorzystali szczurzy model synergicznej heterotopowej transplantacji serca przy 6 godz. i 8 godz. zimnym - hipotermicznym - niedokrwieniu i odkryli, że inhalacja wodorem (2%) skutecznie tłumi uraz zawałowy mięśnia sercowego.

PŁUCA

Dysproporcja pomiędzy wytwarzaniem reaktywnych form tlenu ROS i układem ochrony antyoksydacyjnej związana jest z pewnymi stanami patologicznymi płuc, jak zapalenie płuc, uraz płuc wywołany oddechowo (VILI) oraz ostry zespół zaburzeń oddychania. Hiperoksja w obecności wodoru 2% (98% O₂, 2% H₂) znacząco złagodziła hiperoksydacyjny uraz płuc. Co ciekawe, wodór zwiększył poziom oksygenazy hemu (HO-1) mRNA oraz białka HO-1 w tkance płuc z urazem, co oznacza, że efekty ochronne wodoru można osiągnąć za pośrednictwem indukcji HO-1 (Rycina 3).



MIAŻDŻYCA

Miażdżycy oraz powiązane z nią choroby sercowo-naczyniowe są wynikiem stanu zapalnego oraz stresu oksydacyjnego, charakteryzującego się gromadzeniem komórek zapalnych oraz produktów oksydacyjnych w krwinkach dotkniętych nimi. Doustne podawanie wody uzupełnionej wodorem (0,6mM) ad libitum przez 6 miesięcy zapobiegało rozwojowi miażdżycy u myszy bez apolipoproteiny E, po części dzięki jej właściwości ograniczającej szkodliwe skutki stresu oksydacyjnego w krwinkach tych myszy.



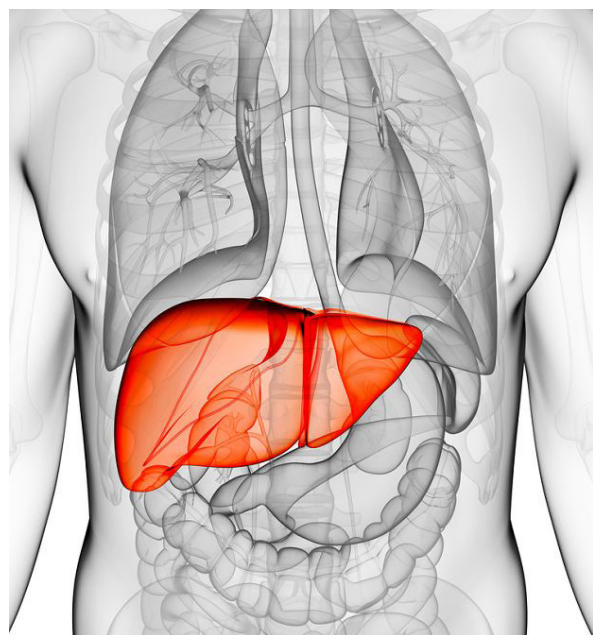
HYDRON

UKŁAD WYDALNICZY

NERKI

Cisplatyna jest silnym środkiem chemoterapeutycznym wykorzystywanym w leczeniu wielu nowotworów. Znaczną większość późnych niewydolności po przeszczepach nerek przypisać można przewlekłej nefropatii przeszczepu charakteryzującej się postępującym pogarszaniem się funkcjonowania nerek, wzrostem nadciśnienia nerkopochodnego i białkomoczem.

Doustne podawanie wody wodorowej zapobiega przewlekłej nefropatii przeszczepu. Woda wodorowa usprawniła funkcjonowanie przeszczepu, spowolniła postęp choroby, zredukowała uraz oksydacyjny oraz produkcję mediatora zapalnego, zwiększając tym samym ogólną przeżywalność.



