

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K08253

研究課題名(和文) 水素ガス吸入を用いた新規新生児蘇生法の開発

研究課題名(英文) New therapy for neonatal resuscitation using hydrogen gas

研究代表者

中村 信嗣 (NAKAMURA, SHINJI)

香川大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：30437686

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、短時間の水素ガス吸入の脳保護効果を検証するために、生後24時間以内の新生仔豚16頭にHI負荷施行し、蘇生後に無治療群とH<sub>2</sub> gas吸入群に分け、負荷後6時間で神経細胞数評価(KB染色)、aEEGでは、負荷終了後のLow Amplitude EEG(LAEEG:最大振幅値<5μV)終了から抑制脳波回復までの時間を脳波回復時間とした。神経細胞数は、軽症ではH<sub>2</sub>群がNT群に比して正常神経細胞数が多かった。脳波回復時間は、軽症ではH<sub>2</sub>群がNT群に比して有意に短かった。新生仔豚における短時間H<sub>2</sub>gasITは、軽症で正常神経細胞減少を抑止し、抑制脳波の回復を早くする。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果から、水素ガス吸入療法を新生児蘇生で用いることが、新生児低酸素性虚血性脳症の予後改善に寄与する可能性が示唆された。このように周産期領域における予後改善が期待できる本研究の治療法開発は、学術的また社会的にも大きな意義を持つことであると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, to verify the brain protective effect of short-term hydrogen gas inhalation, HI loading was performed on 16 neonatal piglets within 24 hours of birth, and after resuscitation, the piglets were divided into two groups: no treatment group and H<sub>2</sub> gas inhalation group. In aEEG, the EEG recovery time was defined as the time from the end of Low Amplitude EEG (LAEEG: maximum amplitude < 5 μV) to the end of suppression EEG recovery. The number of neurons in the H<sub>2</sub> group was higher than that in the NT group in mild cases. EEG recovery time was significantly shorter in the H<sub>2</sub> group than in the NT group in mild cases. Short-time H<sub>2</sub>gasIT in neonatal piglets suppresses normal neuron loss and speeds up suppression EEG recovery in mild cases.

研究分野：新生児

キーワード：水素ガス 低酸素性虚血性脳症 新生仔豚

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 研究成果報告書：水素ガス吸入を用いた新規新生児蘇生法の開発

#### 1. 研究開始当初の背景

新生児低酸素性虚血性脳症(HIE)は1000人に2,3例起こる、短期予後・長期的予後不良(脳性麻痺、発達遅滞、学習障害など)な疾患である。HIEの予後改善は、少子化が進む我が国にとって取り組むべき最重要課題の一つである。

出生前後は子宮内の低酸素下から急激に酸素分圧の高い子宮外へという人生で最も生体への酸素取り込みが劇的に増え、生理的、代謝的变化が起こる重要な期間である。生体内では、活性酸素種(ROS:  $\text{OH}\cdot$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{O}_2^-$ )を酵素反応やエネルギー産生などに利用すると同時に、これらROSに対する抗酸化防御機構が働く。しかし、何らかの原因(胎盤・臍帯、母体因子など)で低酸素虚血状態(仮死)に陥り、酸素投与が行われる状況になると、ROS生成と抗酸化のバランスは崩れ、様々なサイトカインやフリーラジカル産生が増加し、アポトーシスや細胞障害を引き起こす。このため、出生後の蘇生はHIEに対する最初の抗酸化治療による脳保護療法開始の重要な時期と考える。

新生児蘇生法ガイドラインでは、新生児仮死に対する生後6時間以内の高濃度酸素投与は、神経学的予後不良に大きく関係し、不必要な高濃度酸素の使用は控えることが望ましいとしている。しかしラットを用いた中等症脳障害モデルでは、21%に比して100%酸素投与における短期的・長期的予後が不良であった一方で、重症脳障害モデルでは、投与酸素濃度による脳障害の程度に差異はみられなかったと報告されている(Smit E, et al., Resuscitation 2015)。このように「重症度によって酸素による細胞障害の程度は異なる」可能性がある。

