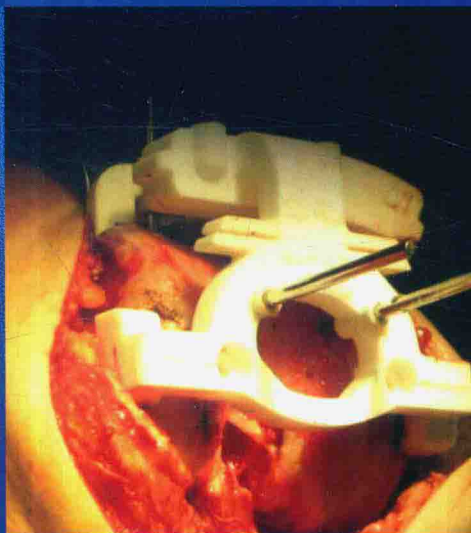


主编 Rolf Haaker,
Werner Konerman

主译 陆 声 徐永清

主审 裴国献 王成焘



计算机与 3D 打印导板 辅助骨科手术

**Computer and
Template Assisted
Orthopedic
Surgery**

人民卫生出版社

计算机与 3D 打印导板 辅助骨科手术

**Computer and Template Assisted
Orthopedic Surgery**

主 编 Rolf Haaker, Werner Konerman

主 译 陆 声 徐永清

主 审 裴国献 王成焄

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机与 3D 打印导板辅助骨科手术 / (德) 罗尔佛 · 哈克 (Rolf Haaker) 主编 ; 陆声, 徐永清主译 . — 北京 : 人民卫生出版社, 2016

ISBN 978-7-117-23886-1

I. ①计… II. ①罗… ②陆… ③徐… III. ①骨科学 - 外科手术 - 计算机辅助技术②立体印刷 - 印刷术 - 应用 - 骨科学 - 外科手术 IV. ①R68-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 008483 号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

计算机与 3D 打印导板辅助骨科手术

主 译: 陆 声 徐永清

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 710 × 1000 1/16 印张: 11

字 数: 209 千字

版 次: 2017 年 3 月第 1 版 2017 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-23886-1/R · 23887

定 价: 89.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

计算机与 3D 打印导板 辅助骨科手术

**Computer and Template Assisted
Orthopedic Surgery**

主 编 Rolf Haaker, Werner Konerman

主 译 陆 声 徐永清

主 审 裴国献 王成焘

副主译 陆 维 何 飞

译 者 马建兵 肖 骏 孙 立

刘 铖 苏踊跃 王 龙

马金星 陈家瑜 崔 轶

人民卫生出版社

敬告

本书的作者、译者及出版者已尽力使书中的知识符合出版当时普遍接受的标准。但医学在不断地发展,随着科学研究的不断探索,各种诊断分析程序和临床治疗方案以及药物使用方法都在不断更新。强烈建议读者在使用本书涉及的诊疗仪器或药物时,认真研读使用说明,尤其对于新的产品更应如此。出版者拒绝对因参照本书任何内容而直接或间接导致事故与损失负责。

需要特别声明的是,本书中提及的一些产品名称(包括注册的专利产品)仅仅是叙述的需要,并不代表作者推荐或倾向于使用这些产品;而对于那些未提及的产品,也仅仅是因为限于篇幅不能一一列举。

本着忠实于原著的精神,译者在翻译时尽量不对原著内容做删节。然而由于著者所在国与我国的国情不同,因此一些问题的处理原则与方法,尤其是涉及宗教信仰、民族政策、伦理道德或法律法规时,仅供读者了解,不能作为法律依据。读者在遇到实际问题时应根据国内相关法律法规和医疗标准进行适当处理。

Translation from the English language edition: Computer and Template Assisted Orthopedic Surgery, by Rolf Haaker, Werner Konerman. Copyright ©2013 Springer Medizin Springer Medizin is a part of Springer Science+Business Media All Rights Reserved.

