

C. レーザー療法 laser therapy

1. レーザーの基礎と理論

basics and theory of laser therapy

★

レーザー (laser) とは、Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation の頭文字をとった合成語である。半導体やキセノンランプなどで、レーザー媒質 (ルビー結晶やアレキサンドライトなど) 中の原子を励起状態にし、それが基底状態に戻る際に放出する光を共振器で増幅したものである。レーザー媒質の種類によって放出される波長は異なる (表 6.14)。組織に吸収されたレーザー光の光エネルギーが熱変換することで、細胞や組織は破壊される。可視光線領域の光を吸収する受容体はクロモフォア (chromophore) と呼ばれ、正常皮膚では主にメラニンとヘモグロビンに存在する。目的とする色調に特異的な波長のレーザーを照射すると、温度の上昇や熱の拡散が生じ、目的細胞への熱傷害をきたす。これにより、たとえば血管腫の場合は毛細血管の破壊が生じ、色調の減弱が期待される。破壊時に生じる熱による皮膚表面の変性を防ぐため、冷却装置を伴った機器も用いられる。

現在は明確な理論と実験データの蓄積によって、各疾患に最も効果的な波長のレーザーが使用されている (表 6.14)。よく用いられるレーザー機器 (図 6.7) と施術例 (図 6.8) を示す。

照射にあたっては、ターゲットになる病変が効果的に吸収する光の波長を選択する必要がある (図 6.9)。メラニンは沈着部位の表層からの深さによって適切な波長と照射時間 [パルス幅 (pulse width)] が異なる。また、パルス幅とレーザー光の出力によって組織破壊の程度と回復までの時間 (ダウンタイム) は大きく変化する。通常は $100 \sim 500 \mu\text{s}$ ($\times 10^{-6}$ 秒) のパルス幅で行われる。Qスイッチレーザーは高エネルギーでパルス幅を $10 \sim 100 \text{ ns}$ ($\times 10^{-9}$ 秒) と短くすることで、深部病変への効果が期待できる。ロングパルスレーザーは低出力でパルス幅を 10 ms ($\times 10^{-3}$ 秒) 以上とすることで、皮膚表面の副

表 6.14 主なレーザー装置の種類

--



図 6.7 レーザーの種類

a: 炭酸ガスレーザー, b: 色素レーザー, c: アレキサンドライトレーザー, d: ルビーレーザー.

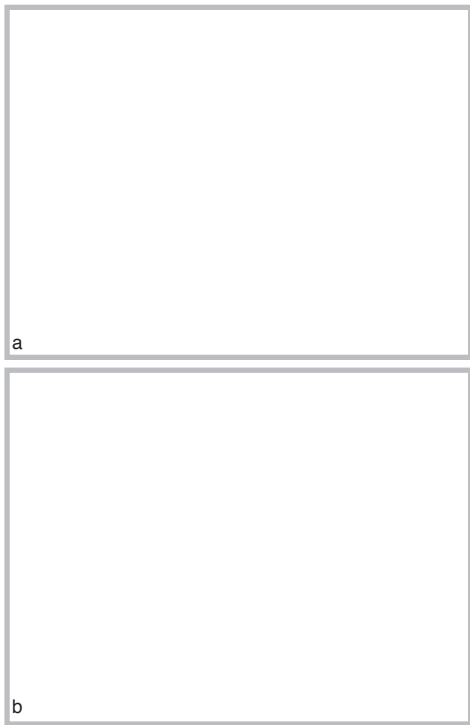


図 6.8 レーザーの施術例

a:色素レーザー, b:アレキサンドライトレーザー. 照射直後は表面が白色調になる (immediate whitening phenomenon).

作用軽減を目的とする.

