Nd - YAG レーザーの近赤外域効果について

—— 第 一 報 ——

Near Infra-Red Effect of Nd-YAG Laser

—— The First Report ——

○林 美保* 古賀俊彦** 古賀一雄** 川窪 勝**

○石川 悟** 仙頭聖一** 入江康司*** 岩崎賢二****

○Mi ho Hayashi* Toshihiko Koga** Kazuo Koga** Masaru Kawakubo**

Satoru Ishikawa** Seiichi Sendo** Koji Irie*** Kenji Iwasaki ****

* 林皮膚科クリニック ** 古賀病院 *** 久留米大学第二病理

**** 東芝 (株)

* Hayashi Dermatological Clinic ** Koga Hospital

*** Kurume Univ **** Toshiba Co. Ltd.

ABSTRACT

In the experiments of Neodymium-YAG Laser irradiation employing Meipack, we found that there is the colour specificity for black which 86% was absorbed and permeated but another colours were almost reflected in the area of near infra-red effect of $1.064 \mu\text{m}$. Because of this laser has longer extinction length than Argon or Ruby laser, so that we can keep the constant distance of the beam irradiation between the end of the fiber and the aimed lesion with the spectrophotometer to avoid over irradiations. Furthermore, the differences of absorption for melanin pigment and collagen fiber which may leads selective irradiation for the subjects.

I. はじめに

我々は既に報告したBowen病の1例にneodymium: Yttrium-aluminium-garnet(Nd-YAG)レーザー療法を試みた折黒色着色部位のみ再発の見られなかったことからNd-YAGレーザーが黒に特異性があるのではないかと考え、創傷被覆材メイパック(Meipac, 明治製果K. K. 提供), 豚凍結乾燥真皮(Alloask, 大鵬薬品工業K. K. 提供)などを用いて色調の相異による吸収透過等の実験を行って来た。その結果YAGレーザー光 $1.064 \mu\text{m}$ 付近の

近赤外域における黒特異性について興味ある知見を得た。又YAGレーザーの浸透性, カライドスコープを用いる事による均一照射及び組織内安全性、メラニン選択性等についても検討した。さらに刺青照射部の病理組織学的所見についても電顕的に検索した。又メラニン沈着性以外の疾患への臨床的応用も試みたので併せて報告する。

II. 照射装置及び照射方法

本実験にはMolelectron model 8000型 Nd-YAGレーザー装置を使用し先端に光を拡散し広範囲に

均等な低エネルギー照射可能とした照射面 $10\times 10\text{mm}$ の東芝カライドスコープ(図1)を用いた。

又牛のアテロコラーゲンよ

図1 カライドスコープ(東芝)

りなるメイパック(厚さ: $0.05\sim 0.15\text{mm}$)を図2の如く黒は墨汁液(墨雲堂)で、赤黄青はポスター

カラー(寺西化学工業)でそれぞれ着色した。又照射条件は出力 10W 、照射時間 $0.5\text{sec}\sim 1.0\text{sec}$ 、照射回数 $1\sim 10$ 回、照射量 $5\sim 100\text{jule}$ とした。

図2 Nd-YAGレーザー照射(メイパック)

Ⅲ 結果及び考察

1. YAGレーザー照射による反射率からの検討

各色調における反射率は図3に示す如くであるがYAGレーザー光 $1.064\mu\text{m}$ 付近の近赤外域では

図3 各色調における反射率(Nd-YAGレーザー照射・メイパック)

黒の反射率はおよそ14%で残りの86%は吸収透過されているのがわかる。故に 1064nm の近赤外域におけるYAGレーザーの黒特異性が認められた。又従来YAGレーザーは止血に応用されて $600\sim 1200\text{J}/\text{cm}^2$ 、 2sec を要する¹⁾とされている。この事は赤の反射率95%からすると5%が吸収透過されるに過ぎず、熱作用をおこして組織に光凝固を惹起するには必要な照射量と思われる。しかるに今回の結果からも赤色より黒色病変への照射がより効果的でYAGレーザーの黒特異性を考慮した選択的治療の可能性及び有用性を期待させるものと考えられる。

2. ルビーレーザーとの比較(図4参照)

ルビーレーザーで前述と同様の実験をおこなうと、YAGレーザー照射に比してより少ない照射量で黒赤青のメイパックを破壊している。これらの原因として考えられるのはパルス照射である事及びNd-YAGとルビーの波長の差などが挙げられる。又従来の報告¹⁾の如くルビーレーザーの光消散長は短く極めて表層で光のほとんどが吸収されてしまう。従って浅い部分の疾患にしか効果が期待出来ずYAGと同様の組織内吸収量を深層で得る為にはより大きな出力又はエネルギー量を要するので、場合によ

図4

では組織内侵襲も Ruby laser 照射(メイパック)懸念される。

一方YAGレーザー照射はその浸透性の為に過度な組織内破壊の可能性も考慮されるが、今回のカライドスコープを用いたYAGレーザー装置は出力が均一に広範囲に分散する為安全性が高く深達度を押さえてcontrolする事もできる。従ってルビーレーザーに比して少ない照射量にてより深層の病巣にも良好な効果が期待できるものと思われる。

