

河南省科技厅出版资助项目

河南省优秀医学著作

HENANSHENG YOUXIU YIXUE ZHUZUO

# 激光美容 临床治疗手册

JIGUANG MEIRONG  
LINCHUANG ZHILIAO SHOUCHE

张 歌◎主编

传媒集团  
传媒

技术出版社

# 激光美容临床治疗手册

张 歌 主编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

激光美容临床治疗手册/张歌主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2016. 9

ISBN 978-7-5349-8115-9

I. ①激… II. ①张… III. ①激光手术-应用-美容术 IV. ①R622

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 117702 号

---

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: [www.hnstp.cn](http://www.hnstp.cn)

策划编辑: 李喜婷 范广红 吴 沛

责任编辑: 吴 沛

责任校对: 李振方

封面设计: 张 伟

责任印制: 张艳芳

印 刷: 河南新华印刷集团有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 7.75 字数: 180 千字

版 次: 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

---

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

## 编写人员名单

主 编 张 歌

副主编 李 凯 李晓建 陶 宇

编 委 (按姓氏笔画排序)

杨建中 张 君 张培英 徐艳艳

郭金华 韩 笑 暴志国

# 前 言

激光技术是 20 世纪 60 年代以来科学技术领域里的重大科研成果，该技术被应用于医学领域后，在为生命科学开辟了新的研究方法的同时，也为部分疾病的临床治疗提供了全新的手段。

本书以普及激光医疗基础知识为核心，以激光技术在临床治疗中的应用为重点，系统介绍了激光的常识及医疗应用、激光治疗领域相关常见病的诊断及治疗方法，并结合临床将各病种治疗常用激光器进行了分类汇总，为临床医师在进行激光治疗时提供了有效参考。

本书内容是作者根据多年激光医学临床工作经验进行的总结，近几年来随着国内外激光医学的迅猛发展，各种新技术及新型激光器层出不穷，本书在内容上难免有不足及疏漏之外，也恳请各位专家、读者指正。

编者

2016 年 1 月

# 目 录

第一章 绪论	1
一、激光的产生原理	1
二、激光的物理特性及生物学效应	2
三、激光在整形美容外科的应用历程	4
四、临床主要的激光类型及其临床应用	7
五、激光治疗中的操作规范及管理	12
六、激光整形美容治疗的重要原则及禁忌证	13
七、激光整形美容治疗的注意事项	14
第二章 色素性皮肤病的激光治疗	17
太田痣	17
一、病因及发病机制	17
二、临床表现	17
三、病理学特征	17
四、诊断与鉴别诊断	18
五、治疗	18
颧部褐青色痣	20
一、病因及发病机制	20
二、临床表现	21
三、病理学特征	21
四、诊断与鉴别诊断	21
五、治疗	21
蒙古斑	23
一、病因及发病机制	23
二、临床表现	23
三、病理学特征	23
四、诊断与鉴别诊断	23
五、治疗	24
伊藤痣	24
一、病因及发病机制	24

二、临床表现 .....	24
三、病理学特征 .....	24
四、诊断与鉴别诊断 .....	24
五、治疗 .....	25
色素痣 .....	25
一、病因及发病机制 .....	25
二、临床表现 .....	25
三、病理学特征 .....	25
四、诊断与鉴别诊断 .....	26
五、治疗 .....	26
六、超脉冲 CO <sub>2</sub> 激光治疗仪 .....	26
蓝痣 .....	27
一、病因及发病机制 .....	27
二、临床表现 .....	28
三、病理学特征 .....	28
四、诊断与鉴别诊断 .....	29
五、治疗 .....	29
文身 .....	29
一、病因及发病机制 .....	29
二、临床表现 .....	30
三、病理学特征 .....	30
四、诊断与鉴别诊断 .....	30
五、治疗 .....	31
雀斑 .....	34
一、病因及发病机制 .....	34
二、临床表现 .....	34
三、病理学特征 .....	34
四、诊断与鉴别诊断 .....	35
五、治疗 .....	35
雀斑样痣 .....	37
一、病因及发病机制 .....	37
二、临床表现 .....	37
三、病理学特征 .....	37
四、诊断与鉴别诊断 .....	37
五、治疗 .....	37
咖啡斑 .....	38
一、病因及发病机制 .....	38
二、临床表现 .....	38

