原著

ORIGINAL ARTICLE

老人性色素斑に対するレーザー治療に伴う炎症後色素沈着の 発症についての後ろ向き研究：Q スイッチルビーレーザーと 半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーの比較

佐藤 卓士, 江藤 ひとみ, 小林 よう, 中山 玲玲,
井原 玲, 尾崎 峰, 多久嶋 亮彦

杏林大学 医学部 形成外科

(平成 27 年 8 月 6 日受理, 平成 27 年 11 月 15 日掲載決定)

Postinflammatory Hyperpigmentation after Laser Treatment of Senile Lentigine, Comparing between Q-switched Ruby Laser and Q-switched Frequency Doubled Nd:YAG Laser: A Retrospective Study

Takashi Satoh, Hitomi Etoh, You Kobayashi, Rerei Nakayama,
Aki Ihara, Mine Ozaki, Akihiko Takushima

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Kyorin University School of Medicine

(Received August 6, 2015, Accepted November 15, 2015)

要 旨

炎症後色素沈着は老人性色素斑に対する Q スイッチレーザー治療における憂慮すべき合併症の一つである。当科で治療した老人性色素斑 128 例 158 部位を対象に、Q スイッチルビーレーザー (波長 694 nm) と半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザー (波長 532 nm) の炎症後色素沈着の発症頻度を比較し、発症に影響する背景因子について検討した。発症率は半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーが 47.0% に対し、Q スイッチルビーレーザーが 64.1% と有意に高かった。特に肝斑が同時に存在する、Fitzpatrick 分類のスキントypes IV, 女性、濃い色素斑、大きい色素斑、これらの症例に対しては発症率がより低い半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーを使用することが望ましいと考えられた。

キーワード：老人性色素斑, Q スイッチルビーレーザー, 半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザー, 炎症後色素沈着

Abstract

Postinflammatory hyperpigmentation (PIH) is one of the most undesirable complications after Q-switched laser treatment of senile lentigines. We conducted a retrospective study to examine the occurrence of postinflammatory hyperpigmentation after treatment of 158 cases of senile lentigines, comparing with Q-switched Ruby laser (694 nm) and with Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser (532 nm). PIH was more frequently found after Q-switched Ruby laser treatment (64.1%), compared to Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser treatment (47.0%) with statistically significance. Especially for the cases of the following factors as melasma, Fitzpatrick scale IV, female, darker lentigines and larger lentigines, Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser had significantly low occurrence of PIH. Therefore, Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser is recommended for these cases.

Key words : senile lentigo, Q-switched ruby laser, Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser, postinflammatory hyperpigmentation

1. 緒言

老人性色素斑の治療には selective photothermolysis (選択的光熱融解) 理論¹⁾に基づき設計された Q スイッチレーザーである Q スイッチルビーレーザー (波長 694 nm)、半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザー (波長 532 nm)、Q スイッチアレキサンドライトレーザー (波長 755 nm) の 3 種類が主に使用されている²⁻⁵⁾。それぞれに特徴があるが、いずれもメラニンの吸光度に適合した波長であり、治療効果に大きな差はないと言われている。しかし、いずれも照射後の炎症後色素沈着 (Postinflammatory Hyperpigmentation: PIH) 発症のリスクがあり、一旦発症すると改善するまで長期間を要することから、炎症後色素沈着は患者のみならず治療者にとっても憂慮すべき合併症の一つである⁶⁾。Q スイッチレーザーにおける炎症後色素沈着の発症頻度は 10% から 40% と報告があるが⁷⁻¹⁰⁾、レーザー間で比較検討した報告は少ない。当科では老人性色素斑に対して Q スイッチルビーレーザーと半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーで治療を行っており、両者の炎症後色素沈着の発症頻度を比較検討し、さらに炎症後色素沈着発症に影響する背景因子の検討を行ったので報告する。

2. 目的

老人性色素斑に対するレーザー治療における Q スイッチルビーレーザーと半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーの炎症後色素沈着の発症率の比較、および炎症後色素沈着発症に影響する背景因子の検討を行う。

