

引用元 URL	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36423772/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36423772/</a>
学術雑誌/掲載年	Genomics /2022
研究施設/国	天津市環境運動医学研究所 /中国

## Hydrogen improves exercise endurance in rats by promoting mitochondrial biogenesis

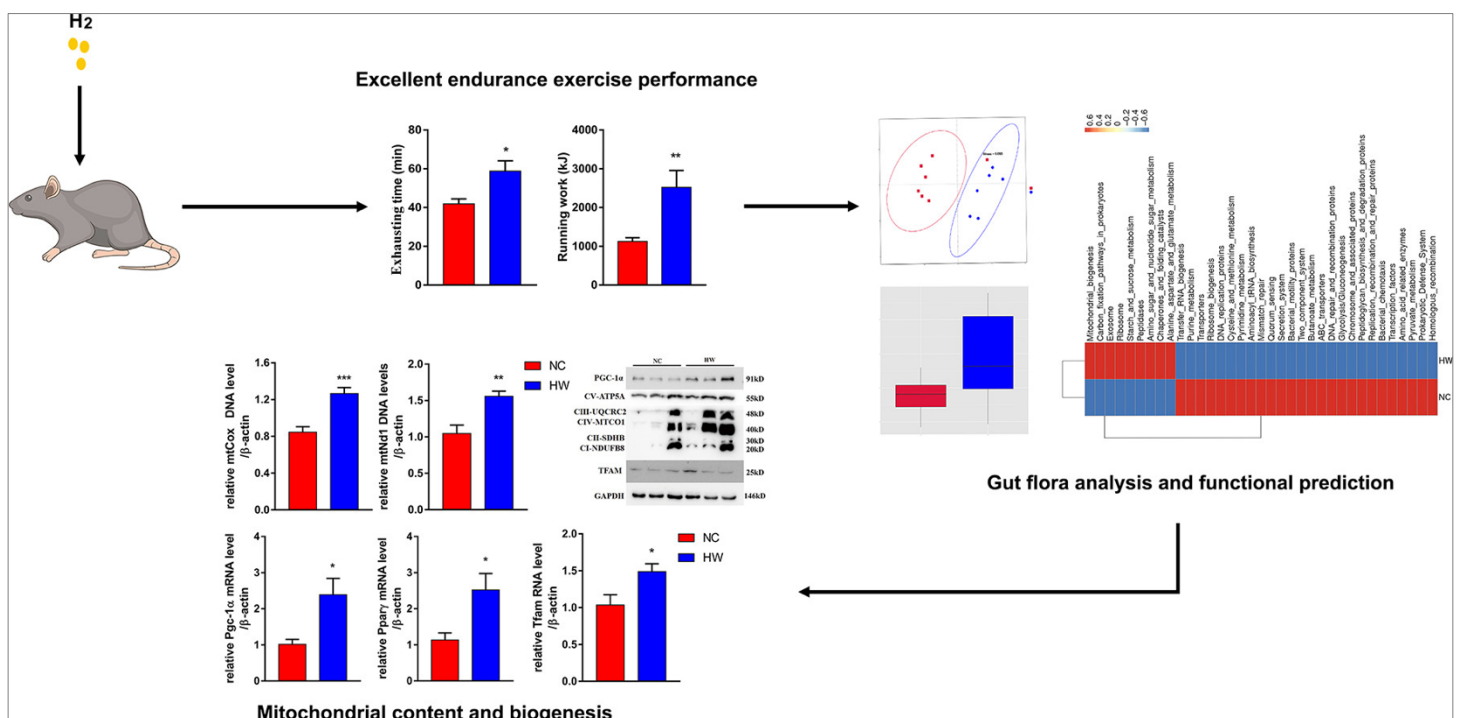
### 水素の抗疲労効果

#### 10秒で読めるまとめ

ラットに水素水を飲ませながら持久力トレーニングをさせた結果、水素がミトコンドリアの増殖を促進し、エネルギー利用を効率化させ、腸内微生物叢の分布を改善することで、疲労耐性と持久運動パフォーマンスを向上させることが明らかになった。

#### 1分で読めるポイント

- ラットを用いて、水素が持久運動パフォーマンスに及ぼす影響を検証した。
- 水素水を飲んだ群（14日間1日2回経口投与）では、腸内細菌の分布と多様性が改善し、持久限界までの運動時間が顕著に延長した（対照の純水を飲んだ群より55%長く走った）。
- 水素は、ミトコンドリアの増量や機能改善を行うタンパク質と遺伝子を著しく活性化させた。
- 水素は、骨格筋のグルコース代謝リプログラミングを効果的に調節した（筋肉の糖利用の促進）。



**Abstract** (原文と翻訳)

**Background:** Previous studies have shown that hydrogen water has antioxidant and anti-inflammatory effects on exercise-induced fatigue; however, its molecular mechanism remains unclear.

【背景】過去の研究では、水素水が運動誘発性疲労に対する抗酸化作用と抗炎症作用を有することが示されているが、その分子メカニズムは不明である。

**Methods:** Adult male Sprague-Dawley rats were randomly divided into a pure water drinking group (NC) and a hydrogen water drinking group (HW) (n = 7), and 2-week treadmill training was used to establish a sports model. Gut bacterial community profiling was performed using 16S rRNA gene sequencing analysis. The expression levels of mitochondrial energy metabolism-related genes and the levels of sugar metabolites and enzymes were measured.