水素ガス吸入療法はヒドロキシラジカルスキャベンジャーとして抗酸化作用を持つ脳保護療法で、虚血再灌流障害でのアポトーシスが減少し、組織学的な改善を認めることが既に報告されている(Ohsawa et al., Nature 2007)。成人領域では脳梗塞で予後改善効果が報告され(Ono H, et al., J Stroke Cerebrovasc Dis. 2017)、酸素と併用しながらすぐに投与開始が可能である。

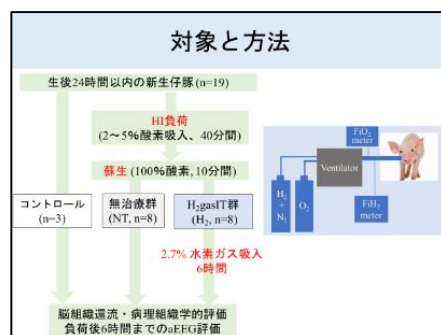
#### 2. 研究の目的

新生児豚仮死モデルを用いて、重症度別に低酸素虚血(HI)負荷後6時間の水素ガス吸入療法の脳保護効果について検証する

#### 3. 研究の方法

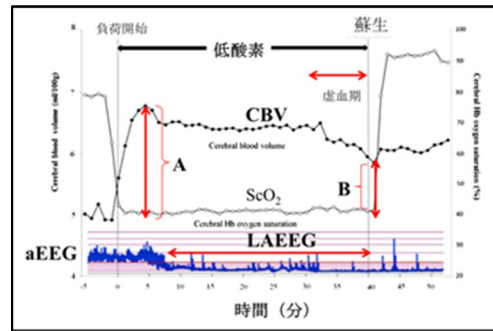
生後24時間以内の新生児豚16頭を対象として用いた。臍動静脈に動静脈ラインカテーテル留置し、それぞれ採血、血圧、心拍モニターの目的と、輸液ルートとして使用する。気管内挿管の後に人工呼吸管理を行う。

・生理学的指標：脳血液量CBV値とScO<sub>2</sub>(%)測定には、近赤外光時間分解測定方法 (TRS-21, Hamamatsu



Photonics K.K., Hamamatsu, Japan)を使用する。頭部矢状縫合に平行に 3cm 間隔で TRS の送光受光プローブを設置。光拡散方程式より oxyHb, deoxyHb の脳内絶対濃度、CBV、ScO<sub>2</sub> を算出する。動脈血酸素飽和度(SpO<sub>2</sub>)(%)、 amplitude integrated EEG(aEEG)を用いて脳の電氣的活動性をモニターする。

・低酸素虚血負荷：我々が以前より行ってきた低酸素負荷方法を用い、以下の通り行う (Brain Dev 2013)。右図は新生仔豚仮死モデルにおける、低酸素負荷中の CBV、ScO<sub>2</sub>、 aEEG の時間変化である。低酸素負荷の強度調節の指標として、導入は aEEG、蘇生のタイミングには CBV を用いて。低酸素導入期 (約 10 分間) 吸入酸素濃度を aEEG の振幅が 5 μV 未満



になる (low amplitude aEEG: LAEEG) まで低下させる。低酸素維持期 (20 分間): 次に LAEEG を 20 分間維持し、体循環管理を心拍数 130/分以上、平均血圧が負荷前の 60%以上となるように吸入酸素濃度を 1% 毎上下調節する。虚血期 (最後の 10 分間): 平均血圧が負荷前の 60%以下になるように吸入酸素濃度を調節するが、CBV が B/A<0.3 になる前に蘇生する。蘇生は 100% 酸素吸入を 10 分間施行した。

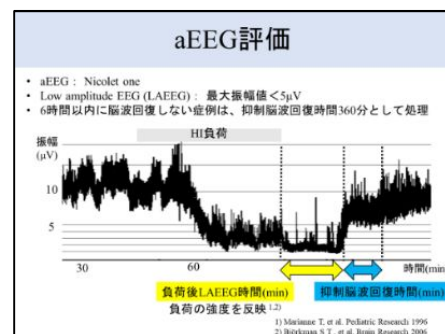
・蘇生後：無治療群 (NT:n=8), H<sub>2</sub> gas IT 群 (H<sub>2</sub>:n=8, H<sub>2</sub> 濃度:2.2-2.7%, 6 時間) に分けた。

