

JIGUANG YILIAO JISHU



激光医疗技术

主编 陈 刚 雷仕湛

 复旦大学出版社

激光医疗技术

主 编 陈 刚 雷仕湛

副主编 王宏宇 王占宇 李新忠 张元芳

图书在版编目(CIP)数据

激光医疗技术/陈刚,雷仕湛主编. —上海:复旦大学出版社,2018.3
ISBN 978-7-309-13454-4

I. 激… II. ①陈…②雷… III. 激光应用-医学 IV. R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 002591 号

激光医疗技术

陈 刚 雷仕湛 主编
责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编: 200433

网址: fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

门市零售: 86-21-65642857 团体订购: 86-21-65118853

外埠邮购: 86-21-65109143 出版部电话: 86-21-65642845

上海丽佳制版印刷有限公司

开本 787×960 1/16 印张 20 字数 302 千

2018 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-13454-4/R · 1665

定价: 45.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社有限公司出版部调换。

版权所有 侵权必究

人总会生病,也渴望尽快治疗疾病,恢复身体健康。所以,每项新技术的出现都首先被引用到医学领域。激光是一门新技术,激光器一问世,一些科学家便试图把这门新技术应用到医疗上,并预见到激光医疗会获得更好的疗效。1961年,科学家开始眼科治疗试验,发现在强度比较低时,激光通过眼睛而不造成损害,而当强度比较高时,经眼睛的晶状体聚焦,激光能够焊接、缝合视网膜。于是,激光医疗便从眼科开始了。

自1962年红宝石激光器应用于眼科治疗,开拓了激光医疗技术以来,激光医疗技术得到了长足的发展,不断开拓新的治疗技术。应用光纤技术,不用做剖腹手术就能实施腹内各种疾病的激光治疗,这在老龄化社会意义极为深远;各种新型激光器能够更有效地治疗各种疾病;癌症早期诊断和治疗是普遍关注的课题,有选择性地破坏癌组织的激光动力学治疗技术和激光质子刀治疗技术将发挥更重要的作用,获得更满意的医疗效果。现在,激光能治疗包括内科、外科、妇科、儿科、眼科、喉科、耳科、鼻科、口腔科、皮肤科等各科大约300种疾病,已成为重要的医学分支,也是重要的激光技术应用分支。

本书比较系统地介绍了各种激光治疗技术和激光诊断技术,对从事激光医疗工作者有较大参考价值,也是一本比较好的激光医疗科普读物。

中国科学院上海光学精密机械研究所研究员

高功率激光物理联合实验室主任

朱健强

前言 | Preface

激光医疗技术充分利用激光的单色性、高方向性、高相干性和高能量密度的优势,配合光纤传导和内窥镜等相关技术,通过病变组织凝固、切割、气化等方式,实施手术和介入治疗,从而达到临床治疗效果。激光医疗技术已进入普外科、耳鼻喉科、皮肤科、口腔科、妇科、泌尿科以及神经外科、肿瘤科等各个临床科室,能够有效地治疗 300 多种疾病。激光治疗已成为重要的医学分支,也是重要的激光技术应用分支。

本书在编写过程中得到了许多医生和激光工作者的支持和帮助。中国科学院上海光学精密机械研究所研究员、高功率激光物理联合实验室主任朱健强为本书作序;谢树森教授对本书内容选择提出了宝贵意见和建议,王晓峰主任为本书提供了有价值的图片资料,并对一些图片进行了加工处理;张志军编辑对本书的出版提供了很多帮助和支持,使得本书能够顺利出版。在此我们向他们表示衷心感谢!

