総 説

REVIEW ARTICLE

Intense Pulsed Light による美容皮膚治療

根岸 圭^{1,2}, 松永 佳世子²¹ 東京女子医科大学附属青山女性医療研究所 美容医療科² 藤田保健衛生大学 医学部 皮膚科学講座

(平成 22 年 2 月 8 日受理, 平成 22 年 2 月 19 日掲載決定)

Intense Pulsed Light Therapy in Aesthetic Dermatology

Kei Negishi^{1,2}, Kayoko Matsunaga¹¹ *Aoyama Institute of Women's Medicine, Tokyo Women's Medical University*² *Department of Dermatology, Fujita Health University School of Medicine**(Received February 8, 2010, Accepted February 19, 2010)*

要旨

美容皮膚治療の領域では、レーザー・光治療が広く普及している。Intense Pulsed Light (IPL) はその中の代表的な光源のひとつである。レーザーとは異なる性質を有する IPL の特徴を理解することにより、様々な症状に有用な治療として用いることができる。本稿では、美容皮膚治療領域における IPL の用い方について代表的な方法を概説する。

キーワード : Intense Pulsed Light, 皮膚若返り治療, 日光性色素斑, 肝斑, 炎症後色素沈着, 毛細血管拡張症

Abstract

Lasers and non-laser lights are widely used in the aesthetic dermatology field, and Intense Pulsed Light (IPL) is a representative non-laser light technology. Appropriate understanding of IPL's unique characteristics makes it useful for various purposes of skin treatments. Its mechanisms and treatment methods are explained in this issue.

Key word : Intense Pulsed Light, skin rejuvenation, solar lentigo, melasma, post inflammatory hyper-pigmentation, telangiectasia

1. はじめに

Intense Pulsed Light (IPL) は、広帯域波長を発振するフラッシュランプ光源である。1990 年代に皮膚治療に用いられるようになり、当初は多波長であることを利用してメラニン・ヘモグロビンが過剰に存在する皮膚病変、刺青、脱毛の用途にも使用されたが、全てに良好な結果が得られたわけではなかった¹⁾。90 年代後半に美容皮膚治療の分野では、抗加齢目的で非侵襲的にレーザー・光を用いる non-ablative skin rejuvenation が新たな概念として注目され、IPL もこれに応用できると報告された²⁾。本邦でも、2000 年頃から様々な臨床効果が報告されてきたが³⁾、一方で、過剰な効果を期待させるイメージで登場したためか、治療結果に満足されないこともあった。その後徐々に IPL に対する理解が深まり、現在では美容皮膚治療における IPL 治療の位置づけが明確になってきたと思われる。

2. IPL の特徴

IPL はレーザーとは異なり、非可干渉性、多波長、散乱性の特徴を持つパルス光である。一般にキセノンランプを光源としており、短波長をフィルターで除去した後のおよそ 515 から 1200 nm の波長を用いている。用途に応じてさらに1枚または2枚のフィルターを追加して、波長帯を限定して実際の治療に用いる (ex. 560~1200 nm, 640~950 nm など)。エネルギー強度は一樣ではなく発振波長帯域の短波長側にピークがある。IPL 治療は、ミリ秒単位で発振するパルス光をサファイア製の照射フィルターを通して、皮膚面に照射する。スポットサイズは 10×30mm 程度の大きな長方形のものが多く、短時間で広範囲の治療が可能となっている (Fig.1)。

IPL は機器ごとに発振波長帯、設定可能なパルス幅 (ex. 数ミリ秒から数十ミリ秒)、パルス分割方式 (ex. シングル、ダブル、トリプル)、パルス内出力の均一性、皮膚照射面の冷却装置の有無とその方式など、設定や性能に格段の差があることを理解しなければならない。出力を高めると同時にパルス幅が延長されるものや、電流密度により

Fig.1 IPL hand piece with large spot size is useful to quickly irradiate large areas.

