総説**REVIEW ARTICLE****高齢化社会における眼科領域でのレーザー治療**

門屋 講司

東北文化学園大学 医療福祉学部 リハビリテーション学科 視覚機能学専攻

(平成 26 年 10 月 30 日受理, 平成 27 年 1 月 14 日掲載決定)

Ocular Laser Treatment in the Aging Population

Koji Kadoya

*Visual Science Course, Department of Rehabilitation, Faculty of Medical Science and Welfare,
Tohoku Bunka Gakuen University.*

(Received October 30, 2014, Accepted January 14, 2015)

要 旨

高齢者のレーザー治療は、侵襲が少なく、短時間で、患者への負担も少なく、認知症などの精神疾患や重篤な全身疾患でもない限り、特別な配慮は必要なく、安全に行うことができる治療法である。①高齢者の眼の特徴、②眼科領域で使用されるレーザーの種類およびレーザー治療の適応疾患、③高齢者がレーザー治療の対象となることが多い眼疾患である、後発白内障、閉塞隅角緑内障、加齢黄斑変性そして網膜中心静脈閉塞症について現況を述べた。

キーワード：眼科、レーザー、後発白内障、閉塞隅角緑内障、加齢黄斑変性、網膜中心静脈閉塞症

Abstract

Ocular laser treatment in elderly patients can be performed safely in a short time without particular consideration, e.g. dementia and, cardiovascular disease, because it is a minimally invasive procedure rather than a surgical treatment.

Here I describe i) characteristics of the eyes of the elderly population, ii) types of laser beams and indications for laser treatment in ocular disease, and iii) four main ocular diseases (after cataract, angle closure glaucoma, age-related macular degeneration, and central retinal vein occlusion) for which elderly patients frequently benefit from laser treatment.

Key words : ophthalmology, laser, after cataract, angle closure glaucoma, age-related macular degeneration, central retinal vein occlusion

1. はじめに

日本人の平均寿命は男性 80 歳、女性 86 歳と世界一の長寿国である。一方、少子化の問題もあり、高齢患者の占める割合は年々増加している。眼科診療においても、当然のことながら白内障、加齢黄斑変性、網膜動脈閉塞症および網膜静脈閉塞症など、高齢者の患者は多く、全

身的にも様々な疾患を持つことが多い¹⁻³⁾。

眼科領域で、レーザー (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation: LASER) は眼疾患の治療および検査機器に応用されている。レーザー治療の適応となる疾患は前眼部、角膜から網膜までと広範囲に渡り、薬物治療、観血的治療と共に、眼疾患治療の重要な地位を占めている。

レーザー治療は白内障、緑内障、網膜硝子体疾患などに対する観血的な手術と比較して、後述する代表的疾患は多くの眼科医が携わり、過剰凝固などに注意を払えば、一般に、侵襲が少なく、短時間で、術前、術後処置などの患者への負担も少なく、特別な配慮が必要な場合は比較的少なく済むことが多い。

高齢者にとっても、認知症などの精神疾患を含め重篤な全身疾患でもない限り、比較的安全に行うことができる治療法であると思われる。

一方で、レーザー治療を受ける患者にとって、網膜剥離などに対して硝子体手術中に行われる眼内光凝固術や糖尿病網膜症で数回に渡って行われる汎網膜光凝固術(panretinal photocoagulation: PRP)は疼痛を伴い、時間がかかることもあり、患者にとって苦痛を感じることもある。また、レーザー虹彩切開術による水疱性角膜症の合併症など問題点もあり、角膜内皮細胞の術前のチェックや全身状態の把握など細心の注意が払われることが必要である。

まず①高齢者の眼の特徴について述べ、②眼科領域全体で使用されるレーザーの種類およびレーザー治療の適応疾患について紹介し、続いて、③レーザー治療の代表的な疾患である糖尿病網膜症、④主に高齢者がレーザー治療の対象となることが多い眼疾患である、後発白内障、閉塞隅角緑内障、加齢黄斑変性そして網膜中心静脈閉塞症のレーザー治療について述べる。

