

## イオン環境における脳脂質の過酸化と乳酸の関係

藤原 浩樹, 矢野 貴幸, 寺沢 充夫\*, 塚田 信\*\*,  
菅原 明子\*\*\*, 中原 俊隆\*\*\*\*, 糸川 嘉則\*\*\*\*\*

\*玉川大学工学部 電子工学科, \*\*北里大学保健衛生専門学院  
\*\*\*菅原研究所, \*\*\*\*京都大学大学院社会医学系, \*\*\*\*\*福井県立大学  
194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1  
Tel: 042-739-8399, fax: 042-739-8858, E-mail: [tera@eng.tamagawa.ac.jp](mailto:tera@eng.tamagawa.ac.jp)

あらまし ラットをコントロールグループ（イオン環境にしない通常の状態）とマイナスイオン環境にしたグループ、プラスイオン環境にしたグループそれぞれ5匹ずつ3群に分け、イオン環境にさらす。コントロールを基準とした場合、プラスイオン環境では多量のピルビン酸が発生し、分解するために多量のチアミンが消費される。その時、多量のチアミンが血液によって肝臓から中枢に運ばれる。結果、肝臓に含まれるチアミン濃度は低くなった。マイナスイオン環境では乳酸の発生を抑え、チアミンの消費を少なくし、生体に良い効果をもたらしていることが示唆された。

キーワード ラット マイナスイオン プラスイオン 乳酸 脳脂質の過酸化 チアミン

### The Relationship of Hyper oxidized Brain Lipid and Lactic Acid to Ion Circumstances

Hiroki FUJIWARA , Takayuki YANO , Mitsuo TERASAWA\* , Nobu TSUKADA\*\* ,  
Akiko SUGAWARA \*\*\*Toshitaka NAKAHARA\*\*\*\* , Yoshinori ITOKAWA\*\*\*\*\*

\*Department of Electronic Engineering, Faculty of Engineering,  
Tamagawa University, \*\* Kitasato Junior College of Health and Hygienic Sciences  
\*\*\*Sugawara Institute, \*\*\*\*Medical School of Kyoto University  
\*\*\*\*\*Fukui Prefecture University  
6-1-1 Tamagawagakuen Machidashi Tokyo 194-8610, Japan

#### Abstract

To see the influence of ions to the body, we prepared 15 rats, and examined them in 3 types of environments. We divided them into three groups; each group consisted of 5 rats. The first group was in a positively charged ion-environment, the second group in a negatively charged ion-environment and the third group in a normal environment. The positive ions developed a large amount of lactic acid in the blood and consumed a lot of thiamine compared to the negative ion group or control group. We observed that a large amount of thiamine in the liver was transformed in the nerve center through the blood.

The results suggest that the application of negative ions to the body restrains the brain from oxidizing and lactic acid in the blood from occurring, thus reducing thiamine consumption which is good for health.

key words Rat, Negative ion, Positive ion, Lactic acid, Hyperoxidized brain lipid, Thiamine

## 1. はじめに

工業と科学技術の目覚ましい発展は、人類の繁栄をもたらすとともに、自らを破壊へと導く要因も伴っている。環境問題や、健康問題の要因には、大気・土壌・海洋汚染などの他に食汚染や電磁波の影響がある。

電気、電子機器の作動により発生した電磁波はプラスの電荷を帯びたイオンを発生する。このプラスイオンは体内に入り、不安定となった生体内の電子が、呼吸により吸収された酸素との結合を招き、多量の活性酸素を発生させ、交換神経を刺激し、生体に障害を与える。

マイナスイオンは体内に入ると多量の活性酸素の発生を抑制する働きがある。酸性化している血液を弱アルカリ性にする事で、新陳代謝を活性化して各細胞の機能を活性化させ、疲労回復を促進する。また、それにともなって、自律神経の機能が良くなるため、内分泌線の機能も良好となり、中枢神経や末梢神経にも良い影響を与える。そのため、抵抗力が増加し、身体全体のバランスも良くなり、生体への様々な障害を防ぐことができる。