3. 対象と方法

3.1 対象

2010 年 1 月から 2015 年 1 月までの 5 年間に顔面の老人性色素斑に対して当科にてレーザー治療を行った患者で、照射約 1 か月後に診察し炎症後色素沈着の有無の確認が可能であった症例 (128 名 158 部位) を対象として、過去のカルテおよび写真記録を元に後ろ向き調査を行った。なおトレチノインやハイドロキノンなどの外用薬で併用治療を行った症例は除外した。

3.2 評価項目と評価方法

炎症後色素沈着に影響すると考えられる背景因子を 8 項目選択した (年齢、性別、Fitzpatrick 分類のスキンタイプ^{11,12)}、肝斑合併の有無、色素斑の部位・大きさ・色調、レーザーの機種)。スキンタイプは紫外線に対する皮膚の反応、すなわち日光曝露後赤くなるか (sun burn)、その後褐色変化があるか (sun tan) について初診時に記載した問診表、および写真記録をもとに分類した。使用機

種は Q スイッチルビーレーザー (The Ruby Z1, JMEC 社) (波長 694 nm, 照射時間 20 ns, スポット径 6 mm, エネルギー密度 4.5 ~ 6.0 J/cm²)、半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザー (Medlite2, JMEC 社) (波長 532 nm, 照射時間 7 ns, スポット径 3 mm, エネルギー密度 0.8 ~ 1.2 J/cm²) の 2 種類を用いた。色素斑の部位は前額部、眼周囲、こめかみ部にあるものを「上部」、鼻部、頬部にあるものを「中部」、下顎部にあるものを「下部」の 3 群に、色素斑の大きさは長径が 1.5 cm より大きいものを「大」、1.5 cm 以下を「小」の 2 群に、色素斑の色調は写真記録から 4 段階で評価し (1; 薄い, 2; やや薄い, 3; やや濃い, 4; 濃い), 1, 2 を「薄」い, 3, 4 を「濃」いの 2 群に分類した。背景因子 (8 項目) は治療前のカルテ記録及び写真記録をもとに評価し、炎症後色素沈着の有無は治療約 1 か月後のカルテ記録および写真記録をもとに評価した。治療時期は対象期間内で特に季節的に隔たりなく通年で行われたため、評価時期も季節的な隔たりはなかった。写真記録の評価は、当研究には関与していない形成外科専門医 2 名により行われた。

3.3 解析方法

炎症後色素沈着に影響すると考えられる背景因子 8 項目に関して、炎症後色素沈着発症との相関性をカイ二乗検定により評価した。有意水準 0.20 未満を有意性ありとして選択し、それらと炎症後色素沈着発症に相関があるか多変量解析を行った。統計解析ソフトは JMP® ver. 12 (SAS Institute Inc., NC, USA) を用いた。有意水準 0.05 未満を有意差ありとした。さらに症例の背景因子の違いにより機種間に炎症後色素沈着発症に相違がないか検討した。背景因子として、肝斑合併の有無、色素斑の大きさ、色素斑の色調、性別、スキントypes の 5 項目を選択した。有意水準 0.05 未満を有意差ありとした。

なお、本臨床研究は杏林大学医学部臨床疫学研究倫理委員会の承認を得て行った (承認番号 677)。

4. 結果

4.1 患者背景

女性 116 名 143 部位、男性 12 名 16 部位で、年齢は 28-88 歳で平均年齢 62 歳であった。各項目別の症例数を機種別に分けて表にまとめた (Table 1)。機種間に症例数の大きな偏りはなかった。

4.2 背景因子と炎症後色素沈着発症との相関

各背景因子と炎症後色素沈着発症との相関を Table 2 にまとめた。炎症後色素沈着の発症率は、性別では女性が 60.0% に対し、男性が 31.3% と差がみられ、年齢で

Table 1 Summary of data.

	Total	Gender	Age (y.o.)	Skin type	Melasma	Lentigo		
						Location	Size	Color
Ruby	92	Female 82 Male 10	59.9 ± 14.1	II 5 III 64 IV 23	(+) 39 (-) 53	Up 12 Mid 77 Low 3	Large 46 Small 45	Dark 45 Light 24
Nd:YAG	67	Female 61 Male 6	63.8 ± 11.9	II 5 III 43 IV 19	(+) 23 (-) 44	Up 8 Mid 54 Low 5	Large 24 Small 43	Dark 24 Light 43

Table 2 The occurrence of PIH. We evaluated whether each factor was correlated with PIH occurrence by chi-square test. The following factors as gender, age, skin type, size, depth and type of machine were correlated with PIH.

