

令和 4 年 6 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K18334

研究課題名(和文) マイクロパルス毛様体光凝固術の作用機序及び予後因子の解明

研究課題名(英文) Investigation for functional mechanism and prognostic factors of Micropulse laser cyclophotocoagulation

研究代表者

國分 太貴 (KOKUBUN, TAIKI)

東北大学・大学病院・助教

研究者番号：30646443

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：マイクロパルス波毛様体光凝固術(MPCPC)に施行するプローブについて、従来型プローブ(Rev1)と新型プローブ(Rev2 Straight型)についてレーザー照射条件の差異を検討した。Rev2 Straight型ではRev1よりも操作性は優れるものの、レーザーの強膜透過性が劣ることが判明した。Rev2 Straight型の改良型としてRev2 ball型を作成したところ、Rev2 ball型はRev2 Straight型比較してレーザーの強膜透過性に優れることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

MPCPCで使用する従来型プローブの欠点である操作性に着眼し、操作性を重視した新型プローブ(Rev2 Straight型)について、プローブ特性や最適な照射条件について検証した。その結果、レーザー先端形状を改善することでレーザー透過性に優れたことが判明したことで、改良型の新型プローブ(Rev2 ball型)が開発された。今後さらなる操作性・強膜透過性を旨としたプローブ開発を進めることで、操作性良好かつ患者眼への負担が少ない新しいプローブ開発・臨床応用が期待できる。

研究成果の概要(英文)：We investigated the difference in laser irradiation conditions between the conventional probe (Rev1) and the new probe (Rev2 Straight type) for the probe to be performed for micropulse trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation (MPCPC). It was found that the Rev2 Straight type has better operability than Rev1 but is inferior in the permeability of the laser through sclera. When the Rev2 ball type was created as an improved version of the Rev2 Straight type, it was found that the Rev2 ball type is superior to the Rev2 Straight type in the permeability of the laser through sclera.

研究分野：眼科学

キーワード：レーザーパワー Ball型レーザーファイバー 強膜透過性

1. 研究開始当初の背景

緑内障は本邦の中途失明原因第1位であり解決すべき重要な眼疾患である。点眼治療や外科手術では眼圧下降が不十分な難治性緑内障にはレーザー毛様体光凝固術が適応となるが、術後合併症が多いことから、治療の最終手段となることが通例であった。近年、導入されたマイクロパルス毛様体光凝固術は、低侵襲で組織破壊が少ないため従来の毛様体光凝固術と比較して合併症や患者疼痛が少なく、通院で施術が可能である。そのため緑内障のより早期の段階での治療として適応の拡大が期待されている。しかし、その作用機序や眼組織への影響は不明であり、また有効性や安全性などの術後成績に影響し得る実施条件についても十分に検討されていない。そこで本研究では、申請者らが開発し、非侵襲的に組織の形状やその構造特性を定量評価可能な前眼部偏光OCTを活用し、マイクロパルス毛様体光凝固術(MPCPC)について、眼組織への影響や施行部位の構造特性に応じた使用条件(レーザー強度やその照射パターンなど)について家兎で検討を行い、その作用機序解明と最適な使用条件の確立を目的とする。

2. 研究の目的

MPCPCを家兎に施行し、前眼部偏光OCTで非侵襲的に定量評価した毛様体・強膜などの眼組織構造変化所見と、摘出組織の組織学的所見を比較することで、MPCPCで生じる眼組織変化を基にその作用機序の解明及び眼組織への侵襲性を評価する。

MPCPCを家兎(白色及び黒色家兎)に様々な条件下で施行する。その際、術施行前後で前眼部偏光OCT及び摘出組織の組織学的評価を行い、眼組織構造に応じた最適な使用条件を検討する。

3. 研究の方法

黒色家兎(ダッチ種)に対して片眼:MPCPC 対眼:無治療眼としてCPCを行った。MPCPCのレーザーパワーは250mW(2匹)、500mW(3匹)、750mW(3匹)にそれぞれに設定し、術前、術後3日、術後7日に眼圧、前房フレア、AS-OCTを測定した。術前、術後3日、術後7日に眼圧、前房フレア、前眼部OCTを測定した。さらに、術後7日に眼球を摘出し、組織切片を作成し照射部位近傍の組織を観察した。

