

## 5. 考察

理論上、流入側のポンプと流出側のポンプの流量が完全に一致しているときを除いては、カフ内圧は増加傾向、または減少傾向が見られるはずである。したがって、今回の実験で30分間、カフ内圧を5kPa程度に制御できたのは、流入側のポンプと流出側のポンプの流量がほぼ一致していた為であると考えられる。カフ内圧を自動制御するには、カフ内圧を連続モニターし、ポンプ流速にフィードバックさせる制御が必要になると考えられる。

## 6. 結論

ポンプを2個使用し、カフの流入側と流出側に設置することで、循環流量を変化させることなく冷却カフ内圧を適正圧力に制御することが可能である。

## 7. 健康危険情報

なし

厚生労働科学研究補助金  
(基礎研究成果の臨床応用推進研究事業)

## 【分担研究報告書】

### 冷却カフ内の生理食塩水の温度制御

分担研究者 小林 武治  
(大研医器株式会社商品開発研究所 商品企画部 商品研究グループ グループ長)

#### 1. 研究要旨

臨床で本装置を使用する場合、患者の体温、環境の温度等によりカフ内の生理食塩水の温度が変化する。そのために、温度センサーにより温度をモニターしながらカフ内の生理食塩水の温度を制御しなければならない。

本研究では、院内用脳冷却装置に組み込む冷却源としてペルチェモジュールを用いた。このモジュールがカフ内の生理食塩水の温度を5℃程度に到達させ制御することが可能であるか検討した。

その結果、デューティ比を変化させることによりカフ内の生理食塩水の温度を制御することが可能であることがわかった。また、今回用いた周波数では、周波数がプレート表面温度に及ぼす影響はないと考えられる。院内用脳冷却装置には320W以上のペルチェモジュールを用い、デューティ比を変化させることによりカフ内の生理食塩水の温度を制御していく。

#### 2. 研究目的

カフ内の生理食塩水の温度を5℃程度に制御できるかを検証することを目的とする。

まず、ペルチェモジュール(OCE-F160PX、オーム電機㈱製、冷却能力 160W)を用い、カフ内の生理食塩水の温度を 5℃程度に到達させることが可能であるかを検討する(実験 I)。続いて、このペルチェモジュールへの印加電圧のデューティ比を変化させペルチェモジュールの冷却プレート表面の温度を制御することが可能であるかを検討する(実験 II)。

### 3. 研究方法

#### 実験 I

- ① アルミパウチをペルチェモジュールで挟み、ペルチェモジュールに定格電圧 24V を印加し冷却を開始した。ペルチェモジュール 1 個の場合(以下、160W ペルチェモジュールと呼ぶ。ペルチェモジュールと金属の板でアルミパウチを挟む)と 2 個の場合(以下、320W ペルチェモジュールと呼ぶ。2 つのペルチェモジュールでアルミパウチを挟む)を行った。
- ② アルミパウチ内の生理食塩水の温度が 5℃になるとカフ内に生理食塩水を 500mL/min の流量で循環させる。
- ③ カフを 37℃の温水に沈める。
- ④ 生理食塩水のカフに入る側の温度(以下、IN 温度と呼ぶ。)、カフから出る側の温度(以下、OUT 温度と呼ぶ。)を測定する(室温:20℃)。

#### 実験 II

- ① 熱電対を冷却プレート表面の中央部分 1ヶ所と端部分 4箇所(左上、右上、左下、右下)に取り付ける。

- ② 表 1 に示す周波数およびデューティ比を変化させた定格電圧 24Vをペルチェモジュールに印加し冷却を開始する。同時に、プレート表面の温度を測定する(室温:25°C)。

	周波数(Hz)	デューティ比(%)
(a)	0(直流電圧)	100
(b)	50	50
(c)	1000	

表 1. 周波数、デューティ比を変化させた印加電圧

#### 4. 研究結果

##### 実験 I

図 1 にカフ内の生理食塩水の温度特性を示す。160W ペルチェモジュールでは、カフ内に約5°Cの温度の生理食塩水を供給し続けることができなかったが、320W ペルチェモジュールの場合ではできた。

