引用元 URL：　https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38197349/
学術雑誌/掲載年：　Indian Journal of Dental Research/ 2023
研究施設/国：　慶北大学/韓国

Effects of Hydrogen-rich Water on Cariogenic Bacteria

虫歯菌に対する水素の効果

（10 秒で読めるまとめ）

虫歯菌に対する水素の効果を調べるため、プレート内で培養した虫歯菌を、電解水素水または水道水に 1 分間さらして分析した結果、水素により虫歯菌の成長が著しく抑制され、歯垢の形成が効果的に抑制されることがわかった。

（1 分で読めるまとめ）

◆結論

水素は、虫歯菌の成長を抑制する。

◆ポイント

- 抗菌マウスウォッシュ等は、歯を磨くのが難しい人や複雑な矯正装置を使用している人々にとって有効な補助手段であるが、長期使用には様々な悪影響が伴うため、毒性がなく、かつ、効果的な口腔ケアの特定が待たれる。
- プレートで培養した虫歯菌（S. mutans、S. sobrinus）を、電解水素水または水道水に 1 分間さらし、細菌数の増殖、歯垢形成、歯垢形成の原因遺伝子の発現を分析した。
- 水素群では、コロニー形成（細菌の成長）と歯垢形成が、明らかに減少した。
- 水素により、歯垢形成の原因遺伝子（gtfB、gtfC、gtfI、gbpC、dblB）の発現が低下することも確認された。

（原文と翻訳）

Abstract

Context: Some kinds of electrolysed water have been reported to exhibit antioxidant and bactericidal activity. However, studies on the effect of electrolysed hydrogen-rich water (EHW) with a neutral pH on cariogenic bacteria are limited.

【背景】一部の電解水は抗酸化作用と殺菌作用を示すと報告されているが、中性 pH の電解水素水（EHW）が齲蝕性細菌に与える影響の研究は限られている。

Aim: This study aimed to evaluate the feasibility of using EHW as a mouthwash by examining its various effects on cariogenic bacteria.

【目的】う蝕性細菌に対する電解水素水のさまざまな効果を調査することで、口腔洗浄液としての電解水素水の可能性を評価すること。

Materials and methods: To test the bactericidal and anti-biofilm formation effects of EHW on Streptococcus mutans and Streptococcus sobrinus, bacterial growth curves, colony-forming unit (CFU) counts, and crystal violet staining of biofilms were examined after exposing the bacterial pellets to EHW or tap water as a control for one minute. In addition, the expressions of glucosyltransferase and glucan-binding proteins encoding genes were examined using real-time PCR.

【材料と方法】Streptococcus mutans と Streptococcus sobrinus に対する電解水素水の殺菌・抗バイオフィルム形成効果を試験するために、細菌の増殖曲線、コロニー形成単位（CFU）数、バイオフィルムの結晶バイオレット染色が、細菌のペレットを電解水素水または水道水（対照群）に 1 分間曝露した後に調査された。さらに、グルコシルトランスフェラーゼとグルカン結合タンパク質をコードする遺伝子発現は、リアルタイム PCR を使用して調査された。

Results: Bacterial growth and biofilm formation were inhibited, and the number of CFUs was significantly reduced in the EHW group compared to the control group. The expression of genes encoding glucosyltransferases (gtfB, gtfC, and gtfI) and glucan-binding proteins (gbpC and dblB) were also decreased in the EHW group compared to the control.

【結果】電解水素水群では、対照群と比較して細菌増殖とバイオフィルム形成が抑制され、CFU 数も有意に減少した。また、電解水素水群では、グルコシルトランスフェラーゼをコードする遺伝子（gtfB、gtfC、gtfI）とグルカン結合タンパク質をコードする遺伝子（gbpC、dblB）の発現も、対照群と比較して減少した。

Conclusion: Exposing cariogenic bacteria to EHW at neutral pH for one minute can effectively inhibit bacterial growth and biofilm formation in vitro, suggesting that EHW is a promising mouthwash.

