〔5〕医学における光技術の現況と将来[†]

水野 信行*

創立75周年を迎えられましたこと、心からお祝い申し上げます。また、この号に寄稿を受けましたこと、大変光栄に思います。

一既に医営と光技術との関係といっても、大変広範囲にわたる。光源の側からは、可視、紫外、赤外線分野にわたる。特殊なものとして、偏光、蛍光、レーザーなどがある。応用面から大別して、計測、診断、治療および研究がある。これらの問題を、個々の医療現場とのつながりでのべる。

公衆衛生、環境衛生

最近、太陽光を分析して、そのうちに含まれる特殊な波長が人体にどのように作用するかが問題になっている。とくに、オゾン層の破壊と太陽光に含まれる短波長側の増加、その人体への作用が取りあげられつつある。皮膚の老化の促進、皮膚がんの発生の増加などである。そのため、オゾン層の状態をレーザー光を使って測定したり、太陽光を分光し測定することが行われている。これら測定装置は、より正確に定量し、連続的に測定出来、かつ、自動的に行われることが望まれる。また、全国をいくつかの地区に分け、太陽光を測定し、同時にこれらの地域での病気との関係を統計的に示す必要がある。そのためには良い分光器とともに、正確・鋭敏な測光器が必要である。

研究と診断

顕微鏡の光源には一般可視光線が広く用いられている。光学系の収差をなくするためには、より点光源に近づきたい。しかも十分な輝度が得られることが望まれる。光源としては、このほか偏光、紫外線、位相差が用いられている。蛍光顕微鏡は細菌、ウイルス、真菌、寄生虫、病理標本などの蛍光抗体法を使った診断に応用されている。偏光顕微鏡を使って、一般顕微鏡では観察しにくい病的構造や、異物の発見と同定が行われている。位相差顕微鏡は生の組織や生きた細胞の観察に不可欠である。

近年レーザーを用いた研究・診断法が開発されてきた。白血球、赤血球、培養細胞などの数の計算は大変手数がかった。近年、連続波レーザーを使って算定する方法 (Cell sorter) が開発され、広く用いられている。また細胞の生死の判定 (トリパン青染色 + HeNe レーザー) しながら計算することもできる。DNA, RNA (アクリジン

オレンジ染色 + アルゴン・レーザー) を蛍光測定し、その分布から細胞の良性、悪性の判定をすることができる。アルゴン・レーザーは蛍光抗体法にも用いることができる。ホログラムは被写体にレンズ系などを用いずにレーザー光を当て、立体像を得る方法である。とくに軟部組織に有用であり、解像能がよい。弱アルゴン・レーザーは軟骨、腱、血管、腫瘍、腎胚、脳室などに効果を発揮する。He-Ne レーザーは現機能測定ホログラフィーや眼底の血流測定、水晶体のタンパク質測定に用いられる。

臨応各科での光学器機の応用

外科系 (外科、泌尿器科、婦人科、耳鼻科)

レーザーはメスとして用いられる (CO₂ レーザー)。出血が少ない利点がある。また焼灼術的に用いられ、消化器、呼吸器などの腫瘍や潰瘍の治療に用いられる。

光化学療法 (光感作物質 + 光) は腫瘍の治療に用いられる。ヘマトポルフィリン + アルゴン・レーザーはそのよい例である。ポルフィリンは腫瘍組織親和性が強く、一方、正常組織はこれが弱い。この特性を利用し、がん組織だけを破壊するように工夫された治療法である。この目的には、フェオフォーバイド a, フタロサイアニン、フォトフィリンなどの新しい光感作物質も開発研究されている。この治療は内視鏡に併用して、より侵襲の少ない手術法が考えられている。

皮膚科

一般診療には肉眼観察をする。これには太陽光が理想とされていた。これに合致し、天候に左右されない診察室の照明が望ましい。しかし、分光放射光パワー分布を変えると、太陽光ではよく見えなかった新しい皮疹を発見することもある。このような条件をそなえた人工照明が期待される。たとえばウッドランプは白癬、癬風、紅色陰癬の診断と病巣範囲の判定に用いられてきた。

外因性光線過敏症の診断には光パッチテスト、光皮内テスト、光内服テストなどが用いられる。この目的にはUVAあるいはB蛍光灯が用いられてきた (水野ら: 皮膚, 18: 44, 1976)。この目的のためには①十分な照射野の大きさ、②照射野内での照度の均一性、③十分な照度、④正しい波長特性、⑤簡便で安価なことなどの条件が要求される。

光線過敏の有無の判定、サンスクリーンの効果の判定などにはソーラー・シミュレーターが用いられる。これにも上記光源としての条件が要求される (N. Mizuno et al.: Photomed. Photobiol. 7 (2): 43, 1985) (S. Sakakibara et al.: Photomed. Photobiol. 7 (2): 45, 1985)。