2. 高齢者の眼の特徴

2.1 角膜

①老人環：角膜輪部にみられる灰白色のリング状混濁で老人性変化である。

②角膜内皮細胞密度の減少：若年者の角膜内皮細胞密度は3500 cells/mm²に対し80歳以上では2700 cells/mm²である。健常者で角膜内皮細胞は約0.5%/年、程度の減少率で年齢と共に、漸減すると言われている⁴⁾。加齢による角膜内皮細胞減少は、高齢者で特にアルゴンレーザーの虹彩切開(laser iridotomy: LI)により影響を受け、角膜内皮細胞が500 cells/mm²以下になると水疱性角膜症となり視力障害の原因となることがある⁴⁾。

2.2 瞳孔

瞳孔径は成人4 mmに対し、老人と新生児では小さく、2～2.5 mmである。20歳前後で瞳孔径は最大となり、以後瞳孔括約筋の硬化により加齢とともに小さくなる。そのため、散瞳薬に対する反応が弱くなり、極大散瞳が得られず、眼底周辺部の網膜光凝固治療をやりにくくなることが多い。

2.3 前房深度および水晶体

水晶体は厚くなる。成人の平均水晶体厚は20歳代で3.28 mm、50歳代では3.89 mmと年間約0.02 mm増加し、これに伴い前房深度は浅くなる⁵⁾。また水晶体の核は加齢とともに固くなり黄色化する。

2.4 網膜、脈絡膜

①リポフスチン：網膜色素上皮(retinal pigment epithelium: RPE)細胞内の色素顆粒である。RPEは視細

胞外節を貪食し刷新しているが、加齢や機能低下に伴い、ビタミンAサイクルで生成されるpyridinium bisretinoid (A2E)などを含んだ老廃物であるリポフスチンが蓄積されてくる。組織中のリポフスチンは青～緑色光と赤外光を励起光とする眼底自発蛍光により観察することができる⁶⁾。リポフスチンは加齢眼ではRPEの体積の25%をしめる⁷⁾。

②ドルーゼン：加齢に伴って、RPEの基底膜とBruch膜との間に沈着した多形性物質である。眼底に黄白色の小円形病変として認められ、黄色調で境界不鮮明な軟性ドルーゼンと白色で境界鮮明な硬性ドルーゼンに分類される。軟性ドルーゼンは後述する加齢黄斑変性の前駆病変として重要である。

2.5 硝子体

硝子体は99%が水分であるが、コラーゲン線維、可溶性蛋白、ヒアルロン酸が3次元のメッシュ状骨格を形成している、ゲル状の構造物である。加齢により、液化や後部硝子体隔離がみられ粘弾性が低下する。後部硝子体剥離の有病率は眼軸長や年齢が増加すると上昇する。後部硝子体剥離率は40歳代で8%、50歳代22%、60歳代43%、70歳代71%、80歳代で85%との報告がある⁸⁾。

3. 眼科領域で使用されるレーザーの種類およびレーザー治療の適応疾患

3.1 レーザーの種類

①アルゴン(argon)レーザー

1964年に発明され1968年には人眼に応用されるようになった。希ガスイオンレーザーの一つ。アルゴンは空気中に3番目に多く存在し、約0.93%である。波長488 nmの青と波長514 nmの緑があり、主として糖尿病網膜症、網膜裂孔、網膜静脈閉塞症など、網膜の光凝固に広く使用されている。他に開放隅角緑内障のアルゴンレーザー線維柱帯形成術(argon laser trabeculoplasty: ALT)や閉塞隅角緑内障の虹彩切開術に使われる。

②クリプトン(krypton)レーザー

希ガスイオンレーザーで、最も波長の長い赤色光、波長647 nmを使う、他に緑(527 nm)、黄(568 nm)の波長を有する。アルゴンレーザーに比べてヘモグロビンに吸収されにくく、出血部に吸収されることなく、ある程度の硝子体出血があっても、網膜が凝固できるというメリットがある。特に網膜外層が凝固される。使用頻度はアルゴンレーザーに比べ低い。

③炭酸ガスレーザー

波長10,600 nmで、眼科では眼瞼下垂などの眼瞼の手術で皮膚切開などに使われる。

④エキシマ(excimer)レーザー

励起された二量体を意味するexcited dimerの合成語であり、紫外線レーザーである。エキシマレーザーは、自然界には存在しない。これは希ガス(Ar, Kr, Xe)とハロゲン(F, Cl, Br, I)の混合ガスに高圧下で高電圧をかけると形成され、その後、基底状態に戻る時に放出されるレーザーの総称である。

