

3D 骨科学

3D Orthopaedics

谭海涛 赵劲民 黄文华 主编

广西科学技术出版社

3D 骨科学

3D Orthopaedics

谭海涛 赵劲民 黄文华 主编

广西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

3D骨科学/谭海涛, 赵劲民, 黄文华主编.—南宁: 广西科学技术出版社, 2016.9

ISBN 978-7-80763-911-4

I. ①3D… II. ①谭… ②赵… ③黄… III. ①立体印刷—印刷术—应用—骨科学 IV. ①R68

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第224245号

3D骨科学

3D GUKEXUE

谭海涛 赵劲民 黄文华 主编

策 划 冯靖城

责任编辑 黎志海 姜连荣

责任校对 夏晓雯 陈诗英

黎 桦 郑舒瑞

装帧设计 韦娇林

责任印制 韦文印

出 版 人: 卢培钊

社 址: 广西南宁市东葛路66号

网 址: <http://www.gxkjs.com>

出版发行: 广西科学技术出版社

邮政编码: 530022

经 销: 全国各地新华书店

制 版: 广西雅昌彩色印刷有限公司

印 刷: 广西大华印制有限公司

地 址: 南宁市高新区科园路62号

邮政编码: 530007

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

字 数: 920千字

印 张: 38

版 次: 2016年9月第1版

印 次: 2016年9月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-80763-911-4

定 价: 268.00元

版权所有 侵权必究

质量服务承诺: 如发现缺页、错页、倒装等印装质量问题, 可直接向本社调换。

《3D骨科学》编委会

主 编 谭海涛 赵劲民 黄文华

副 主 编 傅山泓

顾 问 钟世镇

编 委 (以姓氏拼音为顺序)

Cyril Xavier Dominique (法国) 江建中

黎 静 李雪萍 刘建业 陆俭军 罗 翔

吕国华 欧阳汉斌 Uwe Spetzger (德国)

韦平欧 吴增晖 谢兆林 徐 雷 杨克勤

朱忠林

特约审稿 庞水发

资料整理 (以姓氏拼音为顺序)

陈国平 甘 智 何锦威 黄圣斌 黄式环

贾秋红 李 晓 李春容 梁 妮 梁俊杰

林鑫欣 陆声榆 莫勇军 秦 豪 谭 嘉

谭 霄 许 林 张其标 郑静茂 植宁喜

朱智鹏

主编简介



谭海涛 医学博士

广西贵港市人民医院院长、党委书记；

广西医科大学外科学教授，硕士研究生导师；

中国共产党第十八次全国代表大会代表；

享受国务院特殊津贴专家

谭海涛教授为广西优秀的骨科专家，国际矫形与创伤外科学会（SICOT）中国部微创外科学会委员，中国医师协会骨科分会脊柱内镜专家委员会委员，中国医师协会手外科分会委员，中华医学会手外科分会青年委员，广西医学会骨科学分会副主任委员，《中华显微外科杂志》编委。

多次到美国、英国、意大利、新加坡等国家以及我国香港、台湾等地进行学术交流。

主持的科研项目获省级科学技术进步奖一等奖1项、二等奖3项、三等奖3项，获广西医药卫生适宜技术推广奖一等奖3项，获市级特殊贡献奖1项、一等奖5项。发表医学论文190多篇，其中SCI论文6篇、中华系列论文30多篇。申请和拥有3D打印相关专利12项。

擅长脊柱、关节、创伤骨科和手外显微科疑难复杂疾病的诊治，在使用数字化医学技术及3D打印辅助治疗拇手指的缺损、创伤骨折、脊柱、骨肿瘤等方面具有非常丰富的经验和较深的造诣，是国内极具影响力的骨科专家。



