

低酸素ラット網膜の内因性光学信号の検出
-G-LOC 関連症状のモニタリング-

○鳥畑厚志 *1、川内聡子 *2、藤田真敬 *1、
丸山 聡 *1、小林朝夫 *1、大類伸浩 *1、佐藤俊一 *2

1. 背景・目的

戦闘機の旋回時、高加速度によりパイロットの頭部血流は減少する。これにより、Gray-out、Blackout といった視覚異常が出現し、曝露がさらに持続すると全ての感覚が失われ加速度誘発性意識消失 (Gravity induced Loss of Consciousness: G-LOC) に至る。事故防止の観点から、これら症状の検出について様々な試みがなされているが有効な手段の確立に至っていない。

脳組織へ光照射を行い、内因性光学信号を計測することにより脳組織の低酸素時の生理変化を光学的に検出する手法があり¹⁾、この手法は高加速度による視覚異常の検出に応用できる可能性がある。そこで、網膜虚血モデルの前段階として、計測系の構築が容易な低酸素網膜モデルの光学信号の計測を行った。

2. 方法

雄性 SD ラット (16-17 週齢、n=5、日本 SLC) を腹腔麻酔 (ペントバルビタールナトリウム 65 mg/kg、共立製薬) 下に固定し、自作ビニールマスクにより自発呼吸させた。右眼を散瞳 (散瞳薬トロピカミド、0.2 mg/kg、日本点眼薬研究所) し、右眼上に光学顕微鏡用カバーガラスを置き、CCD カメラ (XCHR-57、ソニー) により網膜に焦点を合わせた。ハロゲン光源 (400-900nm) とバンドフィルターにより、近赤外光 (800nm, 半値幅 10nm) をラット眼球に照射して網膜画像の撮影を行った。撮影開始、60 秒後に吸入ガスを空気から純窒素ガスに切り替え、10 分間撮影を行った (図 1 及び図 2)。

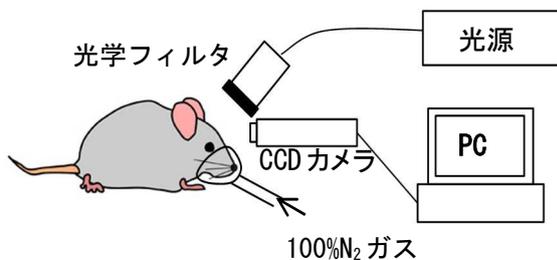


図 1 ラット網膜の計測図

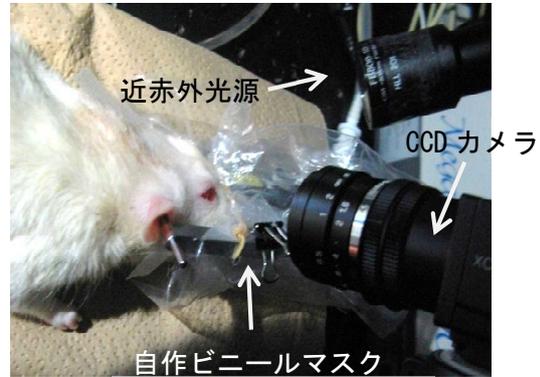


図 2 ラット網膜の計測風景

3. 結果および考察

網膜低酸素開始約 60 から 180 秒後に多相性散乱光を検出した (図 3)。この多相性散乱光は、①上昇相、②下降相、③再上昇相という大きな 3 相からなる特徴的パターンを示した。

このパターンは過去に報告がある脳組織低酸素時の細胞形態変化に伴う光散乱変化パターン¹⁾と類似していることから、網膜組織も同様な細胞形態変化を生じている可能性が推測された。

また、低酸素による脳組織の散乱光変化¹⁾と比較して、網膜組織では 60 秒程早期に散乱光変化が発生することが分かった。

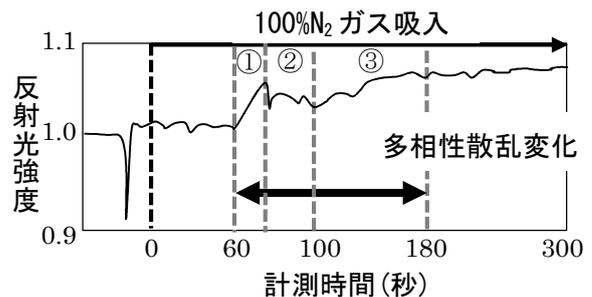


図 3 計測された反射散乱光の変化 (①上昇相②下降相③再上昇相)

参考文献

1) Kawauchi S, Sato S *et al*, J Bio Opt, 16(2), 027002, 2011.

*1 航空自衛隊 航空開発実験集団 航空医学実験隊 第 2 部

*2 防衛医科大学校 防衛医学研究センター 情報システム研究部門