Factor		PIH occurrence		(%)	P-value
		(+)	(-)		
1. Gender	(Female/Male)	85/5	57/11	60.0/31.3	0.0284*
2. Age		60.0(±13.5)	63.6(±13.2)		0.0985*
3. Skintype	(II/III+IV)	4/86	6/62	40.0/58.1	0.2630
	(III/II+IV)	70/20	37/31	65.4/39.2	0.0190*
	(IV/II+III)	16/74	25/43	39.0/63.2	0.0129*
4. Melasma	(+/-)	37/52	24/44	60.7/54.2	0.4571
5. Location	(Up/Mid+Low)	14/76	6/62	70.0/55.1	0.2076
	(Mid/Up+Low)	71/19	59/9	54.6/67.9	0.2873
	(Low/Up+Mid)	5/85	3/65	62.5/56.7	0.7454
6. Size	(Large/Small)	24/65	12/55	66.7/54.2	0.1484*
7. Color	(Dark/Light)	55/34	32/35	63.2/49.3	0.0701*
8. Laser type	(Ruby/Nd:YAG)	59/31	33/35	64.1/47.0	0.0317*

* $P < 0.20$

は若年ほど発症率が高く、スキントypesでは III 対 II, IV と IV 対 II, III でいずれも差を認めた。色素斑の大きさは「大」が 66.7% に対し、「小」が 54.2%, 色素斑の色調では「濃い」が 63.2% に対し、「薄い」が 49.3% と差を認めたが、色素斑の部位では差を認めなかった。また肝斑合併の有無も差を認めなかった。機種間の比較では Q スイッチルビーレーザーが 64.1% に対し、半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーが 47.0% と差を認めた。以上より性別、年齢、スキントypes、色素斑の大きさ・色調、機種が炎症後色素沈着発症との相関に有意性 ($P < 0.20$) を認めたので、これらを用いて多変量解析を行った (Table 3)。その結果、機種間でのみ発症率に有意差を認め ($P < 0.050$)、他の背景因子では有意差を認めなかった (Fig.1)。

Table 3 Multivariate analysis result. Type of machine was significantly correlated with PIH occurrence.

Factor	PIH occurrence	P-value
Laser type	Ruby > Nd:YAG	0.0305*
Gender	Female > Male	0.0579
Age	Low > High	0.0639
Lentigo size	Large > Small	0.4612
Lentigo colo	Dark > Light	0.0525
Skin type	IV > II, III	0.2526

* $P < 0.05$

Fig.1 Comparison of PIH occurrence between Q-switched Ruby laser and Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser. PIH was more frequently found after QS-Ruby laser treatment than after QS-Nd:YAG (532) laser treatment.

4.3 背景因子ごとの機種間の炎症後色素沈着発症率の相違

次に各因子別に機種間の炎症後色素沈着の発症率を比較した (Table 4, Fig.2)。男性およびスキントype II を除き、Q スイッチルビーレーザーの方が半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーよりも炎症後色素沈着の発症率が高い傾向にあった。肝斑を合併する症例群が Q スイッチルビーレーザーで炎症後色素沈着の高い発症率 74.3% (半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーは 36.3%) がみられ ($P < 0.001$)、肝斑を合併しない症例群では機種間で発症率に有意差はみられなかった (Q スイッチルビーレーザー

Table 4 The difference in PIH occurrence every background factor. In the cases that had melasma, larger lentigines, darker lentigines, female and skin type IV, Q-switched Ruby laser treatment caused more PIH occurrence than Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser treatment.

