

口腔正畸中锥形束 CT (CBCT) 应用临床指南

(美) 卡匹拉 (Kapila, S.) 著



人民军医出版社

口腔正畸中锥形束 CT (CBCT) 应用临床指南

——适应证，应用见解及创新

Cone Beam Computed Tomography
in Orthodontics: Indications, Insights,
and Innovations

原著者 Sunil D. Kapila

主 译 李 煌 白 丁

审 校 白 丁

译 者 (以姓氏笔画为序)

马巧玲	王艳民	王铁梅	艾冬青	白 丁
刘 超	江凌勇	许 跃	许艳华	李 煌
李佳岭	杨振宇	吴拓江	陈 嵩	林梓桐
季 骏	赵 宁	赵 青	赵计林	闻 娟
曹 阳	韩方凯	韩向龙	谢晓秋	薛超然



人民軍醫出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

口腔正畸中锥形束 CT (CBCT) 应用临床指南 / (美) 卡匹拉 (Kapila, S.) 原著 ; 李煌, 白丁译. --
北京 : 人民军医出版社, 2015.11
ISBN 978-7-5091-8873-6

I. ①口… II. ①卡… ②李… ③白… III. ①口腔颌面部疾病—计算机 X 线扫描体层摄影—诊断学—指南 IV. ① R816.98-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 252126 号

Title: Cone Beam Computed Tomography in Orthodontics: indications, insights, and innovations, by Sunil Kapila, ISBN: 978-1-1184-4848-9

Copyright © 2014 by John Wiley & Sons, Inc.

All Rights Reserved. This translation published under license. Authorized translation from the English language edition, Published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder.

图书引进号: 图字 - 军 -2015-186

策划编辑: 杨 淮 文字编辑: 韩 志 责任审读: 郁 静
出版发行: 人民军医出版社 经 销: 新华书店
通信地址: 北京市 100036 信箱 188 分箱 邮 编: 100036
质量反馈电话: (010) 51927290; (010) 51927283
邮购电话: (010) 51927252
策划编辑电话: (010) 51927300-8027
网址: www.pmmp.com.cn

印、装: 三河市春园印刷有限公司
开本: 889 mm × 1194 mm 1/16
印张: 26.5 字数: 772 千字
版、印次: 2015 年 11 月第 1 版第 1 次印刷
印数: 0001-1800
定价: 288.00 元

版权所有 侵权必究
购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

译者名单

主 译

李 煌（南京大学医学院附属口腔医院）

白 丁（四川大学华西口腔医学院）

审 校

白 丁（四川大学华西口腔医学院）

译 者（以姓氏笔画为序）

马巧玲（南京大学医学院附属口腔医院）

王艳民（四川大学华西口腔医学院）

王铁梅（南京大学医学院附属口腔医院）

艾冬青（重庆医科大学口腔医学院）

白 丁（四川大学华西口腔医学院）

刘 超（南京大学医学院附属口腔医院）

江凌勇（上海交通大学附属第九人民医院）

许 跃（中山大学附属口腔医院）

许艳华（昆明医科大学附属口腔医院）

李 煌（南京大学医学院附属口腔医院）

李佳岭（南京大学医学院附属口腔医院）

杨振宇（南京大学医学院附属口腔医院）

吴拓江（昆明蓝橙齿科）

陈 嵩（四川大学华西口腔医学院）

林梓桐（南京大学医学院附属口腔医院）

季 骏（南京大学医学院附属口腔医院）

赵 宁（上海交通大学附属第九人民医院）

赵 青（四川大学华西口腔医学院）

赵计林（南京大学医学院附属口腔医院）

闻 娟（南京大学医学院附属口腔医院）

曹 阳（中山大学附属口腔医院）

韩方凯（南京大学医学院附属口腔医院）

韩向龙（四川大学华西口腔医学院）

谢晓秋（南京大学医学院附属口腔医院）

薛超然（四川大学华西口腔医学院）

编著者名单

Abeer AlHadidi, DDS, MS, Dipl ABOMR
Assistant Professor
Faculty of Dentistry
University of Jordan
Amman, Jordan