・評価項目：負荷後 6 時間に脳組織還流を行い神経細胞数評価を、大脳皮質の内側・中間・外側の 3 つの部位において、神経細胞のコントラストが良好となる Kluber-Barrera 染色を行い、核小体や細胞質が明確にみられる正常神経細胞と、核が濃縮して紡錘形を示す異常神経細胞について、一視野あたりの数をカウントした。

### 病理組織評価

- 評価部位：大脳皮質 [内側(a)、中間(b)、外側(c)]
- Kluber-Barrera 染色を行い、神経細胞数評価
  - 正常神経細胞：核小体(+), 細胞質(+)
  - 異常神経細胞：核の濃縮、紡錘形

また、aEEG では、負荷終了後の Low Amplitude EEG (LAEEG: 最大振幅値 < 5 μV) 持続時間を負荷強度の指標とし (<20 分: 軽症、20 分 ≥: 重症)、LAEEG 終了から抑制脳波回復までの時間を脳波回復時間とした。振幅の上限が 10 μV 以上であるものが正常な脳波であるが、低酸素虚血負荷を行うと、脳波の振幅が徐々に抑制され、最大振幅が 5 μV 以下まで抑制されると Low amplitude EEG (LAEEG) となる (右図)。



低酸素虚血負荷を行うと、脳波の振幅が徐々に抑制され、最大振幅が 5 μV 以下まで抑制されると Low amplitude EEG (LAEEG) となる (右図)。低酸素虚血負荷を終了して蘇生を開始したあと、振幅上限が 5 μV を超えるのが LAEEG 終了の時点で、その後さらに振幅上限が 10 μV 以上となるのが正常脳波へ復帰するタイミングである。負荷を終了して蘇生を開始した後、LAEEG が終了するまでの時間を負荷後 LAEEG 時間と呼び、これは負荷の強度を反映する。

#### 4. 研究成果

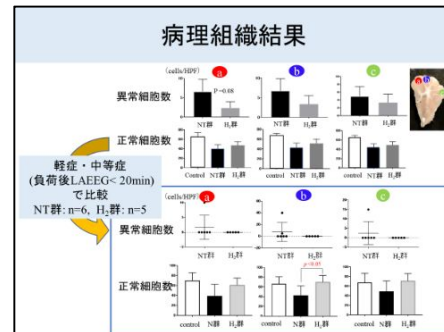
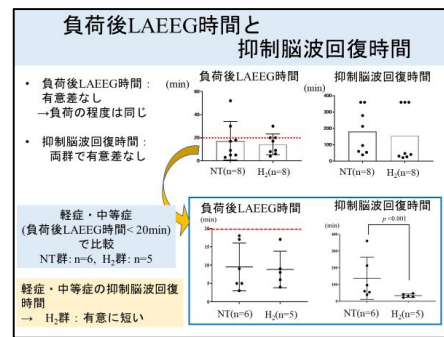
負荷の強度を示す負荷後 LAEEG 時間は、両群で有意差はなく、負荷の程度は同じであった。ま

た、抑制脳波回復時間も両群で有意差はみられなかった。負荷後 LAEEG 時間が 20 分未満の軽症・軽症、20 分以上を重症として分類すると、軽症:NT 群 6/8、H2 群 5/8、重症:NT 群 2/8、H2 群 3/8 であった。この軽症で比較すると、抑制脳波回復時間[mean (SEM)](分)は、H2 群では有意に短い結果だった [NT:137(52), H2:33.6(4.6)]。

神経細胞数は、異常細胞数は H2 群で有意に少ない箇所が示され、正常細胞数は、有意差はないものの H2 群で多い傾向がみられた。また、脳波と同様に軽症のみで比較してみると、正常細胞数についても H2 群で有意に多い箇所が認められた。

これらの結果より、軽症の H2 群では正常神経細胞数が保持できた結果、抑制脳波回復時間が短縮されたと考えられた。しかし、本研究では、この水素ガス吸入による脳保護効果のメカニズムを明らかにすることはできなかったが、低酸素虚血負荷後直後から分子状水素による抗酸化・抗炎症作用などの多面的作用が神経細胞に直接的、間接的に発揮されることにより、様々な経路を通じて正常神経細胞の傷害抑制に寄与したのではないかと推測した。