赵劲民 博士生导师

广西医科大学校长；

广西医科大学第一附属医院创
伤骨科手外科教授、主任医师；

享受国务院特殊津贴专家

赵劲民教授为中国医师协会骨科医师分会副会长，广西医学会骨科学分会主任委员，中国医师协会住院医师规范化培训骨科专业委员会副主任委员，中国康复医学会修复重建外科专业委员会常委，亚太重建显微外科联盟中国部副主席，《中华显微外科杂志》编委会顾问，《中华骨与关节外科杂志》常务编委。荣获广西“八桂学者”、全国先进工作者、全国优秀教育工作者、全国优秀科技工作者、全国优秀院长、广西优秀专家等荣誉称号。

从事创伤骨科应用基础研究和临床诊疗工作多年，临床经验丰富。在显微外科技术基础研究及临床应用、周围神经损伤及臂丛神经损伤诊疗方面有很深的造诣。2000年成功完成了广西首例双手8指完全离断断指再植术，再植8指全部成活。2014年成立广西再生医学中心及广西再生医学重点实验室，成功举办全国再生医学博士后论坛。2015年，被中华医学会显微外科学分会授予“中国显微外科杰出贡献奖”。



黄文华 博士生导师

南方医科大学基础医学院院长、教授；
南方医科大学解剖国家重点学科学术带头人；
南方医科大学医学3D打印研究所所长；
首届“中国青年解剖科学家奖”获得者

黄文华教授，现任中国断层影像解剖学专业委员会副主任委员，中国临床解剖学专业委员会副主任委员，广东省解剖学学会常务理事，中华医学会显微外科分会委员，中国康复医学会修复重建外科专业委员会委员，中华医学会医学工程分会数字骨科学副组长，广东省3D产业创新联盟副理事长，《中国临床解剖学杂志》《中华显微外科杂志》编委。

师从钟世镇院士，主要从事临床应用解剖学、数字医学、3D打印医学应用等的研究。主持和参与国家自然科学基金重大科研仪器研制项目、国家“863”计划和其他省、市级课题40余项。致力解剖学基础研究及临床转化应用，完成的3D打印骨、关节等临床转化成果，均取得重大进展。曾获国家科学技术进步奖二等奖1项、广东省科学技术进步奖一等奖1项、广西壮族自治区科学技术进步奖一等奖1项、中华医学科学技术进步奖三等奖1项、广西医药卫生适宜技术推广奖一等奖2项。在国内外刊物发表科研论文200余篇，其中SCI收录40余篇，授权专利3项。

序 一

“君子之交淡如水”，我与谭海涛院长相识多年，属忘年之交。很早以前，我就知道谭海涛院长的学术团队，要在3D打印技术临床应用方面撰写专著，并约我作序。近日，我收到《3D骨科学》专著的定稿，经过跑马观花式的浏览，欣喜地体验了“不到园林，怎知春色如许”的心境。在涉及骨科创伤、手指再造、关节、脊椎、骨肿瘤、小儿骨科、医疗支具甚至医学影像学等领域，到处都呈现出“活水源流随处满，东风花柳逐时新”的景象。

我一直推崇转化医学的理念，做一些能够将成果转化为临床应用的基础研究。早些年所做的临床解剖、数字医学等研究，很荣幸能与谭海涛院长就3D打印等方面的课题进行交流切磋，看到转化医学理念在这里开花结果，收获丰硕，让我品尝到“万点落花舟一叶，载将春色到江南”的韵味。

“前人栽树，后人乘凉”，专著的出版将为众多的骨科同道提供学习的榜样，希望专著的编委们“战战兢兢，如临深渊，如履薄冰”，虚心学习，再接再厉，争取出版《3D骨科学》第二版、第三版……“繁花似锦，果实累累”，为同道、为患者带来福音。