Christos Angelopoulos, DDS, MS
Adjunct Professor
Oral and Maxillofacial Imaging
Columbia University
College of Dental Medicine
New York City, New York

Rajiv Balachandran, BDS, MDS
Senior Resident
Division of Orthodontics and Dentofacial
Deformities
Centre for Dental Education and Research
All India Institute of Medical Sciences
New Delhi, India

Sebastian Baumgaertel, DMD, MSD, FRDC(C)
Clinical Associate Professor
Department of Orthodontics
School of Dental Medicine
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio

Erika Benavides, DDS, PhD
Clinical Assistant Professor
Department of Periodontics and Oral Medicine
Division of Pathology, Medicine and Radiology
School of Dentistry
The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

Sharon L. Brooks, DDS, MS
Professor Emerita
School of Dentistry
The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

Paolo M. Cattaneo, MSc, PhD
Associate Professor
Orthodontics
Department of Dentistry
Aarhus University
Denmark

Lucia H.S. Cevidanes, DDS, MS, PhD
Assistant Professor
Department of Orthodontics and Pediatric
Dentistry
School of Dentistry
The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

R. Scott Conley, DMD
Robert W. Browne Endowed Professor of
Dentistry
Clinical Associate Professor & Graduate Clinic
Director
Department of Orthodontics and Pediatric
Dentistry
School of Dentistry
The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

Michel Dalstra, MSc, PhD
Associate Professor
Orthodontics
Department of Dentistry
Aarhus University
Aarhus, Denmark

Paul C. Edwards, MSc, DDS, FRCD(C)
Professor
Department of Oral Pathology, Medicine and Radiology
School of Dentistry
Indiana University
Indianapolis, Indiana

Sean P. Edwards, DDS, MD, FRCD(C)
Clinical Associate Professor of Dentistry
Chief, Pediatric Oral and Maxillofacial Surgery
CS Mott Children's Hospital
Residency Program Director
Section of Oral and Maxillofacial Surgery
Department of Surgery
The University of Michigan Medical Center
Ann Arbor, Michigan

Carla A. Evans, DDS, DMSc
Professor and Department Head
Department of Orthodontics
College of Dentistry
University of Illinois at Chicago
Chicago, Illinois

Carlos Flores-Mir, DDS, MSc, DSc, FRCD(C)
Associate Professor and Head
Division of Orthodontics
University of Alberta
Alberta, Canada

Bernard Friedland, BChD, MSc, JD
Director, Predoctoral Program in Oral Radiology
Assistant Professor of Oral Medicine, Infection, and Immunity
Harvard School of Dental Medicine
Boston, Massachusetts

Anna-Kari Hajati, DDS, PhD
Private Practitioner
Stockholm, Sweden

Mark G. Hans, DDS, MSD
Chair, Department of Orthodontics
School of Dental Medicine
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio

Bruce S. Haskell, DMD, MA, PhD
Clinical Professor of Orthodontics
University of Louisville
Louisville, Kentucky

Laura Iwasaki, DDS, MSc, PhD
Associate Professor and Leo A. Rogers Chair
Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
University of Missouri—Kansas City
Kansas City, Missouri

Bin Jiang, MD
Associate Professor
Department of Radiology
Beijing Tongren Hospital
Capital Medical University
Beijing, China

Devasenathipathy Kandasamy, MD, DNB, FRCR
Assistant Professor
Department of Radiodiagnosis
All India Institute of Medical Sciences
New Delhi, India

Sunil D. Kapila, BDS, MS, PhD
Robert W. Browne Endowed Professor and Chair
Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry
Graduate Orthodontics Program Director
School of Dentistry
The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

Om P. Kharbanda, BDS, MDS, M Orth RCS, M MEd, FDS RCS Hon
Professor and Head
Division of Orthodontics and Dentofacial Deformities
Centre for Dental Education and Research
All India Institute of Medical Sciences
New Delhi, India

Yoon-Ji R. Kim, DDS, MSD, PhD
Clinical Instructor
Department of Orthodontics
Kangdong Sacred Heart Hospital
Hallym University Medical Center
Seoul, Korea

