

# 激光在皮肤科的几种应用

广州中山医学院科仪厂医用激光组

有关激光在医学上应用的综合性介绍很多<sup>[1,2]</sup>,本文主要介绍一些激光在皮肤科的应用情况,供国内激光医务工作者参考比较。

## 一、激光对皮肤的作用

为了更好地了解激光在皮肤科的应用,首先说明激光对皮肤的作用。

皮肤是人体的最大器官,它受到激光伤害的机会也最多。在皮肤科、外科及肿瘤治疗方面都直接牵涉到皮肤。加之激光一般要通过皮肤才能达到皮下组织和器官,因之研究激光对皮肤的作用是很有必要的。

可惜问题并不简单。除了激光波长、功率(或能量)密度和振荡方式等因素外,就是皮肤也分成好几层,各层有不同的结构,不同的生理、生化和光学性质(如各层的反射能力和吸收能力)。可见激光对皮肤的作用是决定于许多错综复杂因素的,而我们对这些在医疗上重要的性质,尤其是皮肤的光学性质,了解得还很不够。

1. 色光透入皮肤的深度 在许多年前,有人<sup>[3]</sup>研究过不同色光被人的皮肤各层吸收的情况,其结果见表1。表中列出各层次对不同波长的吸收(A)和透射(T)百分比。最近有人<sup>[4]</sup>研究过不同色光通过厚2毫米人皮时的透射率(透射率是指透过厚1毫米皮肤的光强相对入射强度的百分数),其结果见图1。图中横坐标为波长(毫微米),

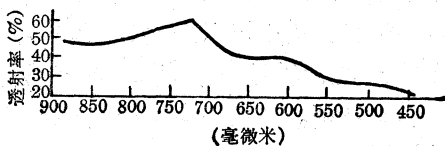


图 1

图中横坐标为波长(毫微米),

表 1

皮肤层次	厚度(毫米)	波 长 (毫 微 米)									
			200	250	280	300	480	550	750	1000	1400
角 质 层	0.03	A	100	81	85	66	20	13	22	29	56
		T	0	19	15	34	80	87	78	71	44
棘 细 胞 层	0.05	A	0	8	6	18	23	10	13	6	16
		T	0	11	9	16	57	77	65	65	28
真 皮 层	2.0	A	0	11	9	16	56	72	44	48	20
		T	0	0	0	0	1	5	21	17	8
皮 下 组 织	25.0	A	0	0	0	0	1	5	20	17	8
		T	0	0	0	0	0	0	1	0	0

纵坐标为透射率(%)。以上是用一般光源得到的结果。至于激光,有人<sup>[5]</sup>用红宝石激光照射去毛老鼠的皮肤,查明反射占入射强度的35~40%,厚1毫米皮肤的吸收占25~30%,透射占30~35%。

由上述有限的报导还是可以看出一些倾向。一般说来,短波比长波透入皮肤浅一些。如短于400毫微米的紫外线只能透入1毫米的几分之一,绝大部分为角质层吸收。绿色光(500毫微米)大部分能通过角质层和棘细胞层,而为真皮层血管中的血液所吸收,其透入深度为2~3毫米。能进入皮下组织的只有红光和近红外(700~1000毫微米),其透入深度可达1.3~3厘米。波长再长一些的红外线(>1400毫微米),大部分为表皮吸收,透入皮肤的深度反而浅很多。如波长10.6微米的CO<sub>2</sub>激光只能透入0.2毫米<sup>[6]</sup>。

还应说明的是,即使就透入能力最强的红光(750毫微米)来说,它透入皮肤后的强度也会随着透入深度的增加而迅速减弱,能透过厚2毫米皮肤的只有20%。深到3厘米左右,其强度就接近于零了。也就是说在红光进程的后一段,其强度是很弱的。但如果利用光学系统使激光束聚焦于皮下某一深度,则可使20~25毫米深处的激光还相当强,而在3~4毫米深处的激光强度甚至大于其在皮肤表面的强度。利用这一事实就可以直接用激光对皮下不深处的病灶进行治疗,而不必割开皮肤,激光对皮肤也无损害。

至此值得注意的是,动物皮肤和人的皮肤在结构和光学性质上是不同的,因而激光对它们的作用效果也不同<sup>[7]</sup>。例如用铍玻璃脉冲激光能够在老鼠身上打出一个陷坑,但用同能量的脉冲激光照射人的皮肤时只能引起不大的反应。再如有人<sup>[8]</sup>发现,用小能量红宝石脉冲激光多次照射老鼠皮肤,某些老鼠的肝、肠组织有坏死。这说明有些激光能够无害地穿过老鼠的皮肤和腹壁而作用于其内脏。但用同样的脉冲激光照射人,既不会使其皮肤受伤,也不会影响其肝、肠。显然,不能将动物实验结果直接外推而应用于人身上。