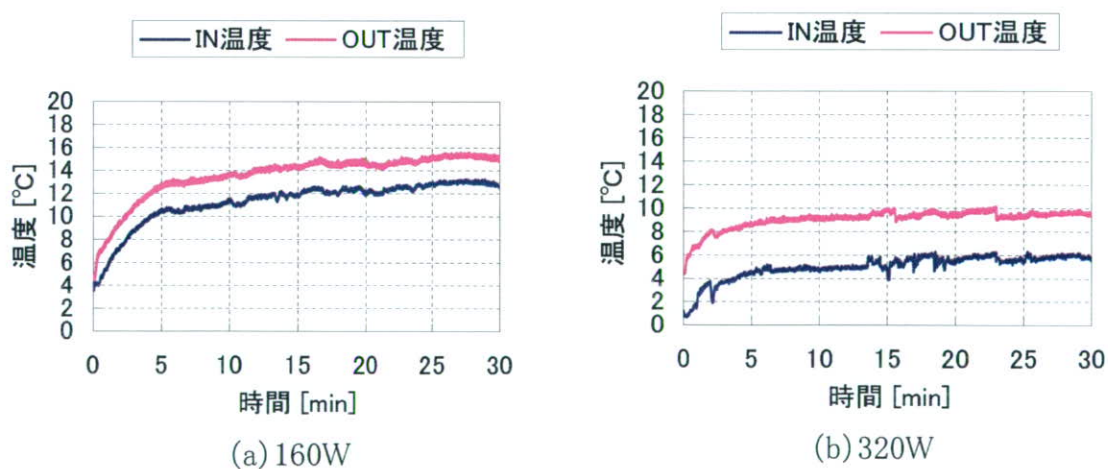
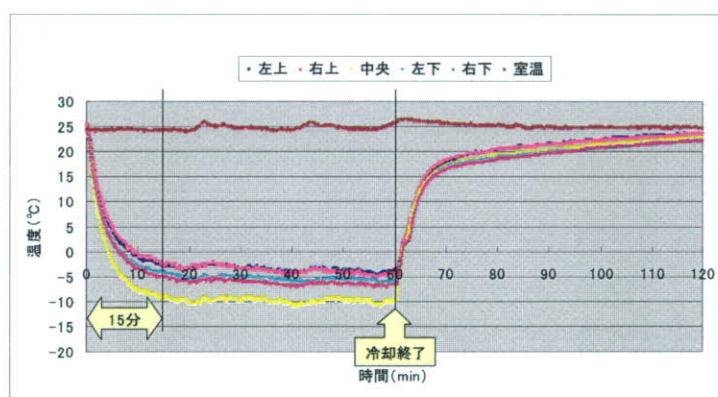


