

網膜に与える LED の影響

—— サル網膜における LED 照射前後での機能と形態の変化について ——

向 井 亮¹

はじめに

Light-Emitting diode (LED) は携帯電話など様々なデバイスや照明器具として日常生活に欠かせない発光材料であるが、その網膜への影響は不明である。一方我々は臨床現場で、若年女性が長時間の LED モニタを用いた作業後に一過性の視力障害と網膜外層の破壊を呈した症例を経験した。そこで本研究は、LED が網膜の形態と機能に与える影響を調べることを目的とし、光干渉断層計 (OCT)・網膜電図 (ERG)・組織学的な経時的变化について検討した。

対象と方法

(1) 光照射による網膜光障害モデルの作製

Macaca fuscata を全身麻酔下において、LED (白色 LED) 内蔵コンタクトレンズ (CL) を用い、片眼に CL を接着させ光強度と発光時間を様々に調節し、網膜光干渉断層計 (Spectral-domain Optical Coherence Tomography : SD-OCT) において障害が検出されるかどうかを検討した。

(2) (1)で確認された光障害モデルの系でのサル網膜の形態と機能の経時的变化

Macaca fuscata を全身麻酔下において、LED (光強度は 8912cd) 内蔵 CL を片眼に接着させ 8 時間の連続照射を行った。光照射前と光照射直後、24 時間後、2 週間後で、SD-OCT 並びに ERG を施行し、光照射前後での網膜の形態と機能変化を観察した。

(3) 光照射後の Macaca fuscata 網膜の組織学的変化

組織学的変化 (光学並びに電子顕微鏡) を観察するために、光照射後 12 時間並びに 2 週間後に眼球摘出を行い、網膜における形態学的変化について詳細に検討した。



結 果

(1) 光照射による網膜光障害モデル

Macaca fuscata 網膜に対する LED 照射では光強度 8912cd, 発光時間 8 時間において初めて、SD-OCT において網膜外層での異常が観察できた。

(2) (3)光照射前後での網膜の形態と機能の変化

光照射直後の網膜では SD-OCT において、網膜視細胞内節外節接合部境界線 (IS/OS line) と網膜色素上皮 (RPE) との分離が不明瞭化し、その間に存在する視細胞外節 (OS) の反射帯が高反射化していた。2 週間後には IS/OS line と RPE の分離の不全化は完全に解消され、両バンドの分離は明瞭化し、正常網膜で見られるパターンに改善した (図 1)。一方 ERG を用いて検討した網膜機能は、照射直後では視細胞の錐体・杆体ともに、その振幅は非照射眼と比較し有意に減弱していた。2 週間では解消され、非照射眼と同等の振幅を示した。光照射後 12 時間並びに 2 週間後に眼球摘出を行い光学並びに電子顕微鏡で網膜を観察した結果では、照射後 12 時間において