		PIH occurrence		P-value
		Ruby	Nd:YAG	
Melasma	(+)	29/39 74.3%	8/22 36.3%	0.0035**
	(-)	30/53 56.6%	23/44 52.3%	0.6697
Size	large	34/46 73.9%	10/23 43.5%	0.0132*
	small	25/45 55.6%	21/43 48.8%	0.5282
Color	dark	35/46 76.1%	21/42 50.0%	0.0111*
	light	24/45 53.3%	10/24 41.7%	0.3559
Gender	female	56/82 68.3%	29/60 48.3%	0.0165*
	male	3/10 30.0%	2/6 33.3%	0.8892
Skin type	II	1/6 16.7%	2/5 40.0%	0.3869
	III	39/56 69.6%	25/43 58.1%	0.2353
	IV	19/30 63.3%	4/18 22.2%	0.0058**

* $P < 0.05$, ** $P < 0.001$

Fig.2 PIH occurrence of every background factor.

ー：半波長QスイッチNd:YAGレーザー；56.6%：52.3%（以下同様の記載）。同様に色素斑の大きさが「大」さい群でQスイッチルビーレーザーの炎症後色素沈着の発症率が有意に高く（73.9%：43.5%, $P<0.05$ ）, 「小」さい群では機種間で有意差はなかった（55.6%：48.8%）。また色素斑の色調は「濃い」群でQスイッチルビーレーザーの炎症後色素沈着の発症率が有意に高く（76.1%：50.0%, $P<0.05$ ）, 「薄い」群では有意差はなかった（53.3%：41.7%）。性別では女性でQスイッチルビーレーザーの炎症後色素沈着の発症率が有意に高く（68.3%：48.3%, $P<0.05$ ）, 男性では機種間で有意差はなかった（30.0%：33.3%）。スキンタイプではIVでQスイッチルビーレーザーの炎症後色素沈着の発症率が有意に高く（63.3%：22.2%, $P<0.001$ ）, スキンタイプII, IIIでは機種間で有意差はなかった（II；16.7%：40.0%, III；69.6%：58.1%）。

5. 考察

炎症後色素沈着は炎症性の皮膚疾患や物理的刺激後に起きるメラニン色素の異常増加状態であり、何らかの刺激を受け炎症が生じるとその後に色素沈着を生じることがある。Q-スイッチレーザー照射でも皮膚の炎症が生じるために炎症後色素沈着が起こりうる。炎症後色素沈着の発症率はQスイッチルビーレーザーで約44%⁷⁾, 半波長QスイッチNd:YAGレーザーで約43%⁸⁾, Qスイッチアレキサンドライトレーザーを用いた治療では約40%と報告されており^{9,10)}, Q-スイッチレーザー後の炎症後色素沈着の発症率はおおむね40%といわれている。百澤ら¹³⁾はQスイッチルビーレーザーの方が半波長QスイッチNd:YAGレーザーやQスイッチアレキサンドライトレーザーよりも炎症後色素沈着の発症率がやや高いとしている。老人性色素斑を対象とした研究でQスイッチルビーレーザーと半波長QスイッチNd:YAGレーザーの炎症後色素沈着の発症率は変わらないという報告¹⁴⁾や太田母斑を対象としてQスイッチアレキサンドライトレーザーと半波長QスイッチNd:YAGレーザーの炎症後色素沈着の発症率は変わらないという報告¹⁵⁾などがあるが、機種間で発症に相違がみられたという報告は少ない。自験例では機種間で炎症後色素沈着の発症率に有意差が見られ、Qスイッチルビーレーザーの方が高い発症率であった。いずれの機種も既出の報告より高い発症率であったが、その理由として、レーザー照射後の炎症後色素沈着予防のためのハイドロキノン外用を行った症例およびプレトリートメントとして照射前にトレチノインおよびハイドロキノン外用を行った症例は除外していること、炎症後色素沈着の濃さがピークとなる照射後1か月前後の経過写真がある症例を対象としていることも炎症後色素沈着ありと評価されやすい要因として考えられる。一方Qスイッチルビーレーザーの方が炎症後色素沈着の発症率が高くなった理由について検討したい。レーザーの出力を高くすると炎症後色素沈着の発症率は有意に高くなる¹⁴⁾が、どちらの機種でもIWP (Immediate whitening phenomenon) が生じる最小出力で照射しているため、症例間で出力の差はあるものの、Qスイッチルビーレーザーの方が総じて高い出力で照射しているとは考えにくい。レーザー機器の使用

Table 5 Comparison of profile between Q-switched Ruby laser and Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser.

