


# 医学数字 红外热成像技术概论

主编 袁云娥

Medical Digital Infrared  
Thermal Imaging Technology  
Introduction



 郑州大学出版社


# 医学数字

# 红外热成像技术概论

主编 袁云娥

Medical Digital Infrared  
Thermal Imaging Technology  
Introduction



 郑州大学出版社

郑州

图书在版编目(CIP)数据

医学数字红外热成像技术概论/袁云娥主编. —郑州:  
郑州大学出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-5645-1423-5

I. ①医… II. ①袁… III. ①医学摄影-红外成像系统-  
图像数字化处理-概论 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 080669 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

河南省诚和印制有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:16.25

字数:390 千字

版次:2013 年 6 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2013 年 6 月第 1 次印刷

---

书号:ISBN 978-7-5645-1423-5

定价:138.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



袁云娥,1976年毕业于第三军医大学医学系,原任解放军总医院基础医学研究所所长,解放军军医学院(原解放军军医进修学院)医学保障部教研室主任等职务,国内著名的医学数字红外热成像技术应用专家。近10年来在国内外专业期刊发表学术论文10余篇,参编医学著作多部,主持参加军内外科科研课题7项。

2002年开始医学数字红外热成像技术应用研究,获得军队课题3项,并与成都中医药大学合作完成了国家课题“应用红外热成像技术开展肿瘤中医临床辨证规范的示范研究”;与中国中医科学院共同承担了“应用红外影像技术对艾滋病中医药疗效的评价研究”;组织研发了具有原创性科研成果“红外热成像技术中医辅助诊断自动分析系统”,被列入国家中医药管理局中医新型检测诊断系统推广项目,提出了中医可视化新概念,并不遗余力在中医领域推广应用。

应用红外热成像与生物微磁技术综合评价心理状态的研究,在心理健康数字化、可视化研究方面做出了有益探索。参与2005年至2012年为期8年备战奥运课题研究,获得国家科技部奥运科技成果三等奖及“科技奥运”先进个人荣誉称号。

## 致 谢

本书的编写工作终于完成了,由于医学数字红外热成像技术的研究周期长等因素影响,要分析整理出相对统一标准、又有临床循证资料,还需要有清晰、典型的热成像图例,因此,这是一项有难度的工作。我要感谢我的研究团队、感谢我的家人,没有他们的鼎力支持是难以成书的。我要感谢我的启蒙老师刘忠齐教授、挚友吴英杰先生,是他们把我带入医学数字红外热成像技术领域;还有我所在工作单位,给以宽松、自由探索的研究环境。中国健康促进基金会理事长白书忠教授从功能红外影像学科建设与健康医学发展的顶层给以谋划和部署,并多次听取我们的汇报,给予鼓励和支持,增强了我们深入研究的信心和勇气。令人感动的是我的母校原任校长程天民院士、有忘年之交的好友杨佩珩教授、胡永升教授、范志明教授,不辞辛苦帮助收集整理相关资料,对本书修改提出了许多宝贵意见,并在百忙之中欣然为本书作序。感谢重庆飞洲光电技术研究院董海舟董事长及时给予支持和帮助,他们提供的 WN III 0805-B(普及 B 型)像素为  $320 \times 240$  非制冷焦平面热成像设备,性能优势显著,采集的图像清晰,解决了我们遇到的难题,本书中大部分图例是由该设备采集完成。还有上海高品医疗设备科技公司刘子明董事长全力支持和推广我们的研究成果。郑州大学出版社及我的校友李振川高级编辑,精心编辑策划了本书的出版。由衷感谢他们为本书的出版所付出的努力。

编 者

2013 年 2 月

## 作者名单

**主 编** 袁云娥

**副主编** 陆 华 杜捷夫 陈 彬

**主编助理** 王 青 刘险峰

**编 委** (以姓氏笔画为序)

王 青 刘险峰 杜捷夫 李洪娟 杨佩珩

来要水 吴 方 张 钰 陆 华 陈 彬

袁云娥 夏宏道 董丽娟 魏兴臣



袁云娥教授带来她近期主编的《医学数字红外热成像技术概论》的部分书稿,约我写一篇序言。我对这一领域不很熟悉,首先需要学习理解。初步阅读书稿后,却有“先读为快”和大有收益之感。结合原来对医学生物学的理解,再学习一些有关红外热成像的知识。我认为人体是一极其复杂、精细、准确、巧妙,并持续实施自身“科学管理”的矛盾对立统一体,既着力维护其整体内部的“内稳态”,又随外环境变化而适应、调节,以维持、增强正常的生命活动,代偿、修复失常的病理变化。机体发生的精神和躯体方面的各种变化,都可通过不同形式反映出来,人们可寻找、观察、监测、体验这种变化,分析机体所处的状态,从而能动地“驱邪扶正”,达到预防、医治疾病,恢复、增强健康的目的。“红外热成像”则是其中的一项重要途径和技术。根据人体不同状态反映出来的热态,运用远红外波,转变成电信号和数字量,经图像处理技术和计算机自动分析技术,对人体体表热场所对应的组织器官进行热值、热态、热源定位分析和深度估测,结合临床,判断病变的部位、性质和程度,为临床诊治提供依据。所以,这项技术是集医学生物学、生物物理学、生命科学技术和电子信息技术等多学科领域相结合的成果。