波長193 nmのフッ化アルゴン(ArF)によるレーザーが治療的角膜表層切除(phototherapeutic keratectomy: PTK)、

や LASIK (laser in situ keratomileusis) で使用される。

PTK の目的は主に角膜の表層から実質浅層までの混濁病変の除去である。

LASIK の目的は主に近視の屈折矯正手術である。最近では femtosecond LASIK が主流である。

⑤ フェムトセカンド (femtosecond) レーザー

波長 1053 nm の近赤外線レーザーで、超短パルス (約 500 ~ 800 フェムト秒パルス, フェムト秒 = 10^{-15} second) の特性から、焦点の合った照射組織のみを光分裂 (photodisruption) させて数ミクロンの空隙を作ることができる⁹⁾。LASIK における角膜フラップの作製、角膜表層移植、角膜全層移植、角膜内リング挿入のトンネル作製、白内障手術などに応用されている。

⑥ ネオジウム YAG (Nd:YAG) レーザー

ザクロ石と呼ばれる結晶 ($Y_3Al_5O_{12}$) の中の 3 価の Y^{3+} (イットリウムイオン) の一部を 3 価の Nd^{3+} (ネオジウムイオン) に置き換えたものをレーザー媒質とし、光励起で発振させる個体レーザーである。YAG とは Yttrium Aluminum Garnet の頭文字をとったものである。

波長 1064 nm の近赤外線レーザーである。Nd:YAG レーザーによる切開は、高エネルギーのレーザー光がある一点に収束したときに発生する optical breakdown (原子から電子を引き離す現象) に基づいている。急性閉塞隅角緑内障の虹彩切開や、白内障術後の後発白内障の後囊切開に用いられる。

⑦ 半波長 YAG レーザー

波長 1064 nm の Nd:YAG レーザーを周波数を 2 倍にして、波長を半分の 532 nm に変化させたレーザーである。パターンスキャンレーザーや開放隅角緑内障に対する選択的レーザー線維柱体形成術 (selective laser trabeculoplasty: SLT) に使われる。

パターンスキャンレーザーは設定されたパターンで複数のスポット照射を可能とし 1 回の照射で最大 25 個のスポットが出るので、短時間、高出力で広い範囲を凝固することができ、1 回の照射エネルギーは従来の方法と比べ 1/5 程度のため低侵襲で痛みが少ないと言われている。糖尿病網膜症の汎網膜光凝固が良い適応であり、術者、患者双方の時間的、肉体的負担が少ない。使用施設も年々増加しているようである。

⑧ マルチカラー スキャンレーザー

治療光として波長 532 nm 緑、577 nm 黄、647 nm 赤、の 3 波長を利用できる。緑は半波長 Nd:YAG レーザーを発振源としているが、黄と赤は半導体レーザーが励起光源である。

従来のマルチカラーレーザーの波長は、緑:532 nm, 黄:561 nm, 赤:659 nm で緑は同じであるが、黄は 561 nm と比べ白内障による影響を受けにくく、凝固能率が高い波長である。赤は 659 nm と比較して疼痛が少ない波長で、クリプトンレーザーで実績の波長である。緑は糖尿病網膜症や網膜静脈分枝閉塞症、網膜中心静脈閉塞症などの眼底疾患に使用され、黄色はシングルモードで糖尿病網膜症の黄斑浮腫などに適応がある。他に緑内障の虹彩切開にも対応でき、利便性が高い。

⑨ 半導体 (diode) レーザー

可視から近赤外の発振波長がある。前項で述べたよう

に、黄も赤も半導体レーザーで発振することができ、半導体レーザーの適応は糖尿病網膜症や網膜中心静脈閉塞症、未熟児網膜症などの眼底疾患や緑内障の虹彩切開、線維柱体形成術など適応は幅広い。

波長 689 nm の半導体レーザーは加齢黄斑変性の光線力学療法 (photodynamic therapy, PDT) に使われる。

他に波長 810 nm あるいは 830 nm の半導体レーザーは経強膜的に毛様体を凝固、破壊することができるので、専用のプローブを用いることにより、絶対緑内障 (失明して、眼圧を調整できなくなったもので眼痛を訴える) のレーザー毛様体破壊術に使用されている。