欣为之序！

中国工程院院士

傅世慎

2016年9月23日

序 二

收到谭海涛教授与赵劲民教授的诚挚邀请，希望能为《3D骨科学》这本专著作序，我深感荣幸。

由于生命科学能为世界各国的经济发展和人民生活质量的提高提供广阔的空间，尤其是进入21世纪后，世界各国争相将生命科学、医学的研究与应用列为战略优先领域，两者本就相辅相成，而3D打印技术的迅猛发展更是为两者的交叉互融注入了无限的活力。我与谭海涛教授相识于美国，两人一见如故，经常就生物力学与医学3D打印如何应用于临床进行探讨和交流。

很早以前就听闻谭海涛教授及其团队已将3D打印技术应用于临床，并且经过多年的努力，成绩斐然，现将其成果和经验书写成专著，与大家分享。细细品读《3D骨科学》，你会发现它包含了3D打印技术的历史起源、现在的状况、未来的发展趋势，叙述详尽夯实。尤其是在骨科的临床应用中，一个个独创的数字化设计、准确的模型以及非常具有代表性的典型案例，无不彰显编者们的匠心独运。

对他们将3D打印技术在骨科中应用得如此广泛并且技术成熟，我深表钦佩。为避免“巧妇难为无米之炊”，谭海涛教授的团队为收集更多的相关资料从而提高此专著的编写质量，他们曾前往国内西安、上海、南京等多地参加3D打印学术会议，甚至不远万里到德国、法国、比利时等国家取经，精神可嘉，勇气可嘉。期望此专著能在众多的读者中得到共鸣。

是为序。

美国哈佛大学医学院教授
麻省总医院骨科生物工程研究室主任 **李国安**
2016年9月于美国波士顿

Foreword

I must congratulate the authors on this first edition of their innovative text and their approach to pre-operative planning using three dimensional printing techniques in Orthopaedic Surgery.

The authors set out to write a text in simplified Mandarin, so as to have a broader appeal to surgeons all over China and not just limited to those surgeons in academic centers. They have succeeded by making a text that is concise and clear and the illustrations and pre-operative planning techniques are excellent.

The text demonstrates the utilization of 3D printing as an augmentative tool in planning complex reconstructive procedures. It has long been said, “When you fail to plan, you then plan to fail”. This remark although seemingly trite, holds very true when dealing with complex reconstructions of the musculoskeletal system.

The authors have introduced the concepts well by alerting readers to the evolution of 3D printing technology and its early applications in the first chapter. They have then gone on to highlight these applications in trauma and fracture surgery, all of which are well illustrated.

Pre-operative planning remains a vital, if not entirely critical component of surgical reconstruction of single or multi-digit loss. Transfers of a toe-to-hand can be challenging in most circumstances. Anatomy can be less than predictable, and the injury could have unforeseen complexity. The authors have built on work that they have previously published in peer reviewed literature and gone on to extensively outline elaborate techniques for imaging, 3D planning and printing and then execution of this reconstructive plan based on the 3D planning. This chapter represents their considerable experience in hand reconstruction, very well.

In subsequent chapters they have further included excellent techniques utilizing 3D printing techniques for skeletal reconstructions including total joint replacements, spine surgery, ankle surgery as well as tumor surgery, pediatric orthopaedic surgery and brace design.

Finally, they have included a chapter on possible problems with utilization of 3D printing techniques as well as the promise this may hold for future surgeons. These are extremely important viewpoints when one deals with any innovative and evolving technology and its applications in musculoskeletal reconstruction. One has to recognize the potential as well as limitations, and the authors have done just that.

I am convinced that this text should be part of the required reading for all surgeons who perform reconstructive surgery including micro-vascular surgery as well as deformity correction. The first edition of any textbook that introduces novel concepts, is always a challenge. The authors have clearly risen to this challenge and delivered a concise and well-thought-out approach to the role of 3D printing in Orthopaedic Surgery. I am delighted and honored to have been able to be a part of the process and can only wonder how much better they can get with future editions of this truly innovative text.