Leonardo Koerich de Paula, MS, DDS
Department of Orthodontics
Federal University of Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brazil

John B. Ludlow, DDS, MS
Professor of Oral and Maxillofacial Radiology
North Carolina Oral Health Institute
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

Birte Melsen, DDS, Certified Specialist in Orthodontics, Dr. Ordont.
Emeritus Professor
Department of Orthodontics
Aarhus University
Aarhus, Denmark

Aaron D. Molen, DDS, MS
Lecturer
Section of Orthodontics
Division of Associated Clinical Specialties
University of California, Los Angeles
School of Dentistry
Los Angeles, California
Private Practice
Auburn, Washington

Jeanne M. Nervina, DMD, PhD
Adjunct Assistant Professor
Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry
School of Dentistry
The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

Tung Nguyen, DMD, MS
Assistant Professor
Department of Orthodontics
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

Jeffrey C. Nickel, DMD, MSc, PhD, MRCD (C), Dipl ABO
Associate Professor and Director
Advanced Education Program in Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Department of Oral Biology
School of Dentistry
University of Missouri—Kansas City
Kansas City, Missouri

Snehlata Oberoi, DDS, MDS
Associate Professor of Clinical Orofacial Sciences
Center for Craniofacial Anomalies
University of California, San Francisco
San Francisco, California

Juan Martin Palomo, DDS, MSD
Associate Professor and Program Director
Department of Orthodontics
Director, Craniofacial Imaging Center
School of Dental Medicine
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio

Beatriz Paniagua, PhD
Research Assistant Professor
Psychiatry
University of North Carolina at Chapel Hill
Chapel Hill, North Carolina

Yang-Ho Park, DDS, MSD, PhD
Professor
Department of Orthodontics
Kangdong Sacred Heart Hospital
Hallym University Medical Center
Seoul, Korea

William C. Scarfe, BDS, FRACDS, MS
Professor
Oral and Maxillofacial Radiology
University of Louisville School of Dentistry
Louisville, Kentucky

Kirt E. Simmons, DDS, PhD
Director, Craniofacial and Special Needs Orthodontics
Arkansas Children's Hospital
University of Arkansas for Medical Sciences
Little Rock, Arkansas

Manish Valiathan, DDS, MSD
Associate Professor,
Department of Orthodontics
Director, Surgical and Craniofacial Fellowship Program
School of Dental Medicine
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio

Michael W. Vannier, MD
Professor
Department of Radiology
University of Chicago
Chicago, Illinois

Karin Vargervik, DDS
Larry L. Hillblom Distinguished Professor in Craniofacial Anomalies
Director, UCSF Center for Craniofacial Anomalies
University of California, San Francisco
San Francisco, California

Neeraj Wadhawan, BDS, MDS
Senior Research Officer
Department of Orthodontics and Dentofacial Deformities
Centre for Dental Education and Research
All India Institute of Medical Sciences
New Delhi, India

献 辞

献给我的太太 Yvonne 和我的孩子 Anjuli、Sahil、Simran，感谢他们对我无条件的爱和支持；
献给我的父亲 Dharam Inder 和继母 Ved Kumari，感谢他们抚养我长大并作出很大的牺牲。

内容提要

锥形束 CT (CBCT) 由于其辐射量小, 显影清晰、直观, 已经在口腔临床中广泛应用, 本书作者为世界知名口腔正畸专家, 他根据多年的临床治疗经验编写而成本书, 主要内容包括 CBCT 的技术分析和技术改进、CBCT 影像在口腔正畸中的应用原理和标准规范、CBCT 在口腔正畸诊断及治疗方案制定中的作用、CBCT 在口腔正畸中的临床应用和疗效评估等内容。全书采用深入浅出的形式, 并配以大量影像图片和临床病例, 以方便读者的理解。本书适用于口腔正畸医生、口腔全科医生的学习、参考之用。