3.2 レーザー治療の主な適応疾患

- ① 網膜疾患: 糖尿病網膜症、網膜裂孔、加齢黄斑変性、網膜中心静脈閉塞症、網膜静脈分枝閉塞症、未熟児網膜症、Coats 病、網膜細動脈瘤、眼内腫瘍。
- ② 緑内障、開放隅角緑内障、閉塞隅角緑内障。
- ③ 屈折異常: 近視、遠視、乱視
- ④ 角膜疾患: 角膜ジストロフィー (Avellino, 顆粒状、格子状, Reis-Bückler, 膠様滴状), 帯状角膜変性, Salzmann 結節状角膜変性, 角膜白斑など。
- ⑤ 後発白内障

4. レーザー治療の適応となる代表的疾患、糖尿病網膜症

糖尿病網膜症は糖尿病に合併する網膜血管障害であり、緑内障に次いで、我が国の失明原因の第二位である¹⁰⁾。

Davis 分類では病期は単純網膜症、増殖前網膜症、増殖網膜症の 3 つに分類され、網膜光凝固の適応になるのは、増殖前網膜症と増殖網膜症である。増殖糖尿病網膜症の平均年齢は 50 歳代であり¹¹⁾、高齢者の頻度は少ない。

DRS (The Diabetic Retinopathy Study Group)¹²⁾ では増殖網膜症のなかでも、乳頭新生血管や網膜前出血・硝子体出血を伴う網膜新生血管に PRP が視力障害に有効である。という結果を得ており、日本糖尿病眼学会では無還流領域に対する選択的光凝固の有効性が検討され¹³⁾、増殖網膜症の発症予防に有効であることが示唆されている。PRP では従来のアルゴンレーザーと比べ、パターンスキャンレーザーにより低侵襲での凝固が可能となっている。

5. 高齢者がレーザー治療対象となる主な疾患

5.1 後発白内障

白内障の手術年齢のピークは 70 歳代である¹⁴⁾。後発白内障は白内障術後に残存した水晶体上皮細胞が水晶体囊を足場として、再増殖、分化し後囊が混濁し、視力が低下する疾患である。発生率は術後 1 年で 11.8%, 3 年で 20.7%, 5 年で 28.4% との報告がある¹⁵⁾。

線維性混濁 (fibrosis), ゾンマーリング輪 (Soemmerring's ring), エルシュニッヒ真珠 (Elschnig's pearls) の 3 つのタイプのほか、1997 年に報告された¹⁶⁾ 比較的新しいタイプの液状後発白内障がある。

fibrosis は線維性の混濁、ゾンマーリング輪は中央部のみが透明に残存した前囊と周辺部後囊間に水晶体線維の再生が生じ赤道部がドーナツ状に隆起する変化である。

エルシュニッヒ真珠は後囊の表面にまるで蛙の卵状に見える濾胞状の混濁として細隙灯顕微鏡下で見られる。

そしてこれらは同一眼に単独あるいは混在してみられる。

液状後発白内障は白内障手術において連続円形切囊 (continuous curvilinear capsulorrhexis: CCC) による眼内レンズの完全囊内固定が普通になり、発症するようになった。

眼内レンズ後面と後囊の間に乳白色の液状物質が貯留するタイプの後発白内障である。

Nd:YAG レーザーにより、専用のコンタクトレンズをとおして、通常 1.0 mJ 前後のパワーで、後囊切開術が行われる。術後視力は眼底等に異常がなければ、1.0 以上に改善する (Fig.1)。

5.2 原発閉塞隅角緑内障 (primary angle closure glaucoma: PACG)

原発閉塞隅角緑内障は他に要因がなく遺伝的背景、加齢による前眼部形態の変化などで惹起される隅角閉塞により眼圧上昇をきたし、緑内障性視神経症に至る疾患である。

隅角構造と緑内障性視神経症の有無により次の 3 タイプに分類される。

- ① 原発閉塞隅角症疑い (primary angle closure suspect: PACS) : 非器質的閉塞隅角のみ。
- ② 原発閉塞隅角症 (primary angle closure: PAC) : 眼圧上昇または器質的な閉塞隅角はあるが、緑内障性視神経症は生じていない。
- ③ 原発閉塞隅角緑内障 (primary angle closure glaucoma: PACG) : 緑内障性視神経症を生じた症例。

加齢に伴い原発閉塞隅角緑内障の罹患率は上昇する、特に 80 歳以上では顕著である。そして女性に多い¹⁷⁾。

レーザー虹彩切開術は瞳孔ブロックを解除して隅角を開大することが目的であり、また発症の予防に行うこともある。特に発作眼の僚眼は発作後 1 年以内に急性発作を発症することが多いと言われている。以下の 3 つのレーザーの使い方がある¹⁸⁾。