本実験では、大気中のマイナスイオンとプラスイオンの両イオンが生体組織の酸化に及ぼす影響について調べ、血液中の乳酸、血液と脳脂質の過酸化、血液と肝臓に含まれるチアミン(ビタミンB<sub>1</sub>)濃度を調べることを目的とする。

## 2. 実験方法

実験には 10 週令の雄のラット 15 匹使用する。ラットをコントロールグループ(イオン環境にしない通常の状態)とマイナスイオン環境にさらしたグループ、プラスイオン環境にさらしたグループそれぞれ 5 匹ずつ 3 グループに分ける。それら 3 グループそれぞれをイオン環境にさらし、生体組織の過酸化への影響を調べる。

### 2-1 実験手順

- (1)ラットの健康状態を知るために、毎日体重を測定する。
- (2)ラットをグループごとにイオン環境にさらす。イオン環境にさらすのは 1 日 2 時間行い、計 75 日間行う。
- (3)その日の実験終了後、ラットの体重変化を一定にするために、粉末の餌を 15 g 与える。1 日に与える餌の量とそれに含まれるチアミンの摂取量は同じにする。
- (4)定期的に血液を採取し、乳酸値を調べる。
- (5)実験が完了した後直ちに血液を採取、脳、肝臓を摘出し、血液と脳脂質の過酸化および、血液と肝臓に含まれているチアミン濃度を測定する。

### 2-2 実験環境

- ・イオン放射器は 1 cc あたり数 100 万個発生する装置を使用し、透明のダンブラで製作した箱(920×380×360mm<sup>3</sup>)内に放射してケース内をイオン環境にする。
- ・ラットが糞を食べ、体内でビタミンを作ることを防ぐために、底に網を張る。
- ・ファンをケースに付け、ケース内を換気する。

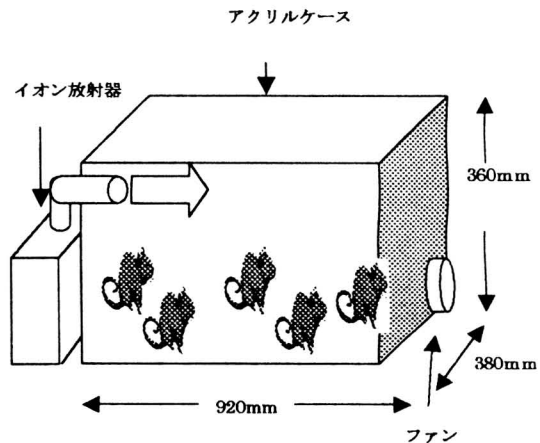


図 1 イオン発生装置

### 2-3 血液中の乳酸測定方法

血液は尻尾から採血する。血液中の乳酸の測定には簡易血中乳酸測定器を使用する。

測定原理は乳酸を含む血液を電極に供給すると反応層中の電子伝導体であるフェリシアン化カリウム(酸化型)が溶け、ラクテートオキシターゼ(LOD)との間で酵素反応が行われ、フェロシアン化カリウム(還元型)を生成する。次に電極に一定電圧を印加してフェロシアン化カリウムを酸化し、その時発生する酸化電流を計測する。この酸化電流は、生成したフェロシアン化カリウム量は乳酸濃度に換算することが出来る。

### 2-4 血液と脳脂質の過酸化測定方法

実験終了後直ちに、血液を採取、脳(小脳・大脳・脳幹)を摘出し、血液 1ml および小脳・大脳・脳幹それぞれの過酸化脂質を定量する。血液及び脳の過酸化脂質の定量には TBA 法を用いて、分光光度計を使用する。

測定方法は検体をホモジナイザーに投入してホモジナイズし遠心分離する。

35%TCA、TBA 溶液を入れ、BHT(ジブチルヒドロキソトルエン)をいれて試料の酸化を防止する。SDS(ドデシル硫酸ナトリウム)溶液を入れることで脂質を分解させ、反応しやすくする。次に試料を 15 分間加熱し、試料から遊離する TBA 反応性物質(TBARS)と TBA の反応で生じる赤色色素を生じ