三、病理学特征 .....	38
四、诊断与鉴别诊断 .....	39
五、治疗 .....	39
贝克痣 .....	40
一、病因及发病机制 .....	40
二、临床表现 .....	40
三、病理学特征 .....	40
四、诊断与鉴别诊断 .....	40
五、治疗 .....	40
脂溢性角化病 .....	41
一、病因及发病机制 .....	41
二、临床表现 .....	41
三、病理学特征 .....	42
四、诊断与鉴别诊断 .....	42
五、治疗 .....	42
日光性雀斑样痣 .....	43
一、病因及发病机制 .....	43
二、临床表现 .....	43
三、病理学特征 .....	43
四、诊断与鉴别诊断 .....	43
五、治疗 .....	44
黄褐斑 .....	44
一、病因及发病机制 .....	44
二、临床表现 .....	45
三、病理学特征 .....	46
四、诊断与鉴别诊断 .....	46
五、治疗 .....	46
炎症后色素沉着 .....	49
一、病因及发病机制 .....	49
二、临床表现 .....	49
三、诊断与鉴别诊断 .....	50
四、治疗 .....	50
白癜风 .....	50
一、病因及发病机制 .....	50
二、临床表现 .....	51
三、病理学特征 .....	51
四、诊断与鉴别诊断 .....	52
五、治疗 .....	52



色素减退性瘢痕 .....	57
一、病因及发病机制 .....	57
二、临床表现 .....	57
三、病理学特征 .....	57
四、诊断与鉴别诊断 .....	57
五、治疗 .....	57
皮肤萎缩纹 .....	58
一、病因及发病机制 .....	58
二、临床表现 .....	58
三、病理学特征 .....	58
四、诊断与鉴别诊断 .....	58
五、治疗 .....	58
<b>第三章 血管性皮肤病的激光治疗</b> .....	61
鲜红斑痣 .....	61
一、病因及发病机制 .....	61
二、临床表现 .....	61
三、病理学特征 .....	62
四、诊断与鉴别诊断 .....	62
五、治疗 .....	62
草莓状血管瘤 .....	65
一、病因及发病机制 .....	65
二、临床表现 .....	65
三、病理学特征 .....	66
四、诊断与鉴别诊断 .....	66
五、治疗 .....	66
海绵状血管瘤 .....	68
一、病因及发病机制 .....	68
二、临床表现 .....	68
三、病理学特征 .....	69
四、诊断与鉴别诊断 .....	69
五、治疗 .....	69
樱桃样血管瘤 .....	71
一、病因及发病机制 .....	71
二、临床表现 .....	71
三、病理学特征 .....	71
四、诊断及鉴别诊断 .....	71
五、治疗 .....	71
毛细血管扩张症 .....	72

一、病因及发病机制 .....	72
二、临床表现 .....	72
三、诊断与鉴别诊断 .....	72
四、治疗 .....	73
蜘蛛状毛细血管扩张症 .....	74
一、病因及发病机制 .....	74
二、临床表现 .....	74
三、病理学特征 .....	75
四、诊断与鉴别诊断 .....	75
五、治疗 .....	75
化脓性肉芽肿 .....	76
一、病因及发病机制 .....	76
二、临床表现 .....	76
三、病理学特征 .....	76
四、诊断与鉴别诊断 .....	76
五、治疗 .....	77
血管角化瘤 .....	77
一、病因及发病机制 .....	77
二、临床表现 .....	78
三、病理学特征 .....	78
四、诊断和鉴别诊断 .....	79
五、治疗 .....	79
其他血管性皮肤病 .....	79
一、静脉畸形 .....	79
二、匍行性血管瘤 .....	83
三、红斑痤疮 .....	83
四、静脉湖 .....	84
五、下肢静脉曲张 .....	84
六、Civatte 皮肤异色症 .....	84
第四章 激光脱毛 .....	85
第一节 概述 .....	85
第二节 毛发的结构与生理 .....	85
一、毛发的分类 .....	85
二、毛发的结构 .....	86
三、毛发的形态 .....	86
四、毛发的色泽 .....	86
五、毛发的生长周期 .....	86
第三节 多毛症 .....	88