波長を狭く限定して発振させるもの、皮膚表面の冷却温度が選択可能なものなど様々な機器がある。近年は機器の開発が工夫されているので、新しい機種では旧式のものより概ね高い効果が得られるようになっている⁴⁾。

このように IPL は多様性に富んでいるので他機種間の比較は困難であり、さらにレーザーのように一言で波長を表現できないので (e.g. ルビーレーザーと言えば波長もわかる)、混乱しやすい現状がある。有効な治療を行うためには、各々の機器において、その特性を熟知する必要がある。

3. IPL 治療の用途と作用機序

美容皮膚領域では、色素性病変、血管性病変、skin rejuvenation 治療、IPL 脱毛、アミノレブリン酸を用いた尋常性痤瘡や skin rejuvenation 目的の PDT 治療などに用いられている⁵⁾。

IPL の作用機序は、選択的光熱溶解論に基づくものと熱作用によるものに分けられ、治療目的により、このどちらかまたは両方を生かして効果を得ている⁶⁾。詳細は 5. IPL 治療の実地で説明する。

4. 照射方法と安全対策

基本的に冷却ジェルを塗布して、皮膚面と照射フィルター面を軽い圧で接触させて照射をする (Fig.2a)。

冷却ジェルは、光学的カップリング、疼痛緩和、皮膚面上での照射フィルターの操作性向上に役立つ。IPL は散乱光なので、皮膚面と照射フィルター面の距離がくると効果の減弱が大きい、逆に押し付けすぎれば熱傷の原因になる。

IPL のハンドピース内には、フラッシュランプ、ランプ冷却装置、皮膚面冷却装置などが収納されているため、ハンドピース自体が大きくレーザーに比べて操作性が悪

Fig.2 Irradiation method of IPL. a) Keeping light pressure while maintaining contact between skin surface and IPL filter is important for safe and effective IPL treatment, b) using white paper to protect normal surrounding areas allows aggressive irradiation on specific lesions, c) some IPL devices have attachment filters to irradiate specific lesions, d) special small spot size IPL which is suitable for specific lesion treatment.

い。そのため手技の習得が重要であり、さらに照射設定によって治療効果に大きな差が生じるので、「レーザーより弱い光なので治療は簡単だ」という誤解があるが、実際は術者の経験が求められる治療だといえる⁷⁾。

照射フィルター面が大きい特徴により、例えば全顔に照射をした場合でも5～10分程度で治療を完了させられる。反面、小さな病変に強い照射をしたい場合には、周辺皮膚を保護するために白紙をくり抜いて病変のみに照射をする必要がある。小スポットサイズを備えているものや、短波長帯を限定発振する小円形スポットのIPL機器など、部分照射に適した機器もある(Fig.2b,c,d)。

安全面では、レーザーではないという理由で軽視されがちであるが、眼球の安全を十分に確保すべきである。実際、眼球の保護をせずに上眼瞼に照射をしたことによって虹彩炎が生じた例など、眼球損傷の報告があるので、術者、患者ともにレーザーに準じた安全対策を行うべきである⁸⁾。

5. IPLによる治療の実際

以下に、美容皮膚治療として本邦で用いられることの多いIPL治療について説明する。

5.1 Skin rejuvenation (皮膚の若返り治療)

IPLによるskin rejuvenationは光老化による諸症状である、色素性病変(日光性色素斑、雀斑、肝斑、不整色素沈着)、血管性病変(毛細血管拡張、老人性血管腫)、毛穴の開き、弾力の低下、肌理の乱れなどを適応とした治療であり、non-ablative skin rejuvenationに分類される。光を用いたrejuvenation治療であることから、photo-rejuvenationともいわれる。数多くあるskin rejuvenation治療の中で、IPLは表皮と真皮の両方に働きかけるので、一般的な用語でいう「色むら、肌つや、肌質改善」が同時に得られることが最大の特徴である。

作用機序

Non-ablative skin rejuvenationとは、冷却装置を用いて表皮を熱損傷から保護しつつ真皮に微細損傷を与え、これを引き金にした治癒過程を経て、結果的にコラーゲンを増生させて整容的改善を得る治療方法である。熱刺激の程度や深達度によって、損傷度合いと増加するコラーゲンなどの量が異なる。IPLの熱作用は比較的弱いので、ごく細く浅いシワやある程度の毛穴の開き、弾力の低下は治療適応であるが、たるみや深いシワは適応外である。

IPLによるコラーゲン増生作用はtype I, type IIIコラーゲンの免疫組織染色によって報告されている^{9,10)}。また、コラーゲンの損傷とは別に、熱刺激によるheat shock proteinを介した真皮リモデリングの促進も作用機序として考えられているが、詳細については未だ不明な点もある¹¹⁾。さらに、IPLによる分解系の抑制について、培養細胞におけるIPL照射後3時間から72時間後までのMMP-2蛋白量とmRNA発現の減少、マウスにおけるIPL照射後2から8週間のMMP-1, MMP-2の減少が報告されており、今後の解明が期待される^{12,13)}。