随着医学发展,激光医疗技术也在不断发展,新技术不断涌现,我们期待将来有机会再版并补充新内容,请大家赐教。

陈 刚 雷仕湛

第一章 绪论

001

- 1-1 光辐射医疗 / 001
 - 一、光辐射的保健作用 / 001
 - 二、光疗 / 006
- 1-2 激光医疗 / 021
 - 一、激光器特性 / 021
 - 二、激光治疗 / 027
 - 三、激光参数选择 / 035
 - (一) 激光波长 / 035
 - (二) 激光能量(功率) / 038
 - (三) 激光器运转方式 / 040
 - 四、医用激光器 / 043
 - (一) 氦-氖激光器 / 044
 - (二) CO₂ 激光器 / 047
 - (三) Nd:YAG 激光器 / 049
 - (四) 半导体激光器 / 051
 - (五) 准分子激光器 / 053
 - (六) 钬激光器(Ho:YAG 激光器) / 057
 - (七) 钕激光器(Er:YAG 激光器) / 058

第二章 激光生物刺激治疗

060

- 2-1 弱激光治疗的理论基础 / 060
 - 一、人体皮肤组织光学 / 061
 - 二、光的生物刺激效应 / 062

三、光对皮肤的损伤 / 066

2-2 弱激光治疗方法 / 070

一、治疗机制 / 071

二、弱激光理疗 / 073

三、激光针灸 / 082

第三章 激光手术

090

3-1 激光切除手术 / 090

一、概述 / 090

二、激光手术刀 / 091

三、治疗病例 / 095

3-2 激光专项手术 / 098

一、激光质子手术 / 098

二、激光切除手术 / 106

三、激光焊接手术 / 111

四、激光打孔手术 / 114

第四章 光动力学医疗技术

117

4-1 基本原理 / 117

一、概述 / 117

二、光动力学效应 / 121

三、治疗机理 / 121

四、治疗病例 / 124

4-2 技术单元 / 131

一、光敏剂 / 131

(一) 作用 / 131

(二) 基本要求 / 133

(三) 分类 / 133

二、光源 / 148

4-3 治疗剂量和测量 / 151

一、阈值剂量 / 152

二、光敏剂剂量 / 152



- 三、光照射剂量 / 155
- 四、氧气剂量 / 158
- 五、剂量测量 / 160
 - (一) 光敏剂剂量测量 / 160
 - (二) 组织内氧含量测量 / 161
 - (三) 单态氧分子产额测量 / 164
 - (四) 疗效评估 / 169

第五章 激光照射治疗

171

- 5-1 血液激光照射治疗 / 171
 - 一、治疗原理 / 171
 - 二、治疗方式 / 176
 - 三、治疗病例 / 182
- 5-2 激光照射消融治疗 / 187
 - 一、概述 / 188
 - 二、主要治疗技术 / 189
 - 三、治疗病例 / 192
- 5-3 激光美容技术 / 195
 - 一、治疗技术 / 196
 - 二、治疗病例 / 202

第六章 激光诊断技术

204

- 6-1 激光光谱诊断 / 205
 - 一、激光光谱学 / 205
 - 二、激光荧光光谱诊断 / 206
 - 三、激光拉曼光谱诊断 / 211
- 6-2 激光流式细胞诊断 / 218
 - 一、激光流式细胞计原理 / 218
 - 二、诊断原理 / 220
 - 三、诊断病例 / 221
- 6-3 激光多普勒诊断 / 223
 - 一、诊断原理 / 223

- 二、激光多普勒测量仪 / 224
- 三、诊断病例 / 228
- 6-4 激光散斑诊断 / 230
 - 一、激光散斑衬比成像 / 231
 - 二、诊断病例 / 232
- 6-5 激光动力学诊断 / 234
 - 一、诊断原理 / 234
 - 二、诊断病例 / 235

第七章 激光安全防护

237

- 7-1 激光损伤 / 237
 - 一、急性损伤 / 237
 - (一) 眼睛损伤 / 237
 - (二) 皮肤损伤 / 246
 - 二、激光慢性损害 / 252
 - 三、非激光光束损伤(NBH) / 262
- 7-2 激光损伤剂量 / 264
 - 一、激光照射剂量 / 264
 - 二、激光损伤阈值剂量 / 267
 - (一) 眼睛激光损伤阈值剂量 / 268
 - (二) 皮肤激光损伤阈值剂量 / 275
 - 三、最大容许人体激光照射剂量 / 278
- 7-3 激光产品安全性评价 / 284
 - 一、激光安全性评价参数 / 284
 - (一) 激光可达发射限 / 285
 - (二) 标称眼睛危害距离(NOHD) / 286
 - 二、激光安全标准 / 289
 - (一) 激光产品安全等级 / 290
 - (二) 激光产品使用安全通则 / 296
 - (三) 激光使用安全控制 / 298