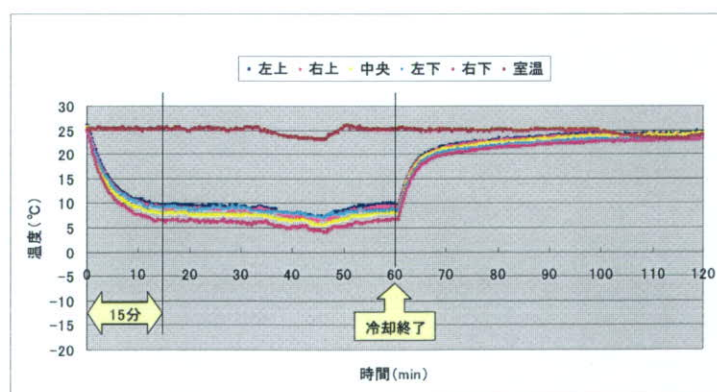
図 1. カフ内の生理食塩水の温度特性

## 実験 II

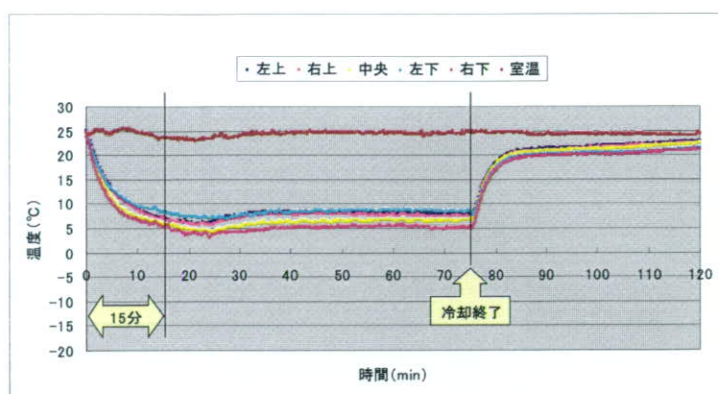
図 2 に冷却プレート表面の温度特性を示す。全ての条件で約 15 分後に定常状態(温度が安定した状態)になった。表 2 にプレート表面の定常状態における平均温度を示す。ペルチェモジュールへの印加電圧のデューティ比を 50%に変化させると、直流電圧の場合よりも冷却プレート表面の平均温度を高くすることができた。また、今回用いた周波数では、プレート表面の平均温度がほぼ同じであることから、この周波数ではプレート表面温度に及ぼす影響はないと考えられる。



(a) 0Hz (直流電圧)



(b) 50Hz



(c) 1000Hz

図 2. 冷却プレート表面の温度特性

周波数 (Hz)	定常状態の平均温度 (°C)
0 (直流電圧)	-6.0
50	8.1
1000	7.4

表 2. 冷却プレート表面の定常状態の平均温度

## 6. 結論

320W ペルチェモジュールでは IN 温度が約 5°C に到達したが、室温等の影響を考慮するとさらに大きな冷却能力を有するペルチェモジュールを用いる必要があると考えられる。また、定格電圧のデューティ比を変化させることによりペルチェモジュールの冷却プレートの温度を制御することが可能であることがわかった。これらの結果から、院内用脳冷却装置には 320W 以上のペルチェモジュールを用い、デューティ比を変化させることによりカフ内の生理食塩水の温度を制御することが可能であると考えられる。

## 7. 健康危険情報

なし

厚生労働科学研究補助金  
(基礎研究成果の臨床応用推進研究事業)

## 【分担研究報告書】

### 冷却カフに存在するピンホールの検出法の開発

主任研究者 武田 吉正  
(岡山大学医学部歯学部附属病院 麻酔科蘇生科 講師)

分担研究者 森田 潔  
(岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 教授)

分担研究者 小林 武治  
(大研医療株式会社商品開発研究所 商品企画部 商品研究グループ グループ長)

#### 1. 研究要旨

咽頭冷却カフにピンホールが開いていると、冷却水が咽頭内に流出する可能性がある。そのため、完成した咽頭冷却カフにピンホールが開いていないか確認する検査法の開発が必要である。本研究では、カフ内外に生理食塩水を充填し、カフの電気抵抗と電気容量を計測した。電流の周波数を10Hzから1MHzまで変化させ、ピンホールの検出に適した至適周波数を求めた。