IPLは色に対する選択的作用を有する光なので、

rejuvenation治療ではこの点を合わせた有用性が評価されている。特に、光老化の症状の中で色素性変化を主訴とすることが多いアジア人における評価は高い^{9,10,14)}。一般にIPLはメラニンの吸収が高い可視光領域を発振するので、表皮に対する影響が強い。正常部位の表皮は強い熱損傷からは保護されるが、熱刺激によりターンオーバーが促進され、臨床的には肌理の改善や美白効果が得られる。美白効果については、3回のIPL治療前後の分光測色計による皮膚色の測定結果で報告されている¹⁴⁾。表皮の変化は組織学的に、表皮の厚み、細胞極性の変化についての検討がある¹⁵⁾。メラニンを豊富に含有する細胞は選択的に強い熱損傷を受けるので、表皮のメラニン増加症が改善する。加えて、ヘモグロビンに対する選択性が高い500nmの波長を含むIPLを用いれば、ヘモグロビンが豊富に存在する浅在性の血管性病変の改善も得られる。こうした表皮と真皮、両者の変化による複合的なrejuvenation効果について、筆者らは10年来様々な機種を用いて検討している。

治療の実際

効果は反復刺激によって段階的に得られるので、3～4週間隔で5回以上の複数回の治療を行うとよいが、最近では機器の性能や治療レベルの向上により、3回の治療による高成績も報告されている^{10,16)}。経験上、治療回数が多いほど効果は段階的に高まり、特に質感や弾力などはより多くの治療によって改善するが、10回程度が効果のピークとなる印象がある。

各治療機器によって有効出力範囲が異なるので、一般には照射直後の軽度の紅斑と容易に耐えうる痛みを指標に設定条件を決定する。全顔照射を行う場合、皮膚色に合わせて出力などを設定することが肝要である。皮膚色に対して出力が過剰だったり、波長やパルス幅が極端に短かったりした場合には、表皮損傷を生じてしまう。照射の強弱は、波長、パルス幅、出力、冷却温度で調節する。メラニン・ヘモグロビンをターゲットとする場合、波長、パルス幅を短く、出力、冷却温度を高くすれば、概ね強い治療となる。同一条件で照射をしても、ターゲットとなる色素を豊富にもつ細胞は選択的な熱損傷を受けるので、ある程度の効果は得られるが、何に対してもある程度でとどまってしまう。これが「IPLは弱い治療だ」という一部評価の理由だと思われる。色素性病変や血管性病変に対する複合的な効果を得るには、後述のように個々の病変に応じた設定に変更して、追加照射を行うべきである。

また、初期のIPL治療では、効果を追求するあまりに表皮損傷をきたした例を多く見かけたが、最近ではrejuvenation治療に多くの選択肢があるのでIPL治療に過剰な期待をすることが少なくなり、さらにIPL機器そのものの性能が向上し安定したパルス光が連続して照射可能になったためか、そうした合併症を見ることは少なくなってきた(Fig.3ab)(Fig.4)。

注意点など

IPL治療に限らないことだが、rejuvenation治療とは、

Fig.3 63 year-old female. a) Diffuse erythema and solar lentigines were seen before treatment. b) Overall improvement was seen after five sequential IPL treatments. (560-1200nm IPL, Natulight (Lumenis), 2.8/20.0/5.0ms, 22-24J/cm² at 5 degrees)

Fig.4 Epidermal burn was caused by too aggressive IPL irradiation using shorter wavelength IPL with high fluence.

正常な加齢皮膚を変化させて外見的により若々しくしようとするものであり、病変を取り去る治療とは性質を異にすることを理解しなければならない。患者の希望が部分的な治療なのか、顔面皮膚全体の rejuvenation 治療なのかを十分に聴取して、全体の治療を希望する場合、治療範囲に存在する病変が IPL 治療の適応症状であるかどうかひとつひとつ丁寧に診断する必要がある。そして、患者の期待が過剰にならないように、治療の効果と限界を十分に説明してから治療を開始しなければならない。