【結論】in vitro においてう蝕性細菌を中性 pH の電解水素水に 1 分間曝露することで、細菌増殖とバイオフィルム形成を効果的に抑制でき、これは電解水素水が、有望な口腔洗浄液である可能性を示唆している。

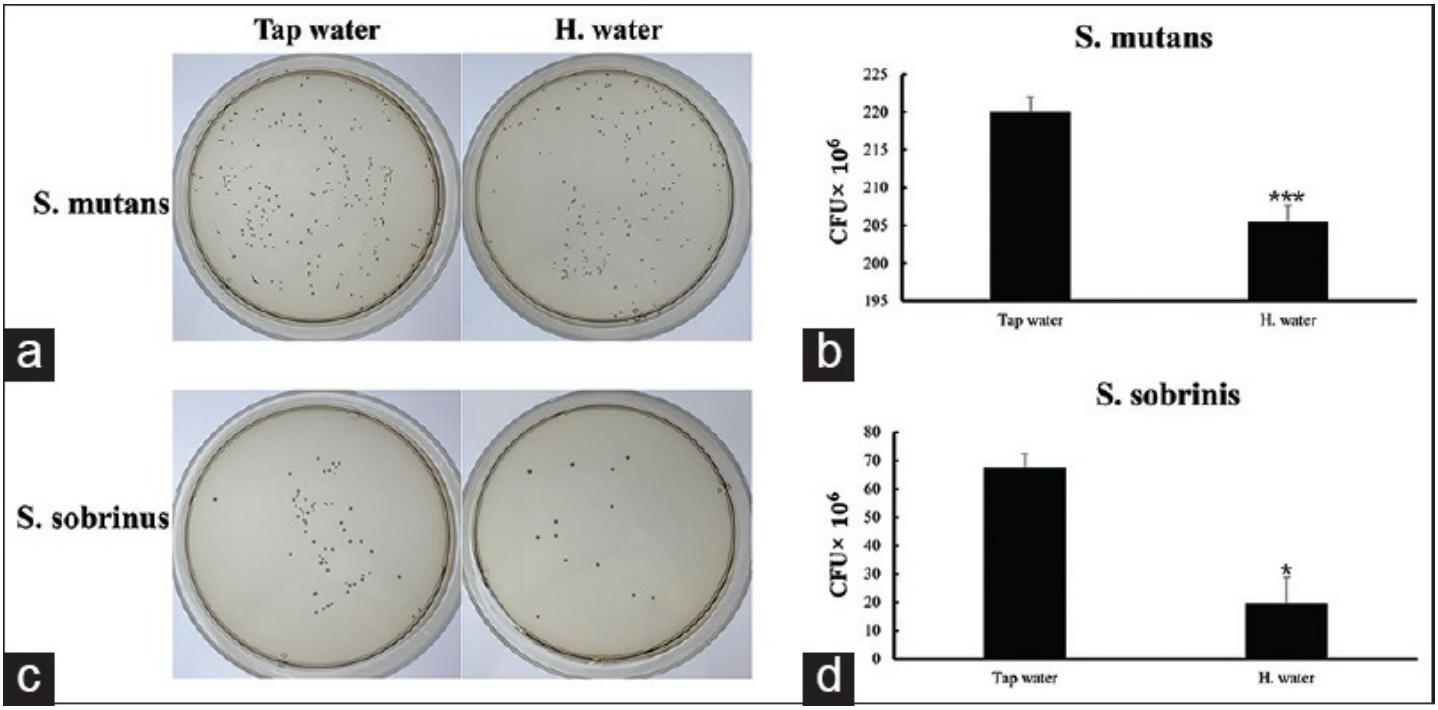
Keywords: Cariogenic bacteria う蝕性細菌; electrolysed water 電解水; hydrogen-rich water 水素水; mouthwash 口腔洗浄; oral biofilm 口腔バイオフィルム.