致 谢

本书要感谢所有人的共同努力，没有他们的无私奉献就没有此书的诞生。在这些编者中，我要特别感谢以下人员：Kris De Koster 女士为本书各章节的排版和图表编辑付出了大量的心血，确保了本书高质量的出版；Michael Rudolph 医生为视频的编辑设计付出了大量心血；以及所有 Moyers 论坛及论坛前邀请的在 CBCT 领域有杰出贡献的作者和发言者。正是大家的共同努力，我们才为口腔正畸医生和其他口腔临床医生奉献了这本无价的珍贵书籍，希望医生可以通过 CBCT 技术来提高临床治疗效果，并致力于新的研究领域的开拓。我

还要感谢在 Moyers 论坛及论坛前的主持和筹备人——Lucia Cevidances 医生，Scott Conley 医生，Nan Hatch 医生，James McNamara Jr. 医生，Jeanne Nervina 医生，William Scarfe 医生，以及 Kirt Simmons 医生，正是他们促成了这次高效率会议的圆满举行；我也要感谢 Allan Farman 医生在组织第 39 届 Moyers 论坛方面付出的辛勤努力。最后，我要真诚地感谢为本书出版所付出艰辛劳动和辛勤汗水的所有同道，正是他们的无私奉献才使此书得以顺利完成！

S. D. K.

中文版序

口腔正畸学的发展有赖于现代医学科学的进步,而医学影像学技术的进展一直是推动正畸诊断、计划、预测、评估的重要载体。

近年来,锥形束 CT (CBCT) 技术不仅在我国各口腔教学医院,而且在很多基层医院口腔科及口腔私人诊所被引进和推广,并日益成为口腔医学诊断、治疗方案制定中的重要手段。如何在口腔正畸中正确认识、使用、评价这一新的技术方法,是我国临床正畸医生们仍渴求了解、尚待掌握熟悉的一项新技术知识。

我很惊叹在这么短的时间内,一群朝气蓬勃的中青年正畸学者们能将一部目前很实用、流行的由密歇根大学 Sunil D. Kapila 教授主编的《口腔正畸中锥形束 CT (CBCT) 应用临床指南》(Cone Beam Computed Tomography in Orthodontics: Indications, Insights, and Innovations) 及时引入我国并翻译出版。这显示我国新一代年轻正畸学者们的敏锐眼力、工作速率,以及紧跟世界先进技术的能力和水平。

可以说,本书是一部对正畸临床医生很实用的锥形束 CT 影像学新技术的应用指南。该书从 CBCT 基础原理到临床应用,层层深入,循序渐进地进行了介绍,不仅能让读者简明了解 CBCT 的原理、功能和技术方法,也能让其了解在口腔正畸临床及科研中 CBCT 的选择标准、适应证以及应用规范。同时,通过对口腔正畸中十分常见且诊断困难的疾病:如阻生牙、不对称畸形、临时支抗装置植入、颌骨牵引、正颌模拟等 CBCT 的诊断、临床应用及疗效进行了应用举例分析和评估,汇集

了近期 CBCT 的技术发展和研究应用成果。该书文字简洁、图文并茂、易学易懂,可为指导口腔正畸医生的临床和研究提供参考借鉴。

当代,随着信息化和数字化技术快速发展,掌上阅读的“电子书籍”十分流行。但我一直认为,作为专业学习一本可反复研读、溢满着纸香的书藉,仍是我和广大读者们的最爱。特别是专业参考书,它会伴你随时翻阅、对照、查找、思索、批注和保存记忆……,会让你爱不择卷,终身受益。

“他山之石,可以攻玉”。当然,锥形束 CT 作为一种新技术方法,至今仍是一门尚待消化、深入理解和不断开发的技术,特别是其在口腔正畸诊治的应用中:如仪器的人性化、计测误差的缩小、性价比的合理化、图像的拼接、诊断分析软件的编写等,仍待不断改进和完善。我相信,随着 CBCT 在我国的应用和普及,有关 CBCT 的报道、研究和创新的文献也会更多地出现在国内、国际的刊物及会议上。“抛砖引玉”我想这也应是本书翻译者们引进出版此书的初衷和宗旨。