2. 色素性皮膚病変のレーザー療法 laser therapy on pigmented skin lesions

色素性皮膚病変にはアレキサンドライトレーザー (755 nm) やルビーレーザー (694 nm) が用いられ, この光はヘモグロビンには吸収されない. Q スイッチレーザーは有効にレーザー光線のエネルギーを基底層~真皮のメラノソームに集中できる. 真皮メラノサイトーシスである太田母斑では例外なく 80 % 以上の色調の軽減がみられる. 母斑細胞母斑や青色母斑では色素を有する母斑のみに有効であるため, 色調は照射回数に比例して薄くなるが, 色素含有の少ない隆起性の母斑細胞には効果がない. そのほか, 異所性蒙古斑, 老人性色素斑, カフェオレ斑などに用いられる.

刺青にも有効であるが, 刺入された色素の深さや種類により効果は異なる. 多彩な色調からなるものでは個々の色素に吸収されるレーザー光の選択が必要となる.

3. 血管病変に対するレーザー療法 lasers therapy on vascular lesions

血管腫の場合は色素レーザー (ダイレーザー, 波長 585 ~ 595 nm) が主に用いられる. ヘモグロビンが目的波長となり, 赤血球が破壊され熱を発散することにより血管内皮も破壊される. 毛細血管奇形, 乳児血管腫, 毛細血管拡張症などに用いられる. その他, Q スイッチ Nd:YAG レーザー (1,064/532 nm) やダイオードレーザー (532 nm) も用いられる.

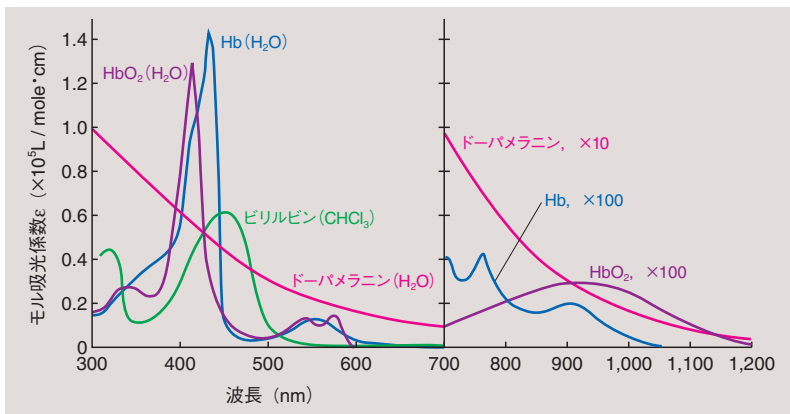


図 6.9 ヒト皮膚における主な色素の吸収スペクトル
(Anderson RR et al. J Invest Dermatol 1981; 77: 13 から引用)

4. その他のレーザーの利用 other usages of lasers

800 nm のダイオードレーザーや Nd : YAG レーザー (1,064 nm) はロングパルスにすることで毛根部メラニンが標的となり、医療脱毛で利用されている。近年は、ロングパルス Nd : YAG レーザーの深達度を応用して爪白癬の治療に用いられることがある。炭酸ガスレーザー (10,600 nm) は皮膚表面を蒸散させる作用があり、腫瘍切除や瘢痕治療に用いられる。また、腫瘍病変に赤色蛍光を付し、630 nm のエキシマダイレーザーなどを用いて治療する光線力学的療法 (photodynamic therapy : PDT) も行われる (5章 p.87 MEMO 参照)。

D. 理学療法 physical therapy

1. 光線療法 phototherapy

光線療法は大きく紫外線を利用するものと赤外線を利用するものに分けられる。

1) 紫外線 ultraviolet (UV) light ★

波長の長い順番に UVA (長波長紫外線, 315 ~ 400 nm), UVB (中波長紫外線, 280 ~ 315 nm), UVC (短波長紫外線, 100 ~ 280 nm) の3種に分類される。波長が短いほど皮膚透過性は小さいが、エネルギーは大きい。したがって、UVC は皮表にのみ作用し、細胞毒性が強いため、現在は主に殺菌灯として用いられている。皮膚科領域の光線療法で用いるのは、UVA と UVB であり、紫外線のもつ光毒性反応を応用している。UVB や UVA は DNA などの紫外線吸収分子を励起させることで、直接および間接的に DNA を傷害したり、フリーラ

表 6.15 紫外線療法の実際

--