その結果、1KHz以下の周波数では、肉眼で識別できない微細なピンホールでも、抵抗値とキャパシタンスの両方が大きく変化することが分かった。

#### 3. 研究目的

咽頭冷却カフに開いたピンホールを、電流の抵抗値、及び電気容量の変化で検出する。



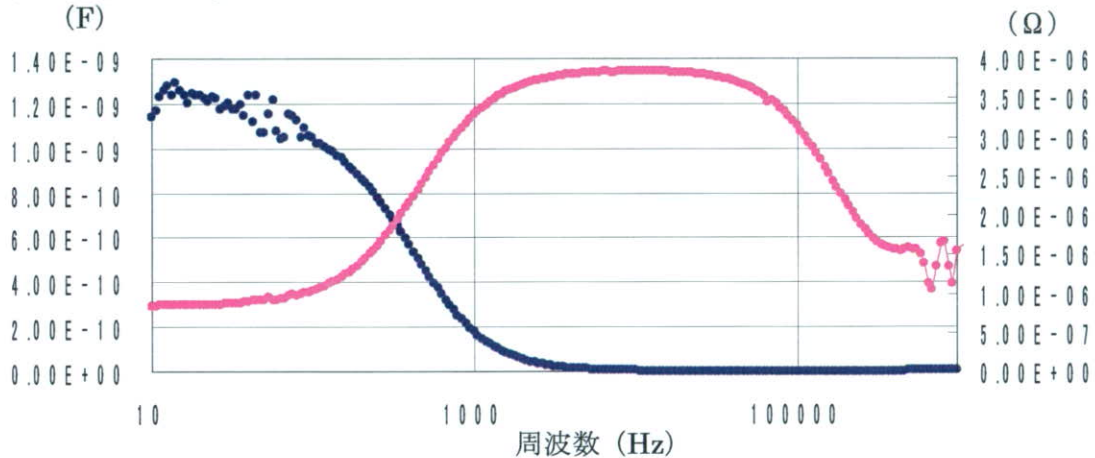
### 3. 研究方法

- ・ 咽頭冷却カフを生理食塩水で満たし(カフ内圧 50mmHg)、生理食塩水を満たしたビーカー内に設置。
- ・ 生理食塩水内に電極を設置し、咽頭冷却カフの電気抵抗と電気容量を測定。
- ・ 電気抵抗と電気容量を求める電流の周波数は10Hzから1,000,000Hzまで変化させ、最適な周波数を求めた。

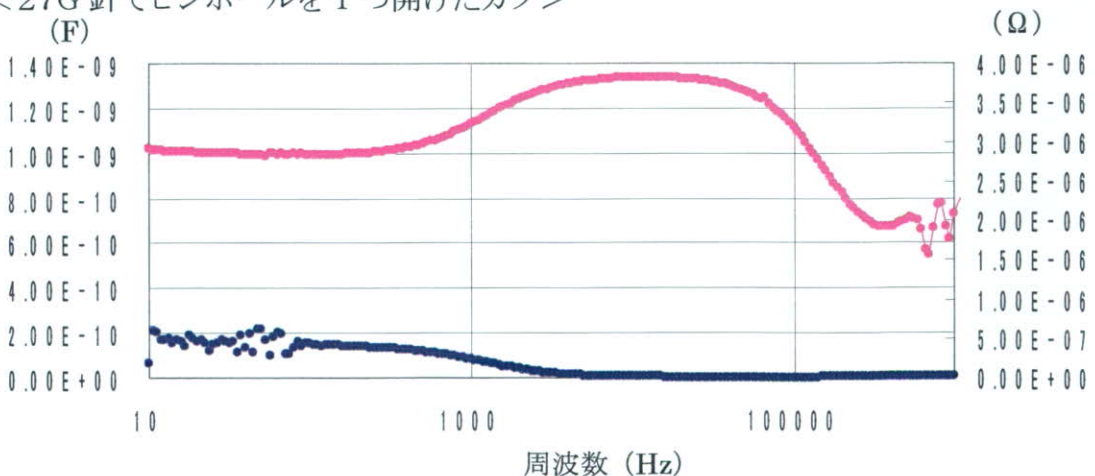
### 4. 研究結果

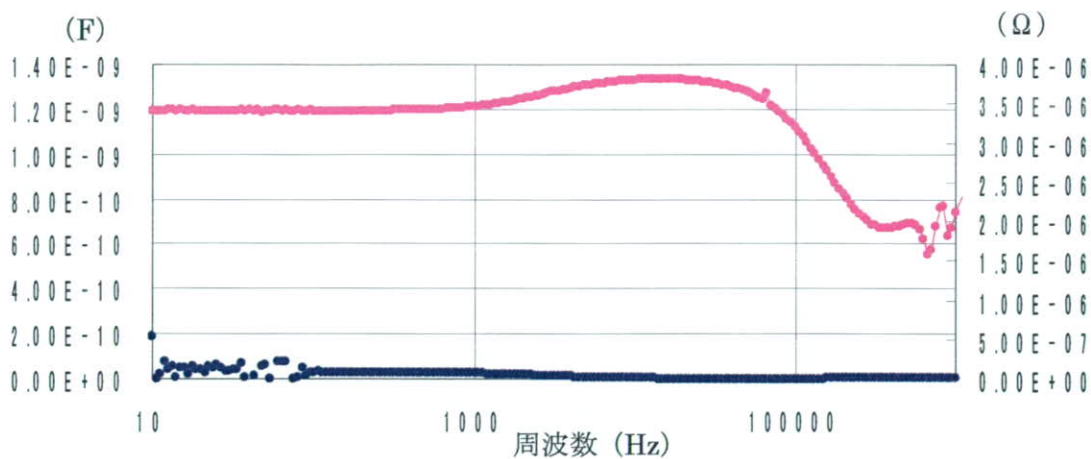
測定圧力結果を以下のグラフに示す。青色が電気容量(F)、赤色が電気抵抗( $\Omega$ )を示す。