	Ruby	Nd:YAG
Wavelength	694 nm	532 nm
Pulse width	20 ns	7 ns
Spot size	6 mm	3 mm
Fluence	4.0-6.0 J/cm ²	0.8-1.2 J/cm ²

で手技的な相違はないと考えており、機種のプロファイルの相違が炎症後色素沈着の発症率に寄与していると考えられる。両機器のプロファイルの違いは波長、パルス幅、スポットサイズにある（Table 5）。Qスイッチルビーレーザーの方が半波長QスイッチNd:YAGレーザーよりも波長が長いことから、より深部の組織にまで達するため、影響を及ぼす範囲が広いと考えられる。周囲組織の影響が大きい分炎症範囲も広いと想定されるため炎症後色素沈着が出やすくなった可能性がある。またメラニンは波長の短い光をより強く吸収することから、半波長QスイッチNd:YAGレーザーの方がより効率的に（周囲組織の影響を少なく）治療を行っているのではないかと考えられる。パルス幅については、どちらの機器もselective photothermolysis理論のメラノソームの熱緩和時間（50 ns）よりも短いパルス幅であるので、理論上は治療効果に差は生じないとする。熱緩和時間以内であるが、Qスイッチルビーレーザーの方が長いパルス幅であるため、Qスイッチ半波長Nd:YAGレーザーよりも、メラノソーム外の周囲組織に影響を及ぼしやすくなり、炎症後色素沈着発症の頻度が高くなった可能性がある。Negishiら¹⁴⁾の報告では両者に炎症後色素沈着の発症率に相違はみられなかった。報告によるとQスイッチルビーレーザーのスポットサイズは5 mm、QスイッチNd:YAGレーザーは3 mmの機器を使用しており、本研究で使用したQスイッチルビーレーザーよりも1 mmスポットサイズが小さく、波長、パルス幅は同じ条件であった。プロファイルから比較検討すると、スポットサイズの違いが炎症後色素沈着の発症率に影響を及ぼした可能性がある。本研究ではIWPが生じる最小出力で設定しているが、スポットサイズが大きいQスイッチルビーレーザーの場合、照射スポットの中央部と辺縁部で出力に相違が生じている可能性がある。辺縁の出力不足を補填するため照射のオーバーラップが多くなり、炎症後色素沈着の発症率が高くなった可能性がある。Negishiらは照射後全例にハイドロキノン塗布を行っているため、ハイドロキノンの使用をしていない本研究と単純な比較検討はできないが、上記可能性は否定できない。スポットサイズを変えることで炎症後色素沈着の発症に変化が生じるかの検討を今後行う必要があると考える。今回の結果からQスイッチルビーレーザーの使用に当たっては、炎症後色素沈着の発症率が高くなることを意識して治療を行う必要があると考えられた。

一方、炎症後色素沈着はスキンタイプの濃いタイプの方が薄いタイプよりも起こりやすく、また肝斑合併例で起こりやすいとされている¹⁶⁾。自験例ではスキンタイプの濃いタイプほど、炎症後色素沈着の発症率が高くなるという結果は得られなかった。また肝斑合併の有無も炎症後色素沈着の発症率と相関は見られなかった。背景

因子で炎症後色素沈着の発症に相関がありそうなものは性別、年齢、色素斑の色調であった。すなわち男性より女性、年齢が高い症例よりも若い症例、色調が薄いものよりも濃いものの方が、炎症後色素沈着の発症率が高くなる傾向にあった。このような発症リスクの高い症例については、炎症後色素沈着についての十分な説明と、より徹底した対策（遮光、物理的刺激からの回避、ハイドロキノン製剤外用、トラネキサム酸内服など）が必要であると考えられた。

背景因子ごとの機種間の炎症後色素沈着の発症率を比較した結果から、女性、肝斑合併有り、スキンタイプ IV、色素斑が大きい、色素斑が濃い症例は Q スイッチルビーレーザーの方が半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーよりも有意に炎症後色素沈着の発症率が高かったことから、これらのリスク因子がある症例については、半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーで治療を行った方が望ましいと考えられた。