*Chaitanya S. Mudgal, MD, MS (Orth.), M.Ch (Orth.)
Associate Professor in Orthopaedic Surgery, Harvard Medical School
Massachusetts General Hospital*

注：Chaitanya S. Mudgal是美国哈佛大学医学院、麻省总医院骨科副教授。

前 言

在数字医学与3D打印之风吹遍大江南北之际，在中国工程院资深院士钟世镇的大力指导与帮助下，我们组建了科研攻关团队，积极探索如何将3D打印技术应用于临床骨科。经过多年的不懈努力，团队取得了一些成绩，获得了一些体会和经验。为了将我们的这些初浅经验与教训分享给读者，特意组织了包括中国工程院院士钟世镇及其团队、法国的Cyril Xavier Dominique教授、德国的Uwe Spetzger教授等一批来自国内外的专家和学者共同编撰了《3D骨科学》这本专著，希望能起到抛砖引玉的作用，能为骨科同行提供一些将3D打印技术应用于临床的参考实例，也为相关专业人士了解3D打印技术及其在骨科临床中的应用提供一个契机。

本书介绍3D打印技术的兴起与发展，论述在医疗方面的应用优势以及在骨科临床疾病治疗方面的具体应用，并展望未来发展的趋势。重点介绍3D打印技术在创伤骨折、拇手指再造、关节置换术、脊柱手术、足踝手术、骨肿瘤手术、小儿骨科手术及医疗支具等八大类别的具体应用，同时简略介绍了医学影像学与3D打印技术的相互融合。该书既有前瞻性技术的阐述，又有详实的案例分析，对骨科医生深入了解3D打印技术的发展与应用提供了帮助。

本书内容为初作、新作，由于编者多由临床医学工作者组成，认识程度不一，编写水平有限，加之时间紧迫，难免存在疏漏，有些内容或许还存在略微单薄、甚至存在欠成熟等不足之处，恳请广大读者批评指正，不吝赐教。

谭海涛

2016年9月23日

目录

Contents

第一章 3D打印技术的兴起与发展

第一节 概论	1
一、3D打印技术的概念与基本原理	1
二、3D打印技术的兴起	2
三、3D打印技术的发展	3
四、3D打印技术的应用领域	6
五、3D打印技术的优势	13
六、3D打印产业所面临的挑战	14
第二节 3D打印技术与数字医学工程技术	16
一、医学图像三维重建技术	16
二、计算机辅助设计技术	25
三、逆向工程技术	36
四、计算生物力学仿真技术	48
五、计算机辅助外科仿真技术	67
第三节 3D打印在骨科模型和创伤外科的应用	77
一、概述	77
二、3D打印的材料与方法	78
三、3D打印在骨科和创伤外科的应用	79
第四节 3D打印技术在医疗领域的应用	83
一、3D打印技术在医疗领域的应用优势	83
二、3D打印技术在医疗领域应用的现状	90
三、3D打印技术转化应用尚待解决的问题	98
第五节 3D打印技术在骨科健康教育的应用	100
一、概述	100
二、3D打印技术在骨科健康教育的应用	102
三、3D打印技术在骨科健康教育应用的优势	106
四、3D打印技术在骨科健康教育的展望	107

第二章 3D打印技术在创伤骨折的应用

第一节 概论	111
一、骨折治疗理念的发展：AO、BO与CO	111
二、精准化与个性化治疗的进展	112
三、3D打印技术与创伤骨折治疗的现状	112
第二节 相关应用解剖	114
一、肱骨近端应用解剖	114
二、肱骨远端应用解剖	115
三、尺桡骨应用解剖	116
四、股骨颈应用解剖	117
五、股骨粗隆应用解剖	117
六、股骨远端应用解剖	118
七、胫骨平台应用解剖	119
八、骨盆应用解剖	119
九、髌臼应用解剖	120
十、骶髂关节应用解剖	122
第三节 3D打印技术在创伤骨折应用的优势	123
第四节 3D打印技术在肱骨近端粉碎性骨折的应用	124
一、概述	124
二、术前规划与数字化设计	124
三、3D打印技术与模拟手术	127
四、手术操作	127
五、术后处理	127
六、注意事项	127
七、典型病例	128
第五节 3D打印技术在肱骨远端粉碎性骨折的应用	130
一、概述	130
二、术前规划与数字化设计	130
三、3D打印技术与模拟手术	131
四、手术操作	131
五、术后处理	132
六、注意事项	132
七、典型病例	132
第六节 3D打印技术在尺桡骨骨折的应用	134

