

颅颌面骨缝合术图谱

微型钢板、小型钢板和螺钉的应用

Atlas of Craniomaxillofacial Osteosynthesis

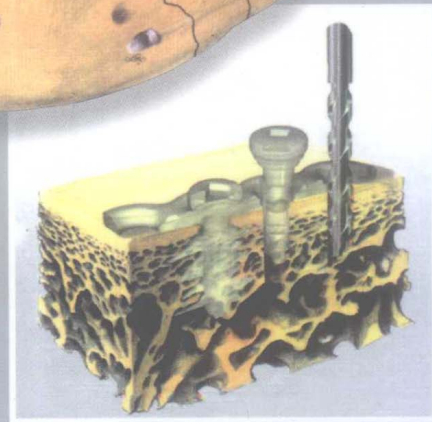
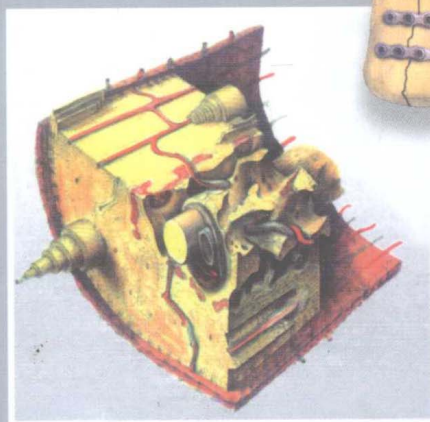
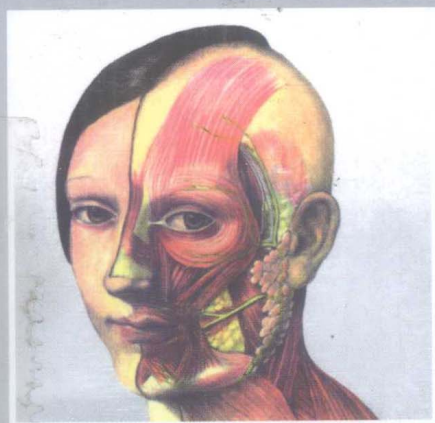
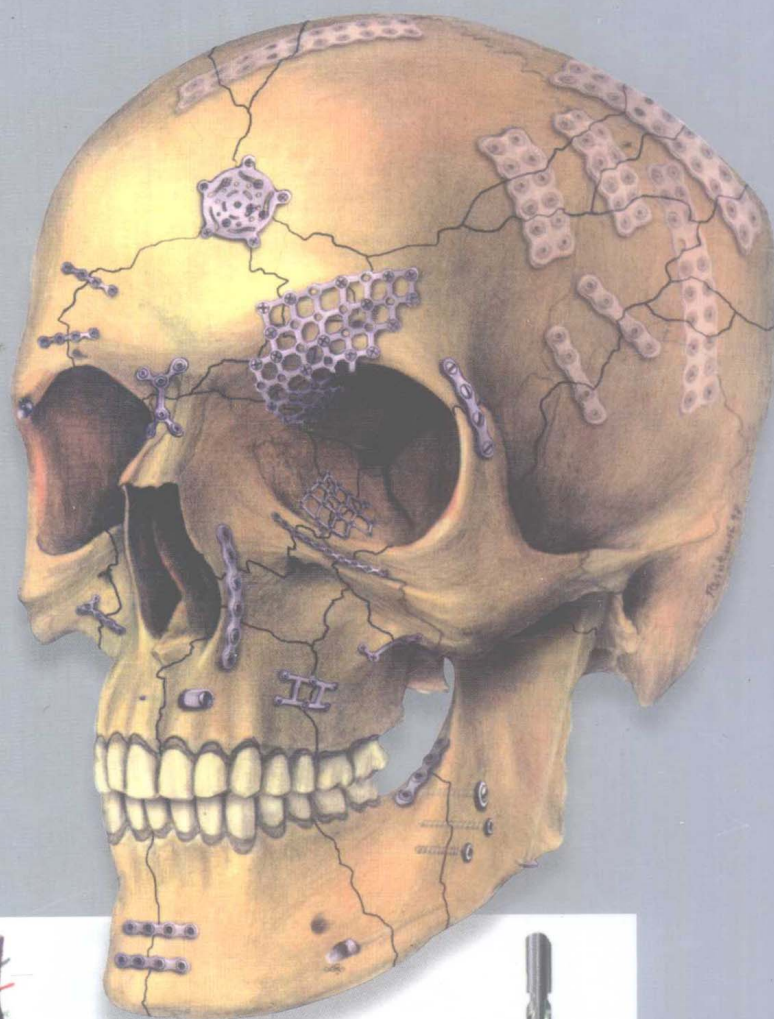
第 2 版

原 著 Franz Haerle
Maxime Champy
Bill C. Terry

绘 图 Andreas Reinhardt

校 审 孙家明

译 者 郭 科



颅颌面骨缝合术图谱

微型钢板、小型钢板和螺钉的应用

Atlas of Craniomaxillofacial Osteosynthesis

第 2 版

原著 Franz Haerle
Maxime Champy
Bill C. Terry

绘图 Andreas Reinhardt

校审 孙家明

译者 郭 科

人民卫生出版社

Translation from the English language edition:
Atlas of Craniomaxillofacial Osteosynthesis by Franz Haerle, et al.
Copyright © 2009 by Thieme Medical Publishers, Inc.
All rights reserved.

