

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 21 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04994

研究課題名(和文) 剥離網膜の包括的病態解析と新規細胞保護治療開発

研究課題名(英文) Comprehensive pathological analysis of detached retina and development of new treatment for the cell protection

研究代表者

寺崎 浩子 (Terasaki, Hiroko)

名古屋大学・医学系研究科・教授

研究者番号：40207478

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円

研究成果の概要(和文)：網膜剥離による構造・機能障害の回復をERG、光干渉断層計(OCT)、補償光学(AO)、LSFGを用いて検討した結果、Cone interdigitation zoneおよび網膜外層面積の増大はERGのb波振幅の改善度と相関した。AOカメラによる観察では、網膜復位術後の錐体細胞密度は有意に回復したが傍眼までには回復しなかった。硝子体手術症例では術前に減少した視神経乳頭上網膜血流が術後に回復した。術中ファイバーOCTの開発を行い臨床利用した。網膜剥離眼の網膜下液に高濃度IL-1 β が存在し、硝子体ではmiR148aが特異的に発現していた。増殖膜中のカベオリン1はPVR発症に抑制的に作用していた。

研究成果の概要(英文)：We examined the recovery of disorganized retinal structure and function using ERG, optical coherence tomography (OCT), adoptive optics (AO), and LSFG. Cone interdigitation zone and the increased area of the retinal outer layer were correlated significantly with ERG b-wave amplitude improvement. Observation using the AO fundus camera showed the increased cone cell density after the scleral buckle surgery but it was less than that of the fellow eye. In the case of vitreous surgery for the retinal detachment, the retinal blood flow on the optic disc decreased before surgery but recovered after surgery. New prototype fiber-optic OCT was developed and clinically used for the patients. Biological analysis detected increased IL-1 β in the subretinal fluid in retinal detachment and specific expression of miR148a in the vitreous of eyes with retinal detachment. Higher expression of caveolin-1 in the fibrotic membrane in PVR had a role for preventing PVR pathogenesis.

研究分野：網膜硝子体学

 キーワード：網膜剥離 網膜電図 光干渉断層計 補償光学 眼循環 インターロイキン1 microRNA カベオリン

1

・ 1 . 研究開始当初の背景

網膜剥離は網膜色素上皮(retinal pigment epithelium : RPE)と感覚網膜が剥離した状態であり、原発性裂孔原性網膜剥離以外にも、多数の疾患や病態に併存する。最近の光干渉断層計(optical coherent tomography : OCT)による画像診断はわずかな網膜剥離も見逃さず、またその臨床的経過や治療後の変化を詳細に観察することを可能とした。網膜機能を判定するためには、網膜電図(electroretinogram : ERG)が基本であるが、近年の OCT による画像診断においては形態検査が網膜機能評価の役割も果たす可能性を示唆している。本研究において我々は、OCT に加えて補償光学(adaptive optics : AO)を用いた画像検査がいかに機能を反映できるかを初めて検証した。さらに、視細胞の機能障害の代表である裂孔原性網膜剥離を対象として、網膜剥離後のヒトの錐体細胞外節の回復過程を明らかにしたいと考えた。

さらに、日常において行われる治療にも目を向け、術中 OCT から得られた新知見と我々が長い間行ってきた新しい術中ファイバー型 OCT 機器の開発、について検討を試みた。

今日の網膜剥離の主たる治療法は外科的手術であり治療成績は 90%を超えるが、中には網膜剥離が再発したり、網膜の表面が線維性に富んだ増殖膜で覆われてしまう増殖硝子体網膜症(PVR)へ進行する症例がある。網膜剥離から PVR へ移行する原因の一つとして、生物学的には網膜色素上皮細胞(RPE)の上皮間葉転換(EMT)が関与しているとされている。

このように、網膜剥離の治療は単純な解剖学的復位率の向上に満足するだけでなく、より高度な満足度を患者が得られるよう、解決すべき課題は非常に多く残っている。

2 . 研究の目的

本研究では、補償光学眼底撮影装置、あるいは光干渉断層計(OCT)をもちいて網膜剥離復位後の網膜の微細な変化について検討を行った。網膜剥離治療において、眼循環に関する研究が過去にも行われてきたが、我々は最近の眼循環測定に用いられている臨床的手法を用い、現在行われている網膜剥離治療について検証した。網膜剥離における視細胞の傷害を少なくするか、そのターゲットとなる分子についても検索し、さらに最悪の病態である PVR における新規治療への試みの糸口を見つけるべく行った。また日常において行われる治療にも目を向け、術中 OCT から得られた新知見と我々が長い間行ってきた新しい術中ファイバー型 OCT 機器の開発についても検討した。

