

# “生物医学光子学新技术及进展”专题

## 前 言

生物医学光子学已成为多学科交叉和高速发展的领域,也是生命科学和医学成像等重要学科前沿领域研究的重要组成部分。生物医学光子学作为一门新兴的交叉学科,近年来的发展已经渗透到生物物理、生物化学、分子生物学和细胞生物学等生命科学的前沿领域,成为与人类医疗健康息息相关的重要研究手段。目前的一些研究热点也得到了高度关注和迅速发展。《中国激光》在2018年第2期、第3期适时推出“生物医学光子学”专题栏目,得到了本领域专家学者的积极响应。本专题共收到投稿94篇,最终接收综述论文31篇、研究论文17篇。论文内容涵盖了生物医学光子学的各个领域,包括基础研究、应用研究和探索性研究三个方面。这些论文学术思想先进,内容新颖。特别要指出的是,一些综述论文不但结构紧凑,内容充实,而且从分子的角度介绍了分子光子学的理论、光化学作用、光物理过程,以及光和生物、物质的相互作用及工程手段、方法等。同时也很好地总结和展望了我国该领域科研工作者目前关注和研究的重点成果,可以说是生物医学光子学专业的基础性论文,可读性很高,适合许多相关领域的研究人员阅读,以帮助他们加深对该学科的了解。综合这些论文的观点,我们可以将目前生物医学光子学的发展趋势归纳为以下四个方面。

### 1 生物医学光子学现有领域及重点发展方向

近三十年来,由于激光和新的光子技术的发展,生物医学光子学进入了一个快速发展的新阶段。与光学有关的技术冲击着人类健康领域,正在改变着药物疗法和常规手术的实施手段,并为医疗诊断提供了革命性的新方法。除疾病早期诊断、生理参数监测外,在基因表达、蛋白质-蛋白质相互作用、新药研发和药效评价等方面都有相关研究。在眼科领域,光学和激光技术已成熟地应用于临床实践。激光还使治疗肾结石和皮肤病的新疗法得以实现,并以无损或微损疗法代替外科手术,如膝关节的修复手术等。现在,用激光技术和光激励的药物相结合还可以治好某些癌症。以光学诊断技术为基础的流动血细胞测量仪可用于监测艾滋病患者体内的病毒携带量。还有一些光学技术正处于无损医学应用的实验阶段,包括用于糖尿病控制的无损血糖监测和乳腺癌的早期诊断等。生物医学光子学已经成为国际光学学科的重要发展方向之一。同时,生物医学光子学的发展,也在生物医学工程领域占据重要地位。一般认为,光学领域未来发展的重点是将各种复杂的光学系统和技术更加广泛地应用于保健和医疗,包括针对雾霾检测的空气采样和病毒分子分析的第三代自主平台发展计划。基于现代激光与光电子技术的生物医学光子学技术将为生命科学研究带来原创性的重要科研成果,并可望形成有重大社会影响和经济效益的产业。

## 2 生物医学光子学成像及诊断方法

在生物医学光子学成像方面,尤其是在较短时间内,不同的光学成像技术应用于临床实践中不同疾病和患病部位的诊断,将成为势不可挡的趋势。而如何实现三维立体成像,如基于多光谱荧光成像的在体三维光学标测系统,从已知数据中反解出深度信息将是我们面临的巨大阻碍。随着社会老龄化的加剧,肿瘤、心血管疾病等重大疾病的治疗问题将更加紧迫,其中癌症早期诊断还面临着巨大的压力,早发现早治疗已成为万众瞩目的医疗要求。尽管我们有 CT、MRI、PET 等多种医学成像设备,医学光子学的无创性和低成本依旧是我们追求的目标。与此同时,如何利用光学原理在分子层面发现疾病的早期特征也成为了关注的焦点,包括基于 ALA 脂类衍生物的光动力疗法对白血病细胞的影响,基于新型贵金属纳米材料与光敏剂结合体对肿瘤细胞的灭活及机理,X 射线相衬成像,及相关器件、光学动态和功能纳米成像等方面的研究。

## 3 生物医学光子学治疗手段及功能信息表征方法

在生物医学光子学治疗方面,已有的眼科和乳腺诊疗技术、皮肤病治疗技术、艾滋病病毒监测技术等的应用需要达到更高的普及率,而将技术突破更快更好地转化为临床产品需要较长的时间周期,现有政策和需求将促使我们加快技术转化的步伐。新型医学光学诊疗方法与仪器是生物医学光子学功能信息表征方法研究的最主要手段。光学标测纳米颗粒与细胞膜相互作用的功能信息表征方法研究,特别是在肿瘤荧光介导切除或 OCT 技术中,研究和发现新型光敏剂以更多更快更好地杀灭目标细胞,是生物医学光子学的追求,如基于金纳米颗粒的癌细胞多功能光学标记与灭活技术、基于金纳米棒的癌细胞荧光增强标记与光动力灭活技术、基于波前整形的高光谱成像引导的肿瘤光热/光动力双模治疗手术系统、核酸自动化定量检测与高分辨率分析设备研制及应用等。

## 4 生物医学光子学监测和调控技术

在生物医学光子学监测方面,将进一步推广和完善生物医学光子学在临床中的应用,可以考虑从磁性荧光介导和新型分子合成入手,心脏电活动高分辨率光学标测技术的研究及在更高级的脑活动中的探测技术也是目前的研究重点。而在激光紧聚焦穿孔的应用过程中,如何准确定位和控制仍有待研究,特别是基于新型光穿孔技术的纳米尺度细胞膜微手术研究。光学标测心肌组织深层荧光信息的提取与三维重建方法研究、双光子激发荧光成像、光镊等技术仍有很大的发展空间。

总体而言,生物医学光子学依然处于发展的萌芽期。作为一个与其他学科交叉融合从而促进生命科学发展的学科,生物医学光子学具有其独特的优势和面临的挑战。通过《中国激光》专题的征集和论文的调研我们可以看到,我国相继涌现了一批致力于生物医学光子学的研究机构、专家和青年学者,在未来的五年间,我们可以期待该学科将以更快的速度向前发展并产生更大的影响。

张镇西 屈军乐  
2018年1月22日