3. メラニン色素とコラーゲンの反射率、透過率の検討

菊地ら²⁾の“メラニン色素とコラーゲンのスペクトル特性”の優れた報告(図5)を数的に検討してみると(表1参照)、YAGレーザーのメラニン及びコラーゲンの全吸収量はアルゴン、ルビーレーザー光に比して劣るものの光消散長から考察するとアルゴンレーザー光付近では1.0mm、ルビーレーザー光付近では1.6mm、YAGレーザー光付近では2.3mmとの周知の報告¹⁾から深層における吸収量はより優れているものと推測さ

メラニン色素とコラーゲンのスペクトル特性

図5 メラニン色素とコラーゲンのスペクトル特性 (菊地らの文献より引用)

		反射率	透入	透過	吸収	全吸収	メラニンとコラーゲンの吸収量の差
1.0mm	メラニン	5%	0.95	0.60	0.40	0.38	0.12
	コラーゲン	12%	0.88	0.70	0.30	0.26	
0.7mm	メラニン	5%	0.95	0.45	0.55	0.52	0.07
	コラーゲン	15%	0.85	0.48	0.53	0.45	
0.5mm	メラニン	5%	0.95	0.40	0.60	0.57	0.05
	コラーゲン	20%	0.80	0.35	0.65	0.52	

表1 メラニンとコラーゲンの吸収量の差 (図5の数的検討)

れる。又メラニンとの吸収量の差はYAGレーザー光付近の1.0μmで0.12と最大で比較的安全に膠原線維への侵襲をおさえて選択的にメラニンに照射できる可能性が示唆される。

4. 刺青部の病理組織学的検討

症例は39歳女性の右大腿部内側に市販の墨汁を入れて彫られた刺青である(図6)。40W、0.2sec、連続3回照射施行5分後の白色浮腫性病変を健常部を含めて生検した。光顕所見)刺青部では基底膜の消失、基底細胞の融解などの所見が見

られるものの他に刺青部と非刺青部に明瞭な差異は認められなかった。電顕所見(図7)

図6 黒色刺青(右大腿部)、40w、0.2sec 照射5分後

線維芽細胞の空胞化、核内変性、細胞片の散在、血管内皮細胞の空胞化、膠原線維束の断裂等の興味ある所見が認められレ

図7 Nd-YAGレーザー照射部位の電顕像

レーザー照射による複雑な組織内変化が示唆された。又非刺青部及び非照射刺青部に著変は認められなかった。なお照射1週間後の電顕所見には著明な修復課程が認められた。さらに今回の如くカライドスコープを用いた低エネルギー均一照射における正常皮膚に対する安全性及び黒色病変への顕著な影響を考慮するとNd-YAGレーザーの黒選択性治療への可能性が期待された。

5. 臨床的応用

メラニン沈着性以外の皮膚疾患に対しても皮膚表面を黒に着色する事によりYAGレーザーの熱作用を応用できるのではないかと考え、通常常色又は茶色を呈する糸状疣贅を黒に着色して従来のレンズ照射方式で照射した(図8)。照射条件は10w、0.2sec 症状に応じて1~3回照射とした。比較的小さい疣贅は照射後約1週間の経過で自然脱落するものが多く(図9)、より大きなものは漸次追加照射にて治癒した。この事は表層の黒に

吸収透過された二次的熱エネルギーにて組織破壊が行なわれたものと推測され、Nd-YAGレーザーの適応拡大及び有用性が示唆された。

図8 糸状疣贅（72歳女性
右季肋部）
黒色着色病変

図9 糸状疣贅照射1週間後脱落部位を認む

IV. ま と め

1. Nd-YAGレーザー光の波長である $1.064\mu m$ 付近の近赤外域では黒はその86%が吸収・透過されるが他の色調にはほとんど反応せずYAGレーザーの黒特異性が認められた。

2. YAGレーザーは光消散長が長く従って表層で光のほとんどが吸収されてしまうルビーレーザーに比して深達度が良い為、より深層の病巣にも良好な効果が期待された。

3. カライドスコープを用いたNd-YAGレーザー装置は出力が均一に分散し深達度をcontrolする事も出来る為、従来の装置に比して過度な組織内侵襲を惹起する可能性も少ないものと思われた。

4. YAGレーザー光 $1.0\mu m$ 付近におけるメラニンとコラーゲン線維の吸収量の差はルビー、ア

ルゴンに比して最大で従って比較的安全に選択的メラニン照射が可能と思われた。

5. 臨床的応用としてメラニン沈着性以外の皮膚疾患へも、例えば糸状疣贅などにも黒に着色すれば組織破壊の期待が持たれNd-YAGレーザーの適応拡大及び有用性が示唆された。

以上従来メラニン沈着性皮膚疾患に対しては、ルビーレーザーが良いとされていたが、真の意味の選択性からNd-YAGレーザーは今後大いに期待される場所である。又さらに研究を重ね有効な治療手段として発展確立されるべく詳細な検討を試みたいと考えている。

稿を終わるにあたり、終始御指導、御校閲を賜りました東海大学形成外科学教室谷野隆三郎助教授に心から深謝致します。

文 献

1) 渥見和彦, 西坂 剛, 竹本忠良 他:
レーザー医学, 中山書店, 東京, 1980.

2) 渥見和彦, 菊地 真, 桜井靖久 他:
レーザーの臨床, メディカル・プランニング,
札幌, 1981.