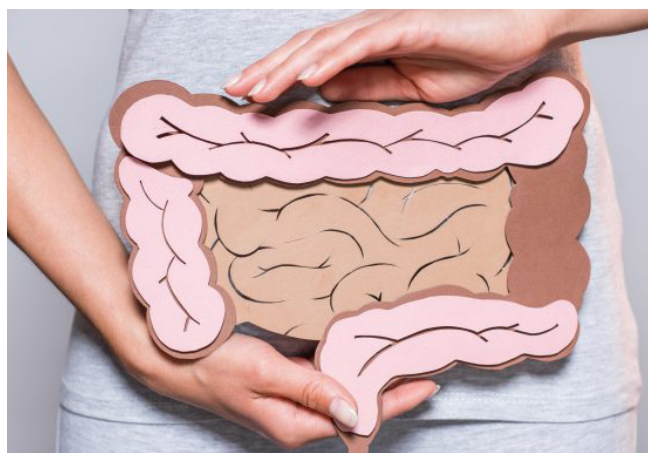
WĄTROBA

Systematyczne leczenie antybiotyczne może zniszczyć ochronne bakterie komensalne w jelitach żywiciela, co w końcu doprowadzi do zredukowanego stężenia H₂ w wątrobie. Kajiya i inni odkryli, że H₂ uwalniany przez bakterie jelitowe może złagodzić zapalenie wątroby wywołane Konkanawaliną A.

Żółtaczka obturacyjna jest zagrażającym życiu stanem, któremu towarzyszy endotoksemia, ogólnoustrojowa reakcja zapalna, uraz wątroby, a nawet niewydolność wielu organów. Leczenie wodorem znacznie zmniejszyło aktywność aminotransferazy alaninowej aminotransferazę asparaginianową, oraz zmian histopatologicznych, w tym martwicy hepatocytów. Co więcej, wodór znacznie zwiększył aktywność enzymów antyoksydacyjnych (dysmutazy ponadtlenkowej i katalazy).

JELITA

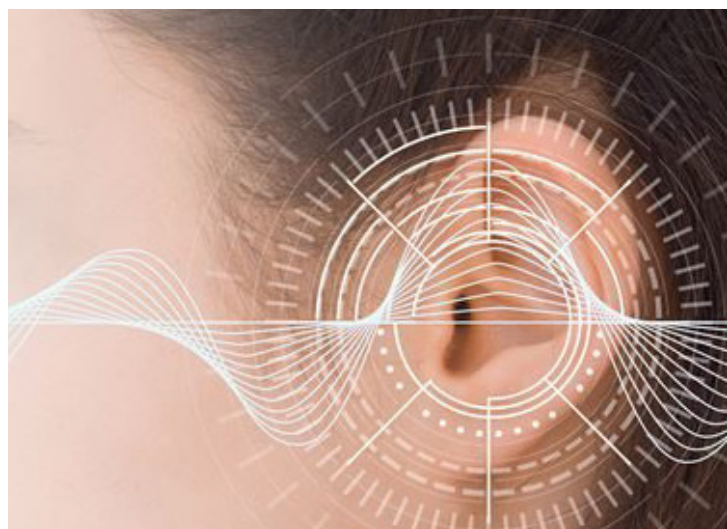
Uraz niedokrwiennie reperfuzyjny (I/R) jelita często pojawia się w różnych warunkach klinicznych, w tym podczas zabiegu chirurgicznego np. tętniaka aorty brzusznej, zamknięcia tętnicy kręzkowej, krążenia pozaustrojowego, uduszenia jelit, wstrząsu krwotocznego martwiczego zapalenia jelit. Buchholz i inni na szczurzym modelu przeszczepu jelita cienkiego wykazali, że potraktowanie zwierzęcia wodorem znacząco łagodzi uraz jelit wywołane transplantacją, w tym łagodzi erozję śluzówki i podział bariery śluzowej jelit wykrytym za pomocą badania histopatologicznego.



HYDRON

OCZY

Przemijający wzrost ciśnienia wewnątrz gałkowego, jak ostra jaskra z zamkniętym kątem oraz zamknięcie tętnicy siatkówki, doprowadza do urazu niedokrwiennego siatkówki I/R i może spowodować martwicę oraz apoptozę komórek siatkówki oka prowadzącą do znacznej redukcji grubości wielu warstw siatkówki [66]. Oharazawa i inni przygotowali krople do oczu nasycone H₂ (0,8 mM, pH 7,2), Odkryto, że wodór w kroplach natychmiastowo przenikał ciało szkliste i prowadził do zwiększonej koncentracji H₂ w ciele szklistym skutecznie chroniąc siatkówkę przed urazem IR poprzez wychwytywanie rodników hydroksylowych i wywierał ochronny wpływ poprzez miejscowe stosowanie roztworu H₂.