1 群馬県前橋市昭和町3-39-15 群馬大学医学部附属病院眼科
平成25年10月10日 受付

論文別刷請求先 〒371-8511 群馬県前橋市昭和町3-39-15 群馬大学医学部附属病院眼科 向井 亮

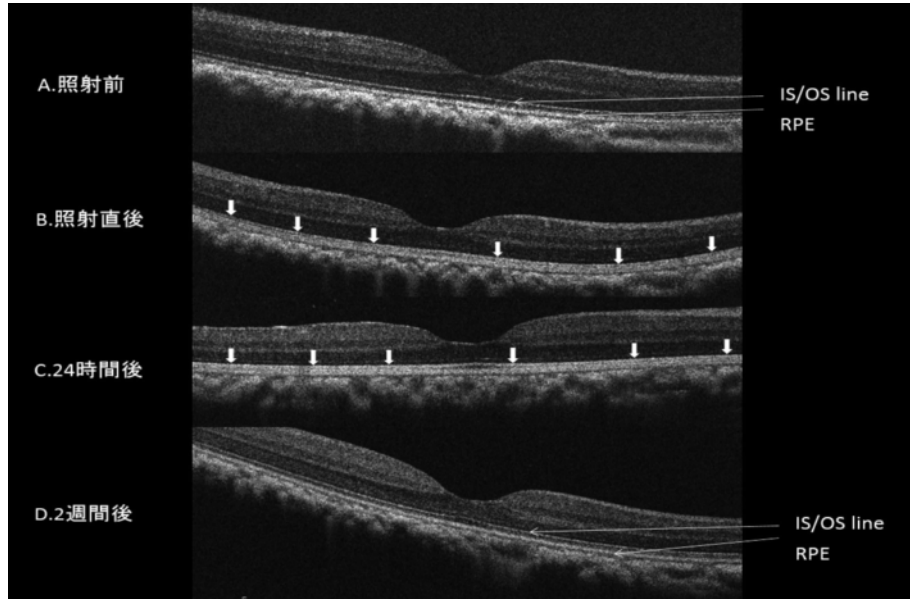


図1 LED照射前後での網膜の光干渉断層像
 A: 照射前, IS/OS line, RPE が確認できる.
 B, C: 照射直後, 24時間では, IS/OS line, RPE の両ラインの分離不全が生じている (白矢印)
 D: 照射後2週間で回復した.

のみ網膜の外層に器質的変化が観察された (図2).

結 論

LED照射後, サル網膜に対するOCTにおいて, OSの高輝度像が一過性に観察できた. OCTでのOSの高輝度像は, 同部位での細胞質の空胞化やdisc構造の不整と一致した. その後OCTで観察できたOSの高輝度像は正常化した, 組織学的にも正常化していた. LED照射後, 視細胞の錐体・杆体は機能的にも一過性の減弱が観察されたが, この変化は視細胞の光照射後の色素褪縮からの不完全な回復に起因すると推察した.

謝 辞

この度, 平成25年北関東医学会奨励賞を頂くにあたり, これまで研究に対して御指導賜りました, 群馬大学医学系研究科眼科学の岸章治教授, 同大学医学研究科機能形態学の依藤宏教授をはじめ, 両教室員の方々に深謝致します.

文 献

1. Kishi S, Li D, Takahashi M, Hashimoto H. Photoreceptor damage after prolonged gazing at a computer game

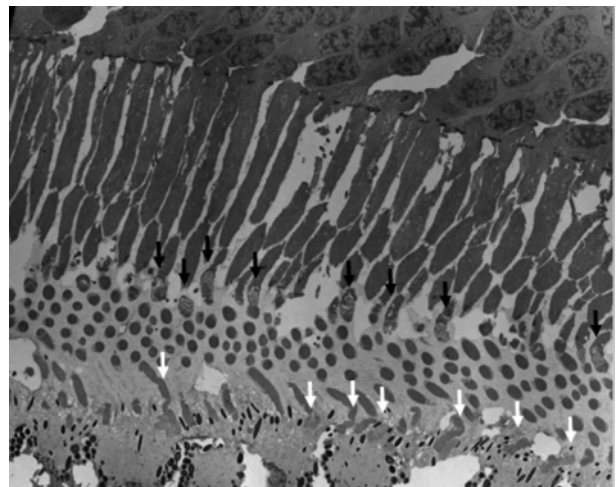


図2 LEDの照射後12時間での網膜の電子顕微鏡像: 視細胞外節内節接合部では外節の破壊, 空胞化・水泡化がみられる (黒矢印). 外節の遠位端でも外節の構造変化を認める (白矢印).

display. Jpn J Ophthalmol 2010 Sep; 54(5).

2. Behar-Cohen F, Martinsons C, Viénot F, Zisis G, Barlier-Salsi A, Cesarini JP, Enouf O, Garcia M, Picaud S, Attia D. Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: any risks for the eye? Prog Retin Eye Res 2011 Jul; 30(4): 239-257.