1) Nd:YAG レーザー切開術

- ① 装置によりプラズマ発生エネルギーが異なるため、使用機種によって定められたエネルギーを用いる。
- ② 虹彩表面ではなく虹彩実質に焦点を合わせる。
- ③ 虹彩出血を予防するために、アルゴンレーザーで穿孔予定部位に予備照射を行うことがある。

2) アルゴンレーザーなど熱凝固レーザー切開術

- ① 第一段階 (穿孔予定部位の周囲に照射し虹彩を伸展させる)
スポットサイズ: 200 ~ 500 μm , パワー: 200 mW, 時間: 0.2 秒
- ② 第二段階 (穿孔照射)
スポットサイズ: 50 μm , パワー: 1000 mW, 時間: 0.02 秒

穿孔したら穿孔創を十分な大きさ (100 ~ 200 μm) に拡大し終了する (Fig.2)。

3) アルゴンレーザー・Nd:YAG レーザー併用法

アルゴンレーザーなどの熱凝固レーザーを照射した後 Nd:YAG レーザーで穿孔創を開ける方法。Nd:YAG レーザーに比較して虹彩出血が少ないという利点がある。

しかしアルゴンレーザー虹彩切開術には角膜内皮障害という合併症があり、特に高齢者は加齢により角膜内皮細胞密度は低下しており、それによって引き起こされる

Fig.1 YAG laser posterior capsulotomy for after cataract.

Fig.2 Argon laser iridotomy was performed for PACG.

水疱性角膜症は角膜移植患者の原因疾患の第二位を占めるなど¹⁹⁾ 問題になっている。Nd:YAG レーザーはアルゴンレーザーよりも水疱性角膜症のリスクは低いと言われている。

以上のことから、最近では狭隅角眼に対しては、レーザー治療よりも、白内障手術が緑内障発作の予防に有用であり、白内障手術での隅角開大が行われるようになってきた。

5.3 加齢黄斑変性 (Age-related Macular Degeneration: AMD)

加齢に伴う黄斑異常であり、視覚障害をきたす疾患の第 4 位¹⁰⁾ に位置する。萎縮型と滲出型に大きく分類され、脈絡膜からの新生血管 (choroidal neovascularization: CNV) を伴う、滲出型が治療の対象となる。滲出型は CNV が網膜色素上皮下に侵入し、黄斑部に出血し、結合組織の増殖を生じる疾患である (Fig.3)。中心暗点、視力障害、変視症を訴え徐々に進行する。

滲出型はさらに典型 AMD、ポリープ状脈絡膜血管症 (polypoidal choroidal vasculopathy: PCV)、網膜血管腫状増殖 (retinal angiomatous proliferation: RAP) に分類される²⁰⁾。

今年世界初の iPS (induced pluripotent stem cell) 細胞の臨床応用が行われ、iPS 細胞から作られた、網膜色素上皮細胞が黄斑に移植された。

AMD は高齢者に多く、循環器系の全身合併症を持つ症例も多いので、抗凝固剤、抗血小板剤の使用の有無は必ず確認して、患者に合併症について説明する必要がある。

Fig.3 AMD with macular haemorrhage.

AMD の治療は、中心窩を含まない CNV にたいしてはレーザー光凝固が推奨されている。レーザーの波長は網膜神経上皮下および網膜色素上皮下と脈絡膜毛細血管の深層レベルの凝固のため赤色の長波長が良いが、CNV はヘモグロビンが多いので、黄色のほうが凝固斑がつきやすい。凝固する CNV 前面に出血がなければヘモグロビンに吸収率の高い黄色波長を用いる。出血がある場合にはヘモグロビンに吸収されにくくメラニンには吸収されやすい赤色波長を用いる。

中心窩を含む病変では、抗血管内皮増殖因子 (vascular endothelial growth factor: VEGF) 薬の硝子体注射、光線力学療法 (PDT) または二者の併用療法が主に行われている。PDT は 2004 年 5 月に日本で認可された。