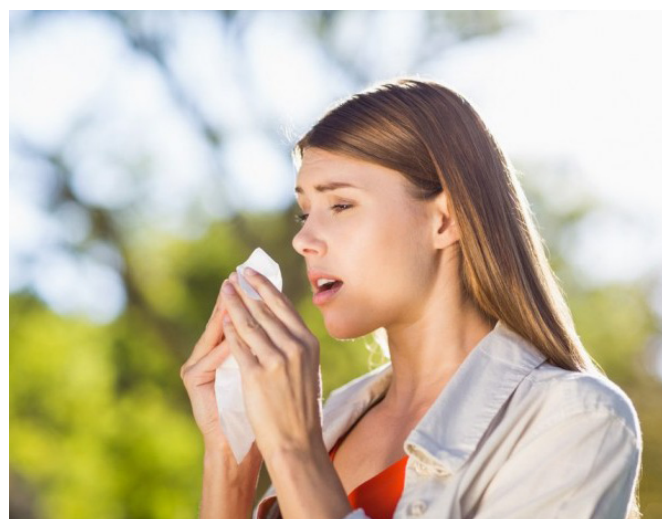


SŁUCH

ROS mogą prowadzić do urazu niedokrwiennego w komórkach w narządzie spiralnym, w ślimaku oraz do odbiorczego ubytku słuchu. Kikkawa i inni wykorzystali antymycynę A, inhibitor mitochondrialnego kompleksu łańcucha oddechowego III in vivo generując ototoksycyzość poprzez ROS in situ odkryli, że nasycona wodorem pożywka z wysokimi stężeniami bezpośrednio rozpuszczonego wodoru ($1,3 \pm 0,1 \text{ mg/l}$) w znacznym stopniu obniżała ROS, szczególnie produkcję komórkowych rodników hydroksylowych i peroksydację lipidów w nabłonku słuchowym, jak i prowadziła do zwiększenia przeżywalności komórek włosów.

REAKCJE ALERGICZNE

Itoh i inni zademonstrowali, że picie wody bogatej w wodór (0,9mM) może złagodzić reakcję alergiczną typu natychmiastowego hamując fosforylację lub powiązaną z FcεRI i jej odgórnymi molekułami sygnałowymi, co z kolei hamuje aktywność oksydazy NADPH i redukuje generację nadtlenu wodoru (H₂O₂-). Wskazuje to na fakt, iż korzystne właściwości wodoru nie wynikają jedynie z jego aktywności wychwytywania, lecz także z modulowania specyficznej gazowej ścieżki sygnałowej.