治療前の診断では、真皮メラノサイトーシス、脂漏性角化症など、適応外の症状の混在に特に注意を要する。また、肝斑、潜在性肝斑の存在の有無にも慎重な診断が必要である。肝斑には特殊な設定が必要であり、潜在性肝斑は不用意に全顔に強い照射をすると、顕在化してしまう¹⁷⁾。

IPL は治療後の皮膚に強い変化を生じないので、他の治療との併用治療を行いやすい。最近ではハイドロキノンやトレチノインなどの外用や、他のレーザー・光治療との複合治療の良好な結果が報告されている¹⁸⁾。

安全性の問題として、複数回の光刺激を行うことに発癌性を危惧する声もあるが、弱い反復刺激であることから現段階では安全な治療だと考えられている^{19,20)}。

5.2 色素性病変の治療

IPL による治療では、表皮性の色素性病変である日光性色素斑、雀卵斑、肝斑、炎症後色素沈着などが適応となるが、それぞれに適した強さで照射をすれば確かな効果が得られる。この場合は、表皮を保護するための冷却は不要なので、冷却装置をオフにできない機種では温度を高くするとよい。冷却ジェルもこの意味では不要だが、

光学的カップリングのためには用いるべきである。

5.2.1 日光性色素斑、雀卵斑の治療

作用機序

IPL はミリ秒の単位で発振される光なので、IPL 照射によってメラノソーム自体が破壊されることはないが、メラノソームを豊富に持つメラニン細胞と表皮細胞に強い熱損傷を与えてマイクロクラストを形成し、その排出とともに色素性病変の改善を得る^{21,22)}。IPL 治療と比較されることが多い治療法に、Q スイッチレーザー治療がある。Q スイッチレーザーはメラノソームの熱緩和時間より短いナノ秒の単位で発振されるので、メラノソーム自体を破壊する。この点が IPL との大きな相違点である。また、Q スイッチレーザーを用いた場合、合併症として生じる炎症後色素沈着が問題となる。その発症頻度は日光性色素斑に対して 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% と報告されている^{23,24)}。それに対して一般的な IPL の使用方法においては、炎症後色素沈着の発症を非常に低率に抑えることが可能である。これは IPL 治療では付随する炎症を軽度にとどめられることによると推察される。IPL と Q スイッチアレキサンドライトレーザーを日光性黒子に用いた検討、および、日光性色素斑と雀卵斑に用いた検討の報告があり、いずれも IPL の方が効果は低く複数回の治療を要するものの、炎症後色素沈着などの合併症を生じるリスクが低い利点があると結論付けている^{25,26)}。IPL でも照射設定を強めれば(短波長、短いパルス幅、冷却をしないか冷却を弱める)、強い炎症を惹起して炎症後色素沈着を生じる結果となるが、リスクと効果のバランスを考慮して治療を選択できることは、現代の美容皮膚治療のニーズにあっていと考えられる。

治療の実際

日光性色素斑、雀卵斑では、直後に照射部位の色調が濃く変化する強さ設定で照射をする。この反応が確認できないと十分な効果は得られない。照射部位には、当日から翌日にかけてマイクロクラストが形成され、7 日程度ではがれおちる。マイクロクラストは Q スイッチレーザー治療で生じる痂皮に比べて目立ちにくいので、治療後の整容面を気にする患者に好まれる。病変の性質によるが、治療回数は 3 回から 5 回程度を必要とする例が多い。用いる IPL の照射設定によっては単回の治療でも高い効果が得られる例もあり、特に波長帯を狭く短波長に限定した小スポットの IPL では効果が高い。直後の変化の強弱を加減することによって、治療後のマイクロクラスト形成の程度や炎症後色素沈着のリスクに加減ができるので、症例の希望やスキントypesなどのリスクファクターを考慮して工夫をするとよい (Fig.5ab) (Fig.6abc)。

5.2.2 肝斑の治療

作用機序

肝斑に対するレーザー・光治療は長く禁忌とされてきたが、最近は弱い刺激の照射法が工夫されるようになって

Fig.5 Typical time course of IPL and laser treatment in removing solar lentigo. a) Micro-crust formation by IPL irradiation (500-635nm IPL, AcuTip, Cutera, 14J/cm² at 20 degrees) on upper column, and b) crust formation by Q-switched ruby laser irradiation (694nm, 1B101, NIIC, 4.5J/cm²) on lower column. Pictures were taken from video microscope using polarized filter (x50).