今後は、脳波だけではなく、脳循環酸素代謝変化や心機能などの他の生理的パラメーターにも着目し、更に水素ガスのもつ臓器保護効果を検証し、新生児低酸素性虚血性脳症における新規治療薬として臨床応用することを目指していく予定である。



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Mitsuie Tsutomu, Nakamura Shinji, Htun Yinmon, Nakao Yasuhiro, Arioka Makoto, Koyano Kosuke, Morimoto Aya, Wakabayashi Takayuki, Kuroda Yasuhiro, Kusaka Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Cerebral blood volume increment after resuscitation measured by near-infrared time-resolved spectroscopy can estimate degree of hypoxic/ischemic insult in newborn piglets	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13096
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-021-92586-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Morimoto Aya, Nakamura Shinji, Sugino Masashiro, Koyano Kosuke, Fuke Noriko, Arioka Makoto, Nakao Yasuhiro, Mizuo Ami, Matsubara Mari, Noguchi Yuta, Nishioka Katsufumi, Yokota Takayuki, Kato Ikuko, Konishi Yukihiko, Kondo Sonoko, Kunikata Jun, Iwase Takashi, Yasuda Saneyuki, Kusaka Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Cerebral hemodynamics during neonatal transition according to mode of delivery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19380
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-021-98932-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Wakabayashi Takayuki, Nakamura Shinji, Nakao Yasuhiro, Yamato Satoshi, Htun Yinmon, Mitsuie Tsutomu, Morimoto Aya, Arioka Makoto, Koyano Kosuke, Konishi Yukihiko, Miki Takanori, Ueno Masaki, Kusaka Takashi	4. 巻 64
2. 論文標題 Hypothermia cannot ameliorate renal fibrosis after asphyxia in the newborn piglet	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Pediatrics International	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ped.14961	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yamato Satoshi Hamano, Nakamura Shinji, Htun Yinmon, Nakamura Makoto, Jinnai Wataru, Nakao Yasuhiro, Mitsuie Tsutomu, Koyano Kosuke, Wakabayashi Takayuki, Morimoto Aya Hashimoto, Sugino Masashiro, Iwase Takashi, Kondo Sonoko Ijichi, Yasuda Saneyuki, Ueno Masaki, Miki Takanori, Kusaka Takashi	4. 巻 117
2. 論文標題 Intravenous Edaravone plus Therapeutic Hypothermia Offers Limited Neuroprotection in the Hypoxic-Ischaemic Newborn Piglet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neonatology	6. 最初と最後の頁 713 ~ 720
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1159/000511085	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Htun Yinmon, Nakamura Shinji, Kusaka Takashi	4. 巻 89
2. 論文標題 Hydrogen and therapeutic gases for neonatal hypoxic?ischemic encephalopathy: potential neuroprotective adjuncts in translational research	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pediatric Research	6. 最初と最後の頁 753 ~ 759