计算机与 3D 打印导板辅助骨科手术

陆声 徐永清 主译

中文版版权归人民卫生出版社所有。

序

“灵心胜造物，妙手夺天工”，精准、微创手术，是外科医生追求的目标，只有操作精准了，才能获得更小的创伤。但是，仅凭单纯的肉眼与透视相结合和手工操作，很难达到要求，一旦出现失误，将给患者带来难以挽回的损失。

“工欲善其事，必先利其器”，20 世纪 90 年代末期，国外便有学者试图通过计算机辅助及个性化导板技术进行术前规划、术中导航，来提高手术的准确性。随着影像学技术、数字化技术、3D 打印技术的发展，计算机辅助骨科手术的发展日行千里，必将成为骨科诊疗的常规手段。

“东风露消息，万物有精神”，值得额手称庆的是，我国在 21 世纪初期，有部分学者同期与国外开展了计算机辅助骨科手术的研究工作，并在部分工作中处于领先的地位。计算机辅助及 3D 打印技术在骨科的应用日新月异，而其中 3D 打印的个性化导板技术，是 3D 打印技术在骨科应用的典型代表。解放军昆明总医院陆声教授等学者最早在国内开展了该类研究，并成功用于临床，获得了较好的临床效果。

“操千曲而后晓声，观千剑而后识器”，陆声教授和徐永清教授主译的《计算机与 3D 打印导板辅助骨科手术》一书，作为国内第一部 CAOS 译著，体现了“他山之石，可以攻玉”，兼听可以助明，旨在介绍和推广计算机与 3D 打印导板辅助骨科手术，推动数字化技术在骨科的应用，是一本非常好的数字骨科参考资料。“万点落花舟一叶，载将春色到江南”，相信该书的出版，将会对我国数字骨科发展起到积极的作用。

中国工程院资深院士
南方医科大学教授

鍾世镇

2016 年 12 月

前言

人们对计算辅助骨科手术(CAOS)领域的持续关注和兴趣,促使我们在此学科前面两本书(最近一本由 J.B. Stiehl、A.M. DiGioia 和我们在 2007 年共同编写)的基础上推出了第三本书。

从 2001 年第一本所提出的方法到今天利用个性化截骨装置完成下肢轴线恢复和内植物放置,新的技术已经使 CAOS 形成了一个完整的闭环,正如 Protheine 和他的同事们在 2001 年的第一本书中所描述的一样。这正是我们推出本书的一个重要原因。

本书综合了前面两本书的内容。一方面,它描述了在快速恢复协议(rapid recovery protocol)下,利用 CT 和 MRI 图像在院外制备个性化的截骨导板和植入物。另一方面,我们介绍了导航技术的进展,这方面系统的成熟化,让手术变得更加精确和便捷。

最后,我们简要介绍了手术室中运用三维 X 线透视系统在创伤领域应用的几个案例,其中包括单独使用及与个性化截骨导板或植入物组合使用的例子。另外还有一章描述现代机器人在骨科手术中的应用前景。

最后四章特别展示了计算机应用技术的演变,它将在接下来的几十年改变我们的手术方式。这一切都是为了同样的目的:在改善内植物位置的同时保留软组织,以便获得更佳临床治疗效果及更长的内植物使用寿命。我们希望读者在享受本书阅读乐趣的同时,了解这些技术的基础和应用现状。

主编

Prof. Dr. Rolf G. Haaker

Prof. Dr. Werner Konermann

主译简介



陆声,教授、主任医师、博士研究生导师;解放军昆明总医院附属骨科医院、全军创伤骨科研究所副主任;兼任中华医学会数字医学分会委员,中华医学会医学工程分会数字骨科学组委员,中华医学会骨科分会青年委员,中华医学会骨科分会关节学组关节炎工作组委员,中国康复医学会骨与关节及风湿病委员会委员,云南省医学会数字医学分会主任委员,云南省医学会骨科分会委员,解放军骨科专业委员会创伤骨科分会委员,《中华创伤杂志·英文版》和《实用骨科杂志》编委,《中华创伤骨科杂志》和《中国骨与关节杂志》通讯编委。