させる。酢酸、クロロホルムを入れ、脂質を抽出する。遠心分離し、不要溶液を除去する。分光光度計(励起 532nm)で測定する。

## 2.5 血液と肝臓に含まれるチアミン濃度測定方法

実験終了後直ちに、血液を採取、肝臓を摘出し、血液 1 ml 中および肝臓 1 g 中に含まれているチアミンを定量する。チアミンの定量にはチオクロ蛍光法を用いて、分光光度計を使用する。

測定方法は検体をホモジナイザーに投入してホモジナイズし遠心分離する。酢酸ナトリウムを入れ pH4.5 前後にする。総チアミン量を測定するためにチアミンのリン酸エステル類をチアミンに変換させるためにタカジアスターゼを加え 37℃で一昼夜おく。パームチットカラムを通し、活性ビタチェンジにチアミンを吸着させる。次に沸騰した 25%KCl-0.1NHCl を注ぎチアミンを活性ビタチェンジから脱着させ、脱着液を試験管に集める。2グループにわけ、1 つは 1%ブロームシアン溶液と 30%水酸化ナトリウム溶液を加えるグループ、もう 1 つは 30%水酸化ナトリウム溶液と 1%ブロームシアン溶液を加えるグループに分ける。ブタノールを加え、攪拌し、数分間放置すると 2層に分かれ、上層のブタノール層にチアミンを移行させる。蛍光測定用の石英ガラス製のセルに上層を入れ、励起 375nm、発光 430nm で測定をする。

## 3. 実験結果

### 3.1 ラットの体重と実験日数

図 2 は、イオン環境の違いによる 3 グループ間で、それぞれ 5 匹のラットにおける平均体重と実験日数を表している。

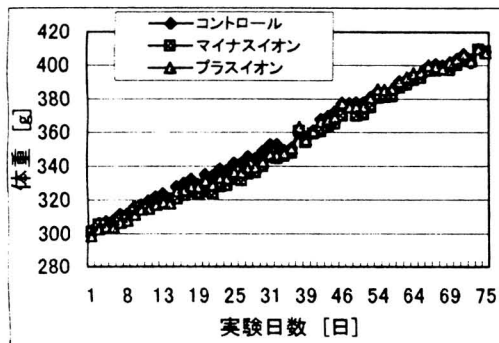


図 2 ラットの体重と実験日数

図 2 より、3 グループとも体重は同じ様に増えていることから、体重から見た健康状態への影響はさほどないと考えられる。

### 3.2 血液中の乳酸値

図 3 は、実験開始から 40 日目、図 4 は実験開始から 70 日目のイオン環境の違いによる 3 グループそれぞれ 5 匹のラットにおける乳酸の平均値を表している。

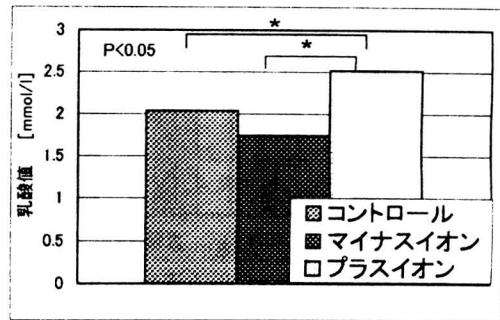


図 3 実験開始から 40 日目のイオン環境における乳酸値

図 3 より、実験開始から 40 日目のイオン環境の違いによる 3 グループそれぞれ 5 匹のラットにおける乳酸の平均値では、プラスイオン環境における乳酸の平均値は、マイナスイオン環境とコントロールの平均値に比べ有意に高い。