Fig.6 49 year-old female. a) Mottled and small solar lentigines were observed before treatment. b) Pigmented lesions improved significantly after single treatment of combined use of large spot IPL and novel small spot IPL, and c) additional improvement was seen after three sequential IPL treatments at four week intervals. (520-1100nm IPL: LimeLight, A+B-mode, 11J/cm² at 20 degree and 500-635nm IPL: Acutip, B-mode, 13J/cm² at 20 degrees (Cutera))

た。前述のように IPL は設定次第で反応のコントロールが可能なので、弱い設定で照射をすれば、炎症により悪化をきたしやすい色素性病変として知られている肝斑や炎症後色素沈着にも用いることができる。この効果は、表皮ターンオーバーの選択的促進によるものである。メラニンに選択的な促進なので、ケミカルピーリングやトレチノインなど薬剤によるターンオーバー促進とは異なっている。

また、肝斑は真皮浅層の光老化症状が強いともいわれるため、IPL の真皮に対するリモデリング効果も何らかの影響をもたらしていると考えられる。

治療の実際

IPL の肝斑に対する単独治療は、アジア人での検討結果が報告されているが、色調が濃い肝斑の場合は照射の強弱の少しの加減で悪化をさせてしまうことがある^{27,28)}。筆者らは、メラニン吸収を下げた長波長帯(ex. 640-1200 nm)や長いパルス幅の IPL を用いて、過剰な反応が生じないように十分に注意をして照射をしている。加えて、可能な限りハイドロキノンの美白外用剤またはトラネキサム酸内服の併用を行うようにしており、IPL 単独治療を第一選択とすることはない²⁹⁾。肝斑はあ

らゆる治療において再発することが知られており、IPL も同様である。我々の考える肝斑に対する IPL 治療の主目的は、明らかな改善を得るまでの治療期間を短縮させることである。肝斑の改善度合いは、色調の程度、発症範囲、発症要因、治療時期(夏期は紫外線の影響により悪化しやすい)によって異なるが、併用治療を行うことで3回程度の治療により大多数で明らかな完全が得られている³⁰⁾。

5.2.3 炎症後色素沈着の治療

作用機序

炎症後色素沈着に対して IPL を用いる報告もある³¹⁾。これも表皮の選択的ターンオーバー促進作用による。炎症後色素沈着は表皮の色素過剰に真皮へのメラニン滴落を伴うことが多いが、メラニンの主な存在部位が表皮であるため症状の程度によらず、多くの例で改善が得られる。Q スイッチレーザー治療によって生じた炎症後色素沈着に対しても高い効果が得られるので、日常の診療では利便性が高い。

治療の実際

炎症後色素沈着は一般に6ヶ月の経過観察で軽快治癒するといわれるが、年余にわたり消失しない例もある。また、たとえ数ヶ月でも整容的な負担になるので、筆者らは積極的な治療を行っている。第一選択はハイドロキノンの美白外用剤としているが、IPL を併用することで改善の実感が得られることは多い。ただし、弱い刺激でとどめるように慎重に照射をする必要がある。治療は3週間間隔を目安に繰り返し行う。色素沈着の色調よりもむしろ炎症後色素沈着が生じた皮膚損傷の程度によって、必要な治療回数に差がある傾向にある。

5.3 血管性病変の治療

IPL による美容皮膚治療の適応となり得る血管性病変は、光老化による毛細血管拡張、加齢によるクモ状血管腫、老人性血管腫、第I度酒皸などである。

作用機序

ヘモグロビンの吸収ピークである 542, 577 nm を含む波長帯を十分な割合で発振する IPL を用いれば、血管性病変の治療が可能である。拡張血管を必要十分に加熱凝固させる出力とパルス幅の条件が整い、さらに冷却装置を備えた機種であれば、表皮の熱損傷を起こさない安全な治療が可能である。

顔面に認められることの多い、浅在性で赤色の毛細血管拡張に対する効果は得られるが、深部にある紫色や青色の血管拡張には効果が得られ難い^{6,9,10,14,16)}。旧式の色素レーザー照射時のような紫斑形成はまれだが、広範囲の照射では腫脹を伴うこともある。び慢性の極細い毛細血管拡張(いわゆる赤ら顔)に対しては IPL の熱作用が加わることも助けになるためか、改善が得られる例が多いが、温度差や緊張時の紅潮にはあまり効果がない。第I度酒皸も治療適応となり高い治療成績と持続効果が報告されているが³²⁻³⁴⁾、筆者らの経験では、症状のうち紅潮が強

Fig.7 49 year-old female. a) solar lentigines and telangiectasia were observed before treatment, b) all lesions were improved, especially the telangiectasia which was almost completely removed after single treatment with combination of two IPL hand pieces (560-1200nm IPL: LP560, 10-13J/cm² at 20 degree and 500-635nm IPL: Acutip, A-mode, 17J/cm² at 10 degrees (Cutera)).