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41390-020-0998-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Morimoto Aya, Nakamura Shinji, Sugino Masashiro, Koyano Kosuke, Htun Yinmon, Arioka Makoto, Fuke Noriko, Mizuo Ami, Yokota Takayuki, Kato Ikuko, Konishi Yukihiko, Kondo Sonoko, Iwase Takashi, Yasuda Saneyuki, Kusaka Takashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Measurement of the Absolute Value of Cerebral Blood Volume and Optical Properties in Term Neonates Immediately after Birth Using Near-Infrared Time-Resolved Spectroscopy: A Preliminary Observation Study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 2172 ~ 2172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app9102172	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Okazaki Kaoru, Nakamura Shinji, Koyano Kosuke, Konishi Yukihiko, Kondo Masatoshi, Kusaka Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Neonatal asphyxia as an inflammatory disease: Reactive oxygen species and cytokines	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Pediatrics	6. 最初と最後の頁 1070743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fped.2023.1070743	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakamura Shinji, Nakao Yasuhiro, Htun Yinmon, Mitsuie Tsutomu, Koyano Kosuke, Morimoto Aya, Konishi Yukihiko, Arioka Makoto, Kondo Sonoko, Kato Ikuko, Ohta Ken-ichi, Yasuda Saneyuki, Miki Takanori, Ueno Masaki, Kusaka Takashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Impact of hydrogen gas inhalation during therapeutic hypothermia on cerebral hemodynamics and oxygenation in the asphyxiated piglet	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-28274-z	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakao Yasuhiro, Nakamura Shinji, Htun Yinmon, Mitsue Tsutomu, Koyano Kosuke, Ohta Kenichi, Konishi Yukihiro, Miki Takanori, Ueno Masaki, Kusaka Takashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Cerebral hemodynamic response during the resuscitation period after hypoxic-ischemic insult predicts brain injury on day 5 after insult in newborn piglets	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-16625-1	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 中村信嗣, 日下隆.
2. 発表標題 新生児脳を護る水素ガス吸入療法.
3. 学会等名 第25回日本脳低温療法・体温管理学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井上依里, 中村信嗣, 土屋冬威, 横田崇之, 中尾泰浩, 有岡誠, 森本絢, 小谷野耕佑, 安田真之, 日下隆.
2. 発表標題 新生仔豚モデルを用いた水素ガス短期間吸入の脳障害軽減効果についての検討
3. 学会等名 第58回日本周産期・新生児医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若林誉幸, 横田崇之, 中尾泰浩, 森本絢, 小谷野耕佑, 中村信嗣, 安田真之, 日下隆.
2. 発表標題 新生仔豚仮死モデルの腎皮質における低体温療法の病理組織学的影響.
3. 学会等名 第125回日本小児科学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村信嗣
2. 発表標題 これからのHIE治療 水素ガス吸入療法を中心に
3. 学会等名 第57回日本周産期新生児学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shinji Nakamura, Yinmon Htun, Yasuhiro Nakao, Tsutomu Mitsue, Kosuke Koyano, Kenichi Ohta, Aya Morimoto, Takayuki Wakabayashi, Ikuko Kato, Sonoko Kondo, Saneyuki Yasuda, Takanori Miki, Masaki Ueno Takashi Kusaka
2. 発表標題 New strategy of the neuroprotection for neonatal hypoxic ischemic encephalopathy using hydrogen gas ventilation
3. 学会等名 The 14th International Conference on Complex Medical Engineering (CME2020)（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中尾泰浩, Yinmon Htun, 光家努, 橋本絢, 中村信嗣, 日下隆.
2. 発表標題 低酸素虚血負荷直後超早期の脳血液量増加は負荷後5日目の病理組織学的脳障害を反映する.
3. 学会等名 020年度文部科学省新学術領域研究 先端モデル動物支援プラットフォーム 若手支援技術講習会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤健夫, 近藤園子, 中村信嗣, インモントウン, 小原英幹, 日下隆.
2. 発表標題 新生児上部消化管内視鏡検査が脳循環酸素代謝変化に与える影響.