更何况就是同样人的皮肤,也因肤色、病变、光敏药物的注入而对激光有很不同的反应。如黑种人皮肤对蓝色光反射为17%,而白种人的可高达45%;有皮肤癌、表皮角化症、含铁血黄素沉着病的吸收就比正常的大,注入光敏药物的皮肤的吸收率也大等等。

**2. 红色激光的热作用** 红色激光一般分为连续和脉冲两种振荡型式。关于脉冲红激光对皮肤造成的伤害,有一些人<sup>[8~10]</sup>研究过,他们用的是铍玻璃或红宝石激光器,实验动物用鼠、兔或小猪。实验结果在定量上虽不一致,但一般说来,随着激光能量密度的增大,受照射的皮肤则依次出现红斑、晒黑、水泡、烧焦,甚至汽化等现象。而且能量密度大一些,损坏灶也大一些和深一些<sup>[11]</sup>,如用脉宽1毫秒的铍玻璃激光照射鼠或兔的皮肤,当能量密度为85焦耳/[厘米]<sup>2</sup>时坏死灶在表皮,170~260焦耳/[厘米]<sup>2</sup>时表皮和真皮上层坏死,350焦耳/[厘米]<sup>2</sup>时皮肤各层都坏死,还波及其下的脂肪层。

皮肤色素的作用也很显著。如有人<sup>[9]</sup>用脉宽2毫秒的红宝石激光照射小猪去毛背部,白皮肤产生最小干燥病变和表面起屑所需要的能量密度是40焦耳/[厘米]<sup>2</sup>,而棕色皮肤只要2.2焦耳/[厘米]<sup>2</sup>,表2列出其实验结果。“轻微”指照射35秒到5分钟后皮肤出现扩散红斑,表面层干燥,微黑;“中等”指目标中心苍白色,表面层干燥和晒黑都厉害些;“严重”指目标中心出现陷坑,四周表面温度上升或破坏。由表2可见,能量密度和色素在红色激光对皮肤的热作用中占着主要地位。

以上讨论的是脉冲红色激光。至于连续红色激光的功率密度要大到多少才能使皮肤发红、晒黑、起泡、烧焦、汽化,尚未见系统报导,有待进一步研究。

表 2

病 变	皮 色	照 射 能 量 密 度 (焦耳/[厘米] <sup>2</sup> )	观 察 次 数
无 作 用	棕 白	2.2~8	7
		8~35	10
轻 微	棕 白	2.2~43	19
		42~190	85
中 等	棕 白	57~73	3
		250~800	33
严 重	棕 白	200~720	13
		1050~1100	5

3. 红色激光的刺激和累积作用 红色激光除了热作用外,对皮肤还有刺激作用。如有人<sup>[13]</sup>用红色激光刺激移植皮肤的再生。他用 He-Ne 激光照射兔皮肤的供血部分,每天两次,每次三分钟,经过 7~10 天的照射,发育过程的交替期得到了加速,此外还促进了纤维形成素的发育、血管的发育和生长等等,总之对皮肤的再生显示了良好的作用。不仅如此,小剂量的红色激光对白血球的噬菌作用(0.05 焦耳/[厘米]<sup>2</sup>)、毛发的生长,血红蛋白-血红素的合成,骨的再生、肾上腺的代谢等等都有刺激作用<sup>[14]</sup>。但应说明,只有小剂量能刺激生物系统的生长发育,过大的剂量(4 焦耳/[厘米]<sup>2</sup>)反而起抑制作用,剂量大到 30 焦耳/[厘米]<sup>2</sup>时皮肤就停止再生。当然生物体不同,器官的刺激或抑制剂量是不同的<sup>[15]</sup>。这一点在临床实践中是值得注意的。

至于用小能量的激光重复照射皮肤的效果,有人<sup>[15]</sup>用 0.5 焦耳的红宝石激光照射动物皮肤,当重复到 500 次时(两次间隔时间较长也可以),就发现皮肤的小血管浸润和出血,一般认为这是因为多次反复照射有累积作用(但也有人认为是敏化作用),即剂量相等时,一次照射和分多次照射的生物效应一样。一再用小剂量照射皮肤,最初的表现是刺激细胞的活性。但在照射一定次数后会突变为抑制作用。因此在用激光治疗时,多次小剂量和一次大剂量比,其副作用(如癌碎片的溅射)少些,也保证医疗的效果<sup>[16]</sup>。