HYDRON

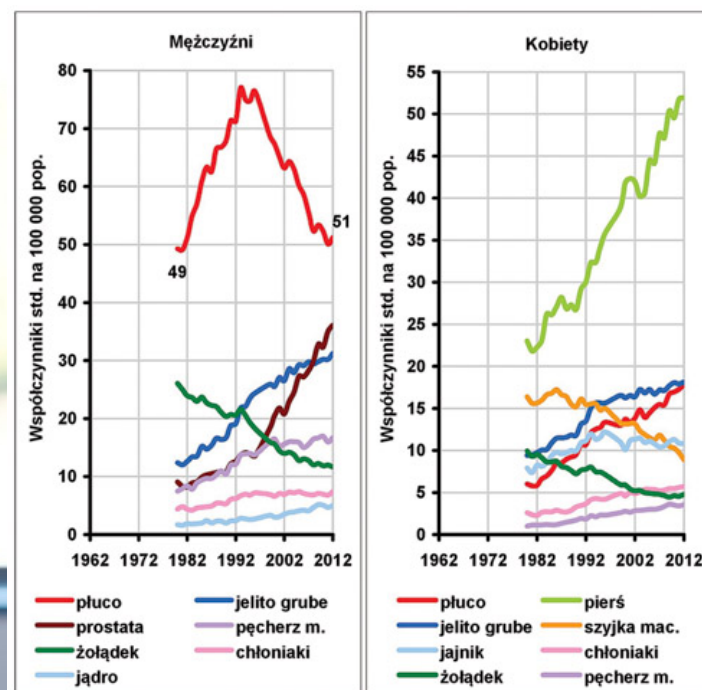
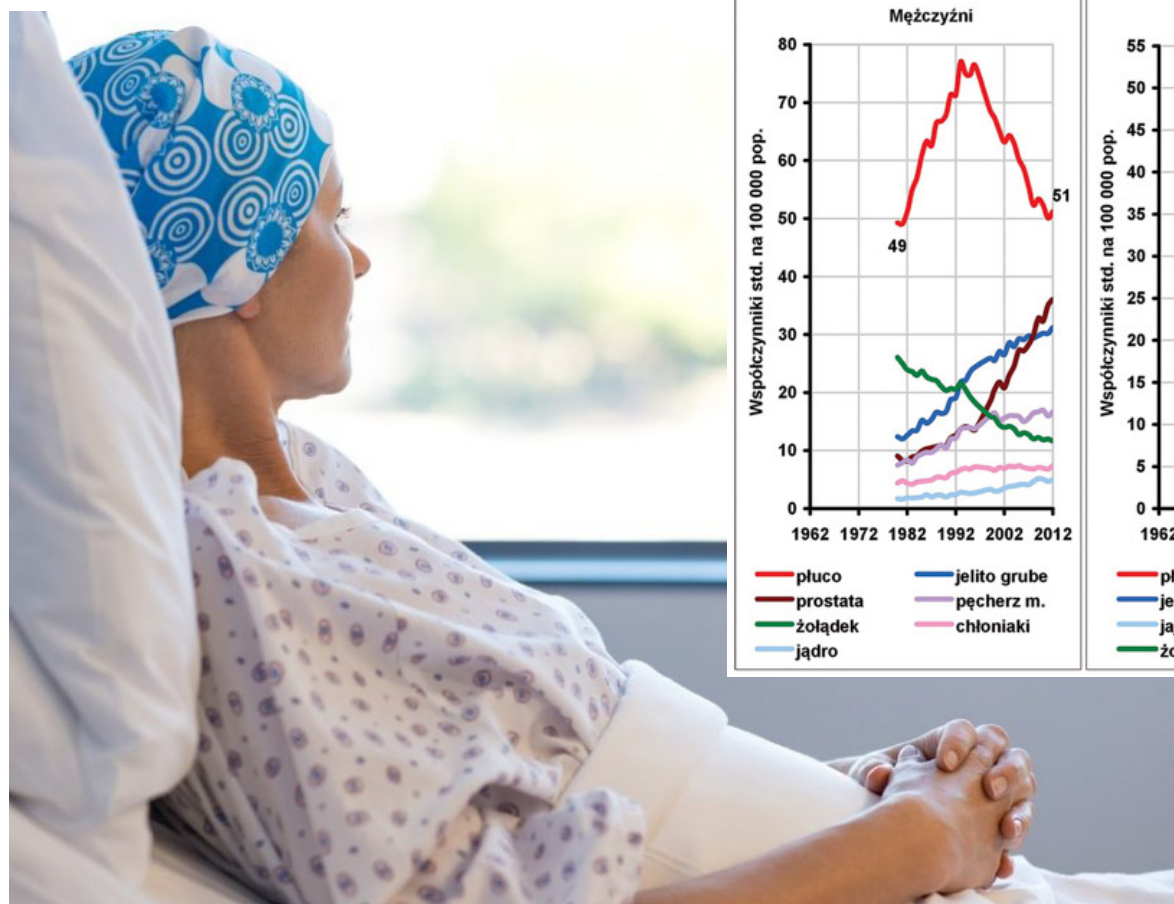
NOWOTWORY

Coraz więcej badań pozwoliło odkryć, że ludzkie komórki nowotworowe są w stanie produkować znacznie więcej ROS, niż nietransformowane linie komórkowe, co sprzyja dalszej onkogenezie i potencjalnie zwiększa proliferację komórek, syntezę DNA, angiogenezę, inwazję i przerzuty odległe.

W roku 1975, Dole i inni zauważyli, że hiperbaryczna terapia wodorowa może zredukować rozmiar nowotworów skóry w porównaniu z grupą kontrolną. Saitoh i inni odkryli, że woda bogata w wodór uzupełniona o nanokoloidy platyny, poprzez swą aktywność antyoksydacyjną, szybciej działała przeciwutleniająco i preferencyjnie hamowała klonalny wzrost ludzkich komórek raka języka w porównaniu z komórkami zdrowymi.