本著作还突出地将红外热成像躯体热态分布与中医有关阴阳、寒热、虚实等理念相联系,寻找出其间的关联,并在中医

药临床实践中进行验证,这是十分有意义和发展前景的工作。将红外热成像与生物微磁技术等相结合,综合展现和评价心理状态、心理健康的数字化、可视化,这也是有益的探索。

红外热成像技术在我国开展尚不很广泛,在理论和技术上都需要加速探索和发展,本著作的出版,无疑将能起着重要的推动和促进作用。

袁云娥教授是我校医学系 1972 年级学生,我曾为该年级讲过病理学课程。她毕业后留校从事医学教育管理工作,后调任解放军总医院基础医学研究所所长等职,她是一位技术与管理相结合的“复合型人才”,对新技术、新进展敏感,并致力于研发应用,在对“亚健康”、“红外热成像”等领域的研究和应用,取得重要成就。

我对她的新作表示衷心的祝贺,并祝愿“医学数字红外热成像技术”在我国得到更好、更快的应用和发展,造福于人类健康事业。

程天民

2013 年 2 月

程天民,中国工程院院士,我国著名防原医学与病理学专家。曾任第三军医大学校长、中华医学会创伤分会主任委员、国务院学位委员会公共卫生与预防医学学科评议组召集人。全军医学科学技术委员会副主任委员、全军复合伤研究所名誉所长等职。



21 世纪以来生命科学快速发展,世界范围内医学目的与医学模式逐步发生转变,以预测医学为核心的 3P 医学(predictable medicine, 预测医学; preventive medicine, 预防医学; personalized medicine, 个性化医疗)成为疾病预防与健康保障的重要支撑,一场医学革命在渐进。

我们在致力于推动中国健康促进事业工作中,十分关注与健康医学有关的检测手段和方法。由此,我从认识到熟知袁云娥教授的为人和处事。她所研究的医学数字红外热成像技术在 40 年前曾兴起,但之后长期停滞不前,许多学者望而却步。而她在前人研究资料少、临床应用没有普及等困难情况下,锐意进取、执着追求、一步一个脚印走过 10 年艰苦研究之路。本书是她多年研究工作的总结,通过整理前人的经验方法,结合大量的研究实例,比较系统阐述了医学数字红外热成像技术的理论和方法,其中独到的见解和创新,在现有的同类文献资料中并不多见。譬如书中综合了组织解剖学、病理生理学理论,结合“人体热态空间分布”的特性,对人体组织器官功能状态进行分析描述,丰富了红外热成像技术理论体系,具有创新价值;并首次提出“人体热态”、“人体热序列”和“相对热态差值( $\Delta T$ )”等重要的医学数字红外热成像技术新概念,论述了“人体体核温度变化”的稳定性,都是对传统医学红外热成像技术的突破与发展。

本书的另一大特点是向广大读者介绍了翔实的医学数字红外热成像图案例。这些图文并茂的医学数字红外热成像图实例,从“循证医学”的角度,展现了人体在亚健康或疾病状态下系统、器官的形态结构异常与病理生理功能改变所表现出的“热序列异常”和“热态分布异常”之间的相关性,为人体健康功能状态的系统评估与疾病辅助性诊断提供了可视化的动态影像。

尤其值得关注的是本书第4部分,关于在中医药领域的理论和临床应用研究,应用医学数字红外热成像技术,初步解析了中医学脏腑、经络的特性与本质,为中医学的可视化研究做出了有益的探索。

本书是创新与实用兼具的医学数字红外热成像技术专著,应该成为本学科专业人员的必读著作,对从事健康医学、中医药学以及健康产业等各方面的人员也是值得一读的好书。我愿为此作序,并推荐给大家。



2013年2月

白书忠少将、教授,原任解放军总后勤部卫生部部长,中华医学会健康管理分会前任主任委员,现任中国健康促进基金会理事长、《中华健康管理学杂志》总编。

功能影像学是在现代电子学、光学、计算机和新材料科学发展基础上,不断完善发展起来的一门新学科。远红外成像技术是近代功能影像学领域推出的一项新方法,不仅拓宽了临床影像诊断的层面和范围,同时也填补了临床诊治学的空白。