【方法】成熟した雄の Sprague-Dawley ラットを無作為に純水飲料群 (NC) と水素水飲料群 (HW) に分け、2 週間のトレッドミルトレーニングを行い、スポーツモデルを確立した (n=7)。16SrRNA 遺伝子シーケンス解析を用いて腸内細菌叢のプロファイリングをした。ミトコンドリアのエネルギー代謝関連遺伝子の発現レベルや糖代謝物質と酵素の値を測定した。

**Results:** The exercise tolerance of rats in the HW group significantly improved, and the distribution and diversity of intestinal microbes were altered. Hydrogen significantly upregulated genes related to mitochondrial biogenesis, possibly via the Ppar  $\gamma$ /Pgc-1  $\alpha$ /Tfam pathway. In addition, hydrogen effectively mediated the reprogramming of skeletal muscle glucose metabolism.

【結果】水素水群の運動耐性は著しく向上し、腸内微生物の分布と多様性が変化した。水素はミトコンドリア生成関連遺伝子を有意に上昇させ、おそらくこれは Ppar  $\gamma$ /Pgc-1  $\alpha$ /Tfam 経路を介している。さらに、水素は骨格筋グルコース代謝のリプログラミングを効果的に調節した。

**Conclusion:** Our findings establish a critical role for hydrogen in improving endurance exercise performance by promoting mitochondrial biogenesis via the Ppar  $\gamma$ /Pgc-1  $\alpha$ /Tfam pathway.

【結論】我々の研究結果は、水素が Ppar  $\gamma$ /Pgc-1  $\alpha$ /Tfam 経路を介してミトコンドリア生成を促進することで、持久力トレーニングのパフォーマンスを改善する重要な役割を果たすことを示している。

**Keywords:** Energy metabolism エネルギー代謝; Exercise endurance 運動耐性; Gut microbiota 腸内細菌叢; Hydrogen 水素; Mitochondrial biogenesis ミトコンドリア生成; Pgc-1  $\alpha$  Pgc-1  $\alpha$ .

Copyright © 2022 The Authors. Published by Elsevier Inc. All rights reserved.

**Conflict of interest statement:** Declaration of Competing Interest The authors declare that they have no competing interests. 【利益相反】なし

英語	日本語	説明
treadmill training	トレッドミルトレーニング	トレッドミル (大きなベルトの上で歩行や走行を模倣するための機械) と呼ばれる機械上で行われる有酸素運動。歩行またはランニングの動きを模倣する。
16SrRNA gene sequencing analysis	16SrRNA 遺伝子シーケンス解析	微生物が持つ 16S rRNA 遺伝子を増幅し次世代シーケンサーで解析することで、サンプルに含まれる細菌の種類や構成比率を解析する手法。微生物の同定や種の多様性の解析ができる。
Gut bacterial community	腸内細菌叢	腸管内に存在する共生微生物の集合体。豊富な代謝酵素をコードしており強力な代謝能力を持つ。ミトコンドリア機能の低下は、持久運動によって影響を受ける腸内細菌叢の変化と関連しており、腸内細菌叢の発酵生成物は、運動中の肝臓と骨格筋におけるエネルギー代謝を調節するために重要な役割をもつ。
mitochondrial energy metabolism-related genes	ミトコンドリアのエネルギー代謝関連遺伝子	ミトコンドリアにおけるエネルギー産生に関与する遺伝子。細胞内のエネルギー代謝や生存に重要な影響を与える。
sugar metabolites	糖代謝物質	糖代謝 (糖分子が細胞内で分解、合成、変換されるプロセス) に関連する化合物。
enzymes		化学反応を促進/制御するために生体内で働く触媒。通常、特定の基質 (反応物) に対して高い特異性を持ち、特定の条件下で特定の反応を速やかに進行させる。生命活動に不可欠。
skeletal muscle	骨格筋	一般に「筋肉」と呼ばれているもの。骨格に沿って関節をまたぐようについている筋肉のこと。
skeletal muscle glucose metabolism	骨格筋グルコース代謝	骨格筋におけるブドウ糖 (グルコース) の利用や代謝プロセスのこと。骨格筋は身体の筋肉の大部分を占めており、運動時にエネルギーを供給し、筋肉の収縮を可能にするために重要。
reprogramming	リプログラミング	あるシステムや機能の動作を変えること。この研究の「骨格筋のグルコース代謝のリプログラミング」とは、水素が筋肉の糖の利用方法をより効果的に調整したことを意味する。
Ppar $\gamma$ /Pgc-1 $\alpha$ /Tfam pathway	Ppar $\gamma$ /Pgc-1 $\alpha$ /Tfam 経路	細胞内でミトコンドリアの増殖や機能を調節する一連の分子経路。Ppar $\gamma$ (脂肪酸代謝や糖代謝の調節)、Pgc-1 $\alpha$ (新しいミトコンドリア形成の促進)、Tfam (ミトコンドリアの数と機能の調整) という 3 つの重要なタンパク質や転写因子によって、特に持久力運動や酸素代謝の調節がなされる。
Pgc-1 $\alpha$	転写共役因子 PGC-1 $\alpha$	ミトコンドリア生合成とエネルギー代謝を調節するタンパク質。運動や寒冷刺激などのストレス条件にさらされると発現が増加し、特に脂肪酸酸化やミトコンドリアの増殖と機能向上に関与する。
mitochondrial biogenesis	ミトコンドリア生成	細胞内でのミトコンドリア増殖の段階: 新しいミトコンドリア形成を促進する遺伝子発現が増加 → ミトコンドリアの形成や機能に関わるタンパク質を合成 → ミトコンドリアの形成開始 → 新しいミトコンドリアが細胞内の適切な位置に配置されエネルギー生産に参加する。