2005年开始从事数字化技术在临床应用的研究,考虑用计算机辅助3D打印技术寻找另一种骨科导航的新方法,研究获得了很好的临床效果,最早将计算机辅助3D打印导板技术用于骨科手术;其中导航模板在颈椎椎弓根手术的应用获得了2010年比利时Mimics创新一等奖,该奖项授予3D医学图像处理及应用领域做出创新性研究的学者,是国内第一位获得该奖项的骨科医师。并将个体化定制3D打印导航模板拓展应用于髌膝关节置换、股骨头表面置换、骨盆截骨、四肢畸形矫正手术。

第一作者及通信作者发表论文80余篇,其中SCI收录9篇;副主编专著3本,参加编写专著6本(其中国外专著1本);申请国家发明专利10项,其中5项已授权;获比利时Mimics创新一等奖1项、云南省科技进步一等奖2项、云南省科技进步二等奖3项;中华医学科技奖二等奖1项;军队医疗成果二等奖1项;云南省中青年学术技术带头人,成都军区卫生杰出人才。

主译简介



徐永清,教授、主任医师、博士研究生导师。成都军区昆明总医院全军创伤骨科研究所所长,专业技术三级、专业技术少将,享受国务院特殊津贴专家。擅长创伤骨科以及股骨头坏死、无菌性月骨坏死等疑难病症。兼任国际显微外科修复重建委员会委员,SICOT 中国分会创伤委员会常委,中华医学会显微外科学会副主任委员,中华医学会手外科学会常委,中国医师协会骨科分会常委,中国康复医学会修复重建委员会候任主任委员,全军显微外科学会主任委员,全军骨科学会创伤骨科分会主任委员,云南省医学会骨科分会第七届、第八届主任委员,云南省医学会创伤学分会主任委员,成都军区骨科专业委员会主任委员,中国解剖学会临床解剖学分会副主任委员;《中华显微外科杂志》《中华创伤骨科杂志》等 8 本杂志副主编与常务编委。主持国家自然科学基金 3 项,全军重大课题及面上课题 4 项、云南省重点课题 5 项。在 SCI 源和国内统计源杂志发表学术论文 300 余篇,主编和参编专著 27 部,获国家和省部级一等奖以上成果奖 5 项,二等奖 10 项。获发明专利 7 项,实用新型专利 25 项。

编者名录

Ahmed, Gaffar, MD

Department of Orthopedic Surgery
University Clinic of Giessen and Marburg
Klinikstr. 33
35392 Gießen

Anderl, Werner, Dr.

Barmherzige Schwestern Hospital
Stumpergasse 13
1060 Vienna

Bäthis, Holger, PD Dr.

Department of Orthopedics, Trauma Surgery, and
Sports Medicine
Cologne-Merheim Clinic
Ostmerheimer Str. 200
51109 Cologne

Blessing, Recha

University Medical Center
Johannes Gutenberg University of Mainz
II Medical Clinic
Langenbeckstr. 1
55131 Mainz

Botimer, Gary D., MD

Loma Linda University Medical Center
11370 Anderson Street, Suite 1500
Loma Linda 92354, CA, USA

Calliess, Tilman, Dr.

Department of Orthopedic Surgery, Annastift
Hospital
Hannover Medical School
Anna-von-Borries-Str. 1–7
30625 Hannover

Citak, Musa, PD Dr.

Department of Trauma Surgery
Hannover Medical School
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hannover

Citak, Mustafa, Dr.

HELIOS ENDO Clinic Hamburg
Holstenstr. 2
22767 Hamburg

Clemens, Ulrich, Dr.

Spitäler fmi ag, Medical Center Frutigen
Adelbodenstr. 27
3714 Frutigen

Dittrich, Stefan, Dr.