PDT の治療成績の報告は多いが、治療時の平均年齢は 71 歳²¹⁾ から 74 歳²²⁾ くらいと、高齢である。具体的には光感受性物質ベルテポルフィンを 10 分間注入し、静脈注射 15 分後に波長 689 nm の半導体レーザーを照射出力 600 mW/cm²、光照射エネルギー量 50 J/cm² で 83 秒間照射する。PDT は光感受性物質と組み合わせて実施するレーザー治療法である。

本邦での治療成績からは視力維持効果が期待できることが明らかになっている²³⁾。

最近は抗 VEGF 薬が AMD 治療の主流になってきているが、ポリープ状脈絡膜血症や網膜血管腫状増殖には抗 VEGF 薬と併用し適応がある。

5.4 網膜中心静脈閉塞症 (central retinal vein occlusion: CRVO)

視神経乳頭内篩状板付近の網膜中心静脈の閉塞症。背景に高血圧、糖尿病などの基礎疾患を有することが多い²⁾。また多血症、多発性骨髄腫など血液粘度の高い疾患も原因となる。60 歳以上の高齢者の片眼に多い。網膜静脈閉塞の程度により、虚血症 (出血型)、非虚血症 (静脈鬱滞型) に分類される。虚血症は 60 ~ 70 歳代が多く、非虚血症より高齢である²⁴⁾。治療は虚血症に対し、重篤な合併症である血管新生緑内障を予防する目的でアルゴンレーザーにより汎網膜光凝固術 (panretinal photocoagulation: PRP) が行われる。

自験例²⁾では初診時平均年齢は 61 歳で 70 歳以上の高齢者は約 28% であった。CRVO 患者の 93% に汎網膜光凝

Fig.4 Central retinal vein occlusion (CRVO).

Fig.5 Panretinal photocoagulation for CRVO.

固術が行われた (Fig.4,5)。PRP にもかかわらず、約 1 割は失明に至った。その原因として初診時すでに硝子体出血を合併している症例が 15.3%、血管新生緑内障を合併している症例が 11.1% とそれぞれ 10 数 % を占めていた。すなわち 1 割以上は新生血管発症予防の段階を越えている症例であった。最終視力は 0.1 以下が 51.4% を占めた。特に視力 0 の予後不良例の初診時平均年齢は 71 歳と高齢であった。網膜血管閉塞症は加齢で動脈硬化が進行していることが多く高齢者では視力予後は不良である。

6. おわりに

眼科における加齢やレーザー治療の適応が高齢者に多い疾患について述べた。

レーザー治療全般についても述べたが、レーザー治療の適応範囲が器械の改良や進歩とともに広がる一方、近年は、高齢者に多い PACG の発作や AMD ではレーザー治療の適応範囲は狭められている。PACG は角膜内皮細胞の問題があり、AMD の治療は、より処置に手間がかからなく効果的な抗 VEGF 薬の硝子体注射が主流になっている。

また LASIK 治療後の集団感染事件や LASIK 後の不具合を訴える患者からの集団訴訟との報道もあり、LASIK を受ける患者が減少しているようである。今後もレーザー治療の適応範囲は変遷していくと思われる。

