ルビーレーザー照射後の皮膚の組織学的研究

伊藤信夫¹⁾、郡司裕則¹⁾、長谷川隆哉¹⁾、佐藤守弘¹⁾、吉田弘昭¹⁾、金子史男¹⁾、小野一郎²⁾

福島県立医科大学皮膚科学教室¹⁾、同 形成外科診療班²⁾

Histological studies on Human Skin after Irradiation of Ruby Laser

Nobuo Itoh¹⁾, Hironori Gunji¹⁾, Takaya Hasegawa¹⁾,
Morihiro Satoh¹⁾, Hiroaki Yosida¹⁾, Fumio Kaneko¹⁾,
Ichiro Ono²⁾

Department of Dermatology, Fukushima Medical College,
Fukushima, 960-12, Japan. ¹⁾

Division of Plastic Surgery, Department of Dermatology,
Fukushima Medical College, Fukushima, 960-12, Japan. ²⁾

ABSTRACT

The ruby laser shots cause selectively damages of the cutaneous melanin granules, but the cutaneous histological changes after the irradiation has not been well described. We applied the ruby laser to an excised skin using TOSHIBA Model LRT-301A. In this study, histological examinations were carried out light and electron microscopically. The results revealed as follows; 9J/cm²: Vacuolated changes were seen on the cells with melanin pigment in the basal layer. 16J/cm²: The vacuolation of cells among the basal cells was observed as elongated and degenerated in shape. The ring-like degeneration showing a crater was seen with incontinentia pigmenti histologica in dermal papilla. 25J/cm²: Diffuse degenerations were seen in the basal layer. Excoriation were most frequently seen at this energy radiated skin. 40J/cm²: Diffuse degenerations were also observed in the epidermis and dermal papilla with subepidermal cleft.

The study demonstrated that in the efficacy of the ruby laser therapy to the dermal pigment disorders, the high energy irradiation was not always necessary, because over energy-irradiation was absorbed by epidermal melanin granules (epidermal trap) and the basement membrane was also damaged.

1 はじめに

ルビーレーザーはメラニン色素を選択的に熱凝固変性させる事ができる装置として¹⁾、皮膚科、形成外科領域の扁平母斑、色素性母斑、太

田母斑、老人性色素斑、入れ墨などの治療に用いられてきた²⁾。しかし、これまでにルビーレーザー照射による皮膚の組織学的変化を詳細に検討した報告は、ほとんどない。今回、われわ

れは、切除標本を用いてレーザーのエネルギー密度と皮膚の組織学的変化の関連を観察し興味ある所見を得たので報告する。

2 材料と方法

使用レーザー：東芝 治療用ルビーレーザー装置 LRT-301A。本装置は694nmの発振波長を持ちレーザーの出力と先端部のカライドスコープの面積を変える事により、エネルギーの密度を9J/cm²から40J/cm²に変える事ができ、照射野が正方形である事を特徴としている。パルス幅は2msec である。

使用皮膚：乳房形成術後標本。患者は、17歳の女性で adenoma により乳房が巨大化し、当科形成外科診療班で乳房形成を行った。

方法：手術直後、採取した皮膚に0、9、16、20、25、30、35、40J/cm²のレーザーを照射した。照射後、ただちに皮膚を固定し光学顕微鏡、電子顕微鏡用の標本を作成し組織学的検討を加えた。

3 結果

レーザー未照射部の組織学的所見：表皮には大きな異常はなかった。真皮乳頭部にメラニンの真皮への滴落現象である、組織学的色素失調が観察された(図1)。表皮基底層のメラニン量は、異常とは言えないものの、比較的多い方であった。メラニン染色標本では、真皮の組織学的色素失調が、よりはっきりと観察される(図2)。

レーザー9J/cm²照射時の皮膚の変化：表皮基底層に、細胞質が風船状に変性した細胞が観察された。真皮には、大きな変化はなかった。

図1 レーザー未照射標本のHE染色

レーザー16J/cm²照射時の皮膚の変化：9J/cm²で観察された風船状の変化に加え、核と細胞が引き延ばされ変性した細胞が稲穂のように連なって数多く認められた。一部では、表皮と真皮の剥離も認めた。組織学的色素失調の部分では、クレーター状の組織の欠損を伴った環状の膠原繊維の変性が観察された(図3、4)。また、電子顕微鏡による観察では核が変性し、細胞質が空胞となった細胞と細胞質が引き延ばされた細胞を認めたが、基底膜の構造は比較的良く保たれていた(図5)。

レーザー20J/cm²照射時の皮膚の変化：表皮基底層の細胞の広範な変性が認められた。また、表皮と真皮が剥離した部分がわずかに認められた。16J/cm²で数多く観察されたクレーター状の空胞を伴う環状の膠原繊維の変性は、むしろ少なくなっていた。

レーザー25J/cm²照射時の皮膚の変化：表皮基底層の細胞はほとんどの部分で変性に陥り、一部の有棘層の細胞も変性に陥っていた。これらの変化はメラニン量の多い部分に特に強かった。表皮真皮剥離が広範囲に観察された。真皮では真皮乳頭上部に非特異的な変性を認めたが、環状の膠原繊維の変性はほとんど観察されなかった。