Department of Orthopedic Surgery
Gelenk-Zentrum Hietzing
Hietzinger Hauptstr. 34
1130 Vienna

Floerkemeier, Thilo, Dr.

Department of Orthopedic Surgery, Annastift
Hospital
Hannover Medical School
Anna-von-Borries-Str. 1–7
30625 Hannover

Franke, Jochen, Dr.

BG Trauma Clinic Ludwigshafen
Ludwig-Guttmann-Str. 13
67071 Ludwigshafen

Gebel, Philipp, MD

University Clinic for Orthopedic Surgery
Bern University Hospital
3010 Bern

Gebhard, Florian, Univ. Prof. Dr.

Department of Orthopedic Trauma
University of Ulm
Steinhövelstr. 9
89075 Ulm

Grützner, Paul Alfred, Prof. Dr.

BG Trauma Clinic Ludwigshafen
Ludwig-Guttmann-Str. 13
67071 Ludwigshafen

Haaker, Rolf, Prof. Dr.

St. Vincenz Hospital
Danziger Str. 17
33034 Brakel

Hawi, Nael, Dr.

Department of Trauma Surgery
Hannover Medical School
Carl-Neuberg-Str. 1
36025 Hannover

Hüfner, Tobias, Prof. Dr.

Department of Trauma Surgery
Hannover Medical School
Carl-Neuberg-Str. 1
36025 Hannover

Imrecke, Julia, Dr.

Department of Trauma Surgery
Hannover Medical School
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hannover

Ishaque, Bernd, Dr.

Department of Orthopedic Surgery
University Clinic of Giessen and Marburg
Klinikstr. 33
35392 Gießen

Kendoff, Daniel O., PD Dr.

Department of Orthopedic Surgery
ENDO Clinic Hamburg
Holstenstr. 2
22767 Hamburg

Kiefer, Hartmuth, Prof. Dr.

Department of Trauma and Orthopedic Surgery,
Hand and Reconstructive Surgery
LUKAS, Academic Teaching Hospital
Hannover Medical School
Hindenburgstr. 56
32257 Bünde

Konermann, Werner, Prof. Dr.

Kassel Red Cross Hospital
Hansteinstr. 29
34121 Kassel

König, Dietmar Pierre, Prof. Dr.

LVR Clinic for Orthopedics, Viersen
Horionstr. 2
41749 Viersen

Köster, Georg, Prof. Dr.

Specialist Clinic for Orthopedics and Surgery
Waldstr. 13
64653 Lorsch

Krettek, Christian, Prof. Dr.

Department of Trauma Surgery
Hannover Medical School
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hannover

Lazovic, Djordje, Prof. Dr.

Specialist Clinic for Orthopedics and Orthopedic
Surgery
Pius Hospital
Georgstr. 12
26121 Oldenburg

Lüke, Ulrich

Department of Trauma Surgery
Hannover Medical School
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hannover

Nöth, Ulrich, Prof.

Orthopedic Center for Musculoskeletal
Research (OZMF)
Institute of Orthopedics
University of Würzburg
Brettreichstr. 11
97074 Würzburg

Ottersbach, Andreas, Dr.

Department of Orthopedics
Oberwallis Hospital Center
Überlandstr. 14
3900 Brig

Ozwald, Markus, Priv.-Doz. Dr.

Department of Trauma and Spinal Surgery
University Hospital Regensburg
Franz-Josef-Strauß-Allee 11
93051 Regensburg

Pearle, Andrew D., Dr.

Department of Orthopedics
Hospital for Special Surgery
72 Street
New York 10021, NY, USA

Radermacher, Klaus, Prof. Dr.-Ing.

Helmholtz Institute for Biomedical Engineering
RWTH Aachen University
Pauwelsstr. 20
52074 Aachen

Richter, Peter, Dr.