<穴の空いていないカフ>  
(F)



<27G 針でピンホールを1つ開けたカフ>  
(F)





1000Hz 以下の周波数では、電気容量、電気抵抗共にピンホールで大きく変化した。電気容量はピンホールの増加により大きく減少し電気抵抗はピンホールの増加により増加した。27G 針によって開けられたピンホールは極めて小さく、50mmHg の内圧をかけた状態でも、視認不可能であり、水のリークも認められなかった。

## 5. 考察

1000Hz 以上では、正常状態でもカフの電気容量が極めて小さいく、ピンホールの影響を受けにくい状態であったと考えられる。カフのピンホール検査には、電気抵抗や電気容量の測定が、視認検査より有効である。今後、咽頭冷却施工中のリークを検出するには、冷却水が灌流した状態での検査が必要である。

## 6. 結論

10-1000Hz の電流を流したときの電気容量や電気抵抗を測定することにより、極めて高感度にピンホールを検出することが可能である。

## 7. 健康危険情報

なし

## 【研究成果の刊行に関する一覧表】

### (1) 学会誌発表

#### <和文レター等>

1. 武田吉正 : BIS モニター:術中、ポロポフォールで十分に麻酔されていると思われるのに、BIS 値が 80 くらいある. 特集:症例検討「モニタリングをめぐるトラブルとその対処法」. Lisa, 2008. 印刷中

#### <和文原著論文>

1. 谷西秀紀、武田吉正、小林 求、佐々木俊弘、新井美奈子、青江尚美、森田 潔  
笑気が脳虚血時の神経障害と細胞外グルタミン酸濃度の推移に与える影響  
日本蘇生学会雑誌, 2008, 印刷中

#### <和文書籍>

1. 武田吉正  
脳神経外科手術と輸液  
周術期の輸液、飯島毅彦 編、克誠堂出版, 東京, 印刷中
2. 武田吉正, 森田潔  
高気圧酸素療法  
脳保護・脳蘇生, 坂部武史 編, 克誠堂出版, 東京, 印刷中
3. 武田吉正、森田潔、小林武治、山田圭一  
咽頭冷却カフの開発—シーズイノベーション型技術移転—  
イノベーション創出に向けた技術移転事例集  
文部科学省発行 2007 年 P37-38

#### <英文原著論文>

1. H Taninishi, Y Takeda, M Kobayashi, T Sasaki, M Arai, K Morita  
Effect of Nitrous Oxide on Neuronal Damage and Extracellular Glutamate Concentration as a Function of Mild, Moderate or Severe Ischemia in Halothane-anesthetized Gerbils  
Anesthesiology, in press
2. M Kobayashi, Y Takeda, H Taninishi, K Takata, H Aoe, K Morita  
Quantitative Evaluation of the Neuroprotective Effects of Thiopental Sodium, Propofol and Halothane on Brain Ischemia in the Gerbil: Effects of the Anesthetics on Ischemic Depolarization and Extracellular Glutamate Concentration.  
Journal of Neurosurgical Anesthesiology, 19, 171-178, 2007