感谢南京大学口腔医学院李煌博士邀我为本书作序。作为一位老的正畸工作者,谨为本书的翻译和付梓出版表示由衷地祝福,并对翻译者们的辛勤工作深致谢意。

任重而道远,让我们为我国口腔正畸明天的辉煌发展,互勉共进。

陈扬熙

谨识于川大华西 天竺苑

2015 年 9 月 9 日

译者前言

本人有幸于 2011 年在美国密西根大学作访问学者一年，师从于 Sunil D. Kapila 教授，并深感于密歇根大学浓厚的正畸学术氛围和一流的正畸医生培养体系。密歇根大学的正畸科主任 Sunil D. Kapila 教授一直致力于 CBCT 技术在口腔正畸临床中的应用研究，在该领域享有很高的盛誉。该书邀请了相关领域的权威人士从临床实用的角度介绍了 CBCT 在口腔正畸临床的应用，对于口腔正畸临床有很高的指导价值。该书于 2014 年 12 月在美国正式出版。

本书的中文翻译主要是由南京大学口腔医学院和四川大学华西口腔医学院，以及毕业于四川大学华西口腔医学院的国内知名口腔院校的中青年博士

共同完成。本书绝大部分的译者都有一年以上的国外留学经历，并具有在口腔正畸临床十年以上的工作经验，他们辛勤耕耘，共同完成了这本高质量的中文译著，感谢南京大学口腔正畸学专业研究生杜静等同学的仔细校对，但由于时间所限，书中纰漏之处还请读者指正。感谢四川大学华西口腔医学院白丁教授对本书的认真审校，感谢所有为本书翻译、出版付出艰辛劳动和辛勤汗水的同道，相信大家的努力能为中国口腔正畸学的蓬勃发展添砖加瓦！

李 煌

于南京

2015 年 9 月 10 日

前言

锥形束 CT (cone beam computered tomography, CBCT) 进入口腔医学领域虽然仅有十多年的时间,但却经历了前所未有的快速发展,尤其是其在口腔正畸学领域的渗透及应用。近年来,CBCT 的应用日益普及,其在口腔正畸领域也不断向前发展,但对于需要好好利用这种技术来治疗患者的临床医生而言,目前仍然缺乏一致的、全面的、客观的专业知识。此外,如何规范地使用 CBCT,如何选择合适的临床适应证,以及如何从 CBCT 影像中提取有用的临床资料,至今为止还没有完全清楚的认识。本书提供了关于 CBCT 在口腔正畸中应用的最新、最客观、最先进的信息,即如何从这些影像中获取对临床有用的信息,如何通过这些信息来促进口腔正畸的创新。因此,本书是一本关于 CBCT 在口腔正畸中应用的最权威和最新的教科书。

本书从不同的方面介绍了 CBCT 在口腔正畸中的应用,并通过不同的主题阐述了这一快速发展的领域,构建了合理的知识库。

第一部分主要从技术分析和技术改进方面介绍了关于 CBCT 技术的基础知识,辐射暴露及风险,从 2D 到 3D 影像的转换,以及计算机 X 线断层的新技术和未来创新。

第二部分介绍了 CBCT 在口腔正畸中的应用原理和标准规范,主要是提供了以循证医学为基础的 CBCT 选用标准,专业人士对 CBCT 在医学—法学上的考量,以及该技术在口腔正畸临床中的应用规范和有效整合。

第三部分介绍了 CBCT 在口腔正畸诊断和治疗方案制定中的重要作用,包括如何解读 CBCT 扫描图像,辨认出偶然发现及病理情况,以及 CBCT 在评估颞下颌关节、上气道及牙槽骨边界状

况中的相关发现和应用。

第四部分涵盖了 CBCT 在临床上的实际应用情况,包括它在牙根位置和形态,阻生牙和异位牙,快速扩弓,骨支抗行上颌前牵引,临时支抗装置,虚拟外科手术计划和治疗结果,面部不对称畸形,以及颅颌面畸形中的应用。

