引用元 URL	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40623367/		
学術雑誌	Developmental Neuroscience	掲載年	2025
研究施設	香川大学医学部	研究国	日本
題名	**Six Hours of Hydrogen Gas Inhalation Has a Neuroprotective Effect Even in Piglets with Delayed Functional Recovery**		

1分で読める研究のポイント

出生直後の低酸素虚血性脳症に対する水素吸入の神経細胞保護効果

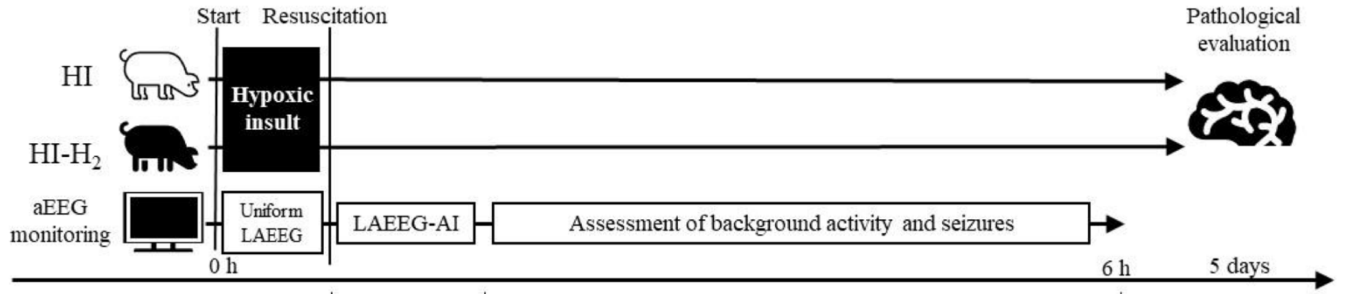
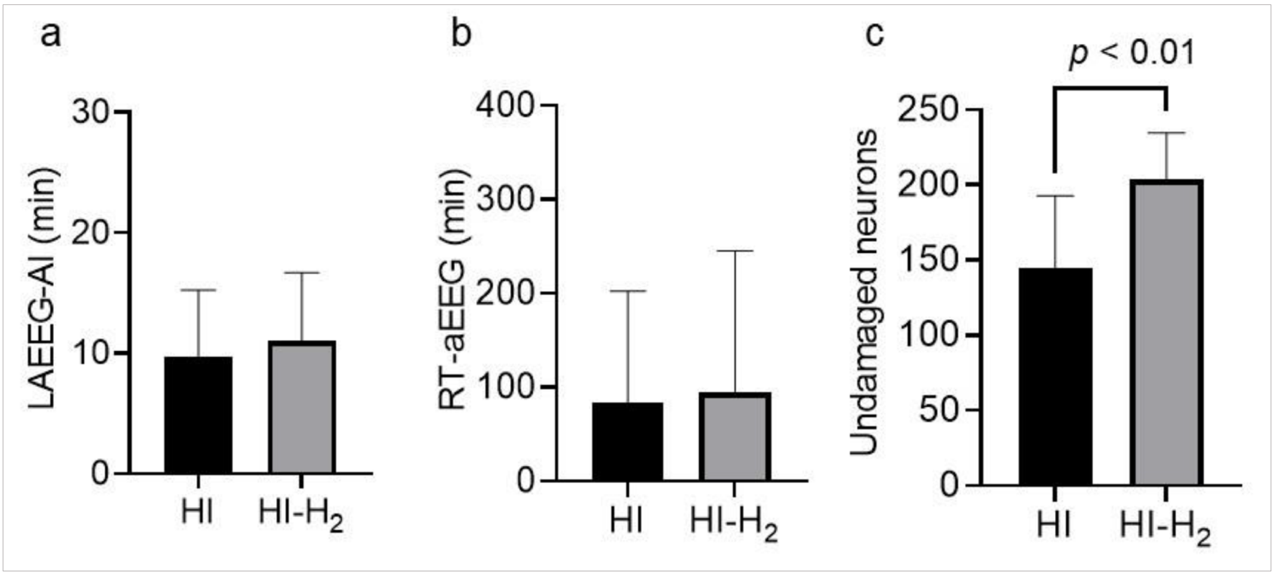
- 出生直後の低酸素性虚血性脳症に対する水素吸入の効果を、新生子豚モデルで検証した研究。
- 新生子豚を「低酸素虚血 群」と「低酸素虚血＋水素（蘇生直後の 6 時間、2.1〜2.7%水素吸入）群」の２群に分け、脳の回復レベルや損傷の程度を比較した。
- 脳波の回復速度（aEEG スコア）では両群に差はなかったが、水素群では健全なニューロン数が有意に多かった。
- 水素群では「脳波が回復していなくても、神経細胞の損傷は抑えられている」という、脳波に現れない保護効果があることが示された。