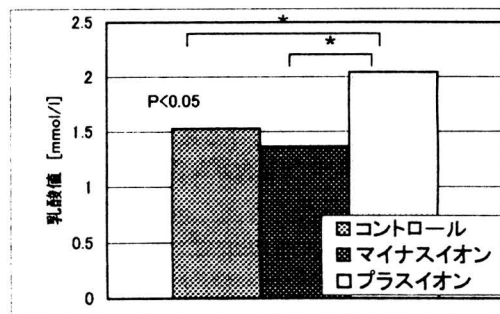


図 4 実験開始から 70 日目のイオン環境における乳酸値

図 4 より、実験開始から 70 日目のイオン環境の違いによる 3 グループそれぞれ 5 匹のラットにおける乳酸の平均値では、プラスイオン環境における乳酸の平均値は、マイナスイオン環境とコントロールの平均値に比べ有意に高い。

図 3、図 4 より、コントロールに比べて、プラスイオン環境にさらしたグループの乳酸値の平均値は高く、マイナスイオン環境にさらした乳酸値の平均値は低くなる傾向が見られる。

### 3.3 脳脂質と血液の過酸化反応

図 5 は、イオン環境の違いによる 3 グループそ

それぞれ5匹のラットにおける脳脂質(小脳、脳幹、  
大脳)と血液1mlの過酸化反応の平均値を表して  
いる。

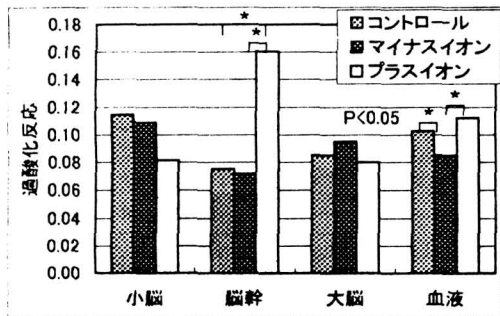


図5 イオン環境による過酸化反応

図5より、イオン環境における脳脂質の過酸化  
反応は、小脳と大脳では、有意差が出なかった。

脳幹では、プラスイオン環境における過酸化反  
応の平均値は、コントロールとマイナスイオン環  
境の平均値に比べ有意に高かった。

イオン環境における血液の過酸化反応では、マ  
イナスイオン環境における過酸化反応の平均値は、  
コントロールとプラスイオン環境の平均値に比べ  
有意に低かった。

### 3-4 血液と肝臓に含まれるチアミンの濃度

図6は、イオン環境の違いによる3グループそ  
れぞれ5匹のラットにおける血液1mlに含まれる  
チアミン濃度の平均値を表している。

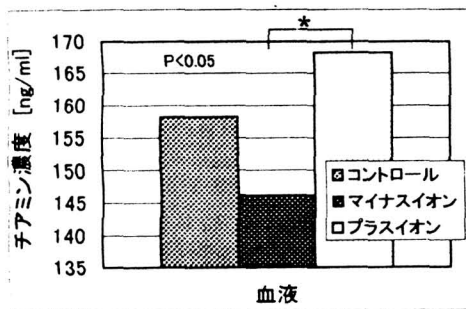


図6 血液1mlに含まれるチアミンの濃度

図6より、マイナスイオン環境における血液1ml  
に含まれるチアミン濃度の平均値は、プラスイオン  
環境の平均値に比べ有意に低かった。

図7は、イオン環境の違いによる3グループそ  
れぞれ5匹のラットにおける肝臓1gに含まれる  
チアミン濃度の平均値を表している。

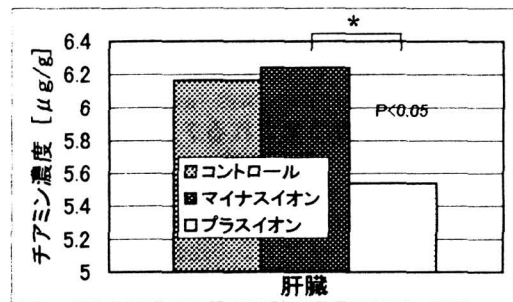


図7 肝臓1gに含まれるチアミンの濃度

図7より、マイナスイオン環境における肝臓1g  
に含まれるチアミン濃度の平均は、プラスイオン  
環境の平均に比べ有意に高かった。

## 4. 結論

プラスイオン環境とマイナスイオン環境を比較  
した場合、プラスイオン環境では、乳酸値は高く、  
脳幹と血液で酸化されている、チアミンは血液中  
では多いが肝臓では少ないことが確認される。