利益相反公表基準

該当 無

参考文献

- 1) 橋本浩隆, 吉田紳一郎, 小原喜隆: 高齢者における白内障手術の予後. あたらしい眼科, 10: 312-316, 1993.
- 2) 門屋講司, 鈴木利根, 筑田 眞: 網膜中心静脈閉塞症の長期観察例の検討. 臨床眼科, 65: 1285-1288, 2011.
- 3) 門屋講司, 田中 朗, 岡本洋幸, 筑田 眞: 網膜中心動脈閉塞症の臨床的検討. 臨床眼科, 64: 945-947, 2010.
- 4) 木下 茂, 天野史郎, 井上幸次, 大橋裕一, 高橋 浩, 坪田一男, 西田幸二: 角膜内皮細胞の重症度分類. 日眼会誌, 118: 81-83, 2014.
- 5) 坂本保夫: 水晶体の光学特性, 大鹿哲郎編, 眼科プラクティス25眼のバイオメトリー, 160-167, 2009.
- 6) 飯田知弘: 眼底自発蛍光による網膜機能解析. 日本の眼科, 84: 1658-1663, 2013.
- 7) DV III ALfaro, *et al.*: Age-related macular degeneration: A comprehensive textbook, Lippincot Williams&Wilkins, 2006.
- 8) 高橋正孝: 経年性後部硝子体剥離, 1077正常眼の分析. 臨床眼科, 36: 1137-1141, 1982.
- 9) 稗田 牧: フェムトセカンドレーザーによる角膜手術. あたらしい眼科, 31: 813-817, 2014.
- 10) 中江公裕, 増田寛次郎, 妹尾 正, 小暮文雄, 澤 充, 金井 淳, 他: わが国における視覚障害の現状, 厚生労働科学研究, 研究費補助金, 難治性疾患克服研究事業, 網膜脈絡膜・視神経萎縮に関する研究, 平成17年度総括・分担研究報告書, 263-267, 2006.
- 11) 田寺正樹, 河村 肇, 藤川正人, 柿木雅志, 澤田智子, 西信良嗣, 大路正人: 増殖糖尿病網膜症に対する硝子体手術の術後1年成績の比較. 日眼会誌, 118: 502-507, 2014.
- 12) The Diabetic Retinopathy Study Research Group: Preliminary report on effect of photocoagulation therapy. Am J Ophthalmol, 81: 383-396, 1976.
- 13) The Japanese Society of Ophthalmic Diabetology, Subcommittee on the Study of Diabetic Retinopathy Treatment: Multi-center randomized clinical trial on retinal photocoagulation for preproliferative diabetic retinopathy. Jpn J Ophthalmol, 56: 52-59, 2012.
- 14) 門屋講司: 白内障の病態生理. 臨床と薬物治療, 16: 968-971, 1997.
- 15) D.A. Schaumberg, M.R. Dana, W.G. Christen, *et al.*: A systematic overview of posterior capsule opacification. Ophthalmology, 105: 1213-1221, 1998.
- 16) 太田一郎ほか: 乳白色液状の後発白内障-予報, 眼科手術, 10: 353-387, 1997.
- 17) 高山 淳: 超高齢者の緑内障管理, 坪田一男編, 眼科プラクティス22抗加齢眼科学, 92-93, 2008.
- 18) 日本緑内障学会: 緑内障診療ガイドライン, 第3版, 日本眼科学会雑誌, 116: 3-46, 2012.
- 19) 島崎 潤: レーザー虹彩切開術後水疱性角膜症—国内外お状況—. あたらしい眼科, 24: 851-853, 2007.
- 20) 高橋寛二, 石橋達朗, 小椋祐一郎, 湯澤美都子; 厚生労働省網膜脈絡膜・視神経萎縮症調査研究斑加齢黄斑変性診断基準作成ワーキンググループ: 加齢黄斑変性の診断基準. 日眼会誌, 112: 1076-1084, 2008.
- 21) 宇田川さち子, 今井康雄, 忍田栄紀, 佐藤 香, 松本行弘: 加齢黄斑変性に対する光線力学療法24ヶ月の成績, 眼科手術, 24: 67-71, 2011.
- 22) 森 秀雄, 松川みう, 秋元晶子, 埜村史絵, 太田真理子: 加齢黄斑変性に対する光線力学療法の1年以上の経過. 眼科臨床紀要, 1: 880-883, 2008.
- 23) Japanese Age-Related Macular Degeneration Trial (JAT) Study Group: Japanese age-related macular degeneration trial: 1 year results of photodynamic therapy with verteporfin in Japanese Patients with subfoveal choroidal neovascularization secondary to age-related macular degeneration. Am J Ophthalmol, 136: 1049-1061, 2003.
- 24) S.S. Heyreh: Classification of central retinal vein occlusion. Ophthalmology, 90: 458-474, 1983.

著者紹介

門屋 講司 (Koji Kadoya)

学歴: 昭和 53 年 岩手医科大学医学部卒業. 職歴: 昭和 59 年 獨協医科大学講師 (越谷病院眼科) 学位取得, 医学博士, 岩手医科大学. 日本眼科学会認定 眼科専門医. 平成 3 年~4 年 米国オレゴン健康科学大学 留学. 平成 11 年 獨協医科大学助教授 (越谷病院眼科). 平成 19 年 獨協医科大学准教授 (越谷病院眼科). 平成 20 年 日本眼科学会認定 眼科指導医. 平成 25 年 東北文化学園大学医療福祉学部教授. 獨協医科大学非常勤講師 (越谷病院眼科). 専門分野: 眼生化学, 白内障. 所属学会: 日本眼科学会. 日本白内障学会. 日本神経眼科学会. 日本網膜硝子体学会.