い例では効果が安定しない。第I度酒皰に対する治療効果は、ヘモグロビンに選択的な熱影響に加えて真皮のリモデリング作用も関係していると考えられる³⁴⁾。

クモ状血管腫や老人性血管腫に対しても高い効果が得られるが、周囲皮膚を保護するための白紙を用いるか、小スポットのIPLを用いるとさらに安全で有効な治療が可能となる。

治療の実際

毛細血管拡張、クモ状血管腫、老人性血管腫に対しては、直後に病変が紫色に変化することを確認できる設定で照射をするとよい。び慢性のごく細い血管拡張の場合は直後の変化がわかりにくく、慎重に観察しても軽度の色調の変化以外にはわかりにくいので、経験から得られた設定で照射をすることもある。治療を繰り返す場合、筆者らは4週間を目安にしている。表皮損傷には十分な注意が必要だが、照射前の過剰冷却や照射フィルターを強く押し付ける照射手技ではターゲットが減少してしまうので、注意を要する (Fig.7ab)。

5.4 その他の治療

尋常性痤瘡に対してIPLを用いる報告があるが、IPL単独の治療の効果は十分とはいえない^{35,36)}。筆者らは、炎症性や化膿性の丘疹に対する効果は望めないが、炎症が鎮静化した後の赤みを伴う癰痕に対するIPL治療の効果は高いと考えている³⁶⁾。痤瘡は様々なステージの丘疹が混在するので、比較的早期からIPLを用いると癰痕を残さない治療に役立つ。

その他のIPLを用いた美容皮膚治療として、欧米ではIPL脱毛の報告が散見されるが、本邦においては医療脱毛としてのイメージが乏しい。これは主に、冷却装置のないものやパルス内の出力が安定しない旧式の機器で、表皮損傷を生じることが多く治療効果も不十分であったこと、エステなど医療機関以外でIPLが用いられていることによると思われる。しかし、長波長帯を安定して発振可能で、且つ、医療機器として認証を得ている近年のIPL機器においては、合併症のリスクは低く、中に

はレーザー脱毛と同等の効果が得られている報告もある³⁷⁾。筆者らの検討でも良好な結果が得られている³⁸⁾。IPLの大きなスポットサイズの有用性が発揮される治療のひとつであり、最近見直されている治療である。

6. おわりに

IPLはレーザーとは異なる光であり、単に弱い治療というイメージをもたれることもあるが、広帯域波長ならではの特徴を理解するとその有用性を見出すことができると考えている。IPL機器は以前に比べて機器の性能が格段にあがっており、照射手技、照射設定により、治療効果が大幅に変わる治療である。今後、理解が深まることを期待している。

「長いダウンタイムやリスクは避けたいけれどもシミや赤みの治療は受けたい」など、高い要求度の患者は増加している。こうした場合、複数回の治療が必要であっても、IPL治療は、ある種時代のニーズに合っていると考えられる。ますます多様化している美容皮膚治療のニーズを考えると、幅広い守備範囲の治療でQOLを高めることも、ひとつの選択肢であると考えている。