一、病因 .....	88
二、临床表现 .....	89
三、鉴别诊断 .....	89
四、脱毛指征 .....	90
五、治疗 .....	90
第四节 激光脱毛 .....	90
一、概述 .....	90
二、激光脱毛机制 .....	91
三、常用的激光器 .....	91
四、临床治疗注意事项 .....	93
第五章 皮肤年轻化 .....	94
一、概述 .....	94
二、皮肤自然老化与光老化的发生机制 .....	94
三、皮肤自然老化与光老化的临床表现 .....	95
四、皮肤自然老化与光老化的组织学表现 .....	95
第一节 剥脱性表皮重建术 .....	96
一、CO <sub>2</sub> 激光表皮重建 .....	96
二、铒激光 (Er: YAG) 表皮重建 .....	98
三、点阵激光表皮重建 .....	100
四、等离子皮肤再生术 .....	102
第二节 非剥脱性表皮重建术 .....	104
一、红外线激光技术 .....	104
二、可见光激光技术 .....	104
三、可见光非激光技术 .....	104
四、射频技术 .....	104
五、光动力疗法 .....	105

# 第一章 绪 论

自从1960年美国的Maiman教授发明了第一台红宝石激光器，激光便走进了我们的世界。由于其完全不同于以往的任何一种光源——具有单色性好、方向性好、亮度高和相干性好等特点，在诞生不久就和医学结下了不解之缘。1961年，美国的Goldman教授将其应用在眼科视网膜手术和皮肤血管扩张的治疗，此后，激光逐渐成为医学上一个新的治疗手段，应用在许多专业领域。

近20年来，激光医学在整形美容方面的应用发展也非常迅速，以往许多用传统的整形美容手术方法难以获得满意疗效的疾病，通过安全精确、简便快捷的激光治疗就可以获得良好的效果。目前，激光技术已经成为皮肤赘生物、皮肤色素性疾病、血管瘤与血管畸形、多毛症、不良文身及嫩肤除皱、瘢痕磨削、脂肪消融等美容治疗中不可或缺的手段或首选方法。近年来，激光光电技术在面部年轻化治疗方面进展迅猛，陆续出现了强脉冲光、射频、点阵激光、等离子皮肤再生等新兴的技术。激光技术的进步推动了激光医学基础理论研究和临床应用技术的发展，为整形美容医学提供了有力的技术支撑，带动了整形美容医学的快速发展。

## 一、激光的产生原理

激光是指在入射光子激发下，原子内亚稳态的电子出现高能级向低能级跃迁而产生的大量特征完全相同的光子。激光产生的过程就是受激辐射光放大的过程，即激光工作物质吸收外界能量，使工作物质的高能级上的粒子数越来越多，向低能级跃迁，同时释放出光子，光子通过在谐振腔内的不断振荡放大形成激光。因此要产生激光必须满足三个条件：激光工作物质、外界激励源、光学谐振腔。

### （一）激光工作物质

在热平衡状态下，一般介质中的原子等粒子都满足玻耳兹曼分布，即低能级的粒子数密度大于高能级的。要产生激光，必须首先改变粒子的分布，使高能级的粒子数密度大于低能级的，这种分布状态就是“粒子数反转”。只有在特殊的介质中才能实现粒子数反转，目前自然界中只发现数百种这样的介质。唯有这些特殊的介质才能充当激光的工作物质，又称激活介质，它们是激光产生的必要条件。

另外，处于激发态的粒子还必须有足够长的寿命。在激光的工作物质中，某一激发态粒子的平均寿命特别长，可达 $10^{-3}$ 秒甚至1秒，称为“亚稳态”。只有在亚稳态下才能实现粒子数反转，从而为激光的产生提供必要条件。

## （二）外界激励源

要实现工作物质上、下能级之间的粒子数反转，还必须从外界提供能量，将处于低能级的粒子激发到高能级上，这一过程称为“泵浦”或“抽运”。能提供能量从而起到这一作用的物质就是激励源。激励源所发射的谱线应尽可能与工作物质质量强的吸收谱镜相匹配，这样才能实现能量的最大转化。常见的激励方式一般包括光激励、电激励、化学激励、核激励、热激励等。

## （三）光学谐振腔

激励源可以使工作物质实现粒子数反转，但要产生高纯度的激光，还必须使受激辐射远大于物质自发辐射（激光的本底噪声），确保特定频谱光子数密度足够高，这就用到光学谐振腔。