第一章 绪论



1-1 光辐射医疗

光辐射对人体健康有保健作用,还能够治疗疾病,称之为光疗技术。

一 光辐射的保健作用

室内阳光充足,可以避免潮湿,还能杀灭细菌。诸如链球菌、结核杆菌、沙眼衣原体等在强烈的阳光照射下不超过半小时就会死亡;合适光亮的环境还能促进人体的代谢活动,给我们一个强健的身体。

古代人们就已经知道太阳光照射人体有强身防病的作用,常晒太阳能助发人体的阳气,起到壮人阳气、温通经脉的作用。特别是在冬天,晒太阳,强身健体、温通经脉的效果更为明显。《素问·四气调神大论》指出“冬三月,此谓闭藏。水冰地坼,无扰乎阳;早卧晚起,必待日光”,认为隆冬时节人的作息与太阳的升落相应。《老老恒言》也指出“背日光而坐,列子谓‘负日之暄’,脊梁得有微暖,能使遍体和畅。日为太阳之精,其光壮人阳气”,更明确地提出“负日之暄”的健身养生作用及其科学原理。唐代诗人白居易在他的《负冬日》诗中,以欣喜的心情描绘了在冬天晒太阳的身心体验:“负暄闭目坐,和气生肌肤,初似饮醇醪,又如蛰者苏。外融百骸畅,中适一念无。旷然忘所在,心与虚空俱。”可以说,白居易活到74岁,在古代算是高寿,与他坚持晒太阳有一定关系。俄国著名学者启米尔列捷夫则称人是“太阳之子”,他对太阳的这种赞誉颇有道理。

1. 提高人体免疫力

免疫力是人体抵抗外来病毒、细菌等侵袭,维护体内环境稳定的能

力。空气中充满了各种各样的微生物,如细菌、病毒、支原体、衣原体、真菌等。在人体免疫力不足的情况下,它们都可以成为“赶早班”的病原体。虽然人体对不同的病原体会产生相应的抗体,以抵御对人体的感染,但抗体具有专一性和时限性。比如,链球菌抗体只能在较短时期内保护人体不受链球菌的再次侵犯,但并不能抵御其他病毒的感染。有各种原因使人体免疫系统不能正常发挥保护作用,极易招致细菌、病毒、真菌等感染,因此免疫力低下最直接的表现就是容易生病。而经常患病,加重了机体质能消耗,便出现体质虚弱、营养不良、精神萎靡、疲乏无力、食欲降低、睡眠障碍等症状。每次生病都需要经过较长时间才能恢复健康,而且常常反复。

波长在 $1\text{ mm}\sim 770\text{ nm}$ 之间的电磁波,在光谱上位于红色光外侧,称为红外线。皮肤对它的反射率平均为 0.34 。就是说,有 34% 的红外线被皮肤反射掉,剩下的部分进入皮肤。人体皮肤的含水量达 70% ,水是红外线的良好吸收体,因此人体对红外线的吸收近似于水的吸收。

红外线可提高皮肤和皮下组织的温度,促进血液的循环和新陈代谢。红外线作用于人体水分子时,可对人体内老化了的大分子团产生共振使之裂化,重新组合成较小的水分子团。吸附在老化的分子团表面的污染物得以去除,附着于细胞膜表面的水分子增加,增强了细胞的活性和表面张力。在临床上,红外线照射可以改善人体局部血液循环,扩张局部组织血管,引起血流加快,使组织的营养和新陈代谢旺盛,细胞增殖,组织再生能力加强,能加速伤口和溃疡的愈合。

太阳光还能够增加血液中的氧和白细胞含量,增加渗透细胞膜的水分子,以及加强细胞内钙离子活性,因而增强了人体细胞的活动机能,提高人体免疫能力,预防感冒和许多传染性疾病。此外,红外线还可以使血液中不饱和脂肪酸的二重键或三重键被切断,饱和脂肪酸不容易再被氧化成血脂(过氧化脂质),减少了血管内脂质的沉积,使血管壁光滑,从而减少动脉硬化、白内障等心血管疾病或眼科疾病的发生。