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国内普遍接受的标准。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的故事与损失负责。

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。

颅颌面骨缝合术图谱:微型钢板、小型钢板和螺钉的应用,第2版

郭科等译

中文版版权归人民卫生出版社所有。

图书在版编目(CIP)数据

颅颌面骨缝合术图谱:微型钢板、小型钢板和螺钉的应用/(德)赫尔勒著;郭科译. —北京:人民卫生出版社,2011.8

ISBN 978-7-117-14466-7

I. ①颅… II. ①赫…②郭… III. ①口腔颌面部疾病—口腔外科手术—缝合术 IV. ①R782.05

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第103090号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有,侵权必究!

图字: 01-2010-2033

颅颌面骨缝合术图谱

微型钢板、小型钢板和螺钉的应用

译者: 郭科

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: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印刷: 中国农业出版社印刷厂

经销: 新华书店

开本: 889×1194 1/16 印张: 14 字数: 424千字

版次: 2011年8月第1版 2011年8月第1版第1次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-14466-7/R·14467

定价: 99.00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销售中心联系退换)

作者

Patrick Blez, MD, DMD
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Strasbourg
France

Rudolf R. M. Bos, DDS, PhD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
Academisch Ziekenhuis Groningen
The Netherlands

John I. Cawood, BDS, FDSRCS
Oral and Maxillofacial Surgery
Grosvenor Nuffield Hospital
Chester
Great Britain

Maxime Champy, MD, DMD
Professor Emeritus and Former Director
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Strasbourg
France

Gregory C. Chotkowski, DMD
Oral and Maxillofacial Surgery
Mount Sinai School of Medicine
New York
USA

Uwe Eckelt, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Dresden
Germany

Klaus Louis Gerlach, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Magdeburg
Germany

Henning Gropp, MD, DMD
Oral and Maxillofacial Surgery
Bremen
Germany

Franz Haerle, MD, DMD
Professor Emeritus and Former Director
Oral and Maxillofacial Surgery
Christian Albrechts University of Kiel
Germany

Wolfgang Heidemann, MD, DMD
Oral and Maxillofacial Surgery
Stendal
Germany

Johannes Hidding, MD, DMD
Professor
Bethesda Hospital
Oral and Maxillofacial Surgery
Mönchengladbach
Germany

Bodo Hoffmeister, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
Charité University Hospital
Berlin
Germany

Tateyuki Iizuka, MD, DMD
Professor
Cranio-Maxillofacial Surgery
University Hospital Bern
Switzerland

Ulrich Joos, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Münster
Germany

Christian Krenkel, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Salzburg
Austria

Winfried Kretschmer, MD, DMD
Oral and Maxillofacial Surgery
Marienhospital Stuttgart
Germany

Christian Lindqvist, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
Helsinki University Central Hospital
Finland

Guenter Lauer, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Dresden
Germany

Christophe Meyer, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
Jean Minjot University Hospital
Besancon
France

Steffen Mokros, MD, DMD
Oral and Maxillofacial Surgery
Ameos Salvator Hospital
Halberstadt
Germany

Andreas Neff, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Marburg
Germany

Friedrich Neukam, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Erlangen
Germany

Emeka Nkenke, MD, DMD
Associate Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Erlangen
Germany

Hans-Dieter Pape, MD, DMD
Professor Emeritus
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Cologne
Germany

Michael Rasse, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Innsbruck
Austria

Juergen Reuther, MD, DMD
Professor Emeritus
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Würzburg
Germany

Herman F. Sailer, MD, DMD
Professor
Aesthetic Oral and Maxillofacial Surgery
Bethanien Private Hospital
Zürich
Switzerland

Oliver Scheunemann
KLS Martin Group
Tuttlingen
Germany

Rainer Schmelzeisen, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Freiburg
Germany

Ingo Springer, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
Aesthetic Clinic Oslo
Norway

Paul J. W. Stoelinga, MD, DMD
Professor Emeritus
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Nijmegen
The Netherlands

Hendrik Terheyden, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
Red Cross Hospital
Kassel
Germany