红外热成像图像以客观表达人体功能性改变为主要特点,可采集到疾病发生前期信息,包括生物化学、人体代谢异常反应等。远红外人体成像技术,不仅可以反映病变的解剖学、组织学和病理学等结构的改变,还可以采集到在此之前,某些功能性异常变化所产生的早期信号。人体细胞糖酵解代谢时将产生  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  与远红外(热)辐射等信息,尤其当出现肿瘤时,低氧和无氧情况下,糖酵解旺盛会产生高热,这种异常信号只有通过远红外热成像方法表达,X射线、超声等影像系列则表达滞后,所以远红外热成像图对人体疾病的早期发现,优于任何其他医学影像学。以乳腺癌筛查为例,采用远红外热成像图与近红外血氧扫描技术,其阳性率和灵敏度可以达到 90% 以上(其中包括早期乳腺癌),其他方法仅能达到 70% ~ 80%。

中国人民解放军总医院袁云娥教授和她的研究团队,多年来坚守在这一领域的最前沿,通过不断的学术研究和大量的临床实践资料,撰写了许多有价值的科学论文,在此基础上

最终写成了《医学数字红外热成像技术概论》专著,本书内容丰富翔实,涉及学科广泛,图文并茂,是专业医务人员一本极有价值的工具书、参考书。相信该书对于远红外热成像学科发展,将起到积极的推动作用。



2013年2月

胡永升教授,原任北京大学临床肿瘤学院防癌普查科及医学影像科主任,北京乳腺学科重点负责人,中国抗癌协会委员。专职从事乳腺癌防治研究40余年,普查人数达70万余人,发现乳腺癌万余例。出版了《现代乳腺影像诊断学》专著,在学术界产生深远影响,荣获10余项科研奖,享受国务院颁发的政府特殊津贴。

远红外热成像理论问世已有百年历史,自 20 世纪 50 年代,开始应用于夜间军事侦察;70 年代应用于医学;直到 21 世纪初,将其深入引用到临床医学和中医可视化的研究与应用。中国人民解放军总医院袁云娥教授在此领域进行了 10 余年的探索,她锲而不舍,孜孜不倦,亲力亲为,刻苦钻研。通过累积上万例红外热成像资料的研究,她对正常健康人体的热态分布特征和规律进行了比较系统的阐述,提出了独到的见解,为临床应用标准化打下了良好基础。尤其值得我们关注的是,她是一位西医出身的教育家,能够将红外热成像技术与中医可视化研究结合起来,不仅解析了任督二脉的红外热成像特点与走向,而且对阴阳、寒热、虚实、表里、经络脏腑等中医理论学说的客观性描述、数字化定位定量分析进行了探讨,并已开始临床实践,这是一项具有实用价值的创新性研究。一名高热不退的患者,奔走数家医院,寻访专家名医,花费了近 10 万元医药费,依然不见好转。袁云娥教授与她的研究团队,通过红外热成像检查,从中验证肺与大肠互为表里关系,联合中医大夫采用大承气汤两剂,疗效显著,患者退热痊愈,药费仅用了 3 元钱。通过这个病例,更加坚定了她的研究方向,不遗余力挖掘红外热成像在中医领域的应用价值。

我和袁云娥教授相识 10 余年,深知她为人善良忠厚、治学严谨。我在临床内科工作 50 余年,虽然经历了各种疑难病



症,也积累了一定的治疗经验,对红外热成像技术和中医是外行但很感兴趣,我们经常在一起学习交流这方面的知识,也因此成为了至交好友。她的新作《医学数字红外热成像技术概论》即将出版,邀我作序,盛情难却,虽是寥寥数语,确是肺腑之言,我愿竭力推荐这本好书。



2013年2月

范志明教授,1961年毕业于北京医科大学,原任北京医科大学附属人民医院、天坛医院内科主任医师,国内知名微生态学专家。北京微生态专业委员会主任委员,出版专著《老年微生态学》。

一项高新技术的推广与应用,有时遇到的困难比想象的要更多,医学数字红外热成像技术就是如此。

由于作者运用了科学发展观核心,以人为本的理念,因此,使得本书具有与众不同的鲜明特色。

从本书的整体内容与章节选用和安排来看,是把现代医学与传统医学,即西医与中医结合起来,内容深浅兼顾,图文并茂,从而能让更多的人了解、更多的人参与、更多的人掌握、更多的人受益。