このことから、プラスイオンが呼吸により体内  
へ入ることで血液が酸化され、細胞が酸化される。  
細胞が酸化されたためにホルモンのバランスが崩  
れ、中枢神経や末梢神経に障害が生じる。この障  
害を抑制するためにチアミンが必要とされ、消費  
される。血液中のチアミンが消費されて減少する  
と、糖代謝において細胞内ではエネルギー生産が  
うまくいかなくなり、ピルビン酸が増加し、乳酸  
も増加するため、血液が酸化される。このエネル  
ギー生産の過程で、チアミンはピルビン酸を乳酸  
に変化させずにアセチル CoA へと変化させるため  
にも消費され、チアミンはさらに減少する。この  
ようなことから血液中のチアミンが減少してく  
ると、それを補うために肝臓に蓄えられているチ  
アミンを消費しはじめ、血液は肝臓のチアミンを  
運び出して、神経系の障害を抑え、乳酸の発生  
を抑えようとする。しかし、プラスイオン環境に  
よって、呼吸するたびに体内にプラスイオンを取  
り込んでしまい、血液は酸化されつづけ、チアミ  
ンも不足状態となったままなので神経系の障害  
抑制や乳酸の抑制は行えなくなったことが考えら  
れる。

また、マイナスイオン環境では、マイナスイ  
オンの還元作用の働きにより、血液の酸化が抑  
えられるので、神経系の障害と乳酸の抑制のた  
めにチアミンは消費されなかったことが考えら  
れる。

マイナスイオン環境では乳酸の発生をおさえ  
チアミンの消費を少なくし、酸化されにくくな  
ることによって生体に良い効果をもたらしてい  
る関連性が示唆される。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、日本学術振興会  
未来開拓学術研究推進事業「情報表現の自己組  
織と学習ニューロチップ」  
(JSPS-RFTF961001104)の援助を受けた。