Conflict of interest statement: None　【利益相反】なし

虫歯菌（S. mutans と S. sobrinus）の増殖

(a, c) 電解水素水または水道水に 1 分間曝露後、1%のショ糖 BHI に浸され、希釈され、BHI 寒天培地に 48 時間塗布された結果

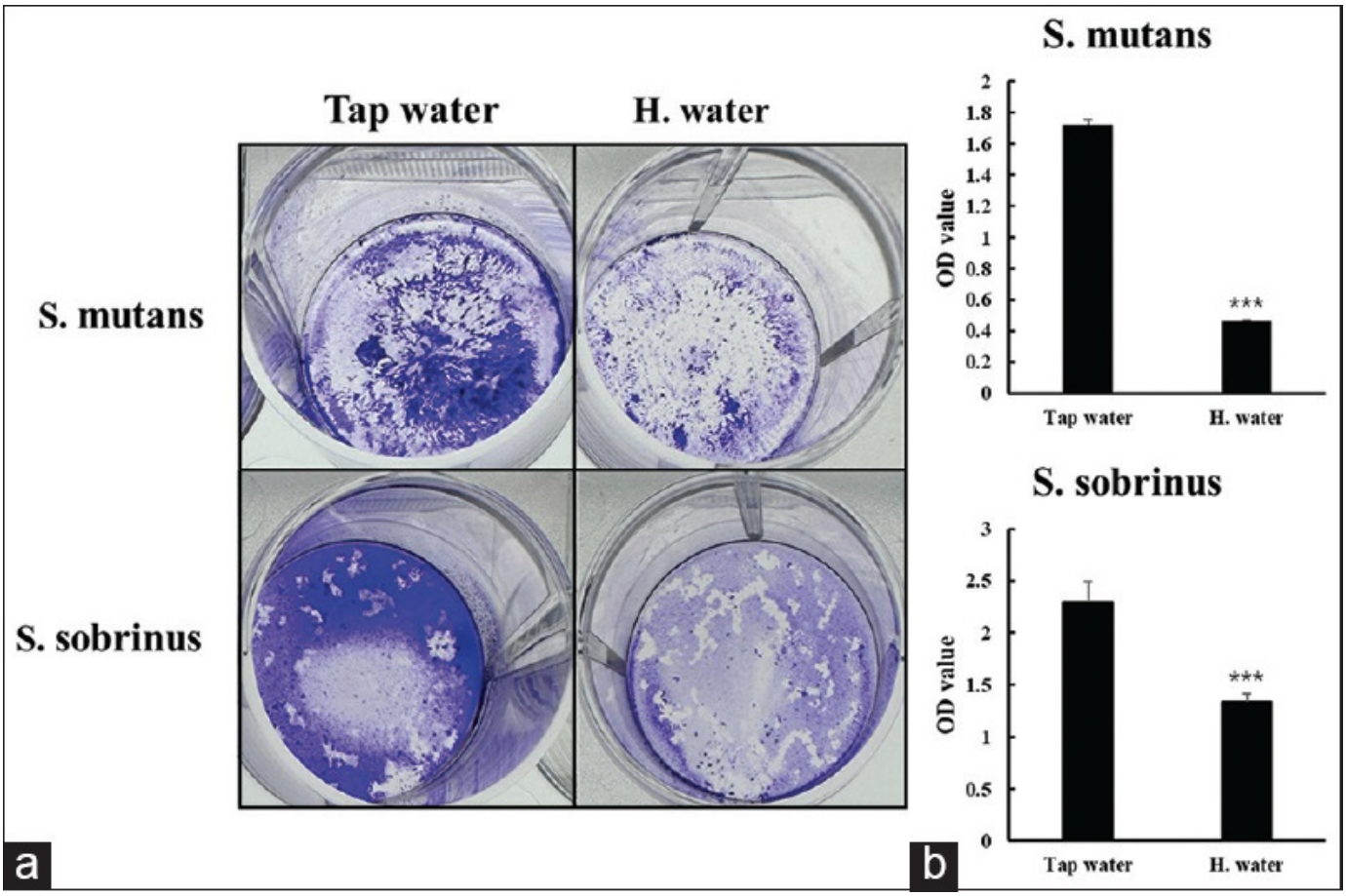
(b, d) コロニー形成（CFU）カウントの結果



S. mutans と S. sobrinus のバイオフィルム（歯垢）形成

(a) S. mutans と S. sobrinus を電解水素水または水道水で処理し、無菌の唾液でコーティングされた 12 ウェルプレートで 48 時間培養した。上清液は捨て、0.2%のクリスタルバイオレットが塗布された。