参考文献

- 1) Raulin C, Greve B, Grema H.: IPL technology: a review. *Lasers Surg Med.*, 32:78-87, 2003
- 2) Bitter PH.: Noninvasive rejuvenation of photodamaged skin using serial, full-face intense pulsed light treatments. *Dermatol Surg.*, 26:835-842, 2000
- 3) Negishi K, Tezuka Y, Kushikata N, Wakamatsu S.: Photorejuvenation for Asian skin by intense pulsed light. *Dermatol Surg.*, 27:627-631, 2001
- 4) Ross EV.: Laser versus intense pulsed light: Competing technologies in dermatology. *Lasers Surg Med.*, 38:261-72, 2006
- 5) Ciocon DH, Boker A, Goldberg DJ.: Intense pulsed light: what works, what's new, what's next. *Facial Plast Surg.*, 25:290-300, 2009
- 6) 根岸圭: 美容皮膚科学, 日本美容皮膚科学会監修, IPLによる non-ablative skin rejuvenation, 252-257, 2009, 南山堂.
- 7) Mahmoud BH, Haxsel CL, Hamzavi IH, Lim HW.: Effects of visible light on the skin. *Photochem Photobiol.*, 84:450-462, 2007.
- 8) Pang AL, Wells K.: Bilateral anterior uveitis after intense pulsed light therapy for pigmented eyelid lesions. *Dermatol Surg.*, 34:1276-9, 2008
- 9) Negishi K, Wakamatsu S, Kushikata N, Tezuka Y, Kotani Y, Shiba K.: Full-face photorejuvenation of photodamaged skin by intense pulsed light with integrated contact cooling: initial experiences in Asian patients. *Lasers Surg Med.*, 30:298-305, 2002
- 10) Feng Y, Zhao J, Gold MH.: Skin rejuvenation in Asian skin: the analysis of clinical effects and basic mechanisms of intense pulsed light. *J Drugs Dermatol.*, 7:273-9, 2008
- 11) 船坂陽子: 美容皮膚科におけるレーザー治療, 日本レーザー医学会誌, 27:309-314, 2007