4. 以上主要是说明红色和近红外激光(波长 694.3、632.8、1060 毫微米)对皮肤的作用。至于在治疗皮肤病时也用到 CO<sub>2</sub> 红外激光、氩离子蓝绿激光和氮分子紫外激光等,但这些波长的激光,对皮肤的生物作用则研究得更少,在这方面必需加强研究,以指导临床应用。如红色激光有累积作用,但有人认为可见光无此作用<sup>[15]</sup>,是否如此,当然是值得进一步研究的。

## 二、皮肤科用的激光器

表 3 列出皮肤科常用的两种激光器,现将它们的性能介绍如下:

表 3

激光器种类	振荡方式	波长(毫微米)	输 出	用 途
He-Ne	连续	632.8	15~30 毫瓦	溃疡、刺激作用
CO <sub>2</sub>	连续	1060	5~80 瓦	烧伤、皮肤瘤、色素痣

**1. He-Ne 激光器** 这种激光器能够连续发射小功率的红色激光,在皮肤科多用于治疗溃疡。此时不是利用激光的热作用,而是利用其刺激作用。应注意的是小剂量能够加速伤口的愈合,过大的剂量反而起抑制作用。好在 He-Ne 激光器多发小功率激光,问题在于控制照射时间,最好是先用短照射时间,然后逐渐增加。

**2. CO<sub>2</sub> 激光器** 这种激光器能够连续发射红外激光,它主要为表皮吸收。除了能治疗色素痣、血管瘤等皮肤病外,还可治疗烧伤后的溃疡。但不同于 He-Ne 激光治溃疡,这里是利用红外激光的热作用,尽管不难得到大功率的 CO<sub>2</sub> 激光器,但为了尽量减少激光对病灶周围和其下完好组织的损伤,所用功率密度只要大到能除痂植皮就够了。

尽管在皮肤科中有时还用到 Q 开关红宝石激光器、YAG-Nd 激光器、氩离子激光器、氮分子激光器等,但一般有上述两种激光器就够用了,如上海海员医院用 CO<sub>2</sub> 激光器就治疗了好多种皮肤病<sup>[201]</sup>。

### 三、临床病例

**1. 清除文身等色素** 清除文身,尤其是深部色素,在外科手术上比较麻烦,术后有疤痕。有人<sup>[17]</sup>在三年内用红宝石脉冲激光治过 116 个病例。技术参数是:脉宽 1.5~2.5 毫秒,脉冲能量 130~170 焦耳,光斑直径 1.76 厘米,能量密度 70~100 焦耳/[厘米]<sup>2</sup>,照射数十次。治疗是利用激光热作用,结果是可清除色素,术后略现疤痕。有人<sup>[18]</sup>用钹玻璃脉冲激光治过 113 个病例,疗效也不错。

但比较成功的治疗是用 Q 开关红宝石激光的机械作用<sup>[19]</sup>。技术参数是,脉宽 8~10 毫秒,脉冲能量 0.45~0.49 焦耳,光斑面积 0.11~0.23 [厘米]<sup>2</sup>,能量密度 2~4.4 焦耳/[厘米]<sup>2</sup>,照射 10 次左右就可完全清除色素,伤痕小,疗效显著。也可用 He-Ne 激光器清除文身。

**2. 治疗皮肤溃疡** 创伤愈合长期来是外科的一个问题,这问题现在可用小剂量红色激光的刺激作用来解决。有 20 例创伤性的、血栓性的、火伤引起的皮肤溃疡<sup>[20]</sup>,它们曾多次用 α 射线、电凝固或成形手术都解决不了。后来用连续 He-Ne 激光器,功率 25 毫瓦,能量密度 1.5 焦耳/[厘米]<sup>2</sup>,每周照三次。治疗结果是:机械性的和局部受伤的溃疡可完全愈合,而一般循环障碍至少可得到暂时改善。

上海华东医院皮肤科在用激光治疗皮肤溃疡方面也积累了大量经验。一病员患静脉曲张性溃疡达 30 年之久,外科常规连续治疗 5 个月效果不显著。改用 He-Ne 激光治疗,技术参数是:功率密度 4 毫瓦/[厘米]<sup>2</sup>,每次照射时间由 3 分钟递增到 10 分钟,每日一次。照射 4~5 次后渗液减少,生肉芽和上皮,溃疡面缩小,照射 13 次后因故停照,敷鱼石脂,溃疡继续好转,两周后痊愈。