(b)脱色後、吸光度 600 nm で測定



英語	日本語	説明
cariogenic bacteria	齲(う)蝕性細菌	歯のう蝕（むし歯）を引き起こす細菌のこと。主に歯垢中に存在し、砂糖などの炭水化物を代謝して酸を生成し歯を溶かし、むし歯にする。
Streptococcus mutans	ストレプトコッカス・ミュータンス	口腔内に存在する虫歯菌（ミュータンス菌）。虫歯・歯周病の主要な病原体。粘着性のグルカンを多量に作り、ツルツルした歯の表面に粘着する。口腔内の歯垢中に豊富に見られ、糖分を代謝して酸を生成し、歯のエナメル質を脱灰（酸で溶かす）させることでむし歯を引き起こす。
Streptococcus sobrinus	ストレプトコッカス・ソブリヌス	口腔内に存在するう蝕性細菌（虫歯菌）。歯周病の主要な病原体。ミュータンスと同様に酸を産生して歯の脱灰を引き起こす。特に子供の口腔内でよく見られる。
oral biofilm	口腔バイオフィルム	口腔内の表面に形成される微生物の集合体。歯垢（プラーク）の主要構成要素で、通常、細菌による食物の残りかすや炭水化物の代謝で形成される。
bacterial growth curves	細菌増殖曲線	細菌の増殖を時間とともに追跡するグラフ。
colony-forming unit (CFU) counts	コロニー形成単位数	培地上で培養した微生物が成長したコロニー（集団）数を数えたもの。表面の生きている微生物の数で、微生物の生存能力を評価する指標となる。
glucosyltransferase	グルコシルトランスフェラーゼ（糖転移酵素）	むし歯菌（ミュータンス菌）が産生する酵素。炭水化物の一種グルコースを他の分子に転送する。口腔内の細菌により産生され、砂糖を利用して歯の表面にむし歯の原因となる粘着性のポリサッカライド（デンプンやグルコースの重合体）を生成する。
gtfB、gtfC、gtfI	gtfB、gtfC、gtfI	虫歯菌がコードするグルコシルトランスフェラーゼの遺伝子。これらの遺伝子は、歯垢内の糖質をグルカン（ネバネバした物質）に変換し、歯の表面に歯垢やバイオフィルムを形成する。
glucan-binding proteins	グルカン結合タンパク質	バイオフィルム形成などで重要な役割を果たす細菌表面のタンパク質。グルコースなどの糖分子から構成される多糖類（グルカン）に結合し、これによって細菌が歯の表面に付着し、バイオフィルムを形成する。
gbpC	グルカン結合タンパク質 C 遺伝子	グルカン結合タンパク質関連遺伝子。細菌の表面に存在する特定のタンパク質の遺伝子をコードし、細菌が歯の表面に粘り付くのを助け、バイオフィルムの形成を促進する。
dblB	デキストラン結合レクチン B 遺伝子	グルカン結合タンパク質関連遺伝子。細菌の表面に存在する特定のタンパク質の遺伝子をコードし、細菌が二糖類や他の糖質に結合する能力を持つ。
crystal violet staining	クリスタルバイオレット染色	生物学や微生物学の分野で使用される染色法。細胞の核や細胞壁などの構造が色づくため、バイオフィルム（微生物の集合体）や細胞集団などの構造が、顕微鏡下で視覚的に観察できるようになる。
real-time PCR	リアルタイム PCR	DNA または RNA の特定の断片を増幅し、同時にリアルタイムで反応の進行をモニタリングする手法。
in vitro	in vitro	「試験管内」の意味で、人工的に行われる試験のこと。本研究では、培養された虫歯菌を、電解水素水または水道水にさらした。
	培地	微生物や生物組織の培養において、培養対象に生育環境を提供するもの。
	ウェルプレート	実験で使用される細胞培養用のプレート（ガラスやプラスチック）。ウェルと呼ばれる透明な多数のくぼみがついており、細胞の接着性や増殖性が高められている。
electrolysed hydrogen-rich water (EHW)	電解水素水	水が電気分解される過程で、水素ガスが生成され、溶存水素分子が豊富に含まれた水のこと。
neutral pH	中性 pH	pH（溶液の酸性または塩基性を示す尺度）は 0（最も酸性）から 14（最も塩基性）の範囲を持ち中性は pH 7。本研究では、電解水素水が pH7 に近い中性であった。
mouthwash	口腔洗浄液	うがい液のこと。口腔衛生のために使用される液体製品。