レーザー30J/cm²照射時の皮膚の変化：表皮の変性は基底層と有棘層の下層に及んでいた。表皮真皮剥離は25J/cm²より少なかった。真皮乳頭上部で非特異的な変性を認めた。

図2 レーザー未照射標本のメラニン染色
表皮基底層のメラニンの集積と真皮の組織学的色素失調が観察される。

レーザー35J/cm²照射時の皮膚の変化:表皮の変性は有棘層の上層に及んでいた。表皮真皮剥離はほとんど認められなかったが、表皮真皮間に間隙が観察された。真皮の非特異的変性は30J/cm²より下方まで観察された。

レーザー40J/cm²照射時の皮膚の変化:表皮基底層とほとんどの有棘層の細胞は変性に陥っていた。表皮真皮間隙が認められたが、剥離はほとんどなかった。真皮で乳頭上部の非特異的変性を認めた(図4)。

以上の所見をまとめると、ルビーレーザー照射後の表皮の組織学的変化は、9J/cm²での基底層細胞の風船状の変性で始まり、16J/cm²で稲穂状の変性が加わり、25J/cm²では基底層細胞全体の変性となり、40J/cm²での表皮基底層とその直

上の有棘層の細胞の非特異的な変性へと変化した。細胞の傷害の程度と範囲は基底層付近の細胞のメラニン量とレーザーのエネルギー密度によると思われた。

表皮真皮の剥離は、25J/cm²付近のエネルギー密度で最もよく観察され、35J/cm²、40J/cm²では間隙は形成するものの剥離は明瞭ではなかった。

真皮の変化は、9J/cm²では、ほとんど認められなかったが、16J/cm²で真皮内に適落したメラニン色素を中心としたクレター状の空腔を伴う環状の膠原繊維の変性が観察された。しかし、この変化は20J/cm²では、はっきりしなくなった。35J/cm²、40J/cm²では真皮乳頭上部の非特異的な変性が認められた(図6)。

図3 レーザー16J/cm²照射標本のHE染色
風船状、稲穂状の表皮基底層細胞の変性と真皮のクレターを伴う膠原繊維の環状の変性が観察される。

図6 レーザー40J/cm²照射標本のHE染色
表皮と真皮乳頭上部の非特異的変性が観察される。

図4 図3の強拡大

図5 レーザー16J/cm²照射標本の電顕像
風船状、稲穂状の細胞の変性が観察される。基底膜は比較的良く保たれている。

4 結語

ルビーレーザー照射後皮膚の組織学的変化の検討より、従来の照射方法についてのいくつかの問題点が明きらかとなった。ルビーレーザーを真皮のメラニン色素異常性疾患に使用する場合、弱いエネルギー密度の照射では十分な効果をあげる事ができず、また強すぎる照射では表皮と真皮に非可逆的变化を起こし瘢痕を形成する。過去の報告の多くは $30\text{J}/\text{cm}^2$ 程度のエネルギー密度による照射が多かったが、われわれの検討からは、対象皮膚のメラニン量にもよるが $30\text{J}/\text{cm}^2$ より弱いエネルギー密度の $9\text{--}20\text{J}/\text{cm}^2$ に至適条件があると考えられた。

ルビーレーザーによる真皮メラニンの破壊を障害している大きな要因として、基底層を中心に分布する表皮メラニンでのエネルギー吸収がある。今回の検討では $16\text{J}/\text{cm}^2$ で真皮乳頭にメラニンを中心とした特異的な変性を認めたにも関わらず、 $20\text{J}/\text{cm}^2$ ではかえってこの変化がはっきりしなくなった。この理由は強すぎるエネルギーのレーザーの照射は表皮基底層で細胞の強い変性を引き起こし、レーザーの真皮への到達を逆に阻害しているためと考えられる。現在、われわれは表皮基底層に存在するメラニンの障壁

(epidermal trap)を逃れる照射方法として以下に述べる方法を検討している。まず、必要最小のエネルギーで表皮を剝離し、その後、比較的小エネルギーのレーザーを追加照射する。この方法により真皮上層の非可逆的変性を最小限にとどめて、真皮のメラニンを破壊できる可能性があると考えられる。

また、最近、表皮と真皮上層に障害を与えず真皮メラニンを破壊する方法としてレーザーのパルス幅を狭くしメラニンへの選択性を向上させる照射方法が検討され、良い成績が報告されている³⁾。今後われわれも前記の照射方法に加え、パルス幅を変えた場合の組織学的変化もたしかめ、より効果的な照射方法を行う上での参考にしたいと考えている。

5. 文献

- 1) 松本敏明 ほか, LRT-301A型ルビーレーザー装置によるメラニン沈着性色素斑の治療経験, 日本レーザー医学会誌 10(3):451-454, 1989.
- 2) 松本敏明, レーザー療法, 皮膚臨床 32(11):1507-1519, 1990.
- 3) Dover J.S. et al, Pigmented Guinea Pig Skin Irradiated With Q-Switched Ruby Laser Pulses. Arch Dermatol 125:43-49, 1990.

図7 ルビーレーザー照射による皮膚の組織学的変化