光学谐振腔不仅可以为激光光子的振荡提供必要的光反馈，而且还可以限制激光的频率和方向，提高激光的单色性和方向性。谐振腔内两端装有共轴的反射镜，激励源通过泵浦过程激发工作物质中的原子或分子，产生受激辐射，沿谐振腔轴线辐射出来的光子被反射镜沿轴线反射回来，进一步激发光子的产生，形成雪崩效应式的振荡放大过程。两个反射镜中有一个是部分反射镜，振荡放大的沿轴线方向的光束可通过该部分反射镜释放出来，产生激光束；而遇到另一面全反射镜的光子则被反射回去继续振荡，并再次放大。

## 二、激光的物理特性及生物学效应

### （一）激光的物理特性

有别于普通光源，激光具有以下几个物理特性：

1. **高方向性** 由于谐振腔对光振荡方向的限制，激光只有沿轴腔方向才能将受激辐射振荡放大，所以激光具有很高的方向性。因此，激光可以把光束平行地传播到很远的地方而仍然确保足够的强度。

2. **高单色性** 可见光引起视觉颜色的波长范围即谱线宽度，是衡量光源的单色性好坏的标志，谱线宽度越窄，单色性就越好。自然光的波长范围较宽，如太阳光经棱镜分光后可见到多种颜色组成的光谱带。而激光是由原子受激辐射产生，谱线极窄，因此具有很高的单色性。

3. **高相干性** 相干性分为时间相干性和空间相干性。时间相干性描述光束在传播方向上各点的位相关系，与光源的单色性相关。激光的谱线宽度非常窄，单色性高，因此便具有很高的时间相干性。空间相干性是描述垂直于光束传播方向的波面上各点之间的位相关系，是指光场中不同的空间点在同一时刻的相干性，与其方向性紧密联系。激光的高方向性便决定了其高的空间相干性。激光是一种相干光，每个光子的运动频率、相位、偏振态、传播方向都是相同的，单横膜的激光可以完全相干。

4. **高亮度和易聚焦** 光源的单色亮度是指光源在单位面积、单位频带宽度和单位立体角内发射的光功率。激光的高方向性、单色性等特点，使其能量可以在空间上、时间上更好地聚焦，便有了极高的单色定向亮度。

## (二) 激光的生物学效应

激光作用于生物组织后产生热、压力、光化和电磁场等的现象，被称为激光的生物学效应。激光的波长、强度和生物组织受照射部位对激光的反射、吸收及热传导特性等因素对其生物学效应均有影响。目前认为激光的生物作用主要体现在以下几个方面：热效应、光效应、电磁场效应、压力与冲击波效应。

**1. 热效应** 激光的本质是电磁波，若其传播的频率与组织分子等的振动频率相等或相近，就将增强其振动，这种分子振动即产生热的机制，故也称热振动。在一定的条件下作用于组织的激光能量多转变为热能，故热效应是激光对组织作用的重要因素。

分子热运动波长主要表现在红外线波段附近，因此二氧化碳激光器输出的红外激光对组织的热作用很强烈，一定类型和功率的激光照射生物组织时，在几毫秒内可产生 $200\sim 1\ 000^{\circ}\text{C}$ 及以上的高温，这是因为，激光特别是聚焦激光能够在微细的光束内集中极大的能量。例如，数十焦耳的红宝石激光聚焦于组织微区，能在数毫秒内使该区产生数百摄氏度的高温，以致破坏该部位的蛋白质，造成烧伤或汽化，而数十焦耳的普通光是根本无此作用的。此外，还发现激光引起的升温，当停止照射后，其下降的速度比任何方式引起的升温下降速度都慢，例如，数十焦耳的红宝石激光引起的升温要下降到原正常温度，需数十分钟。

**2. 光效应** 生物组织具有一定的着色度，能选择性地吸收 $300\sim 1\ 000\text{nm}$ 光谱。生物体内的色素有黑色素和类黑色素、血红蛋白、胡萝卜素、铁质等，其中黑色素对激光能量的吸收最大。还原血红蛋白在 $556\text{nm}$ ，氧合血红蛋白在 $415\text{nm}$ 、 $542\text{nm}$ 、 $575\text{nm}$ 处有清楚的吸收带，胡萝卜素吸收带在 $480\text{nm}$ 处，黑色素和类黑色素在 $400\sim 450\text{nm}$ 波段吸收最强。无论是正常细胞还是肿瘤细胞，在细胞质和细胞间有许多黑色素颗粒，它们吸收激光能量使能量在色素颗粒上积聚而成为一个热源，其能量向周围传导和扩散，从而引起周围组织细胞损伤。

