



# 氫分子醫學研究及 氫水的保健功效

日本國立琉球大學醫學部系統生理學講座

梁運飛

日本亞健康研究所 所長

柯彬

## 摘要

氫是自然界中分佈最廣、提供電子能力最強的原子，具有最大的負氧化還原電位，因而擁有最強大的還原功效-即抗氧化作用。同時，氫是自然界中最小的原子，可以通過被動滲透或氫泵的主動轉移到達全身各個部位，選擇性中和（還原）存在於體內的致病性活性氧與其他自由基團。因此，近十年來以日本為主的各國研究者對氫分子做了大量的基礎和臨床醫學研究。動物實驗表明：吸入氫分子氣體能抑制缺血再灌流時由於產生大量的羥基自由基而引起的大腦、心臟、肝臟等器官的損害。並能減輕小腸移植後的功能障礙。氫分子溶液滴眼能抑制缺血再灌流後的視網膜損害。靜脈注射含有飽和氫分子的生理鹽水能抑制心臟、小腸及腎臟的損害。動物飲用氫分子水能改善應激反應所致的認知機能低下、藥物性多巴胺神經細胞變性以及氯氫鉍性腎損害等。臨床研究表明：飲用氫分子水能抑製糖尿病患者的低密度脂蛋白和氧化應激反應、改善腦梗塞患者以及帕金森氏症患者的臨床症狀。腎透析液中加入氫分子能改善患者血壓。另外，人體皮膚細胞的離體實驗表明：氫分子水可以提高受到紫外線照射的皮膚細

胞的膠原生成率、抑制紫外線照射所引起的皮膚細胞的細胞核萎縮與斷裂從而保護DNA以及抑制紫外線照射所引起的皮膚細胞內超氧陰離子的生成，從而降低活性氧自由基對細胞的損害。提示氫分子水可能具有保護皮膚細胞免受紫外線輻射損傷，抑制皺紋形成等皮膚保護和美容的作用。本文重點介紹氫水的保健功效。

關鍵詞：氫水，氫分子醫學，抗氧化作用，自由基

## 一、氫水及其特性

含有游離氫分子的水稱為氫水或氫分子水（日文為水素水；英文譯為Hydrogen Water）。氫水無色、無臭、無毒，是日本厚生勞動省認可的飲用水和食品添加劑。

氫分子水的主要指標為：1. 氫分子濃度（單位為ppm或ppb, 1ppm=1000ppb）。常溫（21度），常壓（1個大氣壓）下氫的水溶解飽和度為1.57mg/1升水=1.57ppm，即常溫常壓條件下的氫水的最大濃度為1.57ppm。由於氫分子的不穩定性，推薦飲用氫分子濃度>0.8ppm的氫水。通常把氫分子濃度>0.8ppm的氫水稱為富氫水（日文為高濃度水素水；英文為Hydrogen Rich Water）。2. 氫水氧化還原電位（Oxidation Reduction Potential；ORP：單位為mV）。ORP反映失去或獲得電子的能力。ORP越負越容易失去電子，還原能力越強，即抗氧化能力強。ORP越正越容易奪取電子，氧化能力越強，即氧化損傷力大。氫水的ORP通常在-400mV至-600mV之間。

由於水中的游離氫原子和氫分子很不穩定，易於揮發或和其他分子結合成別的化合物，例如： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ 等，因此：天然氫分子水幾乎不存在或氫分子濃度極低，不具保健功效。

## 二、氫水的製作

目前主要通過電解或金屬離子還原法製作氫水，具體有以下

### 三種方法：

1. 單純電解法。將水分子電離為游離的氫原子和氧原子，游離氫原子通過共用電子對結合成氫分子。由於氫原子和氫分子的不穩定性，通電結束後氫原子和氫分子極易與氧原子和氧分子再結合生成水，因此水中氫分子濃度較低，且維持時間較短。
2. 電解低溫放電法。將水分子電離為游離的氫原子和氧原子後，再通過低溫放電將氧原子結合成臭氧（ $O_3$ ）。臭氧是極易揮發的氣體，由於臭氧的揮發，得以保持水中的氫原子和氫分子在較高的濃度。
3. 鎂還原法。鎂在熱水中通過熱能可生成游離氫和氫氧化鎂（ $Mg^{2+}+2H_2O \rightarrow g^{2+}+OH^-+H_2$ ； $Mg^{2+}+OH^- \rightarrow Mg(OH)_2$ ）。由於此反應是鎂給水提供了電子而生成氫，故也稱還原水。鎂還原法製作氫水的缺點是，1)有大量氫氧化鎂沉澱（氫氧化鎂不溶於水）；2)氫生成的化學反應非常容易受到水質的影響（水中所含的礦物質等）；3)鎂棒會發生進行性劣化，以致生成的氫濃度持續下降；4)生成速度慢，生成的氫極易揮發。