Abstract（原文と翻訳）

Introduction: Combined therapeutic hypothermia (TH) and 24-h hydrogen (H2) gas inhalation reduces seizure burden in piglets in the latent phase of hypoxic-ischemic (HI) injury versus TH alone. Nevertheless, the effects of H2 gas in the earliest phase following resuscitation were unclear.
【背景】低体温療法（TH）と 24 時間の水素ガス吸入の併用が、低酸素性虚血損傷の潜伏期におけるけいれん負荷を、TH 単独に比べて軽減させることが示されているが、蘇生後の最も初期の段階における H_2ガスの効果については明らかでない。
Methods: After HI insult, 17 piglets ≤ 24 h old were divided into a HI insult group (HI, n = 8) and a HI and H2 gas group (HI-H2, 2.1%-2.7% H2 gas, 6h, n=9). Time to recovery to a normal amplitude-integrated electroencephalogram background (RT-aEEG) was examined for 6h after HI insult and undamaged neurons were counted.
【方法】低酸素性虚血（HI）障害後、生後 24 時間以内の子豚 17 頭を、HI 障害群（n=8）と HI 障害＋水素ガス吸入群（2.1%〜2.7%水素ガス、6 時間、n=9）に分けた。HI 障害後 6 時間にわたり、正常な振幅統合脳波背景（RT-aEEG）への回復時間を観察し、損傷していない神経細胞の数を数えた。
Results: The duration of low-amplitude (<5 μV) EEG after insult was not different between the two groups. Undamaged neuron numbers were significantly higher in the HI-H2 group than in the HI group (p < 0.01), although RT-aEEG was not different.
【結果】HI 後の低振幅（<5μV）の EEG の持続時間には、2 群間で有意差は見られなかった。RT-aEEG に差はなかったものの、損傷していない神経細胞の数は HI-水素群で HI 群より有意に多かった（p < 0.01）。
Conclusions: Six hours of H2 gas inhalation initiated from resuscitation significantly increased the number of undamaged neurons compared to the untreated group, although there was no difference in RT-aEEG. Six hours of hydrogen gas inhalation exerts a neuroprotective effect even in piglets with delayed functional recovery.
【結論】蘇生時から開始した 6 時間の水素ガス吸入は、処置を受けなかった群と比較して、損傷していない神経細胞の数を有意に増加させた。RT-aEEG に差が見られなかったにもかかわらず、6 時間の水素ガス吸入は、機能回復が遅れた子豚においても神経保護効果を発揮する。

The Author(s). Published by S. Karger AG, Basel.

英語	日本名	説明
hypoxic-ischemic (HI)	低酸素性虚血	生時に脳が酸素不足（低酸素）と血流不足（虚血）にさらされること。神経細胞が損傷し、低酸素性虚血性脳症（HIE）の原因となる。
latent phase	潜伏期	HI 直後から始まる、一見回復しているように見える数時間の期間（通常 6 時間以内）。しかしこの間に見えない進行性の脳損傷が進むため、治療の「ゴールデンタイム」とされる。
seizure burden	けいれん負荷	一定時間内に観察されるけいれん（発作）の頻度や強度の総量。脳へのダメージの指標であり、少ないほど神経保護がうまく働いていることを示す。
therapeutic hypothermia (TH)	低体温療法	赤ちゃんの脳を 33.5～34.5°Cに冷却する治療法。神経細胞の代謝を抑え、酸化ストレスや炎症を軽減する。
RT-aEEG	RT-aEEG	振幅統合脳波（aEEG）が正常パターンに回復するまでの時間。脳の電気活動がどれだけ早く回復するかの指標。短いほど神経機能が早く戻っていることを意味する。
	振幅統合脳波（aEEG）	通常の脳波（EEG）を一定時間ごとの振幅範囲で圧縮・要約し、1 本のグラフで表示したもの。実時間で連続的に脳の電気活動の変化を追跡できる。
duration of low-amplitude (<5 μV) EEG	低振幅 EEG の持続時間	EEG（脳波）の信号が 5μV 未満の状態が続いた時間。脳の活動が極端に低いことを示し、神経機能の抑制や損傷の指標になる。



		Brain damage severity	Post-insult changes in aEEG								Outcome
			aEEG findings								
Group	Piglet ID	LAEEG-AI (min)	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	RT-aEEG (min)	Undamaged neurons
HI	1	3	FL	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	42	150
	2	5	FL	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	7	165
	3	5	FL	FL	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	36	165
	4	9	FL	CLV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	48	155
	5	10	FL	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	18	185
	6	11	FL	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	13	185
	7	17	FL	CLV	BS	BS	CNV	CNV	CNV	182	110
	8	18	FL	BS	SE	SE	SE	SE	SE	360	40
HI-H2	1	4	FL	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	18	160
	2	5	FL	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	20	230
	3	6	FL	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	13	170
	4	8	FL	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	13	205
	5	9	FL	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	12	215
	6	15	FL	CLV	BS	BS	SE	SE	SE	360	185
	7	17	FL	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	5	260
	8	17	FL	CLV	CNV	CNV	CNV	CNV	CNV	51	215
	9	18	FL	BS	BS	BS	SE	SE	SE	360	195