[†] Present status and future trend of optical radiation engineering in medical field

* 日本光医学・光生物学会前理事長

Nobuyuki Mizuno

紹介者 専門会員 河本康太郎

光線過敏症の診断には作用波長の決定が大切である。これには分光照射装置が用いられる（河辺葉子：名市大医誌，40：93，1989）（N. Mizuno：Photomed. Photobiol. 10：95，1988）。しかし，現在の分光照射装置は①波長純度が悪く，迷光が含まれる，②操作がわずらわしく，長時間を必要とする。①の目的にはレーザー光が適している。②のためにはLiquid guideのような可変性光誘導装置と自動制御とを組合わせたものが望まれる。

腎不全，とくに腎透析術を受けている患者は，しばしば強いカユミを訴える。これにUVBの照射が有効である。透析を受けながら，同時に照射できる装置があると，患者の負担が少なくてすむ。

ジベルばら色粧療のUVB照射療法は有効であり，古くから行われている。

光増感剤＋光（光化学療法）は難治性皮膚疾患の治療に応用された。乾癬のゲッカーマン療法（タール＋UV）は古典的治療である。しかし，その作用機序と有効波長については議論のある所である。有効なタール成分も同定されていない。ソラレン＋UVA（PUVA）は古くから尋常性白斑の治療に用いられてきた。1960年代から，この治療がみなおされ，乾癬，好中球性皮膚疾患（Neutrophil-amplified dermatoses），アトピー性皮膚炎，皮膚のリンパ腫などに効果を発揮している。その作用機序は十分解明されたわけではない。これに用いるUVAの条件は前述の光照射テストのそれと同じである。しかし，この場合の方が，より広い照射野（時に全身を照射できる程の）と，より強力な光源であることを要求される。

最近Photopheresisという治療法が開発された。リンパ腫性白血病に対するPUVAの一種である。血液を体外で分離し，白血球にPUVAを行い循環血流に返す。病的白血球はPUVAで増殖能を失うが，この細胞が免疫系を刺激し，リンパ腫の抑制に有効である。この治療は，最近エリテマトーデスにも用いられている。

血管腫や色素性母斑の治療にレーザーが用いられている。治療期間の短かいこと，跡がきれいである点に特色がある。

内科

皮膚にVUBを照射すると，血圧と血中コレステロール値の低下，筋力の増加，風邪への抵抗性の増加などがみられる。295 nmを中心とするUVを照射すると，表皮内でVD₃が合成される。クル病，骨疎鬆症，骨軟化症などの治療と予防に有効である。日本の乾燥シイタケは熱処理で

作り，VDが含まれていない。乾燥前に295 nmを照射して，VD含有の健康食品を作ることが望ましい。

内視鏡とレーザーを併用したがんの治療についてはすでにのべた。レーザーと光ファイバーを用いた光化学療法は，さらに動脈硬化のアテローム変性部位を除去する試みがされている。

一酸化炭素中毒はやっかいな病気である。この患者血液を体外循環させながら，これに可視光線を照射し，同時に酸素を補うと，COとヘモグロビンは簡単に分離するはずである（高島明ら：医科学応用研究財団研究報告1988，p 108）。良好な実用的装置の開発が望まれる。

実験的担がん動物に，一般抗がん治療に併せて，全身の可視光線照射を行うと，治療効果が増すといわれている。実用化が望まれる。

小児科

新生児高ビリルビン血症の治療に青色光照射が有効である。しかし，緑色光でも効果があり，この方がDNA損傷の危険がない（S. Ohnishi et al.：Photomed. Photobiol., 12：1，1990）。

精神科・心療内科

うつ病患者には可視光線が有効であるといわれる。その作用機序の解明が期待される。

眼科

診断用には光学器機が古くから発達している。近年，眼底蛍光写真術が網膜の病変の観察に進歩をもたらした。

治療面ではレーザの応用が目立つ。網膜剝離，網膜裂傷，黄斑部浮腫，老人性黄斑変性へのルビー，クリプトン，あるいはアルゴン・レーザを用いた光凝固が用いられる。緑内障手術（CO₂レーザ），虹彩穿孔，後発白内障切開あるいは硝子体索の切開（Nd-YAGレーザ）などが行われている。今後とも装置の開発，使用法の開発が行われるであろう。

おわりに

以上のべたように，医学および医療には光は広く用いられている。現場の要望に応じ，また一方，器機の開発により医療現場に，より広く光学器機が用いられるであろう。この場合，新しい光源とその制御は勿論であるが，患者に用いるため，安全性，確実性のほか，患者に与える苦痛のより少ない方法を工夫することが大切である。

（受付1991年7月18日）