组织细胞成分对激光的透明度是相对的，如朗兹等证明还原型烟酰胺腺嘌呤核酸对波长 $694.3\text{nm}$ 的红宝石激光是透明的，但它能吸收波长为 $330\sim 350\text{nm}$ 的紫外线。当红宝石激光束作用于原型烟酰胺腺嘌呤核酸的浓溶液时，便出现吸收。生物大分子在可见光谱有宽而强的吸收带，因而强激光辐射与生物物质作用时有一定概率的多光子吸收现象。生物分子吸收光子后可被激发，其能量或者转化为热，或者部分以磷光或荧光的形式再辐射出来，或者把能量用以加速化学反应。

激光作用于活组织的光效应大小，除激光本身的各种性能外，组织的着色程度或称感光体（色素）的类型起着重要的作用，互补色或近互补色的作用效果最明显。不同颜色的皮肤、不同颜色的脏器或组织结构，对激光的吸收可有显著差异。组织对于不同波长激光的透过度吸收度越大，其相应的光效应也就越明显。组织吸收了激光的量子之后可产生光化学反应、光电效应、电子跃迁、激发其他波长的辐射（如荧光）、热能、自由基、细胞超微发光，可造成组织分解和电离，最终影响受照射组织的结构和功能，甚至导致损伤。

**3. 电磁场效应** 在一般强度的激光作用下，电磁场效应不明显；只有当激光强度极大时，电磁场效应才较明显。将激光聚焦后，焦点上的光能量密度达 $106\text{W}/\text{cm}^2$ 时，

相当于  $105\text{V}/\text{cm}^2$  的电场强度。电磁场效应可引起或改变生物组织分子及原子的量子化运动, 可使体内的原子、分子、分子集团等产生激励、振荡、热效应、电离, 对生化反应有催化作用, 生成自由基, 破坏细胞, 改变组织的电化特性等。

激光照射后究竟引起哪一种或哪几种反应, 与其频率和剂量有重要的关系, 例如, 电场强度只有高到  $1010\text{V}/\text{cm}^2$  以上时, 才能形成自由基。用电子自旋共振可测得激光束辐照黑色皮肤和黑瘤等组织所产生的自由基。

由于激光的特殊性质, 生物学研究和医学应用中已在多方面采用了激光技术。如利用闪光光解和喇曼光谱研究生物快速反应过程及复杂分子的结构, 利用激光刀在外科手术中切割组织和凝结小血管及神经等。

**4. 压力与冲击波效应** 普通光的光压是微不足道的, 然而聚焦激光束焦点上的能量密度达到  $10\text{MW}/\text{cm}^2$  时带来的压力约为  $4\text{kPa}$ , 这将给生物组织造成相当可观的一次压力作用。当激光束聚焦到  $0.2\text{mm}$  以下的光点时, 压力可达  $20\text{kPa}$ ; 用  $107\text{W}$  巨脉冲红宝石激光照射人体或动物的皮肤标本时, 产生的压力实际测定为  $17.58\text{MPa}$ 。

当激光束照射活组织时, 由于单位面积上的压力很大, 故活体组织表面的压力传入到组织内部, 即组织上辐射的部分激光的能量变为机械压缩波, 出现压力梯度。如果激光束压力大到能使照射的组织表面粒子蒸发的程度, 则喷出活组织粒子, 并导致同喷出的粒子运动方向相反的机械脉冲波(反冲击)——冲击波出现, 这种冲击波可使活组织逐层喷出不同数量的粒子, 最后形成圆锥形“火山口”状的空陷。

除上述由于强大的辐射压引起的反冲击压而形成的冲击波外, 组织的热膨胀也可能产生冲击波。由于在短时间内(毫秒或更短)温度急剧上升, 瞬间释放出来的热来不及扩散, 因而产生加速的体热膨胀, 例如, 用  $60\text{J}$  的红宝石激光照射小鼠腹壁, 在几毫秒内腹壁形成半圆形突起, 此即被照射的皮下组织处产生了爆炸性的体热膨胀。因体热膨胀而在组织内形成的压力以及反冲压, 都可产生弹性波向其他部位传播, 最初是形成超声波, 逐渐因减速而变为声波, 进而变为亚声波形式的机械波, 最后停止传播。在组织的微腔液体层内, 因超声波在传播同时可出现空穴现象, 因空穴的积聚可造成明显的组织塌陷现象, 有时又可产生数值较大的压缩冲击波, 这一系列的反应均可造成损伤。激光热效应影响范围十分局限, 而由压力效应引起的组织损伤, 则可波及到远离受照区的部位。例如, 用红宝石激光照射小鼠头部时, 发现头皮轻度损伤, 颅骨和大脑硬膜并无损伤, 而大脑本身却大面积出血, 甚至造成死亡。在强激光束造成的极强的电场中, 组织的电致伸缩现象也可产生冲击波和其他弹性波。