2. 促进人体正常钙、磷代谢

光辐射照射到人体皮肤上,能刺激人体的造血功能,促进钙、磷代谢和体内维生素 D 的合成。

骨骼的健康与钙含量有关,但钙在体内的吸收、代谢、骨化都需要维生素 D。人体必须有足够量的维生素 D,才能促进肠对钙、磷的吸收,使钙

和磷在人体内保持正常的量。即使我们的膳食中不缺钙,也可能会因为维生素 D 的含量不足,影响了钙的利用而导致骨质疏松。如果人体内的维生素 D 含量减少,肠对钙和磷的吸收就下降,食物中所含的钙、磷将被排出体外;当维生素 D 缺乏时,食物中大约 90% 的钙和大约 60% 的磷被排出体外。体内缺乏钙、磷,会发生疾病,比如软骨病、佝偻病等,也容易患感冒、肺结核,结核病已经治愈的容易复发,而且钙化速度慢。此外,维生素 D 也是神经细胞的营养物质。当维生素 D 缺乏时神经细胞的呼吸功能会降低,氧化还原过程减弱,造成注意力不集中,脑力劳动效率降低。越来越多的证据表明,孕期因缺少阳光照射而造成维生素 D 缺乏会影响胎儿的大脑发育。

终日不见阳光的人,骨质疏松的发生率将远远高于正常人群,身体逐渐衰弱。尤其是在青少年成长发育时期,日照时间不足,会对身高产生一些影响。据统计,四川人的平均身高比北京人矮几厘米,日照时间短可能是一个重要因素。

获得维生素 D 的途径主要有两条:一条是从食物中获取,另一条是光照射,主要是接受太阳光照射,只要每天接受充足的太阳光照射,就可以获得人体 90% 的维生素 D 需求量,而剩下的 10% 从饮食中获取。维生素 D 在食物中分布不广,一些畜肉、禽类、谷物、蔬菜和水果中含维生素 D,但含量很少,所以单纯靠食物无法保证维生素 D 的需求量。要想获得充足的维生素 D,最简便经济的方法就是晒太阳,1 平方厘米皮肤经中等强度的太阳光照射 10 min 左右就能产生 1 国际单位的维生素 D,成年人 1 天的维生素 D 需要量大约是 200 国际单位。

3. 抗忧郁,改善睡眠

人的精神状态与光照息息相关,长期缺乏光照会导致情绪波动。在气温特别寒冷的地带,人们在冬天的情绪会明显出现忧郁、低落,容易疲劳;在一连多天下雨的日子里,人们会因缺少太阳光照射而出现情绪低落的情况。这种因为季节变化而产生的忧郁,在医学上叫做冬季忧郁症或季节性情感障碍。发生这种状况的时候会出现疲劳、爱睡、爱吃,又闷闷不乐的忧郁状态。虽然抗忧郁药物的治疗很重要,但是医学界也发现,让病人照射阳光有助于改善病人的症状。因为阳光中的紫外线有促进人体生成内啡肽(天然鸦片)的作用,它是日光浴使人感到舒适愉快的原因。

光照还能使脑部分泌一种有助于改善睡眠状况的特殊激素——褪黑素。人在 40 岁以后总的睡眠时间大约每 10 年减少 27 min,他们在夜间经常醒来,清醒的时间随年龄的增长而延长。

4. 维护皮肤健康

紫外线可以杀灭空气中的细菌,许多霉菌在紫外线照射下无法成活。紫外线还能杀死皮肤上的细菌,增加皮肤的弹力、柔软性和抵御外来细菌侵蚀的能力。太阳光中含有紫外线,接受太阳光的照射对皮肤的健康有益。最新的科学研究结果表明,太阳光还能预防几种皮肤癌。