MPCPCの従来型プローブ(Rev1)と新型プローブ(Rev2 straight型)の特性を比較するために、黒色家兎(ダッチ種)に対して片眼:MPCPC、対眼:無治療眼としてレーザー照射を施行した。MPCPCのレーザーパワーはRev1: 250mW(2匹)、500mW(3匹)、750mW(3匹)、Rev2 straight型: 500mW(2匹)、750mW(2匹)、1000mW(3匹)、1250mW(3匹)に設定した。術前、術後1週後に眼圧測定を行った。また摘出眼球から作成した強膜片にMPCPCを照射し、パワーメーターを用いてレーザー透過性をRev1、Rev2 straight型間で比較検討した。

Rev2 straight型の改良型として開発されたRev2 ball型の特性を検証するために、黒色家兎(ダッチ種)に対して片眼:MPCPC、対眼:無治療眼としてレーザー照射を施行した。MPCPCのレーザーパワーはRev2 ball型: 750mW、100mW、1250mWに設定した。術前、術後1週後に眼圧測定を行った。また摘出強膜片にMPCPCを照射し、パワーメーターを用いてレーザー透過性を検討した。

4. 研究成果

MPCPC眼において、500mW以上のレーザーパワーで眼圧下降が認め(図1)、さらに毛様体を含む照射組織の肥厚と狭隅角化を認めた(図2)。また術後7日の組織切片(HE染色)において、500~750 mWの群で毛様体の肥厚が認められる傾向があった(図3)。750 mWで無色素上皮細胞層に軽微な変化が認められた(図4)。以上よりMPCPCは前房内炎症や毛様体組織障害が明らかではないレーザーパワーでも眼圧下降が得られることが示唆された。またレーザーパワーの上昇により、一過性の前房炎症や軽微な組織障害は認められるが、更なる眼圧下降が得られることが示唆された。

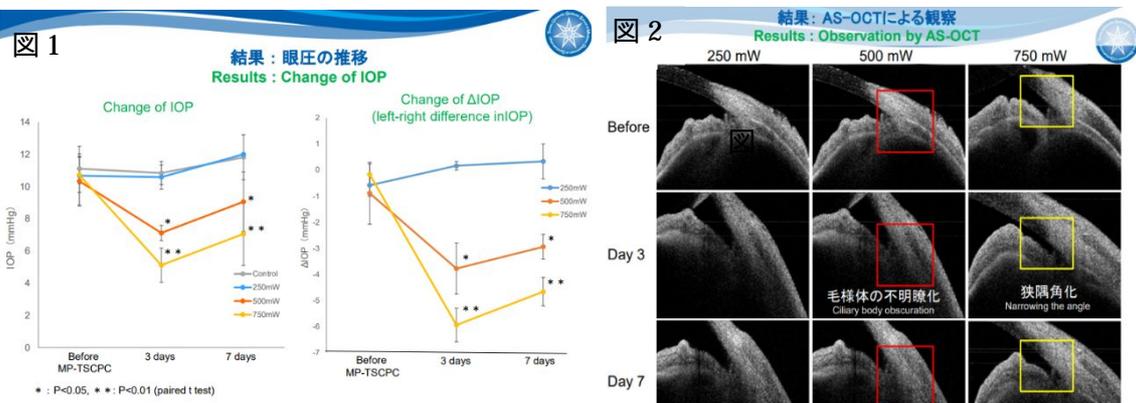


図3 結果: 組織切片(HE染色)
Result: Tissue section (HE stain)