Bill C. Terry, DDS
Professor Emeritus and Former Director
Oral and Maxillofacial Surgery
School of Dentistry
University of North Carolina
Chapel Hill
USA

Konrad Wangerin, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
Marienhospital Stuttgart
Germany

Peter Ward Booth, MD, DMD
Consultant, Oral
and Maxillofacial Surgery
Queen Victoria Hospital
East Grinstead
Great Britain

Leen M. de Zeeuw †
KLS Martin Group
Tuttlingen
Germany

Werner Zoder, MD, DMD
Oral and Maxillofacial Surgery
Marienhospital Stuttgart
Germany

Joachim E. Zoeller, MD, DMD
Professor
Oral and Maxillofacial Surgery
University Hospital Cologne
Germany

前言

无骨片间压力的小钢板骨缝合术目前被认为是下颌骨骨折的最佳治疗手段。法国国立艺术和工业高等学校医学院颌颌面外科和斯特拉斯堡骨关节生物力学研究小组曾经针对如何充分发挥该技术的优点进行了一系列的实验及临床研究。

该研究被限制在仅仅针对下颌体水平部分和下颌角骨缝合术的生物力学研究。当时的结论是下颌骨骨折的最佳治疗方法必然是对手术者操作过程中需要考虑到限制因素妥协的结果。这些因素包括解剖和生理状况、使用设备所需要生物学条件、下颌骨的力学性质及小型设备对抗骨的作用力的机械特性和外科强制性等。

在面部其他部位(如下颌骨髁突、面中部和矫形外科)选择小钢板骨缝合术在一定程度上源于外科医生对该治疗的融会贯通,是以已经完成的下颌骨实验研究为基础的逻辑推断而非实验性研究,另外也源于对钢板所产生效果的信任,并在获得的最终效果中得到了肯定。

面部创伤治疗质量的提高远远超过了 20 世纪 70 年代早期第一次生物力学研究的预期。

我们进行生物力学和临床研究的根本目的是为了将现代矫形外科的严格原则应用于颌面外科,以

杜绝曾经过于频繁的影响我们治疗方法选择的经验主义。

在此我要对很多人表示衷心的感谢,感谢来自 ENSAIS 的工程学学生 A.Boyoud, J.Patti, B.Sustrac 和 J.P.Villebrun 及工程学教授 Schmidt 和 Freund; 感谢 I.Kempf 教授和 J.H.Jaeger 博士,他们分别是实验小组所在创伤中心的创始人和负责人,以及小组内负责颌颌面外科的医生 J.P.Loddé; 感谢 J.M.Schnebelen 博士,在漫长而又复杂的准备阶段,他是一位值得信任且意志坚定的同事;最后还要感谢那些年轻的同事们热心接受并回顾了这项技术及新的生物力学草稿,他们是 A.Mariano 博士、L.G.Gastello 博士、P.Mercks 博士和 M.J.Rauscher 博士。

还有许多感谢要送给所有以信念和优质的工作在国际上传播了小型钢板骨缝合术这一概念的口腔颌面外科医生,他们的名字太多,我不便在此全部列出,他们中的一部分参与了本书的编写,其中包括 Dieter Pape 教授和 Klaus Gerlach 教授,与他们在一起我享受了一次富有创造力的科学合作。

Maxime Champy

第 2 版序言

《颅颌面骨缝合术图谱》成为一个备受关注的著作已经大约 10 年了，曾经被重印过两次，甚至发行了韩语版本。

鉴于广大读者对本书有持续的需求，我们很乐意遵照 Thieme 出版社的要求与所有作者一起对内容进行了系统性的修订，纠正了绘图中的错误，选择一些新的作者增加并修订了许多章节，更新这些

内容以便于与当前骨缝合术的发展同步。

感谢 Thieme 出版公司编辑人员的专业合作，感谢 Andreas Reinhardt 为本书绘图，感谢 Verena Hinz 录入手稿。

Franz Haerle
Bill C.Terry

第 1 版序言

颌间固定在过去已经成为面部骨折及正颌外科截骨术后支持骨端对合并达到良好愈合的传统方法。尽管 Lambotte (1913)、Warnekros (1917) 和 Wassmund (1927) 曾经描述了钢板和螺钉骨折固定技术, 但直到 20 世纪 60 年代至 70 年代早期, Hans Luhr (1968)、Bernd Spiessl (1969)、Wilfried Schilli (1969) 和 Rüdiger Becker (1973) 等才推广该项技术, 并提出应用大型钢板和螺钉的双层骨皮质加压技术对下颌骨骨折进行固定, 该方法现在常用于经口外切口入路的切开骨折复位术中, 其基本原则要求满足解剖复位、坚强内固定、手术创伤最小化等要求, 以恢复早期且无痛的运动功能。为了使双层骨皮质螺钉发挥固定下颌骨的作用, 钢板必须放置在下颌骨下缘, 以避免损伤牙根及下牙槽骨。下缘使用加压钢板, 从生物力学角度来说是不合适的, 这样会导致作用力向承受张力的部位即下颌骨上缘分散, 也会分散至牙弓。另外, 凸向颊面的加压作用会导致骨折向舌侧移位, 这一点很难克服。