Department of Orthopedic Surgery
University of Ulm
Steinhövelstr. 9
89075 Ulm

Riepl, Christoph, Dr.

Department of Orthopedic Surgery
University of Ulm
Steinhövelstr. 9
89075 Ulm

Rudert, Maximilian, Prof. Dr.

Orthopedic Clinic »König Ludwig Haus«,
Institute of Orthopedics
Julius Maximilians University of Würzburg
Brettreichstr. 11
97074 Würzburg

Schnurr, Christoph, PD Dr.

LVR Clinic for Orthopedics, Viersen
Horionstr. 2
41749 Viersen

Scheiderer, Bastian, Dr.

Department of Orthopedic Surgery
University of Ulm
Steinhövelstr. 9
89075 Ulm

Steinert, Andre F., Priv.-Doz. Dr.

Orthopedic Clinic »König Ludwig Haus«,
Institute of Orthopedics
Julius Maximilians University of Würzburg
Brettreichstr. 11
97074 Würzburg

Stübiger, Timo, Dr.

Department of Trauma Surgery
Hannover Medical School
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hannover

Thorey, Fritz, MD, PhD

Center for Hip, Knee and Foot Surgery (HKF)
ATOS Clinic Heidelberg
Bismarckstr. 9-15
69115 Heidelberg

Tibesku, Carsten O., Prof. Dr.

Sporthopaedicum Straubing
Bahnhofplatz 27
94315 Straubing

Windhagen, Henning, Prof. Dr.

Department of Orthopedic Surgery,
Annastift Hospital
Hannover Medical School
Anna-von-Borries-Str. 1-7
30625 Hannover

目录

第一篇 简介.....	1
第 1 章 计算机辅助骨科手术的历史.....	2
第 2 章 计算机辅助骨科手术与个性化导板的复兴:是革新还是革命?	9
第二篇 全膝关节置换中的个体化导板.....	21
第 3 章 患者个体化截骨装置在全膝关节置换中的应用: 基于 MRI 和下肢全长片 (VISIONAIRE™)	22
第 4 章 MyKnee®:患者匹配装置	30
第 5 章 全膝与单髁置换手术中的患者个体化截骨装置 Zimmer®	36
第 6 章 个体化导板系统结合个体化假体植入物: ConforMIS™ iUni G2,iDuo G2 和 iTotal G2	48
第 7 章 Stryker ShapeMatch® 技术在全膝关节置换运动对线中的应用	59
第三篇 全膝关节置换中导航系统的创新.....	69
第 8 章 Medacta 全膝关节置换导航系统	70
第 9 章 OrthoPilot® 导航系统支持的全膝关节翻修	78
第 10 章 Brainlab Dash®: iPod® 基于导航技术的全膝关节和髋关节置换	85
第 11 章 无图像计算机导航在全膝关节置换术中的优势	93
第四篇 机器人在全膝关节置换 (TKA) 中的复兴	101
第 12 章 膝关节单髁置换的 MAKO 机器人系统	102
第五篇 全髋关节置换中导航系统的创新.....	109
第 13 章 应用 OrthoPilot® 系统的髋关节导航	110
第 14 章 短柄髋假体的导航及关节活动度的优化	118
第 15 章 导航手术中超声引导的骨性标志定位	125
第 16 章 流程优化的导航辅助控制下肢长度和偏心距的 直接前入路微创全髋置换术	133
第六篇 导航技术在创伤手术中的应用.....	141
第 17 章 固定 3D 导航系统的多种应用	142
第 18 章 3D 导航与可移动 C 形臂	148
第 19 章 现代医学影像技术在高科技手术室中的操作应用	156