褥疮性溃疡是皮肤外科难症之一。因在外科手术前,要成月地每天早晚清洗伤口,减少感染,为创伤收口创造条件;手术时会严重失血,加之几乎无法使溃疡床面接受植皮,也就是成功的机会很少。由于 CO<sub>2</sub> 激光对生物组织有汽化作用和止血作用,因而有人<sup>[23]</sup>用它来治疗这种溃疡。病员全麻。用功率 10~80 瓦、光束直径 2~4 毫米的 CO<sub>2</sub> 激光横扫整个创面,使坏死组织一层一层地汽化(所生烟雾由吸筒吸走),直到出现完好组织为止,然后覆盖皮片或植皮,即可痊愈。也可以用激光刀将整块坏死组织切掉,再植皮,疗效也好。

**3. 烧伤植皮** 三度烧伤一般需要 18~20 天才能脱痂植皮,在这期间,烧伤区总是存在着

感染的危险。为了加速愈合,用小功率 CO<sub>2</sub> 激光<sup>[24]</sup> 照射,就能缩短到三天。这在治疗烧伤上又前进了一步。也有用外科手术强行除痂(不是自发脱痂)植皮,但失血多,麻醉时间长,成功率不高。若改用 CO<sub>2</sub> 连续激光除痂,既可封住清除面的小血管使它们不流血,又可几乎不损伤其下的完好组织,从而可立即进行自体皮肤移植。有人<sup>[25]</sup> 用 9 只 3 个月的小猪做过动物实验,结果较好。用激光除痂时,失血在正常的 5% 以下。一老年妇女,颈、肩、上胸三度烧伤。为了对照,左边用功率 40 瓦、光束直径 1 毫米的 CO<sub>2</sub> 激光除痂,右边用手术刀。二者进行都顺利。但用激光照射失血少,完好组织损伤少,植皮易。

**4. 治疗白癜风** 白癜风是一种病原尚未确定的皮肤病。它出现于皮肤或毛发突然失去色素,首先在皮肤个别处出现小白点,继而白斑扩大,厉害时会遍及全身。早期是用光致毒性药物(补骨脂膏)敷在病灶上或口服,再用紫外线照射。由于所用紫外光源是荧光灯,光谱宽,强度小,照射时间的长短难定,疗程太长。若改用紫外激光就没有这些缺点。有人<sup>[26]</sup> 曾用氮分子激光(波长 337.1 毫微米,脉冲能量 1 毫焦耳,脉宽 10 毫微秒)照射小海猪的白癜风,疗效不错。尚未见临床病例的报导。

**5. 治疗皮肤肿瘤** 无论是脉冲激光还是连续激光,治疗皮肤良性或恶性肿瘤的成功病例很多。如有人<sup>[27]</sup> 用钹玻璃激光(脉宽 1 毫秒)治疗 48 个病员的 49 个皮肤肿瘤。照射脉冲次数 1~25 次,决定于肿瘤的类型和大小。所用能量密度对癌前期病变、乳头状瘤、血管瘤、纤维瘤、角化瘤等良性瘤用 200~450 焦耳/[厘米]<sup>2</sup>,对皮肤癌用 400~500 焦耳/[厘米]<sup>2</sup>,对黑色素瘤用 1000~1500 焦耳/[厘米]<sup>2</sup> 激光治疗,所有病例全部治愈。随访 1~6 个月,无复发。至于用激光治疗肿瘤所出现的特殊问题,本文从略。

**6. 我们的临床观察** 我们开展这方面工作时间较迟,在吸取兄弟单位先进经验的同时,先后在我二院激光室和一院新医科用 CO<sub>2</sub> 激光器和 He-Ne 激光器试治过 540 名病人(到 76 年 6 月底),2352 人次,包括外科、内科、皮肤科、神经科、五官科、妇科近 70 种病。尽管激光对这些病不一定都有效,但对某些病疗效确实不错:如用 CO<sub>2</sub> 激光治疗慢性宫颈炎、外阴白斑;用 He-Ne 激光治疗颈椎病、肩周炎、高血压、心动过速、甲沟炎等。在这里只将皮肤科部分病例疗效观察列于表 4。

表 4 激光治疗皮肤病列表

病 名	例 数	疗 效	技 术 参 数
寻 常 疣	36	烧灼后,患处皮疹脱落而愈	CO <sub>2</sub> 激光器 输出功率约 50 瓦 烧灼时间 约一分钟
色 素 痣	17	烧灼后,基本痊愈	
皮 脂 腺 痣	7	烧灼后,皮疹平滑,患处大面积者分批治疗,在追踪观察中	
鸡 眼	4	烧灼后,消失,有待远期观察	
疤 痕 疙 瘩	11	烧灼后,患处平滑淡红,疗效在观察	
血 管 瘤(小)	5	烧灼后,基本痊愈	
指 状 疣	3	烧灼后,皮疹消失	
神 经 性 皮 炎	6	照射多次,有止痒、病灶皮肤变薄,但未根治	同上,离焦效应照射,以温热感为准,功率也用过 16 瓦
皮肤溃疡,烧伤和植皮后的残余创面	6	照射后,全部愈合	CO <sub>2</sub> (功率 16~50 瓦) 每次 10 分钟,扫描照射以温热感为准,一般照 5~20 次