### 三、激光在整形美容外科的应用历程

早在 1917 年, 爱因斯坦就预言受激辐射的存在和光放大的可能, 继而建立了激光的基本理论。1954 年, Gordon JP 和 Townes CH 根据爱因斯坦的理论制成了受激辐射光放大器, 1960 年, Maiman 制成了世界上第一台激光器——红宝石激光, 从此, 一种完全新颖的光源诞生了。伴着激光生物学作用机制的研究及激光医疗设备研制的迅猛发展, 激光在整形美容外科的应用也越来越广泛。到目前而言, 激光美容医学的发展可以大致分为以下五个阶段:

### （一）20 世纪 60 年代为基础研究阶段

激光美容医学的基本理论研究大部分在 20 世纪 60 年代就完成了。自第一台激光器问世后，被称为“激光医学奠基人”的 Goldman L 等就开始在皮肤上研究了激光与生物组织的相互作用；1961 年有人将红宝石激光试用于对剥离的视网膜进行焊接；1963 年，Goldman L 开始将红宝石激光应用于良性皮肤损害和文身治疗并取得成功，开创了激光医学应用的先河。60 年代中后期还相继研制出氩离子（ $\text{Ar}^+$ ）激光、低功率  $\text{CO}_2$  激光和钕玻璃激光，但临床应用不多。我国在激光器研究的初期走在了世界前列，1961 年，长春光机所研制出我国首台红宝石激光器，1965 年，北京同仁医院开始了红宝石激光视网膜凝固的动物实验，1968 年，上海研制出 Nd:YAG（掺钕钇铝石榴石）激光。

### （二）20 世纪 70 年代为临床试用阶段

1970 年，Goldman L 等首次用连续  $\text{CO}_2$  激光治疗基底细胞癌和皮肤血管瘤，由于连续地提供有效的激光功率和能量密度，克服了早期脉冲激光功率低、效率低的缺点，从而掀起了国内外首次激光医疗热潮，连续  $\text{CO}_2$  激光被广泛地用于外科、皮肤科、五官科、妇科、理疗科、针灸科和肿瘤科等，并取得了较满意的效果。20 世纪 70 年代应用于皮肤美容的连续激光还有  $\text{Ar}^+$ 、Cu 蒸气和 Nd:YAG 等激光。这些连续激光对组织的热损伤属非选择性的，治疗后常伴随皮肤瘢痕色素减退等不良反应，尚达不到良好的美容效果。

### （三）20 世纪 80 年代为学科形成阶段

1983 年，Anderson RR 和 Parrish JA 提出了选择性光热作用理论——“光热分离”理论，其含意为根据不同组织的生物学特性，选择合适的波长、能量、脉冲持续时间，以保证对病变组织进行有效治疗之同时，尽量避免对周围的正常组织造成损伤。该理论实现了激光的有效性和安全性的完美统一，是激光医学特别是激光美容医学发展史上的里程碑。

根据选择性光热作用设计的脉冲激光机在 20 世纪 80 年代有很大进步。相继出现了铒激光、准分子激光以及不断完善的  $\text{CO}_2$  激光和脉冲染料激光，激光新技术已经比较成熟地用于研究、诊治疾病和美容治疗，并且已经形成了一支庞大的专业化队伍，这是激光医学学科形成的重要标志之一。

### （四）20 世纪 90 年代为发展成熟阶段

从 20 世纪 90 年代起，随着科学的进步和激光技术的发展，医用激光器与电子计算机、纤维内镜、图像分析、摄像录像、荧光光谱、X 线和超声等新技术不断结合，使医用激光器朝着高性能、智能化、微型化及专科化方向发展。新型美容激光机如雨后春笋般涌现，取得了非常显著的成就。