EFEKTY RADIO-OCZRONNE

Chociaż radioterapia jest klinicznie powszechnie stosowana w formie terapii przeciwnowotworowej lub w formie paliatywnej leczenia pewnych typów raka, wystawienie na działanie promieniowania jonizującego może doprowadzić do uszkodzeń komórek śródbłonna i apoptozy w przewodzie żołądkowo-jelitowym i układzie krwiotwórczym. Qian i inni odkryli, że potraktowanie komórek hodowli tkankowej za pomocą pożywki bogatej w wodór przed napromieniowaniem może znacznie opóźnić zniszczenie ludzkich limfocytów wywołane promieniowaniem (AHH-1), apoptozę komórek i zwiększyć ich żywotność in vitro. Ostry zespół radiacyjny powodowany jest uszkodzeniami tkanek organów poprzez nadmierne wystawienie na działanie promieniowania jonizującego. Ogólnie przyjęło się, że promieniowanie jonizujące wchodzi w interakcję z cząsteczkami wody w organizmie i powstają z niej różne aktywne wolne rodniki, z których aż ponad połowa to rodniki hydroksylowe. Ponieważ gazowy wodór jest w stanie selektywnie wychwytywać rodniki hydroksylowe, Liu i inni zaproponowali, iż gazowy wodór, zwłaszcza w formie wody z wodorem, może pełnić obiecującą, kluczową rolę jako nowy czynnik radioochronny w medycynie zapobiegawczej.



HYDRON

INFEKCJE

Nadmierna produkcja ROS i zredukowany antyoksydacyjny system ochronny odgrywają ważną rolę w patogenezie zakażenia i posocznicy [76]. W 2001, Gharib i inni [19] odkryli, że oddychanie atmosferą wodorową wywiera ogromny wpływ przeciwzapalny na myszy z przewlekłym urazem wątroby powiązaniem z schistosomatozą, na co wskazywało mniejsze zwłóknienie, usprawniona heodynamika, zwiększona aktywność syntezy tlenu azotu II, zwiększona aktywność enzymów antyoksydacyjnych, zmniejszony poziom nadtlenu lipidowego oraz zmniejszony poziom krążenia TNF- α . Xie i inni [13], w roku 2009, zademonstrowali także, że leczenie gazowym wodorem łagodzi posocnicę flory mieszanej i urazy organów wywołane posocnicą u myszy dzięki zdolności gazowego wodoru do redukcji poziomu pola grupy wysokiej mobilności 1 (HMGB1) w surowicy i tkance.



METABOLIZM

Zespół metaboliczny charakteryzuje się kardiometabolicznymi czynnikami ryzyka, do których zaliczyć można otyłość, insulinooporność, nadciśnienie tętnicze i dyslipidemię; wiąże się to z podwyższonym ryzykiem rozwinięcia choroby układu krążenia i cukrzycy typu II; i wciąż jest poważnym problemem w Stanach Zjednoczonych. Ostatnio doniesiono, że stres oksydacyjny odgrywa kluczową rolę w patogenezie zespołu metabolicznego. Przeprowadzono kilka badań wykazujących ochronne efekty wodoru względem zaburzeń metabolicznych. Picie wody wodorem doprowadziło do znaczącego klinicznie zredukowania poziomu kilku biomarkerów stresu oksydacyjnego, łącznie z utlenioną lipoproteiną o małej gęstości (LDL), cholesterolem w osoczu i 8-izoprostanów w moczu, jak również do poprawy metabolizmu glukozy u pacjentów w cukrzycy typu II. Badanie pilotażowe przeprowadzone w Kanadzie zademonstrowało, że woda bogata w wodór produkowana poprzez wprowadzenie metalicznego magnezu do wody pitnej także okazała się skuteczna w łagodzeniu stresu oksydacyjnego u ludzi z potencjalnym zespołem metabolicznym.

Co więcej, uczestnicy badań wykazali 8% wzrost cholesterolu-lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL) i 13% spadku całkowitego cholesterolu/cholesterolu-HDL ze stanu bazowego do tygodnia 4. Dlatego też picie wody bogatej w wodór stanowi potencjalnie nową strategię terapeutyczną i zapobiegawczą w odpowiedzi na zespół metaboliczny.