本研究により炎症後色素沈着の発症の観点から、機種選択のための指標を得ることができた。今後さらに精度の高い研究を行うためには以下のバイアスを排除した前向き研究を行う必要がある。すなわち炎症後色素沈着の評価法、照射後の処置法、術者の機種選択の嗜好、スキンタイプの評価法、色素斑の濃さの評価法などである。まず炎症後色素沈着の客観的評価法の確立が必要で、メラニンの測定器である Mexameter® MX18 (Courage + Khazaka electronic GmbH 社, German) などの導入の検討を考慮する。照射後の経時変化をふまえ、照射 2 週間後および 4 週間後の再診を指示し、色素沈着が色素残存なのか炎症後色素沈着の発症によるものなのかを判別し、色素残存によるものを除外する。一方、治療後の処置の仕方は炎症後色素沈着の発症に影響を与えているとされている⁶⁾。当科では医師が患者に処置法を指導しているが、患者の裁量に任せることが多く、方法を統一し徹底させることが望ましいと考える。スキンタイプの評価や色素斑の濃さの評価も客観的評価が必要で前述の機器の導入が必要である。前述したようにスポットサイズを変えることで PIH 発症率に相違がでるかの検討も含め、これらの検討項目を考慮した前向き研究を行うのがよいと考えられた。

6. 結論

老人性色素斑の治療において炎症後色素沈着発症率に機種間の差を認めた (Q スイッチルビーレーザー > 半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザー)。特に肝斑が同時に存在する、スキンタイプ IV、女性、濃い色素斑、大きい色素斑に対しては炎症後色素沈着発症がより低い半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーを使用することが好ましいと考えられた。

利益相反の開示

開示すべき利益相反なし。

参考文献

- 1) R.R. Anderson, J.A. Parrish: Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science*, 220: 524-527, 1983.
- 2) 乃木田俊辰: ロングパルスアレキサンドライトレーザーによる日光性色素斑の治療. *日本レーザー治療学会誌*, 8: 98-101, 2010.
- 3) 葛西健一郎: ルビーレーザーによる治療. *PEPARS*, 68: 8-14, 2012.
- 4) T. Shimbashi, T. Kojima: Ruby laser treatment of pigmented skin lesions. *Aesthetic Plast Surg*, 19: 225-229, 1995.
- 5) 百澤明: 日光性色素斑の治療と紫外線対策. *PEPARS*, 90: 8-14, 2014.
- 6) 山下理絵, 松尾由紀, 近藤謙司, 遠山哲彦: 肌のアンチエイジングに対するレーザー治療. *日本レーザー医学会誌*, 31: 36-41, 2010.
- 7) 山下理絵: レーザー治療後の炎症後色素沈着に対するスキンケア 老人性色素沈着に対するレーザー治療と術前術後のスキンケア. *日美容外会報*, 20: 39-45, 1998.
- 8) 鈴木晴恵: 半波長半波長 Q スイッチ Nd:YAG レーザーによる老人性色素斑及び老人性疣贅の治療. *日本形成外科学会誌*, 16: 388-397, 1996.
- 9) 竹内かおり, 根岸圭, 櫛方暢晴, 若松信吾: Q スイッチレーザー治療における炎症後色素沈着の発生率の検討. *Aesthetic Dermatology*, 18: 77-83, 2008.
- 10) 山田秀和, 傘木和子, 熊本貴之, 柳下晃一, 澤本学: Q スイッチアレキサンドライトレーザーを用いた日光黒子に対する治療成績 特に炎症後色素沈着の改善の経緯. *Aesthetic Dermatology*, 15: 58-63, 2005.
- 11) F.B. Fitzpatrick: A.J. Sober, *et al.* (eds), *The Year Book of Dermatology*, 251-252, 1990, Mosby-Year Book, St. Louis.
- 12) T.B. Fitzpatrick: The validity and practicality of sun reactive skin types I through VI. *Arch Dermatol*, 124: 869-871, 1988.
- 13) 百澤明, 吉村浩太郎: 波利井清紀監修, 谷野隆三郎編, 形成外科 ADVANCE シリーズ II-2 レーザー治療: 最近の進歩, 137-142, 2004, 克誠堂出版, 東京.
- 14) K. Negishi, H. Akita, S. Tanaka, Y. Yokoyama, S. Wakamatsu, K. Matsunaga: Comparative study of treatment efficacy and the incidence of post-inflammatory hyperpigmentation with different degrees of irradiation using two different quality-switched lasers for removing solar lentigines on Asian skin. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 27: 307-312, 2013.
- 15) H.H. Chan, R.S.C. Leung, S.Y. Ying, C.F. Lai, T. Kono, J.K.H. Chua, W.S. Ho: A retrospective analysis of complications in the treatment of nevus of Ota with the Q-Switched alexandrite and Q-Switched Nd:YAG lasers. *Dermatol Surg*, 26: 1000-1006, 2000.
- 16) A. Sadighha, S. Saatee, G. Muhaghegh-Zahed: Efficacy and adverse effects of Q-switched ruby laser on solar lentigines: a prospective study of 91 patients with Fitzpatrick skin type II, III, and IV. *Dermatol Surg*, 34: 1465-1468, 2008.