第一篇 简介

第 1 章 计算机辅助骨科手术的历史	2
第 2 章 计算机辅助骨科手术与个性化导板的复兴： 是革新还是革命?	9

第 1 章 计算机辅助骨科手术的历史

Rolf Haaker

参考文献.....	7
-----------	---

计算机辅助手术始于 20 世纪 90 年代早期,骨科专家的兴趣最初集中在机器人上。在 1995 年,当我们在波鸿鲁尔大学开始用计算机导航椎弓根螺钉位置时,没有人可以想到,这种方法能够登上骨科的舞台。它需要术前 CT 数据且手术规划费时,此外,对于外科医生来说在很难在术中进行成对点配对和表面配对(图 1.1)。

开始大家对导航技术并不很信任,因为机器人手术出现的问题已被大家所发现且大家对新兴的计算机技术的兴趣不大。尽管如此,以 CT 技术为基础的导航系统(Medivision)依然在发展,出现了第一个用于椎弓根螺钉置入以及处理骨盆三联截骨的软件。

该技术的基本原理在于对任何主体(称为定位器)的空间坐标进行准确定位。

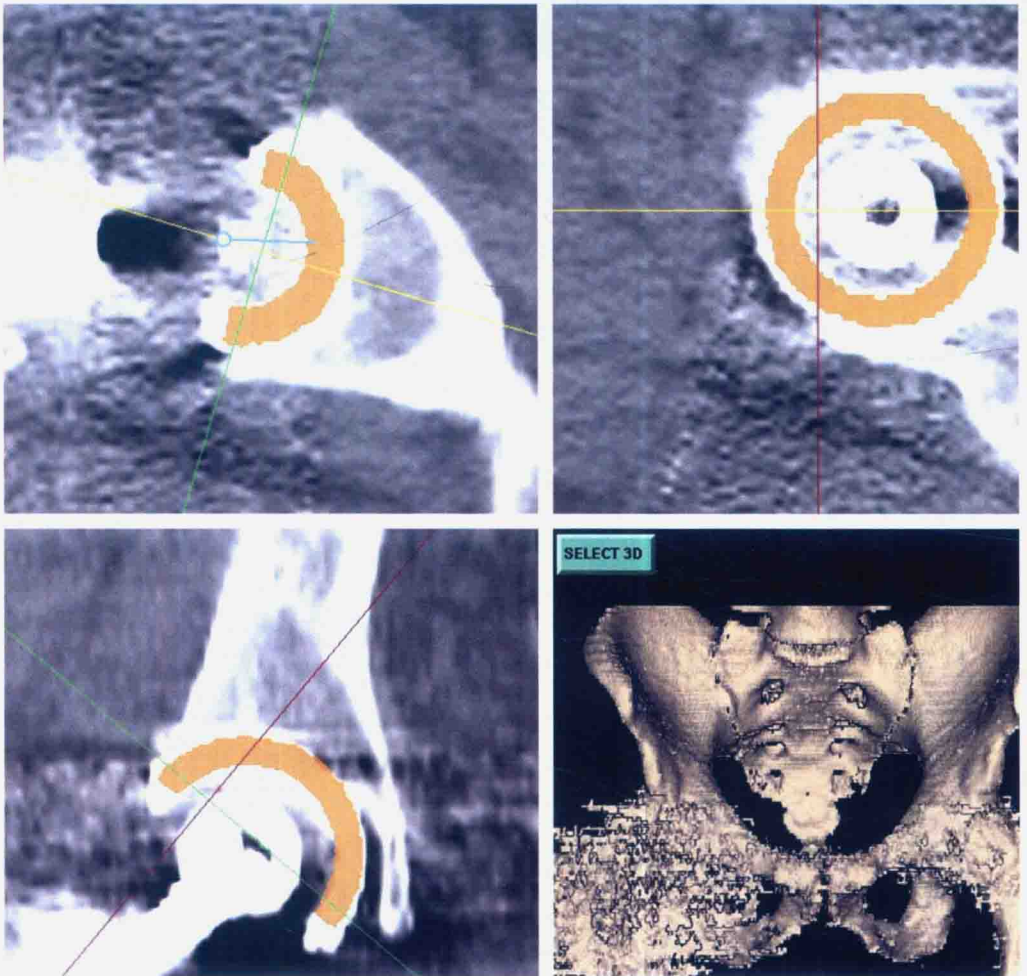
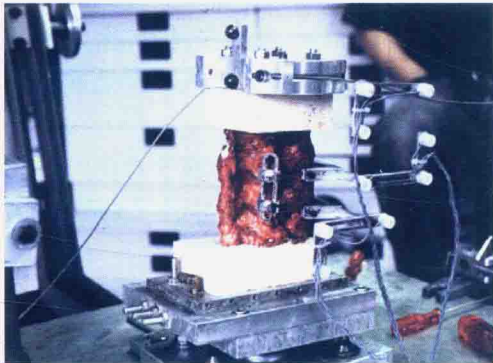