在本书中,CBCT 的应用范围明显地偏向于对诊断、治疗方法、生物力学设计的创新或精细化,同时也包括了对治疗结果的评估,以及在新的研究领域中的发现。实际上,CBCT 技术的未来创新,以及临床医生从 CBCT 影像数据中提取并获得重要信息能力的提升,将进一步导致治疗结果的优化和 CBCT 适用范围的扩大。

在本书中,许多作者做出了重要贡献,他们都是 CBCT 和 3D 影像领域中的权威专业人士,其中还有一些具有口腔正畸方面专长的专家。本书作者包括口腔颌面放射影像医生、口腔正畸医生、临床医疗放射影像医生、工程师、口腔颌面外科医生、口腔病理科医生等。除了邀请这些相关领域的专家外,本书还包含了在第 38 届 Moyers 论坛和第 38 届国际颅颌面外科研究会议上专业人士的发言。我相信读者阅读本书后会发现,这本书为 CBCT 在口腔正畸中的应用提供了极其宝贵的资料。

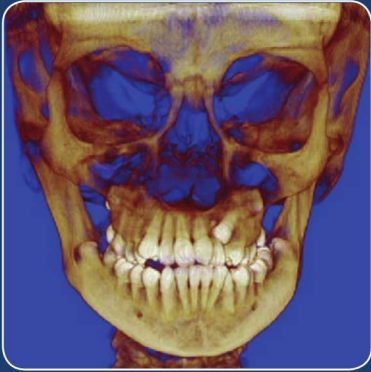
Sunil D. Kapila, BDS, MS, PhD

Robert W. Browne Endowed Professor and Chair
Department of Orthodontics
and Pediatric Dentistry
Graduate Orthodontics Program Director
School of Dentistry
The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

目 录

第一部分 锥形束 CT (CBCT) 的技术分析和技术改进	1
第 1 章 锥形束 CT 在现代口腔正畸中的应用	3
第 2 章 不同锥形束 CT 机的功能与技术特点	35
第 3 章 锥形束 CT 在口腔正畸领域中的应用：辐射风险	55
第 4 章 口腔正畸临床与科研中 2D 放射影像向 3D 转换的合理依据	66
第 5 章 锥形束 CT 和 3D 成像在口腔正畸学中的未来展望	83
第二部分 锥形束 CT 影像在口腔正畸中的应用原理和标准规范	91
第 6 章 循证医学为基础的锥形束 CT 的选用标准及其在口腔正畸学中的发展	93
第 7 章 锥形束 CT 检查的适应证：医学 – 法学之考量	101
第 8 章 锥形束 CT 在口腔正畸治疗中的应用规范	109
第三部分 锥形束 CT 在口腔正畸诊断及治疗方案制定中的作用	131
第 9 章 如何解读锥形束 CT 扫描图像	133
第 10 章 锥形束 CT 检查中的偶然发现及其临床意义	148
第 11 章 三维正畸诊断和治疗方案的制定	175
第 12 章 颞下颌关节三维影像在颞下颌关节紊乱综合征、颞下颌关节功能分析及 口腔正畸疗效评估中的应用	197
第 13 章 锥形束 CT 在上气道解剖特征及呼吸暂停综合征患者上气道改变研究中的应用	219
第 14 章 牙槽骨边界状况在口腔正畸诊断和治疗方案中的意义	233
第四部分 锥形束 CT 在口腔正畸中的临床应用和疗效评估	253
第 15 章 锥形束 CT 在评估牙根位置和形态中的作用	255
第 16 章 3D 影像对阻生牙及异位牙的辅助诊断和治疗	281

第 17 章	锥形束 CT 在上颌横向发育不足及疗效评估中的应用	308
第 18 章	锥形束 CT 成像辅助临时支抗装置的计划制定和植入	330
第 19 章	骨支抗上颌前牵引诊疗计划及治疗效果的三维分析	342
第 20 章	锥形束 CT 在正颌外科治疗计划中的应用	350
第 21 章	面部不对称畸形的 3D 诊断和设计	363
第 22 章	正颌外科疗效的 3D 分析评估	370
第 23 章	3D 成像技术在颅颌面畸形的诊断和治疗方案制定中的应用	386



第一部分

锥形束 CT (CBCT) 的技术分析和技术改进