3. 学会等名 第123回日本小児科学会学術集会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 中村 信嗣, 神内 済, トゥン インモン, 中尾 泰浩, 小谷野 耕佑, 安田 真之, 中村 信, 光家 努, 山戸 聡史, 有岡 誠, 日下 隆
2. 発表標題 低酸素虚血負荷後の低体温療法による脳循環抑制と神経学的予後の関係
3. 学会等名 第123回日本小児科学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 信嗣, トゥン インモン, 中尾 泰浩, 光家 努, 若林誉幸, 有岡 誠, 小谷野 耕佑, 安田 真之, 中村 信, 山戸 聡史, 日下 隆.
2. 発表標題 水素ガス吸入による虚血再灌流時の脳循環酸素代謝変化への影響
3. 学会等名 第123回日本小児科学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野口裕太, 森本 絢, 福家 典子, 横田 崇之, 西岡 克文, 有岡 誠, 中尾泰浩, 中村信嗣, 小谷野耕佑, 近藤園子, 安田真之, 日下隆.
2. 発表標題 出生直後の脳循環酸素代謝変化は分娩形式によって異なるか?
3. 学会等名 第123回日本小児科学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yinmon Htun, Shinji Nakamura, Tsutomu Mitssuie, Yasuhiro Nakao, Makoto Arioka, Aya Morimoto, Ikuko Kato, Sonoko Kondo, Yukihiko Konishi, Kosuke Koyano, Saneyuki Yasuda, Takashi Iwase, Takashi Kusaka.
2. 発表標題 Effect of hydrogen ventilation on aEEG findings in neonatal hypoxia-ischemia piglets.
3. 学会等名 第122回日本小児科学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takayuki Wakabayashi, Yinmon Htun, Tsutomu Mitsue, Takayuki Yokota, Nakao Yasuhiro, Kosuke Koyano, Shinji Nakamura, Saneyuki Yasuda, Takashi Kusaka.
2. 発表標題 THE HISTOPATHOLOGICAL EFFECT OF THERAPEUTIC HYPOTHERMIA ON THE KIDNEY OF HYPOXIC-ISCHEMIC NEWBORN PIGLETS.
3. 学会等名 15th congress of Asian Society for Pediatric Research(ASPR) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 信嗣
2. 発表標題 新生児低酸素性虚血性脳症に対する水素ガス吸入療法の脳保護効果 新生仔豚仮死モデルを用いた基礎研究から
3. 学会等名 第47回日本救急医学会総会・学術集会ランチョンセミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中尾泰浩, Yinmon Htun, 光家努, 橋本絢, 若林誉幸, 杉野政城, 中村信嗣, 小谷野耕佑, 近藤園子, 岩瀬孝志, 安田真之, 日下隆
2. 発表標題 新生児豚仮死モデルにおける蘇生後30分間の脳血液量変化と脳障害の関係 出生後早期の脳循環モニタリングで予後予測が可能か?
3. 学会等名 第64回日本新生児成育医学会・学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村信嗣, Yinmon Htun, 中尾泰浩, 光家努, 若林誉幸, 有岡誠, 森本絢, 小谷野耕佑, 小西行彦, 安田真之, 近藤園子, 福家典子, 日下隆
2. 発表標題 新生仔豚モデルを用いた水素ガス吸入療法の生体への影響及び使用上の安全性の検証
3. 学会等名 第64回日本新生児成育医学会・学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村信嗣, Yinmon Htun, 中尾泰浩, 光家努, 有岡誠, 森本絢, 小谷野耕佑, 安田真之, 近藤園子, 加藤育子, 岩瀬孝志, 日下隆.
2. 発表標題 水素ガス吸入療法は低酸素虚血後・低体温療法中の痙攣発症を軽減できるか? 新生仔豚仮死モデルを用いた基礎的検討
3. 学会等名 第64回日本新生児育成医学会・学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yinmon Htun, Shinji Nakamura, Yasuhiro Nakao, Tsutomu Mitsuie, Aya Morimoto, Ikuko Kato, Kosuke Koyano, Saneyuki Yasuda, Takashi Kusaka
2. 発表標題 Anti-oxidative potential of hydrogen ventilation in the cerebral cortex of hypoxic-ischemic piglets.
3. 学会等名 The 64th Japan Society for Neonatal Health and Development
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 日下隆、中村 信嗣	4. 発行年 2020年
2. 出版社 東京医学社	5. 総ページ数 8
3. 書名 近赤外分光法 (NIRS: near-infrared spectroscopy)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	安田 真之  (YASUDA SANEYUKI)  (00380155)	香川大学・医学部附属病院・准教授   (16201)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小谷野 耕佑 (KOYANO KOSUKE)  (20437685)	香川大学・医学部附属病院・講師  (16201)	
研究分担者	三木 崇範 (MIKI TAKANORI)  (30274294)	香川大学・医学部・教授  (16201)	
研究分担者	上野 正樹 (UENO MASAKI)  (30322267)	香川大学・医学部・教授  (16201)	
研究分担者	日下 隆 (KUSAKA TAKASHI)  (50274288)	香川大学・医学部・教授  (16201)	
研究分担者	太田 健一 (OTA KENICHI)  (50403720)	香川大学・医学部・助教  (16201)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関