### 三、氫分子醫學研究史

氫的醫學實驗始於讓動物吸入氫氣後觀察其病理生理變化。1975年美國研究者<sup>[1]</sup>讓小鼠吸入含97.5%的氫和2.5%的氧的混合氣體後，觀察到小鼠扁平上皮癌腫塊縮小。2001年另一研究者<sup>[2]</sup>將寄生蟲性肝炎小鼠置於含有0.7MPa氫氣的8氣壓的氣艙後，觀察到肝臟炎症得以控制。但是由於這些實驗的方法太複雜，因此並沒有引起研究者們的廣泛注意。自從氫分子水問世以及日本大田成男教授<sup>[3]</sup>於2007年在美国醫學雜誌“Nature Medicine”上發表了第一篇關於氫分子水醫學研究論文以來，以日本大學及研究機構為主的各國基礎和臨床研究者已經對氫分子醫學進行了大量的研究，共發表了數百篇研究論文，初步了解了氫分子的醫學功效和

機制，形成了一門新興的學科。目前，僅日本就有40多所大學和研究機構進行有關氫分子水的醫學觀察與研究。

氫分子醫學研究的方法主要包括氫氣吸入、含氫溶液注射和氫水飲用。例如，吸入氫分子氣體能抑制缺血再灌注時引起的大腦、心臟、肝臟等器官的損害；靜脈注射含有飽和氫分子的生理鹽水能抑制心臟、小腸及腎臟的損害；飲用氫分子水能改善應激性認知機能障礙、抑製藥物性多巴胺神經細胞變性以及氯氫鉍性腎損害等。由於飲用氫水俱有非常可靠的安全性和操作簡便性，目前多採用這種方法進行基礎和臨床研究。

#### 四、氫水的作用機制

由於氫是自然界中最小、提供電子的能力最強的原子、具有最大的負氧化還原電位，因而擁有最強大的還原功效（抗氧化作用）。研究表明，氫可以通過被動滲透或氫泵的主動轉移到達全身各個部位，選擇性清除存在於體內的致病性活性氧自由基（Reactive Oxygen Radicals, ROS），這是氫分子的基本醫療保健機制<sup>[4]</sup>。

含有不穩定氧原子（活性氧原子）的自由基稱為活性氧自由基。體內的活性氧自由基主要有氧化磷酸化過程中由於呼吸鏈中的泛-細胞色素C還原酶複合物的電子漏而產生的超氧陰離子（ $O_2^{\cdot-}$ ）及其衍生物單線態氧（ $^1O_2$ ）、過氧化氫（ $H_2O_2$ ）和羥基自由基（ $\cdot OH$ ）。物理因素：射線照射（紫外線等）、高溫、過量運動、霧霾（ $pm_{2.5}$ ）等，化學因素：食品氧化、吸煙、藥物毒性、化學異物刺激等，精神心理因素：應激反應、失眠、生氣、抑鬱等，以及疾病因素等，都能影響線粒體呼吸鏈功能，增加超氧陰離子的生成，或直接作用於含氧基團產生活性氧自由基。