局部炎症将造成皮肤损伤,而蛋白质的流失或者功能失常让皮肤失去弹性。环境中各种刺激因素也会引起皮肤的微型炎症,比如污染物和紫外线。微型炎症会阻碍皮肤局部的血液和淋巴液的循环,造成皮肤胶原的流失,使皮肤变薄、失去弹性。20 世纪 80 年代末,开发一种美容新技术,称光子嫩肤术,这项技术对预防皮肤老化的作用大于对年轻化的作用。为了有持续效果,每年做一到两次嫩肤治疗是很有必要的。

皮肤在强脉冲光辐射照射下,能改善多种皮肤瑕疵,如毛细血管扩张、细小皱纹、皮肤红斑、色素改变和毛孔粗大等,达到增强皮肤弹性以及显著改变面部皮肤状况等美容效果。组织学分析表明,光子嫩肤使真皮乳状层中的胶原质纤维排列更为紧密,真皮与表皮的结合处及表皮基底层中的黑色素减少。

5. 日光浴

日光浴俗称晒太阳。太阳光中的可见光包含红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等 7 种色光,对人的情绪各具独特作用。比如,红色光、黄色光有使人兴奋、引起组织充血的作用;蓝色和紫色光有镇静作用。可见光还有调整睡眠节律、开阔视野、改善新陈代谢、促进氧气吸收和二氧化碳气体排泄作用。所以,医学界建议无论春、夏、秋、冬,都要走出家门,多与阳光接触。只要避开正午和夏季的烈日,在户外晒太阳有益于健康。长期在井下、潜水艇、地下铁道工作,以及经常上夜班的人缺少接触太阳光照射,这部分人需要定期作日光浴。

照射到人体的紫外线几乎全将被表皮组织吸收,并引起一系列生理变化。紫外线能使上皮细胞释放出类组织胺物质,皮肤血管扩张充血,经过几小时后就能起到抗炎症、抗过敏、抗神经痛以及改善皮肤营养状况,提高皮肤的抗病能力,促进结缔组织新生的功效。紫外线照射后,中枢神



经系统的活动机能获得加强,促进身体新陈代谢,提高机体免疫力和抗病能力。紫外线还可刺激造血器官更好地工作,使体内红细胞、白细胞、色素均衡增加,提高人体的抗病能力。紫外线还能使皮肤黑色素原通过氧化酶作用转变成黑色素,使皮肤增强对外界刺激的抵抗能力。此外,紫外线照射皮肤引起的色素沉着,使皮肤角质层增厚,有增强皮肤防御能力、预防和减少发生痱子、疖疮、毛囊炎等皮肤病的作用。

现代科学研究结果指出,太阳所辐射的各种光线,无论是可见光,还是红外线或紫外线,都具有很强的生物学效应。红外线、可见光和紫外线引起一系列理化反应,可改善人体的各种生理机能。太阳光也可以改进人体内部器官的功能,比如增强胃液的分泌量、刺激胰腺的功能、提高人体对细菌损害的抵抗力、强壮骨骼等。太阳光可以使健康人或者糖尿病患者的血糖降低,各个器官的糖元增加,血糖氧化增强。此外,红外线还可以使血液中不饱和脂肪酸的二重键或三重键断裂,饱和脂肪酸不容易再被氧化成血脂(过氧化脂质),减少血管内脂质的沉积,使血管壁光滑,从而减少动脉硬化、白内障等心血管疾病或眼科疾病的发生,对人体健康起着良好的促进功效。

太阳光是最好的兴奋剂,能调节人的情绪、振奋精神、减轻忧郁症状,提高生活情趣和工作效率。多晒太阳将使皮肤黑里透红,显示身体更加健康,不易生疮、痘和皮肤病。

食物中的碳水化合物、脂肪及糖分是人体活动的能量来源,但如果摄取过多,没有用掉的剩余部分就会作为脂肪在体内积聚起来。这就是所谓的赘肉,也是肥胖的原因。人体接受太阳光照射时,太阳光有提高细胞代谢功能的作用,使体温上升,起到运动的效果,能消耗多余的脂肪和热量。特别是运动量不足的人,日光浴是减肥的好方法。