由表4可见,用激光治疗寻常疣、疤痕疙瘩、血管瘤、皮肤溃疡等病例是有效的,这和国内外的疗效是一致的。其他由于病例少,只能说有苗头。至于用激光治牛皮癣,我们的经验和上海海员医院的不一致,我们对一例牛皮癣照射20多次无效。这可能是由于技术参数不同的原故。由于牛皮癣是一种较难治愈的皮肤病,在这方面是值得大家进一步探索的。

### 参 考 资 料

- [1] 吉林医大物理教研室: 激光在医学上的应用 吉林医药, (3): 48~55, 1974
- [2] 激光在医学上的应用 国外科技动态, (2): 43~45, 1976
- [3] Summer W.; 紫外和红外工程(英,书) p. 259, 296, 1962
- [4] 高桥晓正: 物理疗法の实际(日,书) p. 153, 1973
- [5] Городецкий А. А.; 激光生物作用数据和防护(俄) Гиг. Труда, (1): 37~41, 1968
- [6] Goldman L.; 大功率 Nd-YAG 激光外科(英) Acta Dermatovenereol., 53: 45~49, 1973
- [7] Goldman L.; 新激光器对皮肤的作用(英) Arch Dermatol., 108 (9): 385~390, 1973
- [8] Хромов В. М.; 激光在实验外科中的应用(俄,书) p. 24~25, 1973
- [9] Kuhns J. G.; 激光对皮肤的伤害(英) Lab. Invest., 17 (1): 1~14, 1967
- [10] Лагунова И. Г.; 激光对皮肤的生物作用(俄) Мед. Радиол., 16 (9): 315~324, 1971
- [11] Алборова В. К.; 激光除实验文身(俄) Вес. Дерм. Невер., (8): 35~38, 1973
- [12] Шахтмейстер И. Я.; 激光照射皮肤时机体的生物反应(俄) Вес. Дерм. Невер., (12): 7~11, 1974
- [13] Корытный Д. Л.; 生物学和医学中的 He-Ne 激光(俄,书) p. 52~54, 1970
- [14] 编者: 匈牙利激光医学应用的进展(德) Laser+Electro-Optik (3): 52, 1972
- [15] Хромов В. М.; 激光在实验外科中的应用(俄,书) p. 24, 1973
- [16] Mester E.; 激光的实验和临床观察(德) Langenbecks Arch. Chir. (327): 310~14, 1970
- [17] Goldman L.; 激光治疗文身(英) JAMA, 201: 841~44, 1967
- [18] Вишневский А. А.; 激光清除文身后皮肤的形态变化(俄) Архив. Патологий, 35 (4): 59~63, 1973
- [19] Yules R. B.; Q 开关红宝石激光清除文身的效果(英) Arch. Surg., 95: 179, 1967
- [20] Mester E.; 激光对创伤愈合作用的临床观察(德) Laser+Electro-Optik, (1): 28, 1974
- [21] 编者: 激光对创伤的愈合作用(德) Laser+Electro-Optik, (2): 35, 1973
- [22] 上海华东医院: 激光在医学方面的应用(内部资料), 1975年5月
- [23] Stellar S.; CO<sub>2</sub> 激光治疗褥疮性溃疡(英) Ann. Surg., 179 (2): 230~7, 1974
- [24] 编者: 激光治疗三度烧伤 国外激光 (9): 43, 1974
- [25] Levine N.; 用 CO<sub>2</sub> 激光除三度烧伤焦痂(英) Ann. Surg., 179 (2): 246~52, 1974
- [26] 编者: 紫外激光治疗皮肤病(德) Laser+Electro-Optik, (5): 91, 1973
- [27] Козлов А. П.; 激光的抗癌作用(英) Acta Radio Logica, 12 (3): 241~255, 1973
- [28] Плетнев С. Д.; 激光在临床肿瘤的应用(俄) Хирургия, (12): 64, 1971
- [29] 上海海员医院: 激光对多种常见病疗之有效 《激光》3 (1): 24~25, 1976

## 致 读 者

本期为补1976年第五期修版所少16页而增至64页,以后各期仍为48页。

编 者