20 世纪 90 年代初期，应用 Q 开关激光治疗色素性疾病如太田痣、文身等已取得了近乎完美的治疗效果；90 年代中后期可变脉宽倍频激光治疗血管性疾病也取得了较好的疗效；与此同时，长脉冲红宝石激光、翠绿宝石激光、Nd:YAG 激光及半导体激光的相继出现也使激光脱毛技术日益发展成熟；此外，高能超脉冲  $\text{CO}_2$  激光和铒激光的问世使激光磨削除皱风靡西方国家（由于色素沉着问题，该技术在黄色人种中未能大量展开），近来还出现了一些无损激光除皱系统，如 CoolTouch、SmoothBeam 及 Nlite 等，



应用这些仪器术后反应轻微，临床上也可取得了一定的疗效。20世纪90年代后期，出现了强脉冲光（IPL）技术，因能改善光老化改变而风靡全球。20世纪90年代初期，激光美容术在我国一些大城市逐步开展起来，至90年代中后期，美国、以色列、英国、德国及日本等国先进成套的激光美容仪迅速涌进我国，并趋向普及，一些国产的激光美容仪在国内也得到了越来越多的应用。激光美容在整个激光治疗中独占鳌头，且其前景被不断看好。现代激光美容已成为当代医学美容中最具有魅力和远大前途的部分。

### （五）21世纪初为发展与规范阶段

这一时期主要表现为规范激光的临床应用和提出美容激光的标准治疗参数，以及新型设备的出现和新治疗项目的开展。后者主要指点阵式光热作用理论的提出、点阵激光和光电协同设备的出现和临床应用、强脉冲光及射频设备的不断完善和等离子皮肤再生技术的临床试用。

这一阶段最大的发展表现在激光嫩肤和除皱等皮肤重建方面，尤其是为了兼顾剥脱性除皱的客观效果与非剥脱性除皱的快速恢复和安全性，激光皮肤重建近年来的研究及发展方向相对集中于射频（RF）技术、点阵激光（或称像束激光）技术及等离子皮肤再生技术方面，涌现出E光（光能和射频的组合）、点阵激光、等离子皮肤再生技术等新型设备，临床效果良好。

首先是射频技术在美容外科的应用。虽然1999年3月美国FDA就批准了RF技术用于美容，但RF除皱和用于面部年轻化的第一组病例报道于2002年。RF是一种高频交流变化的电磁波，皮肤及皮下组织中的带电粒子在电磁波的作用下进行振荡摩擦而产生热，达到一定温度后真皮胶原纤维会发生即刻收缩和变性，并继发持续的胶原新生和重塑，其原理和非剥脱性除皱相似。由于疗效令人满意，不良反应较少，RF技术陆续被批准用于改善眶周、全面部及全身皮肤的皱纹和松弛。此后，RF技术与IPL或激光技术相结合，称为E光技术，它发挥了射频（电能）和光疗（光能）两者的优势，增强了RF的疗效，减少了激光或IPL的并发症。

其次是点阵激光技术的出现和迅速发展。2003年点阵式光热作用，或称局灶光热作用、像素光热作用理论提出，2004年大量的非剥脱性点阵激光开始陆续出现，2006年剥脱性点阵激光也陆续问世。点阵激光器的大力发展和在临床上的广泛应用显示出较好的治疗效果。鉴于点阵激光在面部年轻化尤其在皮肤质地改善上的客观效果，以及在各肤色人种临床应用中的安全性，国内已有人提出将其作为目前激光除皱的一线治疗方法。

等离子皮肤再生技术是继承了剥脱性激光除皱的优良效果，同时又克服了创伤和并发症方面的缺陷而开发的新的治疗模式，性质上属于可精确控制的微创剥脱性治疗。PSR的工作机制是将氮气用超高RF产生的电场激发，振动后获得能量，并分解为单态氮，最终离子化为等离子状态，衰变后释放出特殊的黄光，其能量直接作用于皮肤进行治疗。皮肤被急速加热后，坏死的表皮如同生物敷料完整附着，这有利于表皮和角质层的快速新生和胶原形成。该治疗方法适用于面部、颈部、胸部和手部皮肤的色素沉着、松弛、皱纹、痤疮瘢痕、陈旧性瘢痕的改善，治疗痛苦小，恢复快，术后并发症少。但目前亚洲人使用该治疗方法的报道和经验还极少。