一、概述	134
二、术前规划与数字化设计	135
三、3D打印技术与模拟手术	137
四、手术操作	140
五、术后处理	141
六、注意事项	141
七、典型病例	141
第七节 桡骨远端骨折畸形愈合3D打印截骨矫形的应用	143
一、概述	143
二、术前规划与数字化设计	143
三、3D打印技术与模拟手术	143
四、手术操作	144
五、术后处理	145
六、注意事项	145
七、典型病例	145
第八节 3D打印技术在股骨颈骨折的应用	147
一、概述	147
二、术前规划与数字化设计	148
三、3D打印技术与模拟手术	150
四、手术操作	150
五、术后处理	151
六、注意事项	151
七、典型病例	151
第九节 3D打印技术在股骨粗隆间骨折的应用	153
一、概述	153
二、术前规划与数字化设计	153
三、3D打印技术与模拟手术	154
四、手术操作	155
五、术后处理	155
六、注意事项	155
七、典型病例	156
第十节 3D打印技术在股骨远端粉碎性骨折的应用	157
一、概述	157
二、术前规划与数字化设计	157
三、3D打印技术与模拟手术	160
四、手术操作	161

五、术后处理	161
六、注意事项	161
七、典型病例	161
第十一节 3D打印技术在胫骨平台粉碎性骨折的应用	163
一、概述	163
二、术前规划与数字化设计	163
三、3D打印技术与模拟手术	166
四、手术操作	166
五、术后处理	167
六、注意事项	167
七、典型病例	167
第十二节 3D打印技术在骨盆与髋臼骨折的应用	170
一、概述	170
二、术前规划与数字化设计	170
三、3D打印技术与模拟手术	173
四、手术操作	175
五、术后处理	175
六、注意事项	176
七、典型病例	176
第十三节 3D打印技术在骶骨骨折或骶髂关节脱位的应用	178
一、概述	178
二、术前规划与数字化设计	178
三、3D打印技术与模拟手术	180
四、手术操作	181
五、术后处理	181
六、注意事项	182
七、典型病例	182

第三章 3D打印技术在拇、手指再造的应用

第一节 概论	187
第二节 相关应用解剖	188
第三节 3D打印拇、手指再造的优势	190
第四节 3D打印拇指缺损再造	192

一、概述	192
二、术前规划与数字化设计	192
三、3D打印技术与模拟手术	198
四、手术操作	199
五、术后处理	200
六、注意事项	200
七、典型病例	200
第五节 3D打印二指缺损再造	203
一、概述	203
二、术前规划与数字化设计	203
三、3D打印技术与模拟手术	203
四、手术操作	204
五、术后处理	204
六、注意事项	204
七、典型病例	205
第六节 3D打印四指缺损再造	206
一、概述	206
二、术前规划与数字化设计	206
三、3D打印技术与模拟手术	209
四、手术操作	210
五、术后处理	210
六、注意事项	210
七、典型病例	210
第七节 3D打印单手五指缺损再造	213
一、概述	213
二、术前规划与数字化设计	213
三、3D打印技术与模拟手术	214
四、手术操作	215
五、术后处理	215
六、注意事项	215
七、典型病例	216
附录 中华医学会手外科学会拇、手指再造功能评定试用标准	220

第四章 3D打印技术在关节置换术的应用

第一节 概论	222
---------------------	------------