## 参考文献

- [1] 寺沢充夫,塚田信,菅原明子,木村美恵子,糸川嘉則:ラットのレバー押し学習能力とビタミンB<sub>1</sub>との関係,玉川大学工学部紀要,第32号,105-112,1997.
- [2] 寺沢充夫,塚田信,菅原明子,木村美恵子,糸川嘉則:ラットのレバー押し学習能力とビタミンB<sub>1</sub>との関係,医用電子と生体工学,35巻特別号,p432,1997.
- [3] Terasawa, N. Tsukada, A. Sugawara, M. Kimura, Y. Itokawa: The Relationship Between Learning a Switch off Task and Thiamine Deprivation in Rats, Journal of the International Federation for Medical and Biomedical Engineering, Vol. 35, Supplement Part 1, P29 1997.
- [4] 寺沢充夫,八尋悟史,山田知治,吉田潤,米山忠暉,塚田信,木村美恵子,糸川嘉則:ラットのレバー押し学習と神経組織中ビタミンB<sub>1</sub>との関係,ビタミンVol.71, No. 4, P178,1997.
- [5] M. Terasawa, T. Yoneyama, N. Tsukada, T. Nakahara Y. Itokawa: The Relationship between the Learning of Rats and Thiamine Concentration in the Nervous Tissues of Rats, Proceedings Ninth International Conference on Biomedical Engineering, National University of Singapore, P730, 1997.
- [6] 寺沢充夫,米山忠暉,塚田信,中原俊隆,糸川嘉則:ラットのレバー押し学習能力と神経組織中のチアミンとの関係,玉川大学工学部紀要,第33号,95-100,1998.
- [7] 寺沢充夫,下山和哉,堤壮宏,米山忠暉,塚田信,中原俊隆,糸川嘉則:光の点滅中におけるラットのレバー押し学習とビタミンB<sub>1</sub>との関係,ビタミン Vol.72, No.4, 1998.
- [8] M. Terasawa, T. Yoneyama, N. Tsukada, T. Nakahara, Y. Itokawa: The Relationship between the Ability to Learn and Thiamine Concentration in the Nervous Tissues of Rats, 20th Annual International Conference of the IEEE /EMBS, 20, Part4/6, 2084-2087, 1998.
- [9] 寺沢充夫:報酬性の学習と神経組織中のビタミンB<sub>1</sub>濃度,日本健康心理学会第11回講,演論文集 p128-129, 1998.
- [10] 寺沢充夫,米山忠暉,塚田信,中原俊隆,糸川嘉則:報酬性の学習と神経組織中のビタミンB<sub>1</sub>濃度,玉川大学工学部紀要,第34号,29-33,1999.
- [11] 寺沢充夫,米山忠暉,塚田信,中原俊隆,糸川嘉則:イオン照射による脳脂質の過酸化とビタミンB<sub>1</sub>との関係,ビタミンVol.73, No. 4, p139, 1999.
- [12] 寺沢充夫,糸川嘉則:ビタミンB<sub>1</sub>と学習能力,ビタミン Vol.73, No. 7, p421, 1999.
- [13] M. Terasawa, T. Yoneyama, N. Tsukada, T. Nakahara, Y. Itokawa: The Relationship between the Learning by Reward and Vitamin B<sub>1</sub> in the Nervous Tissues of Rats, SCI'99 The 3rd World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics and ISA99, The 5th International Conference on Information Systems analysis and Synthesis 1999, Proceedings, Vol.8, P237-240, 1999.
- [14] M. Terasawa, Yoneyama, N. Tsukada, T. Nakahara, Y. Itokawa: The Relationship Between Hyperoxidation of Brain Lipid and Thiamine by Ion Irradiation, The 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering, Proceedings, Ps-034, P314, 1999.
- [15] M. Terasawa, T. Nakahara, N. Tsukada, A. Sugawara, Y. Itokawa: The Relationship between thiamine Deficiency and Performance of a Learning Task in Rats. Metabolic Brain Disease vol. 14, No. 3, 137-148, Plenum Publishing Corporation, 1999.
- [16] 寺沢充夫,米山忠暉,塚田信,中原俊隆,糸川嘉則:イオン環境における脳脂質の過酸化とビタミンB<sub>1</sub>との関係,玉川大学工学部紀要,第35号,61-66,2000.
- [17] 寺沢充夫,米山忠暉,鈴木竜行,塚田信,中原俊隆,糸川嘉則:ラットのレバー押し学習における音刺激と神経組織中に含まれるビタミンB<sub>1</sub>との関係,ビタミン Vol.74, No.4, p220, 2000.
- [18] M. Terasawa, T. Yoneyama, N. Tsukada, T. Nakahara, Y. Itokawa: The Relationship Between Hyperoxidation of Brain Lipid and Thiamine by Ion Circumstances,

SCI'2000 The 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics and ISA2000

The 5th International Conference on Information Systems analysis and Synthesis 2000, Proceedings, Vol.0, P385-388, 2000.

- [19] M. Terasawa, T. Yoneyama, M. Tsukada, T. Nakahara Y. Itokawa: The Relationship between a Sound Stimulation Learning Performance and Vitamin B<sub>1</sub> in the Nervous Tissue of Rats, Proceedings Tenth International Conference on Biomedical Engineering, National University of Singapore, P103-104, 2000.
- [20] 菅原明子：マイナスイオンの秘密、PHP 研究所
- [21] 堀口昇：マイナスイオンが生命危機の時代を救う、健友館
- [22] 日本ビタミン学会：ビタミン学実験法〔Ⅱ〕、東京化学同人
- [23] 糸川嘉則：ビタミン B<sub>1</sub> 定量法、ビタミン 56 巻 11 号(11 月)1982