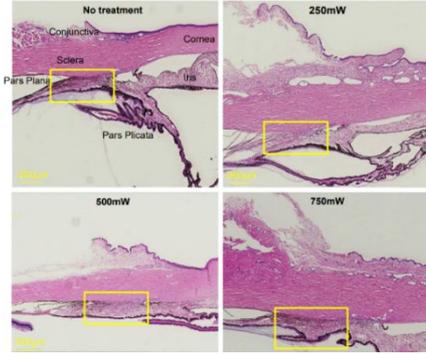
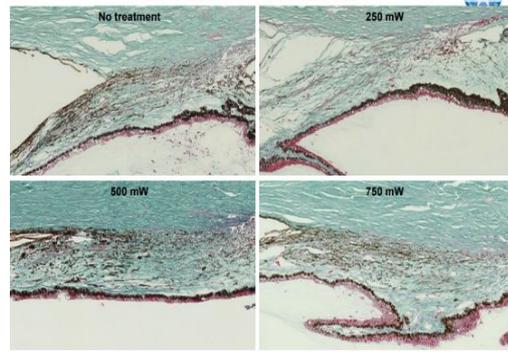


図4 結果: 毛様体(EM染色)
Result: Ciliary body (EM staining)



Rev1 では 500mW 以上、Rev2 straight 型では 1250mW で眼圧下降作用を認めた(図5)。また Rev2 straight 型は Rev1 と比較してレーザー透過性が有意に低下していた(図6)。以上より同等の効果を期待する場合に、新型プローブ Rev2 straight 型では従来型プローブ Rev1 よりも総エネルギー量を増加する必要があることが判明した。

図5 結果
家兎での眼圧下降効果の検討

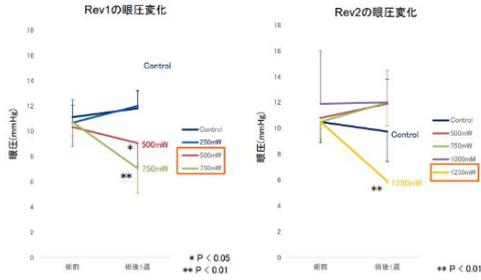
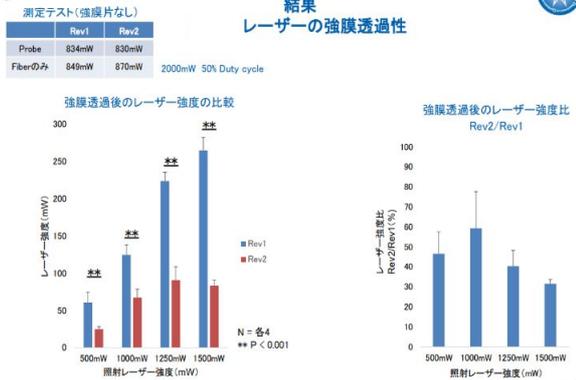


図6 結果
レーザーの強膜透過性



Rev2 straight 型では 1250mW、Rev2 ball 型では 1000mW で眼圧下降を認めた(図7)。また、Rev2 ball 型は Rev2 straight 型と比較してレーザー透過率が約 160%で有意に上昇した(図8)。以上より、MP-TS-CPC の MP3 プローブについて、ball 型レーザーファイバーは straight 型よりもレーザー強膜透過性に優れ、眼圧下降に必要な総エネルギーは減少した。

図7 結果2: 家兎での眼圧下降効果
Intraocular pressure lowering effect in rabbits

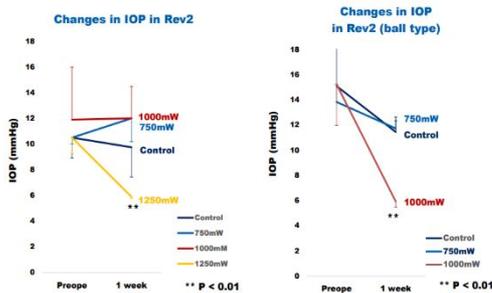
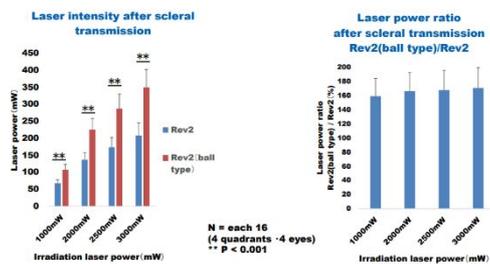


図8 結果1: ヒト強膜片でのレーザー透過性
Laser transmission in human scleral pieces



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 津田聡
2. 発表標題 理解が深まる！マイクロパルス波経強膜毛様体光凝固術
3. 学会等名 日本緑内障学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------