## (2) 口頭発表

### <国内学会>

1. 武田 吉正、小林 求、谷西 秀樹、佐々木 俊弘、新井 美奈子、森田 潔  
ミトコンドリア ATP 感受性 K チャンネルオープナーが in vivo ミトコンドリア電位に及ぼす影響  
神経麻酔・集中治療研究会 2007 年 4 月 21 日
2. 佐々木俊弘、武田吉正、小林 求、谷西秀紀、新井美奈子、森田 潔  
NADH 蛍光画像において脳低温療法は虚血領域の拡大の速度を抑制し、その大きさも減少させる。  
神経麻酔・集中治療研究会 2007 年 4 月 21 日
3. 新井美奈子、武田吉正、青江尚美、小林求、谷西秀紀、佐々木俊弘、森田潔  
高気圧酸素誘発痙攣ラット脳における Fos 蛋白発現の局在的特徴  
神経麻酔・集中治療研究会 2007 年 4 月 21 日
4. 谷西秀紀、武田吉正、小林 求、佐々木俊弘、新井美奈子、森田 潔  
脳虚血時のケタミン投与は脱分極時間を短縮し神経障害度を軽減させる  
神経麻酔・集中治療研究会 2007 年 4 月 21 日
5. 武田 吉正、小林 求、谷西 秀樹、佐々木 俊弘、新井 美奈子、森田 潔  
ミトコンドリア ATP 感受性 K チャンネルオープナーが in vivo ミトコンドリア電位に及ぼす影響  
日本麻酔科学会 2007 年 6 月 1 日

6. 佐々木俊弘、武田吉正、小林 求、谷西秀紀、新井美奈子、青江尚美、森田 潔  
ラット脳部分虚血に対する脳低温療法中の大脳皮質 NADH 蛍光画像の経時的変化  
日本麻酔科学会 2007 年 6 月 1 日
7. 谷西秀紀、武田吉正、小林 求、佐々木俊弘、新井美奈子、森田 潔  
脳虚血時のケタミン投与は脱分極時間を短縮し神経障害度を軽減させる  
日本麻酔科学会 2007 年 6 月 1 日
8. 谷西秀紀、武田吉正、小林 求、佐々木俊弘、新井美奈子、森田 潔  
脳虚血時の笑気投与は細胞外 glutamate 濃度に影響を与えずに神経障害を早める  
-回帰曲線を用いた定量的評価-  
日本麻酔科学会 2007 年 6 月 1 日
9. 武田吉正  
心肺蘇生時の脳冷却を目的とした咽頭冷却装置の開発  
メディカルテクノ岡山研究成果報告会 2007 年 6 月 4 日
10. 佐々木俊弘、武田吉正、小林 求、谷西秀紀、新井美奈子、森田 潔  
咽頭冷却法を用いた虚血中脳低温療法がラット脳部分虚血における脱分極領域を再分極させるか？  
脳低温療法学会 2007 年 7 月 7 日
11. 佐々木俊弘、武田吉正、小林 求、谷西秀紀、新井美奈子、森田 潔  
NADH 蛍光画像を用いたラット脳部分虚血に対する脳低温療法の治療効果の検討  
脳低温療法学会 2007 年 7 月 7 日
12. 佐々木俊弘、武田吉正、小林 求、谷西秀紀、新井美奈子、森田 潔  
咽頭冷却法を用いた虚血中脳低温療法がラット脳部分虚血における脱分極領域を再分極させるか？  
日本脳代謝モニタリング研究会 2007 年 6 月 30 日
13. 佐々木俊弘、武田吉正、小林 求、谷西秀紀、新井美奈子、森田 潔  
NADH 蛍光画像を用いたラット脳部分虚血に対する脳低温療法の治療効果の検討  
日本脳代謝モニタリング研究会 2007 年 6 月 30 日
14. 森田 潔  
選択的脳低温療法  
日本蘇生学会 2007 年 10 月 6 日

15. 武田吉正  
脱分極と神経細胞障害  
日本蘇生学会 2007 年 10 月 6 日
16. 佐々木俊弘、武田吉正、小林 求、谷西秀紀、新井美奈子、青江尚美、森田  
潔  
虚血中脳低温療法によりラット脳部分虚血の脱分極領域を再分極させることができる  
か  
日本蘇生学会 2007 年 10 月 6 日