3 . 研究の方法

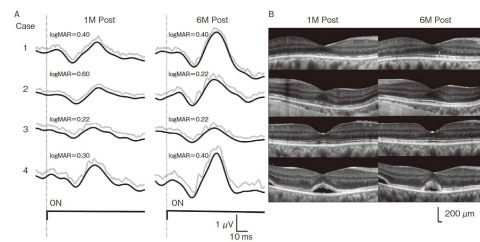
網膜剥離術後の、補償光学眼底撮影装置により撮影された眼底錐体細胞画像、および OCT 画像の解析を行った。さらに、視力や視野などの自覚検査のみならず、黄斑部の機能

を評価する目的で黄斑部局所 ERG を行った。また、近年の進歩が著しい眼科画像診断機器を用い、多角的に網膜剥離を分析し、術後の視機能の変化や回復の程度などを分析した。

分子生物学的検討では、名古屋大学医学部附属病院で硝子体手術を行う PVR・RD 症例から硝子体を採取し、硝子体内 microRNA のプロファイリングを行なった。

4 . 研究成果

網膜剥離症例における黄斑部局所 ERG を行った結果、術後 1 か月に比較し術後 6 か月では、a 波の振幅は有意に増大し、潜時は短縮した。b 波は振幅、潜時ともに有意に改善した。術後 6 か月では a 波振幅は対側眼の 66%、b 波振幅は 74%であった。

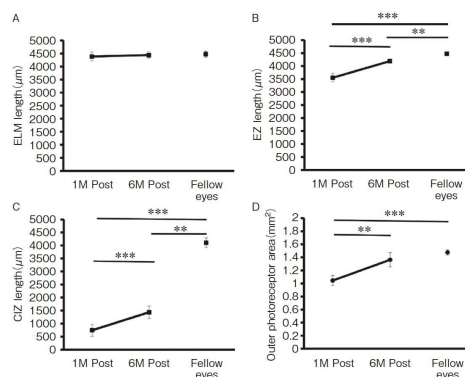


図説 :

黄斑剥離を伴う裂孔原性網膜剥離術後 1 か月と 6 か月の中心 15 度黄斑部局所網膜電図(ERG)と光干渉断層計(OCT)。

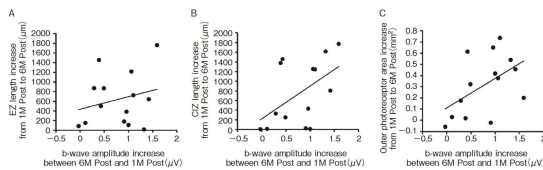
A : ERG の結果の代表例。B : OCT 像の代表例。振幅は、術後 1 か月と比べ、6 か月では a 波、b 波ともに回復しているが、その回復の程度は症例で異なっている。

また、網膜剥離症例の網膜外層構造は spectral domain(SD)-OCT (Spectralis® ; Heidelberg, Germany, RS-3000 Advance® ; ニデック、蒲郡)を用いて計測した。垂直スキャンと水平スキャンにて外境界膜(external limiting membrane : ELM)の長さ、視細胞内節エリプソイド(ellipsoid zone : EZ)の長さ、錐体細胞外節と RPE の嵌合部分(cone interdigitation zone : CIZ)の長さ、RPE 上端から ELM までの網膜外層面積を計測した。その結果、ELM は術後 1 か月の時点でもほぼ全長にわたって認められたため、術後 1 か月と 6 か月で明らかな変化はなかったが、EZ の長さ、CIZ の長さ、網膜外層面積はどれも 6 か月で有意に増大していた。



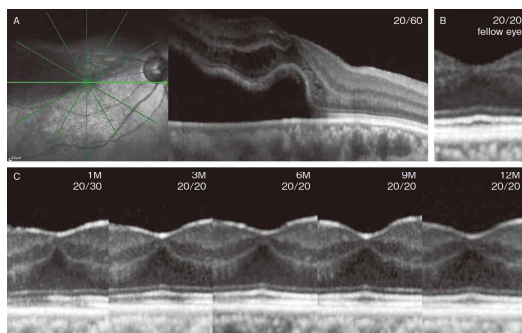
図説: 術後 1 か月から術後 6 か月の SD-OCT 像における網膜外層構造の変化。網膜外層構造の術後 1 か月から術後 6 か月の変化と僚眼との比較を示す。A : ELM 長。B : EZ 長。C : CIZ 長。D : 網膜外層面積。EZ 長、CIZ 長、網膜外層面積は術後 1 か月から 6 か月にかけて著明に改善した(** : $p < 0.01$ 、*** : $p < 0.001$ 、

また、EZ の伸長度は黄斑部局所 ERG の各成分の変化量と相関していなかったが、CIZ の伸長度および網膜外層面積の増大度は b 波振幅の改善度と有意に相関していた。



図説: 術後 1 か月から 6 か月にかけての網膜外層構造の SD-OCT 像の変化と黄斑部局所 ERG の b 波振幅の変化との相関。A : b 波振幅の変化と EZ 長の変化との相関図。 $r = 0.15$ 、 $p = 0.58$ 。B : b 波振幅の変化と CIZ 長の変化との相関図。 $r = 0.56$ 、 $p = 0.042$ 。C : b 波振幅の変化と網膜外層面積の変化との相関図。 $r = 0.57$ 、 $p = 0.040$ 。

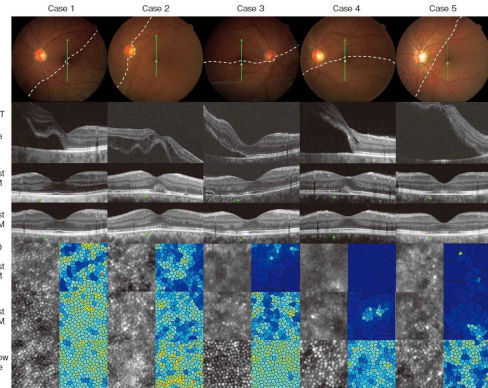
次に我々は、黄斑剥離を伴う裂孔原性網膜剥離に硝子体手術を施行した 42 例 42 眼において、網膜復位後に SDOCT(Spectralis®)を用い、術後 1・2・3・6・9・12 か月における網膜各層の厚みを計測し、視力改善との関係について調べた。その結果、術後 1 か月では ELM、EZ、CIZ の各層は不明瞭でそれぞれの層間の距離は僚眼と比較すると有意に短く、術後経時的に各層は明瞭に認識されるようになり、各層間の距離は経時的に伸長した。



図説: 黄斑剥離を伴う裂孔原性網膜剥離眼の網膜復位後の SD-OCT 画像。A : 術前の黄斑剥離眼 SD-OCT 画像。B : 僚眼 SD-OCT 画像。C : 術後の黄斑剥離眼 SD-OCT 画像。術後 1 か月では ELM、EZ、CIZ の各層は不明瞭でそれぞれの層間の距離は僚眼と比較すると

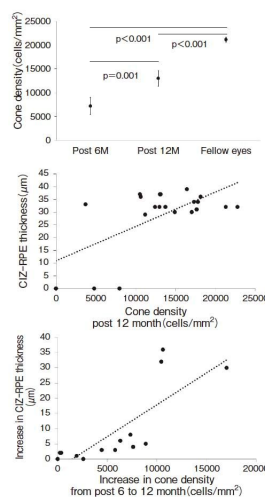
有意に短く、術後経時的に各層は明瞭に認識されるようになり、各層間の距離は経時的に伸長し、foveal bulge が形成された。

片眼性裂孔原性網膜剥離に対して強膜バックル手術を行った 21 名 21 眼を対象に、網膜剥離術後 6 か月、12 か月に撮影された AO 眼底画像をもとに傍中心窩錐体細胞密度、OCT 画像上の AO 計測部位と同じ部位の外顆粒層厚、ELM-EZ 厚、CIZ-RPE 厚、EZ-RPE 厚をそれぞれ計測し、錐体細胞密度の変化と網膜外層の回復との関係を検討した。



図説: 裂孔原性網膜剥離に対するバックル手術後の錐体細胞の観察(代表 5 症例)。6 か月から 12 か月にかけて OCT では網膜外層が回復し、AO では錐体細胞密度が増加しているのが分かる。

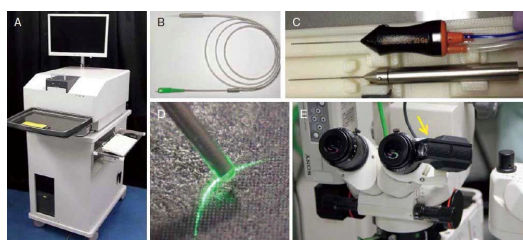
剥離眼では術前は錐体細胞撮影、密度計測はできなかった。この研究対象では、12 か月時の厚みは僚眼と有意差がなかった(両方 $p > 0.05$)。また、錐体細胞密度は CIZ-RPE 厚と有意に相関しており、さらに、錐体細胞密度の増加量は CIZ-RPE 厚の増加量と有意に相関していた。



図説: 錐体細胞密度計測と網膜外層厚計測の結果。上段: 錐体細胞密度は 6 か月から 12 か月まで回復がみられたが、僚眼までには回復しなかった。中段: 術後の CIZ-RPE 厚は錐体細胞密度と相関した。下段: 術後 6 か月から 12 か月までの CIZ-RPE 厚の増加量は錐体細胞密度の増加量と相関した。

図説: 錐体細胞密度計測と網膜外層厚計測の結果。上段: 錐体細胞密度は 6 か月から 12 か月まで回復がみられたが、僚眼までには回復しなかった。中段: 術後の CIZ-RPE 厚は錐体細胞密度と相関した。下段: 術後 6 か月から 12 か月までの CIZ-RPE 厚の増加量は錐体細胞密度の増加量と相関した。

現在使用できる術中 OCT は手持ち型の OCT と顕微鏡内蔵型の OCT である。我々は、OCT の導入後早くから手術室内での OCT について学会報告を行ってきた。2008 年より本格的に豚眼での記録を行ったが、2011 年より本格的にファイバー型 OCT の開発を手掛けることになった。このファイバー型 OCT は、呼吸器領域、循環器領域などの管腔を撮影する OCT としてすでに導入されている技術で、眼科以外の分野では 30 G という細径のものも臨床応用されている。しかし、我々は眼科用として手術中に用いるには剛性の問題があると考え、まず 23 G のプローブを開発した。眼科領域でのファイバー型 OCT については動物や摘出眼を用いた報告が主であったが、我々は世界で初めて臨床試用を倫理委員会の承認のもとに行った。



図説: OCT 本体と OCT プローブの外観写真。

A : OCT 本体。

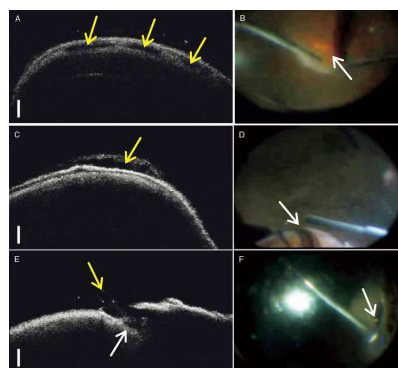
B : OCT プローブ全体写真。

C : 23 G OCT プローブのハンドピース(下段)と 23 G 硝子体カッタープローブ(上段)。

D : OCT プローブの先端からのスキャンライン。

E : サイドモニターの写真。小さなモニターが手術用顕微鏡の接眼レンズの側に取り付けられ、術者は、視線を動かすことでリアルタイム画像が観察可能。

実際の手術において使用すると、周辺部を強膜圧迫しながら記録したファイバー-OCT 画像では、渦静脈膨大部、鋸状縁網膜の cystoid degeneration がみられる。硝子体手術の終了時に、トコカル除去部位を記録すると強膜創に硝子体が嵌頓する様子を捉えることができた。さらには、毛様体や虹彩裏面、隅角など、眼内のあらゆる部分の観察が可能であると考えられた。



図説: 実際の症例での眼底周辺部所見。
A : 強膜圧迫して撮影された渦静脈膨大部

部(黄矢印)の術中 OCT。

B : A の画像を撮影中のファイバー型 OCT プローブ。

C : 強膜圧迫して撮影された鋸状縁網膜の cystoid degeneration(黄矢印)の術中 OCT。

D : C の画像を撮影中のファイバー型 OCT プローブ。

E : 極小切開硝子体手術の終了時、強膜創(白矢印)にみられる硝子体嵌頓(黄矢印)。

F : E の画像を撮影中のファイバー型 OCT プローブ。

Scale bar = 500 μm

網膜剥離の分子生物学的検討の結果、他の網膜疾患では検出されない hsa-miR-148a が、RD 眼球には多く存在することが明らかになった。また、培養 RPE 細胞を用いた実験では、hsa-miR-148a が RPE 細胞の EMT を促進していることが明らかになった。つまり、網膜剥離眼球内の hsa-miR-148a が、PVR の発症を促進していることが強く示唆された。このことから、RD ならびに PVR 患者の硝子体液から hsa-miR-148a を測定することで、RD から PVR の進行を予測することが可能であると考えられた。

一方、カベオラの形成に重要なタンパクである caveolin-1 に対する抗体で PVR 組織を免疫染色すると、Caveolin-1 が増殖膜に発現していることが確認された。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 88 件)

「以下全て査読あり」

1. Terasaki H, Ogura Y, Kitano S, Sakamoto T, Murata T, Hirakata A, Ishibashi T.

“Management of diabetic macular edema in Japan: a review and expert opinion.” *Jpn J Ophthalmol.* 2018 Jan;62(1):1-23. doi: 10.1007/s10384-017-0537-6.

2. Kerur N, Fukuda S, Banerjee D, Kim Y, Fu D, Apicella I, Varshney A, Yasuma R, Fowler BJ, Baghdasaryan E, Marion KM, Huang X, Yasuma T, Hirano Y, Serbulea V, Ambati M, Ambati VL, Kajiwaru Y, Ambati K, Hirahara S, Bastos-Carvalho A, Ogura Y, Terasaki H, Oshika T, Kim KB, Hinton DR, Leitinger N, Cambier JC, Buxbaum JD, Kenney MC, Jazwinski SM, Nagai H, Hara I, West AP, Fitzgerald KA, Sadda SR, Gelfand BD, Ambati J.

“cGAS drives noncanonical-inflammasome activation in age-related macular degeneration.”

Nat Med. 2018 Jan;24(1):50-61. doi: 10.1038/nm.4450.

3. Iwase T, Yamamoto K, Yanagida K, Ra E, Ito Y, Murotani K, Terasaki H.

“Investigation of causes of sex-related differences in ocular blood flow in healthy eyes determined by laser speckle flowgraphy.”