医学索引(Index Medicus)重点论述了红外热成像技术的应用与发展。特别是国外一些技术先进国家,其中美国的军事与科研部门,拨专款投入红外影像学研究。再如日本拥有1 500多台以上用于医院和诊所,韩国超过450台……这些都有利于我国医学界,特别是增强国人对开展医学数字红外热成像技术的信任程度。促使我们奋发图强,推进我国的红外影像医学事业加快发展。

在“医学数字红外热成像基本原理”和“医学数字红外热成像热态图类型简介”中,没有一个公式,这就又充分体现了它的实用性和优越性。

在“人体热态分布特征和健康评估”及“医学数字红外热成像技术临床应用范围”这两部分里,作者运用了邓小平的“科学技术是第一生产力”经济发展观,选择了重点论述,而

不是面面俱到。例如,对常见病中的女性乳腺、消化系统、呼吸系统、心脑血管系统、泌尿生殖系统作为重点。同时着重阐述了其中的组织结构、生理学特点与红外热成像特点,从而给读者创造了有利的选择余地,便于加快理解和掌握速度。

作者和她的研究团队,多年来致力于医学数字红外热成像热态自动分析系统的开发研究,建立了医学数字红外热成像技术健康评估与医学诊断的基本方法和标准,并完成了医学数字红外热成像热态定位、定量自动分析软件系统和红外自动检测系统。这两个医学数字红外热成像测评系统与美国 MedATR 乳腺癌筛查自动分析系统,在目前世界医学数字红外热成像自动智能分析数据库技术领域,是同处于领先地位的自动化软件系统。

中医方面研究与应用,更有独特超群之处。作者已在本书第4部分“数字红外热成像技术在中医学可视化应用与研究”中,进行了专门论述。由于中医理论与实践博大精深,加上本人学疏才浅等原因,不敢妄加评论,有待今后再版时探讨。

总之,由于本书具有诸多独到之处,出版后将会使广大读者受益匪浅。有利于我国医改,有利于加速提高广大同行的业务水平,更有利于全国人民的身体健康。因此,非常渴望本书早日出版,以使大家早日受益。

杨佩珩

2013年2月

杨佩珩教授,原任辽宁锦州市中心医院影像学科主任、主任技师,锦州市北方高级医疗装备工程培训学校校长等职务,担任锦州市生物医学工程学会理事长、辽宁省生物医学工程学会副理事长等学术职务。由于本身的健康受惠于红外热成像技术的一次检查,得以早期发现肝肿瘤,及时做了介入治疗,至今没有复发,对红外热成像技术情有独钟,专注研究10余年。

## 前言

当今医学影像技术日益成为临床疾病诊断的重要手段,它使临床医生对人体内部组织结构和病变部位的观察更直接、更清晰,确诊率也更高。计算机断层扫描(CT)、磁共振成像(MRI)、正电子发射断层成像(PET)、放射性核素成像和PET-CT等技术的快速发展,带动了现代医学影像诊断技术的变革。但是,尽管这些影像技术能够透视到机体内部的各个方位,但多属于机体局部组织形态结构的图像,并不能完全反映机体组织的功能性变化,也不能够通过一次成像便可以了解整体及多个组织器官之间的功能和病理变化状态,而且射线、放射性核素、电磁波等对人体均可能造成潜在的辐射伤害。

医学数字红外热成像技术(medical digital infrared thermal imaging technology),它除兼有上述影像技术特性之外,更重要的是通过一次成像就能够了解人体各个系统功能状态的变化,更早于结构影像的改变,检测快速简便、绿色无创、节能低耗、信息丰富、便于储存和网络化管理。除可以用来对人体各种疾病状态做出系统评估外,还特别适合于亚健康状态的检测评估及疾病早期的风险预警。这项技术在国外发展更早更快些,上至医学院校、科研部门,下至医院、诊所,仅日本就有1 500多台,韩国450余台,国外建立了医学索引(Index Medicus)。虽然中国科学院也建立了人体红外医学影像数据库,但在研究与应用和普及上,与技术先进国家相比还有较大差距。据不完全了解,我国拥有量不到200台,使用情况也不尽理想,专业人员非常缺乏,技术水平不高,没有标准化的培训及培训机构,图书市场看不到此类参考专业书刊。为此,我们将10年来的研究成果和经验梳理成册,起到抛砖引玉之效,同行和读者受益,普通大众了解。并希望对本技术的推广和应用具有一定的指导意义和实用价值。

本书主要内容是以我们的经验和体会为主线,偏重于实际应用。譬如在人体热态分布特征与健康评估一章中,强调了体表温度分布的变化特点,即体表的热态分布规律,而不仅仅是体表的温度变化特点(其概念和意义参见附图),并强调了应用数字红外具有温差“步进”成像特点来分析判断人体热态