在體內的活性氧自由基中，羥基自由基佔95%以上。羥基自由基的化學性質極為活潑，幾乎可以與所有的生物分子、有機物

或無機物發生各種不同類型的化學反應。其氧化還原電位為2.80 V，遠遠大於氧分子1.23 V，具有極強的奪取電子的能力（氧化能力），是目前所知活性氧自由基中對生物體毒性最強、危害最大的一種自由基。活性氧自由基對機體的主要損傷為：1)使脂質過氧化而破壞細胞膜，亞細胞器膜與核膜；2)與蛋白質巰基或色氨酸殘基反應，引起蛋白質分子聚合和交聯，導致蛋白質功能或酶活性喪失；3)直接攻擊嘌呤與嘧啶基，或通過脂質過氧化物破壞核酸結構、導致DNA變異。因此，活性氧自由基被稱為萬病之源，是人體衰老和疾病的主要原因。研究表明，90%以上的疾病起因或發展與活性氧自由基的過氧化作用有密切的關係。

生理情況下，細胞內存在的抗氧化物質可以及時清除自由基，使自由基的生成與降解處於動態平衡；對機體並無有害影響。病理或老化情況下，由於活性氧自由基生成過多或機體抗氧化能力不足，可引發脂質過氧化反應損傷細胞膜，促使細胞死亡。氫水可向機體提供氫分子並通過簡單的還原反應（ $H_2 + \cdot OH \rightarrow H_2O + H^+$ ）消除體內的活性氧自由基。

## 五、氫水的醫療保健功效

在動物實驗研究方面，氫氣吸入、氫溶液注射和氫水飲用的大量實驗已經證明了氫分子能抑制缺血再灌流時引起的大腦、心臟、肝臟等全身器官的損害。由於缺血再灌流時引起的器官損害主要由此過程中大量產生的羥基自由基所致，因此，這些實驗結果認證了氫分子在機體內具有清除自由基的抗氧化功效。同時動物實驗也表明了氫分子具有抑制腫瘤生長和抗炎的作用。

臨床的觀察和研究主要通過採用飲用氫水的方法實施。大量臨床的觀察和研究表明，飲用氫水能有效改善下列疾病的病情和症狀：疲勞、糖尿病、血栓形成、動脈硬化、腦中風、腦梗塞、心肌梗死、高脂血症、特應性皮炎、過敏性疾病（哮喘等）、免疫疾病（類風濕性關節炎等）、代謝綜合徵、癡呆症、阿爾茨海

默氏病、肌肉疾病（肌肉萎縮症等）、神經系統病症（帕金森氏病等）、肝臟疾病、腸道疾病、胰腺疾病、呼吸系統疾病、新生兒及兒童疾病、兒科病、眼病、牙周炎、白內障、應激誘發的胃潰瘍以及放射性損害等。例如，每天飲用氫分子水能抑製糖尿病患者的低密度脂蛋白和氧化應激反應。帕金森氏症患者每日飲用1升氫水，一年後患者臨床症狀獲得了顯著性改善。

美容保健方面的研究表明，①氫分子水可以提高受到紫外線照射的人皮膚成纖維細胞的膠原生成率。實驗中發現所生成膠原優先分佈在細胞核的周圍，以保護核膜不受損壞，從而保護DNA；②氫分子水可以抑制受到紫外線照射的人皮膚角質形成細胞的細胞核萎縮與斷裂，具有直接保護DNA的作用；③氫分子水可以抑制受到紫外線照射的人皮膚成纖維細胞的超氧陰離子（ $O_2^{\cdot-}$ ）的生成，從而降低活性氧自由基對細胞的損害。上述結果提示氫水可能具有保護皮膚細胞免受紫外線輻射損傷，抑制皺紋形成等皮膚保護和美容的功效。此外，日本亞健康研究所的初步觀察發現，飲用氫水半年後被觀察者的體內年齡均呈下降趨勢。

參考文獻：

- [1]Dole M et al. Hyperbaric hydrogen therapy: a possible treatment for cancer. *Science* 190:152-154, 1975.
- [2]Gharib B et al. Anti-inflammatory properties of molecular hydrogen: investigation on parasite-induced liver inflammation. *C R Acad Sci III*. 324:719-724, 2001.
- [3]Ohsawa I et al. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals. *Nat Med*. 13(6):688-94, 2007.
- [4]Ohsawa I. Molecular hydrogen medicine: current status and future challenges. *基礎老化研究*.35(1):1-7, 2011.

通信作者：梁運飛

日本國立琉球大學醫學部系統生理學講座助理教授-醫學博士

〒903-0215 日本沖繩県西原町字上原207

電子郵件：liang@med.u-ryukyu.ac.jp