- Sci Rep. 2017 Oct 24;7(1):13878. doi: 10.1038/s41598-017-14118-0.
4. Kobayashi M, Iwase T, Yamamoto K, Ra E, Murotani K, Terasaki H. “Perioperative factors that are significantly correlated with final visual acuity in eyes after successful rhegmatogenous retinal detachment surgery.” PLoS One. 2017 Sep 13;12(9):e0184783. doi: 10.1371/journal.pone.0184783.
5. Iwase T, Kobayashi M, Yamamoto K, Yanagida K, Ra E, Terasaki H. “Change in choroidal blood flow and choroidal morphology due to segmental scleral buckling in eyes with rhegmatogenous retinal detachment.” Sci Rep. 2017 Jul 20;7(1):5997. doi: 10.1038/s41598-017-05126-1.
6. Kaneko H, Terasaki H. “Biological Involvement of MicroRNAs in Proliferative Vitreoretinopathy.” Transl Vis Sci Technol. 2017 Jul 10;6(4):5. doi: 10.1167/tvst.6.4.5.
7. Kaneko H, Takayama K, Asami T, Ito Y, Tsunekawa T, Iwase T, Funahashi Y, Ueno S, Nonobe N, Yasuda S, Suzumura A, Shimizu H, Kimoto R, Hwang SJ, Terasaki H. “Cytokine profiling in the sub-silicone oil fluid after vitrectomy surgeries for refractory retinal diseases.” Sci Rep. 2017 May 25;7(1):2640. doi: 10.1038/s41598-017-03124-x.
8. Tsunekawa T, Kaneko H, Takayama K, Hwang SJ, Oishi A, Nagasaka Y, Ye F, Iwase T, Nonobe N, Ueno S, Ito Y, Yasuda S, Matsuura T, Shimizu H, Suzumura A, Kataoka K, Terasaki H. “Correlation between miR-148 Expression in Vitreous and Severity of Rhegmatogenous Retinal Detachment.” Biomed Res Int. 2017;2017:3427319. doi: 10.1155/2017/3427319.
9. Ra E, Ito Y, Kawano K, Iwase T, Kaneko H, Ueno S, Yasuda S, Kataoka K, Terasaki H. “Regeneration of Photoreceptor Outer Segments After Scleral Buckling Surgery for Rhegmatogenous Retinal Detachment.” Am J Ophthalmol. 2017 May;177:17-26. doi: 10.1016/j.ajo.2017.01.032.
10. Momozawa Y, Akiyama M, Kamatani Y, Arakawa S, Yasuda M, Yoshida S, Oshima Y, Mori R, Tanaka K, Mori K, Inoue S, Terasaki H, Yasuma T, Honda S, Miki A, Inoue M, Fujisawa K, Takahashi K, Yasukawa T, Yanagi Y, Kadonosono K, Sonoda KH, Ishibashi T, Takahashi A, Kubo M. “Low-frequency coding variants in CETP and CFB are associated with susceptibility of exudative age-related macular degeneration in the Japanese population.” Hum Mol Genet. 2016 Nov 15;25(22):5027-5034. doi: 10.1093/hmg/ddw335.
11. Nagasaka Y, Kaneko H, Ye F, Kachi S, Asami T, Kato S, Takayama K, Hwang SJ, Kataoka K, Shimizu H, Iwase T, Funahashi Y, Higuchi A, Senga T, Terasaki H. “Role of Caveolin-1 for Blocking the Epithelial-Mesenchymal Transition in Proliferative Vitreoretinopathy.” Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017 Jan 1;58(1):221-229. doi: 10.1167/iovs.16-20513.
12. Yamamoto K, Iwase T, Terasaki H. “Long-Term Changes in Intraocular Pressure after Vitrectomy for Rhegmatogenous Retinal Detachment, Epi-Retinal Membrane, or Macular Hole.” PLoS One. 2016 Nov 29;11(11):e0167303. doi: 10.1371/journal.pone.0167303.
13. Iwase T, Kobayashi M, Yamamoto K, Yanagida K, Ra E, Terasaki H. “Changes in Blood Flow on Optic Nerve Head After Vitrectomy for Rhegmatogenous Retinal Detachment.” Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 Nov 1;57(14):6223-6233. doi: 10.1167/iovs.16-20577.
14. Heier JS, Korobelnik JF, Brown DM, Schmidt-Erfurth U, Do DV, Midena E, Boyer DS, Terasaki H, Kaiser PK, Marcus DM, Nguyen QD, Jaffe GJ, Slakter JS, Simader C, Soo Y, Schmelter T, Vitti R, Berliner AJ, Zeitz O, Metz C, Holz FG. “Intravitreal Aflibercept for Diabetic Macular Edema: 148-Week Results from the VISTA and VIVID Studies.” Ophthalmology. 2016 Nov;123(11):2376-2385. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.07.032.
15. Iwase T, Ra E, Asami T, Yamamoto K, Kaneko H, Terasaki H. “Pyramidal-Shaped Residual Subretinal Fluid at Fovea After Intravitreal Injection of Perfluoro-n-Octane in Eyes With Fovea-Off Rhegmatogenous Retinal Detachment.” Retina. 2016 Nov;36(11):e108-e110.
16. Asami T, Kaneko H, Miyake K, Ota I, Miyake G, Kato S, Yasuda S, Iwase T, Ito Y, Terasaki H. “An Endovascular Cannulation Needle with an Internal Wire for the Fragmentation of Thrombi in Retinal Vein Occlusion.” 2016 Sep 30;5(5):9. eCollection 2016 Sep, doi: 10.1167/tvst.5.5.9
17. Asami T, Terasaki H, Ito Y, Sugita T, Kaneko H, Nishiyama J, Namiki H, Kobayashi M, Nishizawa N. “Development of a Fiber-Optic Optical Coherence Tomography Probe for Intraocular Use.” Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 Jul 1;57(9):OCT568-74. doi: 10.1167/iovs.15-18853.
18. Iwase T, Yamamoto K, Yanagida K, Kobayashi M, Ra E, Murotani K, Terasaki H.

“Change in refraction after lens-sparing vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment and epiretinal membrane.”
Medicine (Baltimore). 2016 Aug;95(32):e4317. doi: 10.1097/MD.0000000000004317.

19. Takayama K, Kaneko H, Hwang SJ, Ye F, Higuchi A, Tsunekawa T, Matsuura T, Iwase T, Asami T, Ito Y, Ueno S, Yasuda S, Nonobe N, Terasaki H.
“Increased Ocular Levels of MicroRNA-148a in Cases of Retinal Detachment Promote Epithelial-Mesenchymal Transition.”
Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 May 1;57(6):2699-705. doi: 10.1167/iovs.15-18660.

20. Pfeiffer RL, Marc RE, Kondo M, Terasaki H, Jones BW.
“Müller cell metabolic chaos during retinal degeneration.”
Exp Eye Res. 2016 Sep;150:62-70. doi: 10.1016/j.exer.2016.04.022.

21. Kobayashi M, Iwase T, Yamamoto K, Ra E, Murotani K, Matsui S, Terasaki H.
“Association Between Photoreceptor Regeneration and Visual Acuity Following Surgery for Rhegmatogenous Retinal Detachment.”
Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 Mar;57(3):889-98. doi: 10.1167/iovs.15-18403.

22. Ye F, Kaneko H, Hayashi Y, Takayama K, Hwang SJ, Nishizawa Y, Kimoto R, Nagasaka Y, Tsunekawa T, Matsuura T, Yasukawa T, Kondo T, Terasaki H.
“Malondialdehyde induces autophagy dysfunction and VEGF secretion in the retinal pigment epithelium in age-related macular degeneration.”
Free Radic Biol Med. 2016 May;94:121-34. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.02.027.

23. Bogdanovich S, Kim Y, Mizutani T, Yasuma R, Tudisco L, Cicatiello V, Bastos-Carvalho A, Kerur N, Hirano Y, Baffi JZ, Tarallo V, Li S, Yasuma T, Arpitha P, Fowler BJ, Wright CB, Apicella I, Greco A, Brunetti A, Ruvo M, Sandomenico A, Nozaki M, Ijima R, Kaneko H, Ogura Y, Terasaki H, Ambati BK, Leusen JH, Langdon WY, Clark MR, Armour KL, Bruhns P, Verbeek JS, Gelfand BD, De Falco S, Ambati J.
“Human IgG1 antibodies suppress angiogenesis in a target-independent manner.”
Signal Transduct Target Ther. 2016;1. pii: 15001.

24. Shirai H, Mandai M, Matsushita K, Kuwahara A, Yonemura S, Nakano T, Assawachananont J, Kimura T, Saito K, Terasaki H, Eiraku M, Sasai Y, Takahashi M.
“Transplantation of human embryonic stem cell-derived retinal tissue in two primate models of retinal degeneration.”

Proc Natl Acad Sci U S A. 2016 Jan 5;113(1):E81-90. doi: 10.1073/pnas.1512590113.

25. Kaneko H, Ra E, Kawano K, Yasukawa T, Takayama K, Iwase T, Terasaki H.
“Surgical Videos with Synchronised Vertical 2-Split Screens Recording the Surgeons' Hand Movement.”
Ophthalmologica. 2015;234(4):243-6. doi: 10.1159/000439119.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

該当なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

寺崎 浩子 (TERASAKI Hiroko)

名古屋大学・大学院医学系研究科・教授

研究者番号: 40207478

(2)研究分担者

伊藤 逸毅 (ITO Yasuki)

名古屋大学・大学院医学系研究科・准教授

研究者番号: 10313991

上野 真治 (UENO Shinji)

名古屋大学・医学部附属病院・講師

研究者番号: 80528670

兼子 裕規 (KANEKO Hiroki)

名古屋大学・医学部附属病院・病院講師

研究者番号: 20647458

岩瀬 剛 (IWASE Takeshi)

名古屋大学・医学部附属病院・講師

研究者番号: 80642339

(3)連携研究者

該当なし

(4)研究協力者

該当なし