HYDRON

NIEPOŻĄDANE SKUTKI TERAPII WODOROWEJ

Aby dostarczyć dowodów na bezpieczeństwo wodoru rozpuszczonego w wodzi (0,45–0,57 mM), Saitoh i inni ocenili ewentualne niepożądane efekty wodoru rozpuszczonego w wodzie, w tym mutagenność, genotoksyczność *in vivo* i podprzewlekłą toksyczność w modelu szczurzym. (20 ml/kg/dzień przez 28 dni drogą infuzji dożołądkowej). Wystąpiło kilka statystycznie istotnych zmian w hematologii (np. ilość bazofili u samic szczurów) oraz parametrach klinicznych chemii (np. zmniejszona aminotransferaza asparaginianowa oraz aminotransferaza alaninowa u samców szczurów). Niemniej jednak, zmian tych nie uznano za biologicznie istotne, ponieważ różnice były nieznaczne, pojawiały się tylko u jednej z płci oraz zachodziły w normalnych zakresach klinicznych. Znaczny wzrost wagi bezwzględnej śledziony zauważono u samic w grupie leczonej wodą z wodorem, lecz stosunek wagowy śledziony względem ciała nie zmienił się i nie zaobserwowano również znaczących zmian w badaniu histopatologicznym lub sekcji zwłok.

U ludzi zaobserwowano podobne kliniczne parametry chemii, w tym spadek aminotransferazy asparaginianowej i aminotransferazy alaninowej oraz wzrost gammaglutamylotransferazy i bilirubiny całkowitej w grupie otrzymującej wodę pitną uzupełnioną wodorem. Wszystkie te parametry pozostały w akceptowalnym zakresie klinicznym.

Co więcej, sześć zdarzeń niepożądanych, które spotkały czworo ludzi (20,0%) ocenił badacz i stwierdził, że mogą być powiązane z wystawieniem na działanie wodoru. Te niepożądane efekty to m.in. luźne stolce (u trzech z 20 osób), zwiększenie częstotliwości oddawania stolca (u jednej osoby), zgaga (u jednej osoby) i bóle głowy (u jednej osoby).



HYDRON

HYDRON

PRZYSZŁE KIERUNKI BADAŃ

Koncepcja używania wodoru H₂ do celów terapeutycznych jest nową dziedziną badań. Dlatego posiadamy bardzo niewiele informacji na temat ścieżek i procesów regulowanych in vivo przez cząsteczkowy wodór. Biorąc po uwagę wszystkie zebrane już dane, korzystne efekty stosowania wodoru niewątpliwie spowodowane są, po części, ich właściwością wychwytywania rodników, choć bezpośrednio wychwytywanie wolnych rodników przez wodór należałoby jeszcze dokładniej zbadać. Jednak jedynie właściwość wychwytywania ROS raczej nie jest jedynym wyjaśnieniem działania klinicznego i należy spodziewać się występowania też innych mechanizmów biologicznych wodoru zwłaszcza jako cząsteczki sygnalizacyjnej. Przyszłe badania niezbędne są do wyjaśnienia szczegółowych mechanizmów działania wodoru jako cząsteczki biologicznej. Na podstawie wyników badań podstawowych, odpowiednio zaplanowane, wielkoskalowe i perspektywiczne badania kliniczne są pilnie uzasadnione, by zoptymalizować dawki, określenia czasowe i metody podawania. Co więcej, dogłębniejsze zrozumienie farmakokinetyki, biologii i toksyczności wodoru z pewnością pomoże nam skorzystać z potencjału ochronnego gazowego wodoru przed szerokim, powszechnym zastosowaniem klinicznym.

STRESZCZENIE

Leczenie wodorem jest obiecującą potencjalną opcją terapeutyczną w leczeniu różnorodnych chorób. Inhalacja gazowego wodoru w formie terapii chorobowej od niedawna cieszy się zainteresowaniem. Choć wymagane są dalsze badania, wodór może wywrzeć ogromny wpływ jako nowe i innowacyjne narzędzia terapeutyczne, mogące sprostać niezaspokojonym potrzebom medycznym, które sprawiają obecnie poważne problemy zdrowotne.



Puricom
POLAND



HYDRON