日光浴有两种,一种是天然日光浴,一种是人工日光浴。前者是直接晒太阳,后者是利用人造光源。天然日光浴一般采取全身日光照射,也可根据病变部位的不同,采取背光浴、面光浴、部分肢体浴等。全身日光浴要求赤身裸体,并不断地翻转身体,使各部分能充分地接受日光的照射。初行日光浴时,每次照射 10 min 即可,以后可逐渐增加到 30 min。局部日光浴者可用雨伞或布单遮挡人体某些部位,每次日光浴后可用 35℃ 的温水淋浴,然后静卧休息,一般连续进行 20 天左右。在冬天,太阳光中紫外线含量大约为夏季的 1/6,照射时间可适当延长。

天然日光浴最好在室外开阔地进行,在冬季,选择清洁、平坦、干燥、周围绿化较好、空气流通、向阳且能避免强风吹袭的地方最适宜。在高山区和靠近天然水源的地方也宜于日光浴。但需要注意,日光浴不宜在沥青地面上,也要避免靠近石墙的地方。沥青地面在升温时,会散发出有毒物质,会污染皮肤和损伤下呼吸道。在冬季气温很低的天气里也可在室内日光浴,但必须打开门窗,避免窗玻璃阻挡了太阳光的紫外线。

此外,日光浴还有几方面值得注意。一是照射一定要适度,尤其是进行日光浴时宜空腹,不可入睡,可酌情裸露身体,要常转换体位,最好戴草帽和墨镜以保护头部与眼睛。还要注意预防感冒,夏季防中暑,照射量过度会引起皮肤灼伤等。其次,患有出血性疾病、较重的心脏病、尿毒症、活动性肺结核等严重疾病者不宜多晒太阳。

此外,接受太强的太阳光照射容易引起白内障、光照性皮炎、结膜炎和热调节障碍,这一点要特别加强预防。第三是注意自我反应,凡在日光浴时出现体温升高、恶心、呕吐、头痛、头晕以及食欲减退或睡眠障碍等症状,应立即停止或缩短照射时间。

人工日光浴采用人造光源,调整光源的发光颜色和强度后照射人体,又分为日晒床和人工美黑。日晒床通过人工制造紫外线,模仿太阳光的紫外线成分。人工紫外线过滤掉有害射线,相比直接的太阳光紫外线照射更有好处。人工美黑是通过人工美黑霜或古铜防晒产品来实现的。人工美黑的产品种类繁多,从专门给脸部使用的到给全身使用的都有。

二 光疗

光辐射用于疾病医疗,称光医疗技术。

1. 光疗先驱者芬森

尼尔斯·吕贝里·芬森(Niels Ryberg Finsen)(图 1-1-1)1860 年生于丹麦法罗群岛首府托尔斯豪恩,从小在渔村生活,曾染上胞囊虫病,深受疾病折磨,于是他决心学医。在哥本哈根大学医学院经过 7 年带病的苦学后,在 1890 年完成了学业,获得医学博士学位。他在少年时代就认识到太阳光对人体健康的重要性,立志研究光与人体健康的关系。在



丹麦的哥本哈根医学院学习时,对光治疗效果产生兴趣,因为他自己患有慢性病,感受到太阳光对改善他的病情很有益处,于是大学毕业后他留在学校担任解剖学实验助教,经过艰苦探索,在前人有关光学知识的基础上,提出了光疗的设想。他认为光谱中不同颜色、不同强度的光线,对人体作用的时间不同,会产生出不同的影响。1893年,芬森的身体健康状况每况愈下,不得不放下有关研究,回到冰岛的小渔村养病。在这里,他亲眼看到了当地渔夫们整天生活在臭鱼堆里,不少人染上了可怕的狼疮病。