<国際学会>

1. T Sasaki, Y Takeda, M Arai, H Taninishi, M Kobayashi, K Morita  
Dynamic changes of cortical NADH fluorescence in rat focal ischemia:  
normothermia vs. hypothermia  
37th annual meeting of the Society for Neuroscience
2. Y Takeda, M Kobayashi, H Taninishi, T Sasaki, K Morita  
Pharyngeal cooling decreased brain temperature and glutamate concentration  
during resuscitation  
37th annual meeting of the Society for Neuroscience
3. T Sasaki, Y Takeda, M Arai, H Taninishi, M Kobayashi, H Aoe, K Morita  
Dynamic changes of cortical NADH fluorescence in rat focal ischemia: normothermia vs.  
hypothermia  
37th annual meeting of the Society for Neuroscience
4. Y Takeda, T Sasaki, K Morita  
Effects of mitochondrial ATP-sensitive K<sup>+</sup> Channel opener on mitochondrial  
potential In vivo  
35<sup>th</sup> Annual Meeting of Society of Neurosurgical Anesthesia and Critical Care
5. T Sasaki, Y Takeda, M Arai, H Taninishi, M Kobayashi, H Aoe, K Morita  
Dynamic changes of cortical NADH fluorescence in rat focal ischemia: normothermia vs.  
hypothermia  
35<sup>th</sup> Annual Meeting of Society of Neurosurgical Anesthesia and Critical Care
6. M Arai, Y Takeda, H Aoe, M Kobayashi, H Taninishi, T Sasaki, K Morita  
Fos expression in noradrenergic cells in the rat brain after hyperbaric oxygen  
exposure

35<sup>th</sup> Annual Meeting of Society of Neurosurgical Anesthesia and Critical Care

7. H Taninishi, Y Takeda, M Kobayashi, T Sasaki, M Arai, K Morita  
Ketamine reduced ischemic neuronal damage by shortening the duration of ischemic depolarization  
35<sup>th</sup> Annual Meeting of Society of Neurosurgical Anesthesia and Critical Care
8. Y Takeda, T Sasaki, K Morita  
Effects of mitochondrial ATP-sensitive K<sup>+</sup> channel opener on mitochondrial potential in vivo  
2007 Annual meeting of American society of Anesthesiologist
9. Y Takeda, M Kobayashi, H Taninishi, T Sasaki, K Morita  
Pharyngeal cooling decreased brain temperature and glutamate concentration during resuscitation  
2007 Annual meeting of American society of Anesthesiologist
10. H Taninishi, Y Takeda, M Kobayashi, T Sasaki, M Arai, K Morita  
Ketamine reduced ischemic neuronal damage by shortening the duration of ischemic depolarization  
2007 Annual meeting of American society of Anesthesiologist
11. Y Takeda, M Kobayashi, H Taninishi, T Sasaki, M Arai, H Aoe, K Morita  
Pharyngeal cooling decreases brain temperature and intracranial pressure during resuscitation in monkeys  
23<sup>th</sup> International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism
12. Y Takeda, M Kobayashi, H Taninishi, T Sasaki, M Arai, K Morita  
Effects of mitochondrial ATP-sensitive K<sup>+</sup> channel opener on mitochondrial potential in vivo  
23<sup>th</sup> International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism
13. T Sasaki, Y Takeda, M Arai, H Taninishi, M Kobayashi, H Aoe, K Morita  
Can repolarization of the area showing permanent depolarization be induced by intransischemic hypothermia in a focal ischemic rat model?  
23<sup>th</sup> International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism
14. T Sasaki, Y Takeda, M Arai, H Taninishi, M Kobayashi, H Aoe, K Morita  
Dynamic changes of cortical NADH fluorescence in rat focal ischemia: normothermia vs. hypothermia  
23<sup>th</sup> International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism

15. M Arai, Y Takeda, H Aoe, M Kobayashi, H Taninishi, T Sasaki, K Morita  
Fos expression in noradrenergic cells in the rat brain after hyperbaric oxygen exposure  
23th International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism