

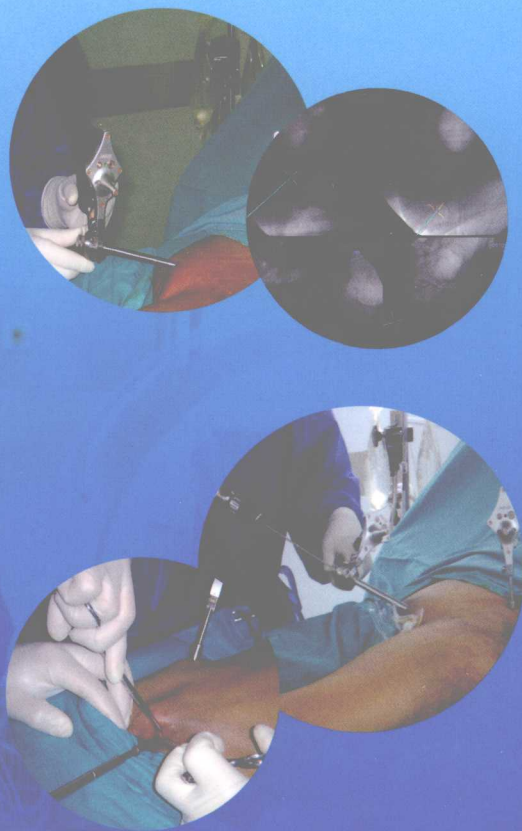


附：DVD 手术录像

创伤骨科导航手术 操作与技巧

Technical Aspect of Navigated Surgery in Orthopaedic Trauma

主 编 罗从风



 人民卫生出版社

创伤骨科导航手术 操作与技巧

Technical Aspect of Navigated Surgery in Orthopaedic Trauma

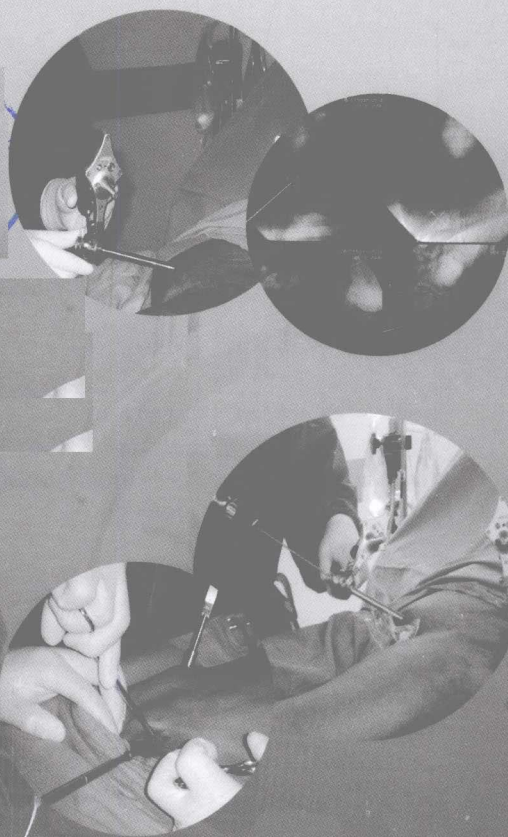
主 编 罗从风

主编助理 周凯华

编 者 (以姓氏汉语拼音为序)

陈云丰 范鑫斌 高 洪 胡承方

李 飞 罗从风 阮志勇 周凯华



图书在版编目 (CIP) 数据

创伤骨科导航手术操作与技巧 / 罗从风主编. —北京:
人民卫生出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-117-10407-4

I. 创… II. 罗… III. 计算机辅助技术—应用—骨损伤—
外科手术 IV. R683-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 101644 号

创伤骨科导航手术操作与技巧

主 编: 罗从风

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 10.75

字 数: 254 千字

版 次: 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-10407-4/R · 10408

定价 (含光盘): 78.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

主编简介



罗从风，男，汉族，1966年出生于上海。现任上海第六人民医院主任医师、博士研究生导师、骨科创伤亚学科主任。主要学术任职：AO 校友会中国分会（AOAA）秘书长、*The Knee* 国际编委、中华医学会创伤学会委员、中华创伤骨科杂志编委、国际内固定学会国际讲师团成员、*Injury* 杂志审稿人。罗

从风教授是国内早期使用导航系统的专家之一，主要应用于骨盆、髌臼和四肢骨折等创伤骨科的手术中，积累了相当丰富的经验，并始终保持国内领先水平。

近年来在国内外专业杂志上共发表论文 40 余篇，其中 SCI 收录 8 篇。完成科研项目 10 余项。曾获得 AO（国际内固定学会）奖学金、卫生部笹川医学奖学金、西太平洋膝关节学会（WPOA）“Physician's Recognition Award（医师成就奖）”、上海医学科技奖等荣誉。参与编写和翻译了《骨科学》、《现代骨科学》、《骨折治疗的 AO 原则》等多部著作。

序

骨折的诊断与治疗是创伤骨科学的主要内容。由于骨折的情况错综复杂,手术处理的技术也随之千变万化。骨科的同道们在骨折治疗的临床实践研究与开拓方面做了不懈的努力,随着病例的增加、经验的积累、器械的更新、手术的改进,不断推进我国创伤骨科技术的发展。

内固定是治疗骨折的重要手段。骨折治疗中生物学和生物力学研究的深入,使骨折内固定的理念发生了相应的改变和发展,从强调解剖复位坚强内固定演变为兼顾骨折固定的力学稳定性和保护骨折愈合的生物学环境:对骨干骨折,不追求骨折端的解剖复位,在恢复骨干的长度、对线和旋转排列,求得骨折功能复位的同时,尽量减少对骨折端血液供应的破坏,不扰乱骨折愈合的生物学环境;对关节内骨折,尽管依然需要解剖复位和坚强内固定,但还是强调在手术中要采取包括间接复位技术在内的各种措施,尽可能保护骨折片的血液供应不受进一步损害。为此,微创的概念和技术应运而生,成为创伤骨科不可或缺的重要原则和治疗手段。

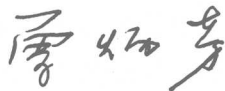
微创技术治疗骨折的目的是尽可能减小对肢体的伤害,有利于术后功能的恢复,提高手术治疗的效果;中心是保护骨折部位的生物学环境,减少对骨折块血液供应的破坏,保证骨痂的形成,促进骨折的愈合。这不仅要求手术时使用适当的固定器具,稳定地维持骨折的复位,直到骨折愈合,而且需要有一套相应的技术和手段,计算机辅助导航技术就是其中重要的一环。

近年来,随着计算机技术和精密机械自动控制技术的日益成

熟、医学影像设备成像质量的不断提高,把计算机医学图像三维可视化处理技术、医用机器人、空间三维定位导航系统和临床手术结合起来研制开发的计算机辅助手术导航系统(computer assisted surgery, CAS)正逐步被医生和工程人员所接受。由于骨骼组织的相对刚性特性,计算机辅助骨科手术(computer assisted orthopaedics surgery, CAOS)已经成为CAS领域应用研究的热点,并且已经在骨科领域的脊柱外科手术、人工关节置换术、肢体骨折内固定手术、骨盆截骨与内固定手术等临床治疗中得到成功的应用,不仅缩小了手术切口,简化了手术操作,而且减少了患者和医生放射线暴露的时间,提高了手术的精确度,降低了手术的风险和并发症,缩短了患者康复时间,改善了手术治疗的效果。CAOS的问世和成功应用使传统骨科手术大为改观,更使骨科医师的手术理念前进了一大步。可以预见,随着导航技术的普及,会有更多适用的软件出现,使许多复杂的手术不再依赖于经验,更多地取决于手术的规范,提高手术的可重复性和手术效果的一致性。

上海交通大学附属第六人民医院骨科是上海市创伤骨科临床医学中心,在本领域积极引进计算机导航技术,应用于创伤骨科病人的救治,取得可喜的成绩:建立了技术常规,积累了临床经验,提高了诊疗水平。2007年7月,学科和多家国际医疗企业合作,联合建立了骨科导航培训中心,为国内骨科医师提供学习骨科导航技术的进修与培训机会,以提高理论知识和操作技术水平,在不断实践中为患者造福。在创伤骨科领域里,上海市创伤骨科临床医学中心创伤外三科主任、上海交通大学创伤骨科研究所副所长罗从风教授带领他的团队率先实践,认真探索,密切跟踪创伤骨科导航热点,通过大量的临床导航手术,逐渐形成了一些导航骨科手术的规范,特别是建立了骨盆等手术的操作流程,对CAOS的临床实践和技术教育有重要的指导意义。现在,他和他的团队以自己的实践经验为基础,结合文献的回顾,写成《创伤骨科导航手术操作与技巧》一书,旨在介绍和推广计算机辅助导航骨科手术的技术,改善骨折患者的治疗效果,推动创伤骨科技术的发展。通读书稿后给我的印象是,全书内容丰富,叙述深入浅出,通俗易懂,实用性和可操作性很强;不仅是一部总结作者以往实践经验的技术专著,更是一本推进计算机骨科导航技术普及教育的良好教材。我相信该书的出版一定能在我国创伤骨科导航技术应用领域起到积极的促进作用。

诚然,作为一项新技术,计算机辅助骨科手术本身还在不断地发展,难免存在需要改进的空间,即将问世的这本著作也一定还有值得推敲的细节,希望作者和读者在应用本书进行教与学的实践中能发现问题并提出宝贵的意见,使之再版时能变得更加准确和完善。



2008年5月

前 言

计算机辅助骨科手术 (computer assisted orthopaedic surgery, CAOS) 是利用计算机提高数字化医学影像的高速处理及控制能力, 通过虚拟手术环境为骨科医生从技术上提供支援, 使手术更微创、更安全、更准确的一门新技术。正因为这是一项基于术中图像, 应用相应定位手段对手术部位及术中的手术器械进行实时跟踪、显示、引导而进行手术的技术, 其工作原理犹如在航空、航海中为飞机和舰船进行导航一样, 所以也有很多学者把 CAOS 称为影像辅助导航手术 (image guidance fluoroscopic navigation surgery, IGFNS)。CAOS 应用的是以计算机图像处理工作站及影像跟踪设备为核心的手术系统, 此系统的基本功能是将医学影像设备提供的图像进行信息化处理, 并结合立体定位系统 (stereotactic localization system) 对真正的人体肌肉、骨骼解剖结构进行显示和定位, 借助计算机和医用机器人进行手术。骨骼及其周围的肌肉等软组织构成了人体重要且复杂的运动系统。在手术中, 如何避开错综复杂的神经、血管, 以最小的手术侵袭, 准确地固定和修复骨折一直是创伤骨科医生的梦想和面临的挑战。

CAOS 的出现使这种梦想成为可能。近年来, 伴随 CAOS 技术和设备的不断发展, 越来越多的骨科医生开始在临床工作中应用 CAOS, 并作为开展创伤骨科微创手术的主要技术和手段。由于 CAOS 综合了计算机、医学图像处理、精密器械制造和医用机器人技术, 是多学科智慧的结晶, 使其在很多方面具有传统骨科手术无法比拟的技术优势, 极大促进了骨科手术向真正意义的外

科微创化、智能化目标发展。近年来,国内少数大医院也陆续在神经外科、骨科等学科开展了该项技术。正如每一项新技术的发展过程一样,创伤骨科导航技术尚处于起步阶段,实践中还存在许多问题。除创伤骨科导航特有硬件和软件技术的不断研发与完善之外,对从事导航手术的骨科医生的培训以及骨科导航技术标准在亚洲人群中的建立亦是我们骨科同仁的当务之急。我院骨科近年来大量的临床实践,在手术导航系统的操作和使用方面有了一定的体会,并确立了一些常规手术的规范流程,这些流程的确立大大缩短了导航手术的学习曲线,减少了临床手术的失误。在此我们将这些经验与各位同道交流,以期对该项技术的发展和推广有所帮助。

本书分7章,重点讲解了透视导航技术在创伤骨科手术中的应用,其中包括导航技术的基本介绍、导航技术在骨盆和髋臼以及四肢骨折等创伤骨科手术中的应用、三维影像导航技术在骨科手术中的应用以及导航技术所面临的问题和展望。

为了便于理解和使用导航技术,在概述各个章节中都附有大量图片,这些图片是我们临床工作中的第一手资料,同时将其与我们的手术操作体会相互结合以供医师参考。

由于我们开展创伤骨科导航手术的时间尚短,有待继续积累经验,而且医用导航技术本身也需要不断的发展和完善,书中难免有缺点或错误,敬请广大读者批评指正。

上海交通大学附属第六人民医院

罗从风

2008年5月

目 录

第一章 导航技术概述	1
第一节 骨科计算机辅助导航技术简史	1
第二节 导航技术的原理	2
第三节 导航系统的组成和分类	2
第四节 X线透视导航技术在创伤骨科中的应用及优势	3
第二章 导航仪及相关工具	4
第三章 透视导航技术在创伤骨科手术中的应用	9
第一节 透视导航系统的注册	9
第二节 透视导航系统在髌臼前柱低位骨折、耻骨支骨折中的临床应用	17
第三节 透视导航系统在髌臼前柱高位骨折中的临床应用	28
第四节 透视导航系统在髌臼后柱骨折中的临床应用	38
第五节 透视导航系统在髋髌关节骨折、脱位中的临床应用	47
第六节 透视导航系统在空心钉治疗股骨颈骨折中的临床应用	58
第七节 透视导航系统在 γ 钉治疗粗隆间骨折中的临床应用	67
第八节 透视导航系统在胫骨平台骨折中的临床应用	84
第九节 透视导航系统在骨盆骨折外固定支架固定术中的临床应用	99
第四章 透视导航技术在骨科其他手术中的特殊应用	112
第一节 透视导航技术在长骨干骨折复位中的临床应用	112
第二节 透视导航技术辅助下的股骨旋转角的术中测量	115

第五章 导航系统在骨关节炎截骨术中的应用.....	118
第一节 透视导航系统在骨关节炎截骨术中的应用.....	118
第二节 Knee 系统在骨关节炎截骨术中的应用	127
第六章 三维影像导航系统在骨科手术中的临床应用.....	148
第一节 三维导航辅助下肢体的力线的术中监测.....	151
第二节 导航辅助下的肿瘤切除.....	153
第七章 导航技术面临的问题及展望.....	156

导航技术概述

在影像导航技术问世之前,骨科医生在术中,凭借人体的骨骼解剖特点、术前患者的影像学资料(X线片、CT、MRI)和术中的X线透视进行定位。但是,解剖变异或解剖标志的缺乏等往往会导致术中的定位偏差。因此,手术者的实践经验就非常重要。然而,即使是非常有经验的骨科医生,用传统方法进行较精确定位的手术,也有出现偏差的可能性。临床和实验研究已经显示,用传统定位方法行腰椎椎弓根钉植入的失误率为20%~30%。然而,如果应用影像导航技术,椎弓根钉植入的失误率只有0~4%。近年来,计算机辅助影像导航系统用于术前制定手术计划和术中导航,在手术过程中跟踪手术器械,帮助骨科医生更精确和更安全地进行多种复杂手术。因此,该技术具有许多不可替代的优越性,已被越来越广泛地应用于骨科手术中。

第一节 骨科计算机辅助导航技术简史

影像导航,也称为无框架立体定向。1986年Roberts首次报告使用声波数字化仪跟踪手术器械或显微镜的方法,从而开创了无框架立体定向神经外科。随后,Bernett和Reinhard对超声波系统进行了改进,使导航精度有了一定的提高,但声学环境及温度很容易造成干扰而使导航失败。1991年,日本的Wanatabe和美国的Pell相继发明了遥控机械臂定位系统,可以不受瞄准线约束。但因其体积过大,使医生的操作受限。1992年,使用红外线跟踪技术的影像导航系统在美国开始应用于临床。这是世界上首台光学手术导航系统,由于其精确较高,所以成为当时市场上的主流产品。同年,著名的神经外科专家Kevin Foley将光学手术导航系统应用于脊柱外科领域。1995年,Gunkel推出了电磁感应型导航系统,但由于手

术室各种金属器械及仪器都会影响电磁场,从而影响其精度,所以未能很好推广。1999年,首台完全针对骨科的手术导航系统进入市场。X线透视和红外线跟踪技术、计算机定点手术技术的结合提供了一种新颖的术中影像导航的方法,减少了术中X线透视的缺点。同时,应用术前的CT和MR扫描数据进行骨结构的三维重建,在术前进行手术方案设计,并在术中对正常或病变结构进行精确定位,以协助医生安全、精确地完成手术。

第二节 导航技术的原理

导航技术也称无框架立体定向技术,采用互动式和图像导航的形式。将计算机图像处理及可视化技术与临床手术结合起来。工作原理如下:首先需对患者位置及手术工具进行定位示踪,多采用红外线技术,以CCD摄像机作为传感器,利用安装在患者和手术器械上的装置发出信号,显示空间位置,判断出患者骨骼的位置及手术器械的位置和姿态,并在术中通过提供手术工具的实时空间位置及运动轨迹,同时将此信息直观地提供给手术医生,协助其准确完成手术。第二步是图像采集,此多基于X线透视的导航系统。计算机先要内部校准C臂机采集的图像,通常是通过在C臂机影像增强器处装一校准模板来实现的,对X线透视图像进行几何校准,然后再显示最后的图像。图像采集完成后即可被用来模拟手术路线。

第三节 导航系统的组成和分类

(一) 导航系统组成

导航系统一般由6个部分组成:①患者示踪器(patient tracker):是通常安装在患者手术部位附近的信号发射器,可以示踪患者的位置。②导航手术工具:可以发射或反射光信号的手术器械,也可以将普通手术工具配上信号发射器组装而成。③手术工具示踪器(tool tracker):通过接受光、电信号来监视追踪手术器械的位置。④监视器:显示患者和手术器械的位置。⑤与计算机连接的C臂机。⑥工作站:将虚拟图像与真实图像通过计算匹配。

(二) 导航系统的分类

1. 按信号传导分类 ①光学定位(红外线):是目前导航系统中的主流定位方法。优点在于定位精确度高,可达1mm,处理灵活。但其红外线接受装置限制,容易受术中物体的遮挡及周围光线或金属物体镜面反射的影响。②磁定位:精确度高,属于非接触式定位,但对工作空间中任何金属物体的介入都很敏感,易影响定位的精确性。③声学定位:易受温度,空气移动及空气不均匀的影响。④机械定位:优点是不会被障碍遮挡,且可在特定位置夹住或放置手术器械;缺点是较为笨拙,施加在机械手上的压力可使数据发生变化。

2. 按导航工具与手术环境交互方式不同进行分类 ①主动式导航系统:手术中无需人为干涉,完全依靠机械手进行操作,但因机械手灵活性较差无法满足复杂手术的要求。

②被动式导航系统：在术中通过提供手术工具与解剖结构之间的空间位置及运动轨迹，协助医生准确完成手术操作，是目前临床最常用的导航方法。③半主动式导航系统：属于第二代机器人手术系统，它允许医生在机器人控制的安全范围内进行操作，否则会终止操作，从而确保了手术的安全性。

3. 按导航影像建立的基础分类 ①基于 CT 的导航系统：是最早应用于临床的导航系统，主要运用在腰椎根的螺钉固定上。随着技术的不断发展，逐渐延伸到其他骨科手术领域。术前进行 CT 扫描，然后将 CT 图像资料传入导航图像工作站建立三维图像，同时术前可虚拟手术过程。术中通过位置示踪器获得手术图像与解剖结构之间的位置关系，并与术前的 CT 图像进行配准，指导医生进行手术操作，准确确定病灶区域或在术中避开危险解剖结构。但其缺点在于需要严格的配准和参照才能获得很好的图像，且无法实时显像，图像无法更新。②基于 X 线透视的导航系统：其又分为二维 X 线透视导航手术和三维 X 线透视导航手术。由于 C 臂机在骨科手术中应用普及，可以提供骨骼和手术工具的真实位置。再加上通过术前三维资料和术中 X 线透视后校准影像比较，发现通过术中来进行导航手术可行性很高，所以术中透视技术也被引入到导航系统中来。手术中可获得实时 X 线图像解剖结构及其与手术工具、C 臂机之间的位置关系，便于指导手术医生对手术工具的判断和准确操作。三维 X 线透视导航于 1999 年开始使用，其先获得二维的图像，然后对影像进行重建，校正后的三维图像被传入导航主机中，显示图像后开始导航手术。然而其缺点在于术中只允许有极小的移动。临床使用结果显示，三维图像质量普遍比 CT 图像逊色。③非影像依赖的导航系统：对于解剖结构可以充分暴露的手术，可使用该导航系统。即在手术范围附近固定的解剖结构上安装动态参考坐标系，利用标记点的空间运算确定解剖结构的空間位置，从而进行手术。

第四节 X 线透视导航技术在创伤骨科中的应用及优势

X 线透视导航技术对创伤骨科尤为适合。虽然 CT 影像能提供给手术者更为准确的解剖位置，且通过三维图像能更直观的了解骨折的情况，但在创伤骨科手术中，骨折端只有在复位固定后不会发生位置改变，所以术前 CT 仅可用来参考，必须要在术中对骨折端进行复位后结合透视图像来确认手术的效果，而且创伤骨科手术应尽量减少手术所引起的“二次打击”，所以解剖结构也不应过分暴露。另外，现在大多数手术室都备有 C 臂机，骨科医生也熟悉其的操作及图像，所以比起基于 CT 的导航系统、非影像依赖的导航系统，X 线透视的导航系统在创伤骨科中应用更为广泛，且不会增加操作的难度。

经过多年的临床使用及经验总结后，目前认为使用 X 线透视导航技术有以下优点：①术中实时测量评估，使骨折固定的精确性有所提高，尤其是骨盆骨折手术。②供多平面监测图像及帮助准确安放内植入物或内固定螺钉。避免血管神经损伤和内植物误入关节。③减少骨科医生、手术室人员和患者 X 线暴露时间；减少手术出血量和手术时间。透视时间的减少有效地保护了手术医生和患者，减少皮肤癌发生率和其他一些眼部疾病。④导航下手术也是一种微创手术，且当遇到必须其他手术切口和多处骨折固定同时进行，减低因过多体位变化和增加切口所引起的“二次打击”对患者的损伤，运用了导航系统后，术中一般不改变患者体位，多处骨折手术可在同一体位完成。

导航仪及相关工具

(一) 基本配件

(图 2-0-1)。

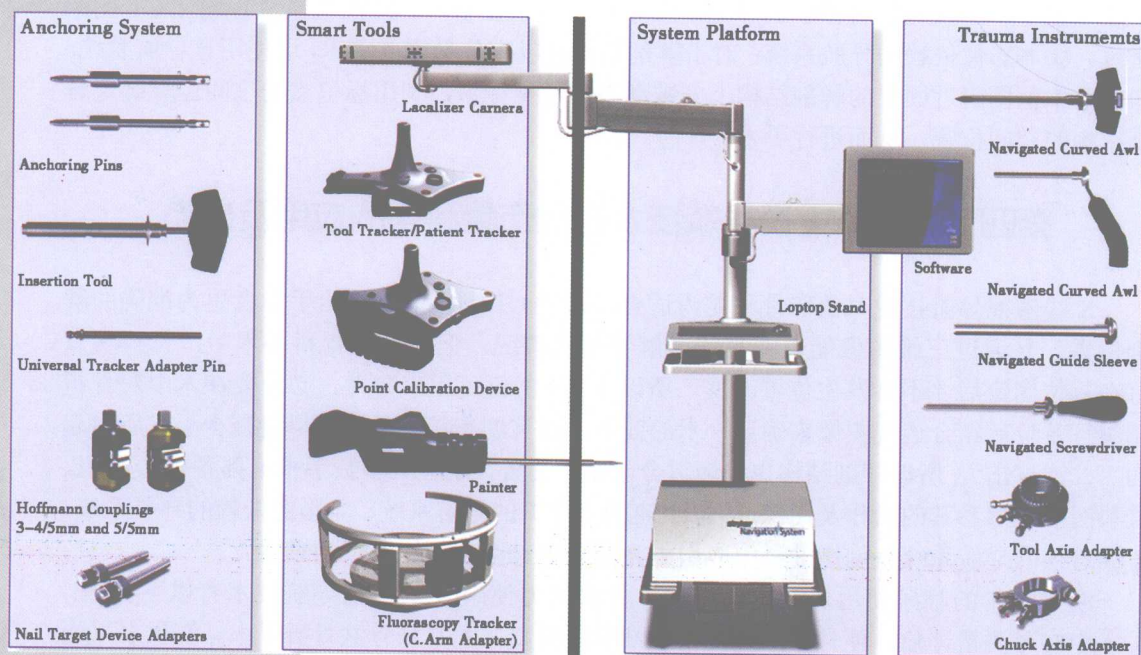


图 2-0-1 导航系统基本配件

(二) 导航仪

(图 2-0-2 ~ 2-0-4)。

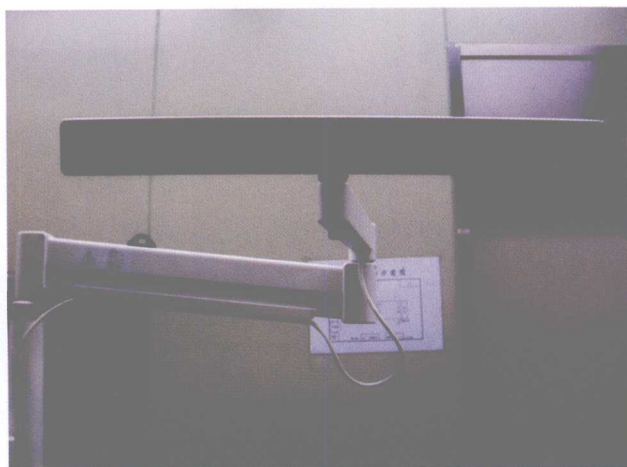


图 2-0-2 第一代透视导航仪 Laptop 型

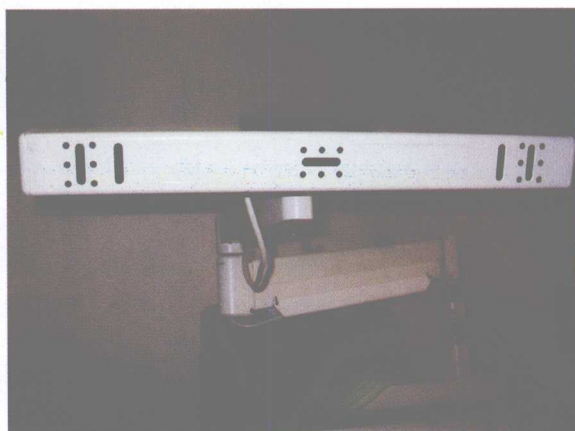


图 2-0-3 第二代导航仪



图 2-0-4 第三代导航仪 Cart II 型

(三) 相关手术工具

1. 锚钉 (anchoring pins) 用于将患者示踪器固定于骨骼上的工具 (图 2-0-5)。

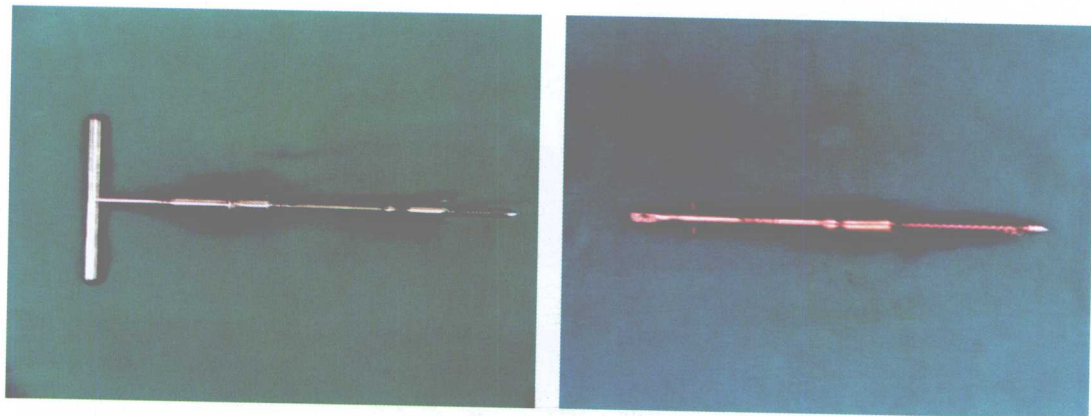


图 2-0-5 锚钉

2. 通用工具 / 患者示踪器 (universal tool / patient tracker) 用于发射信号 (图 2-0-6、2-0-7)。



图 2-0-6 示踪器

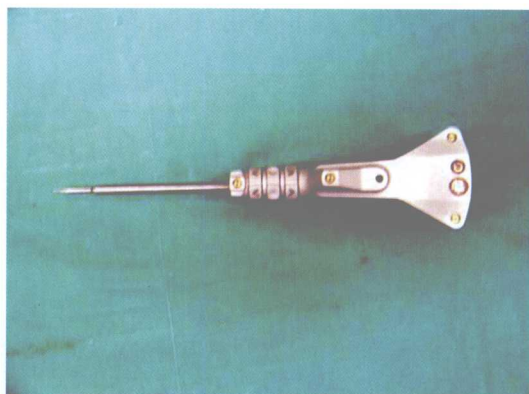


图 2-0-7 指引器

3. 手术工具 专门配套导航手术的工具（图 2-0-8、2-0-9）。

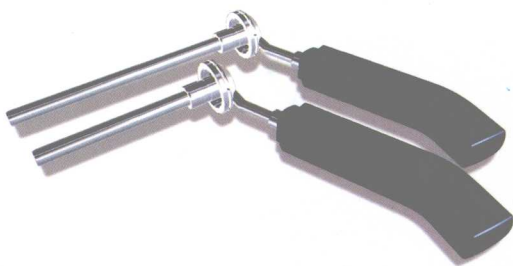


图 2-0-8 手术工具：套筒



图 2-0-9 手术工具：套筒（大体照）

4. 转接器（adapter） 连接示踪器与手术工具的装置（图 2-0-10、2-0-11）。



图 2-0-10 转接器

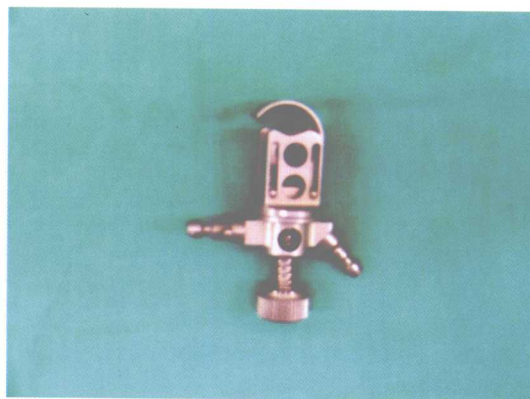


图 2-0-11 万能转接器