图 1-1-1 光疗先驱芬森

狼疮病是一种慢性皮肤结核病,常发生在面部、腮部、外耳和颈部,其次是臀部和四肢。狼疮病的破坏性很大,被破坏的局部组织产生畸形,因此大多数染上了狼疮病的人都会变得十分丑陋,非常痛苦。这种病以往被认为是不治之症。他十分同情这些病人,希望能找到办法解除他们的疾苦。于是,他开始试验研究光辐射对这种病的治疗作用。为了获得光疗的最佳效果,他不惜在自己和妻子身上试验,以取得光辐射穿透皮肤的最佳条件。经过反复研究试验,他终于发现用紫外线治疗狼疮病效果最好,并设计出滤去光源中红外辐射的滤光装置,用聚光镜增加紫外光线的照射光密度。在1895年1月1日,他在第一位狼疮病人身上试用了他的光治疗方法。经过一段时间治疗后,病人的病斑消失,皮肤表面恢复平整光滑。用紫外线治疗狼疮病获得成功的消息传出后,许多患者慕名前来求医,经过芬森的光治疗都恢复了健康。

在1896年,芬森发表了“聚集的化学性光线在医学中的应用”论文,立即轰动了整个欧洲。在1896年,他通过多次的实验和观察,又证实光辐射治疗结核病也有效,因为他自己在年轻时就患了这种病,是依靠太阳光对结核菌产生的杀伤作用而获痊愈的。

芬森的医德与医术感动了慈善界,他们决定为他在哥本哈根筹建一座光学治疗研究所,国内外闻讯后纷纷捐款资助。1896年,光学治疗研究所成立(即现在的芬森研究所),开创了光治病的历史。由于芬森在利用光辐射治疗狼疮病及其他皮肤病方面所做出的卓越贡献,1903年获得了



诺贝尔生理学及医学奖。

2. 光疗方法

光疗的理论基础是生物组织吸收光能,并将光能转变成热能和化学能,导致体内一系列连锁化学反应。这些化学反应,概括起来有 4 种类型:光致分解、光致氧化、光致聚合和光致敏化。不同波段的光辐射所产生的生物效应也有所不同,并由此研究开发了一些针对不同疾病,使用不同波段光辐射的治疗方法,主要有紫外线疗法、可见光疗法、红外线疗法。紫外线常用以治疗皮肤化脓性炎症和其他皮炎、疼痛症、佝偻病或软骨病等;红外线常用以治疗软组织损伤、劳损、关节炎等;可见光中的红光用于中枢神经兴奋;蓝光、绿光用于镇静;蓝紫光用于治疗新生儿胆红素性脑病。

(1) 紫外线光疗 紫外线具有杀灭病毒和抗炎的作用,能改善皮肤的血液循环,提高人体的抵抗力和应激能力;可以引起多种免疫抑制效应,减轻皮肤变态反应。不同波长紫外线具有不同的生物学效应,波长 265 nm 左右的短波紫外线是 DNA 吸收峰值位置,容易致癌;而 320~400 nm 波长范围的长波紫外线小部分被表皮吸收,大部分可透过真皮;波长在 290~320 nm 的宽谱中波紫外线的红斑效应最强;波长为 310 nm 左右的窄谱中波紫外线皮肤穿透性强,红斑效应相对较小,不容易灼伤皮肤,而且避开了 DNA 的吸收高峰位置,不易引起 DNA 突变,降低了致癌性,所以,这个波长的紫外线是治疗皮肤病的重要手段,对治疗特异性皮炎、白癜风、硬皮病、皮肤 T 细胞淋巴瘤等皮肤病安全有效。

(2) 蓝光光疗 蓝光光疗的典型应用是新生儿黄疸的治疗。新生儿高未结合胆红素血症(黄疸)是常见多发病,易导致听力损害,严重者可发生胆红素脑病而影响生活质量。体内胆红素吸收蓝光后,氧化异构化产生胆绿色、无毒的水溶性吡咯,经胆汁和尿液排出,通过改变胆红素在体内的代谢途径而减轻新生儿黄疸。胆红素能吸收的光线以波长 450~460 nm 为最佳,而蓝光波长主峰在 425~475 nm 之间,这是光疗新生儿黄疸最好的光波段。

蓝光也对昼夜节律影响力最强,它抑制褪黑激素分泌,产生褪黑激素分泌周期节律的改变,从而调节 24 h 生物周期节律,治疗睡眠障碍、季节性情感障碍、慢性抑郁症、老年痴呆等。同一照度下,光谱能量分布不同的光辐射对褪黑素的作用效果不同,波长 470 nm(蓝光)、497 nm(蓝绿