著者紹介

佐藤 卓士 (Takashi Satoh)

2005 年 九州大学卒業。同年 西神戸医療センター初期研修。2007 年 東京大学形成外科教室に入局。同年 岡山大学形成外科医員。2009 年 杏林大学形成外科医員。2011 年 都立大塚病院形成外科医員。2013 年 杏林大学形成外科 助教。

日本形成外科学会専門医。専門はレーザー、血管腫血管奇形、マイクロサージャリー。

江藤 ひとみ (Hitomi Eto)

1999 年 熊本大学卒業。同年 虎ノ門病院外科研修。2001 年 虎ノ門病院形成外科。2006 年 東京大学形成外科学教室に入局。同年 国立国際医療センター形成外科医員。2007 年 東京大学大学院入学。

2011 年 東京大学大学院卒業。同年 杏林大学形成外科医員。2012 年 杏林大学形成外科 助教。日本形成外科学会専門医。専門はレーザー、美容医療。

小林 よう (Yo Kobayashi)

平成 6 年 杏林大学医学部卒業。杏林大学第一内科教室を経て、杏林大学形成外科学教室入局。日本形成外科学会専門医、日本レーザー医学会専門医。

中山 玲玲 (Rerei Nakayama)

2003 年、滋賀医科大学卒業。湘南鎌倉総合病院初期研修を経て、杏林大学形成外科入局。日本形成外科学会専門医。

井原 玲 (Aki Ihara)

2006 年 杏林大学大学医学部卒業。同年 杏林大学病院初期臨床研修。2008 年 杏林大学病院形成外科後期臨床研修。2010 年 杏林大学病院 形成外科入局。2011 年 豊岡第一病院 形成外科医員。2012 年 杏林大学病院 形成外科 助教。

日本形成外科学会専門医。専門は血管腫・血管奇形、レーザー、美容医療。

尾崎 峰 (Mine Ozaki)

2000 年、東京医科歯科大学卒業。東京大学 形成外科学教室に入局。同年、関東中央病院外科研修。2001 年、静岡県立総合病院 形成外科研修。2002 年、東京大学 形成外科 助教。2010 年、杏林大学 形成外科 講師。2014 年、杏林大学 形成外科 准教授。日本形成外科学会専門医。日本レーザー医学会専門医。日本頭蓋顎顔面外科学会専門医。専門は血管腫・血管奇形、頭蓋顎顔面外科、美容医療。

多久嶋 亮彦 (Akihiko Takushima)

1986 年 熊本大学医学部卒業。熊本大学皮膚科学教室入局。1988 年 東京大学形成外科教室入局。焼津市立総合病院形成外科医長などを経て、1995 年 東京大学形成外科助手。2003 年 杏林大学形成外科助(准)教授。2008 年 杏林大学医学部形成外科教授。評議員：日本形成外科学会、日本マイクロサージャリー学会、日本頭頸部腫瘍学会、日本頭蓋顎顔面外科学会、日本頭蓋底外科学会、日本美容外科学会、日本顔面神経学会。専門は顔面神経麻痺、マイクロサージャリー。

大学医学部形成外科教授。評議員：日本形成外科学会、日本マイクロサージャリー学会、日本頭頸部腫瘍学会、日本頭蓋顎顔面外科学会、日本頭蓋底外科学会、日本美容外科学会、日本顔面神経学会。専門は顔面神経麻痺、マイクロサージャリー。