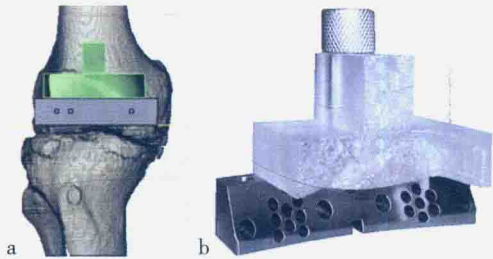
图 1.1 一个翻修病例中展示:基于 CT 导航系统在三维盆骨模型中的点对点配对与虚拟白杯

我们首先用超声系统(Zebris)进行运动分析,研究脊柱多阶段融合后的生物力学变化(▣图 1.2)。



▣图 1.2 运用 Zebris 超声运动探测器进行三维运动分析。图中为尸体脊柱标本行内固定融合后的运动分析

后来,通过连接发光二极管的红外摄像机来确定物体的空间准确位置,将来还会用到电磁标定器进行定位。最初,医疗行业内对这些软件并不感兴趣,因为三联截骨的手术工具非常便宜,同时脊柱内固定融合术也很少应用。与此同时,Radermacher 教授在亚琛研制出一种针对于三联截骨的模板技术,但也没有激起医疗行业的任何兴趣(▣图 1.3)。



▣图 1.3 a,b. 由计算接辅助设计成型的有机玻璃工具与全膝关节置换系统中的胫骨截骨模块连接(图片来源:Radermacher 2002)

但是在全髋关节置换和全膝关节置换中引入计算机辅助手术技术,这一举动最终引起了整个医疗行业的关注。

然而,导航首先需要 CT 来获得更精确的信息,实际上手术医生必须在术前 1 天用软件进行表面配对和点配对。将来,将引入实时的全膝关节置换和全髋关节置换导航系统,该技术运用早年基于 CT 导航的原始数据通过计算机模拟与真实手术层面进行对比。该设备引起了大量手术医生的关注。

在高引用率的国际期刊上有大量的论文,指出运用导航系统能够实现更好的内植物位置,但是只有少量文献报道获得更佳的临床效果。同时,运用导航系统是一个费时的过程,导致在德国,导航 TKA 不超过所有关节置换术的 12%,导航 THA 不超过 3.6%(BQS Study 2005; Haaker et al. 2003, 2005, 2007)。

因此 Bellemans (鲁汶,比利时)在他的论文《导航与计算机辅助技术:这一天到来了吗?》(Navigation and CAS. Is D-Day Approaching?)中指出:“那些证明导航技术临床效果更好和存活率高的文献在哪里?那些确定导航技术精确性高的临床数据又在哪里?”

一方面,导航技术回答了许多开放性问题,如 THA 的活动度问题,近年来使用大直径陶瓷头来预防髋关节半脱位或内衬撞击。髋臼元件的位置并不那么重要,因为所谓的 Lewinnek 安全区并不充分。另一方面,臼杯位置不良在术后一个月后不一定会出现脱位或聚乙烯内衬磨损增加。在重建下肢长度和偏距的问题日益增多,因此柄和髋臼元件之间联合前倾角