- 12) Wong WR, Shyu WL, Tsai JW, Hsu KH, Lee HY, Pang JH.: Intense pulsed light modulates the expressions of MMP-2, MMP-14 and TIMP-2 in skin dermal fibroblasts cultured within contracted collagen lattices. *J Dermatol Sci.*, 51:70-73, 2008
- 13) Luo D, Cao Y, Wu D, Xu Y, Chen B, Xue Z.: Impact of intense pulse light irradiation on BALB/c mouse skin-in vivo study on collagens, matrix metalloproteinases and vascular endothelial growth factor. *Lasers Med Sci.*, 24:101-108, 2007
- 14) Negishi K, Kushikata N, Takeuchi K, Tezuka Y, Wakamatsu S.: Photorejuvenation by intense pulsed light with objective measurement of skin color in Japanese patients. *Dermatol Surg.*, 32:1380-1387, 2006
- 15) Hernández-Pérez E, Ibiert EV.: Gross and microscopic findings in patients submitted to nonablative full-face resurfacing using intense pulsed light: a preliminary study., *Dermatol Surg.*, 28:651-655, 2002
- 16) Li YH, Wu Y, Chen JZ, Gao XH, Liu M, Shu CM, Dong GH, Chen HD: Application of a new intense pulsed light device in the treatment of photoaging skin in Asian patients. *Dermatol Surg.*, 34: 1459-1464, 2008.
- 17) Negishi K, Kushikata N, Tezuka Y, Takeuchi K, Miyamoto E, Wakamatsu S.: Study of the incidence and nature of "very subtle epidermal melasma" in relation to intense pulsed light treatment. *Dermatol Surg.*, 30:881-886, 2004
- 18) Woodhall KE, Goldman MP, Gold MH, Biron J.: Benefits of using a hydroquinone/tretinoin skin care system in patients undergoing intense pulsed light therapy for photorejuvenation: a placebo-controlled study. *J Drugs Dermatol.*, 8:862-7, 2009
- 19) Chan HH, Yang CH, Leung JC, Wei WI, Lai KN.: An animal study of the effects on p16 and PCNA expression of repeated treatment with high-energy laser and intense pulsed light exposure. *Lasers Surg Med.*, 39:8-13, 2007
- 20) Hedelund L, Lerche C, Wulf HC, Haedersdal M.: Carcinogenesis related to intense pulsed light and UV exposure: an experimental animal study. *Lasers Med Sci.*, 21:198-201, 2006
- 21) Yamashita T, Negishi K, Hariya T, Kunizawa N, Ikuta K, Yanai M, Wakamatsu S.: Intense pulsed light therapy for superficial pigmented lesions evaluated by reflectance-mode confocal microscopy and optical coherence tomography. *J Invest Dermatol.*, 126:2281-2286, 2006
- 22) Kawada A, Asai M, Kameyama H, Sangen Y, Aragane Y, Tezuka T, Iwakiri K.: Videomicroscopic and histopathological investigation of intense pulsed light therapy for solar lentigines. *J Dermatol Sci.*, 29:91-96, 2002
- 23) 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 Dermatol.*, 18:77-83, 2008
- 24) 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. *Aesthet. Dermatol.*, 15:58-63, 2005
- 25) 山田秀和, 熊本貴之, 杉原和子, 新型フラッシュ光線療法を用いた日光黒子の治療 Q スイッチアレキサンドライトレーザーとの比較. *Aesthet. Dermatol.*, 14:180-184, 2004
- 26) Wang CC, Sue YM, Yang CH, Chen CK.: A comparison of Q-switched alexandrite laser and intense pulsed light for the treatment of freckles and lentigines in Asian persons: a randomized, physician-blinded, split-face comparative trial. *J Am Acad Dermatol.*, 54:804-810, 2006
- 27) Li YH, Chen JZ, Wei HC, Wu Y, Liu M, Xu YY, Dong GH, Chen HD.: Efficacy and safety of intense pulsed light in treatment of melasma in Chinese patients. *Dermatol Surg.*, 34:693-700, 2008
- 28) Wang CC, Hui CY, Sue YM, Wong WR, Hong HS.: Intense pulsed light for the treatment of refractory melasma in Asian persons. *Dermatol Surg.*, 30:1196-1200, 2004
- 29) 根岸圭, IPL を中心とした肝斑の併用治療, PEPARS, 27:66-72, 2009
- 30) 根岸圭, 竹内かおり, 櫛方暢晴, 長尾公美子, 若松信吾. IPL を用いた肝斑の複合治療についての検討. *日美外会報*, 29:149-155, 2007
- 31) Ho WS, Chan HH, Ying SY, Chan PC, Burd A, King WW.: Prospective study on the treatment of postburn hyperpigmentation by intense pulsed light. *Lasers Surg Med.* 32:42-45, 2003
- 32) Kawana S, Ochiai H, Tachihara R.: Objective evaluation of the effect of intense pulsed light on rosacea and solar lentigines by spectrophotometric analysis of skin color. *Dermatol Surg.*, 33:449-454, 2007
- 33) 神田弘貴, 秋山正基, 飯島正文. 第1度酒皰に対する IPL の有用性の画像解析による評価. *Aesthet. Dermatol.*, 18:295-299, 2008
- 34) Papageorgiou P, Clayton W, Norwood S, Chopra S, Rustin M.: Treatment of rosacea with intense pulsed light: significant improvement and long-lasting results. *Br J Dermatol.*, 628-632, 2008
- 35) Yeung CK, Shek SY, Bjerring P, Yu CS, Kono T, Chan HH.: A comparative study of intense pulsed light alone and its combination with photodynamic therapy for the treatment of facial acne in Asian skin. *Lasers Surg Med.*, 39:1-6, 2007
- 36) 根岸圭, 若松信吾. 機器を用いたざそう治療. *Derma.* 1:35-41, 2005
- 37) Hee Lee J, Huh CH, Yoon HJ, Cho KH, Chung JH.: Photo-epilation results of axillary hair in dark-skinned patients by intense pulsed light: comparison between different wavelengths and pulse width. *Dermatol Surg.*, 32:234-240, 2006
- 38) 根岸圭, 長尾公美子, 若松信吾. フラッシュランプ治療器による脱毛治療の経験. *日美外会報*, 29:164-171, 2007

著者紹介

根岸 圭 (Kei Negishi)

1998 年, 東京女子医科大学医学部 卒業.
東京女子医科大学附属第二病院 形成外科
入局. 2000 年, 同医局 助手, 同附属田
端駅前クリニック形成外科 助手, 同附属
田端 NSK ビルクリニック美容外科 助手.
2004 年, 同附属青山女性医療研究所 美容
医療科 助手. 2006 年, 同附属青山女性医療研究所 美容医療
科 准講師.

松永 佳世子 (Kayoko Matsunaga)

1976 年, 名古屋大学医学部卒業, 医学博
士. 1977 年, 名古屋大学医学部皮膚科 医
員. 1978 年, 名古屋保健衛生大学医学部
助手. 1980 年, 名古屋大学医学部皮膚科
医員. 1981 年, 同分院皮膚科 医員. 1991
年, 藤田保健衛生大学医学部皮膚科学 講
師. 2000 年, 同 教授. 2009 年, 藤田保健衛生大学病院 副院
長兼務. 日本皮膚アレルギー・接触皮膚炎学会理事長, 日本
美容皮膚科学会理事ほか.