Maxime Champy 与其合作者们 (1975) 对 Francois Michele 和 A.Moll (1971) 的技术进行改进后, 他提出了一种通过口内入路应用于下颌骨狭窄骨面的小钢板单层骨皮质固定法, 他还对下颌骨骨折的张力和压力进行了研究, 发现在下颌骨张力侧应用小型钢板可达到足够的稳定性, 甚至不必再行颌间固定术。小型钢板骨缝合术的优点如下: 钢板小易于调整、仅需要固定单层骨皮质、口内操作、具有生物力学平衡因此可达到功能性稳定, 后来该方法已经在全世界范围内被接受。

作为对家乡的贡献, Champy 与 Dieter Pape 一起建立了斯特拉斯堡骨缝合术研究小组 (SORG), SORG 云集了全世界对骨缝合技术临床和科研感兴趣的外科医生, SORG 的目标是通过临床对照研究、自办及合作期刊、继续教育课程等方式在各个层次促进科学的进步, 并通过新技术开发和设备改进来进一步发展骨缝合术在口腔颌面外科领域的应用原则。

尽管小型钢板骨缝合术主要用来处理下颌骨骨折, 但其原理现在已经应用于正颌外科、颅面外科、面中部骨折的治疗、骨重建外科和包括牙种植学的修复前外科。目前全世界使用的小型钢板和螺钉有很多不同的设计, 但这些改变都基于 Maxime Champy 的原始概念。

本书由许多在钢板和螺钉骨缝合术方面具有丰富经验的外科医生编写, 他们应用的系统不尽相同, 因此, 书中出现了一些不同的技术, 分别应用了 Champy 设计的不同系统, 读者可自己选择青睐的技术。本书作为外科手术图谱, 同时也为小型钢板和微型钢板骨缝合术在颅颌面外科领域的应用提供了临床准则。

感谢 Thieme 国际出版社全体编辑人员的职业精神和对细节的关注, 感谢对英文进行核对的 John Cawood 和 Peter Ward Booth, 为本书绘图的 Andreas Reinhardt 和负责手稿录入的 Verena Hinz。

Franz Haerle
Bill C.Terry

目 录

1 下颌体、面中部及颅骨的解剖和生物力学因素	1	22 下颌骨截骨术	103
2 髁状突区骨折的生物力学和修复原理	8	23 上颌骨截骨术	110
3 舌下血肿：下颌骨骨折的病征	10	24 距离螺钉在正颌外科中的应用	117
4 骨修复和骨折的愈合	11	25 可调节钢板在下颌升支矢状劈开截骨术中的应用	121
5 手术入路	17	26 颅面外科	123
6 材料和设备	29	27 可吸收板、螺钉和针在面中部及髁颈骨折和颅缝早闭矫正治疗中的应用	129
7 下颌骨（包括萎缩的下颌骨）骨折的治疗	32	28 免钻孔螺钉	133
8 带钩颌间固定	40	29 重建修复前外科和种植学	135
9 拉力螺钉的应用原则	42	30 植骨术和膜固定在种植学中的应用	150
10 导向拉力螺钉技术在下颌骨骨折中的应用	49	31 牙槽骨牵张成骨术	152
11 如何处理髁突基底和髁颈骨折？	54	32 下颌牙槽骨内牵张成骨重建术	155
12 髁颈骨折：拉力螺钉的应用	56	33 网片骨固定术	158
13 髁颈骨折小型钢板固定术：口外入路	63	34 游离无血管骨移植物下颌骨重建术	161
14 髁颈骨折小型钢板固定术：口内入路	69	35 下颌骨和上颌骨口内牵张成骨术	164
15 髁颈骨折：三角形钢板固定术和内镜入路	73	36 吻合血管的腓骨瓣移植	177
16 髁颈骨折：拉力螺钉钢板固定术	80	37 吻合血管的肩胛骨移植	182
17 耳后入路的髁突头骨折骨缝合术	83	38 骨缝合术后钛板是否去除？	187
18 髁突头骨折：螺钉和钢针固定术	87	39 并发症的原因和处理方法	190
19 面中部骨折	89	参考文献	193
20 鼻-筛骨骨折	93	索引	206
21 全面部骨折：条理化的治疗方案	98		

1 下颌体、面中部及颅骨的解剖和生物力学因素

Maxime Champy, Patrick Blez

单层皮质小型钢板骨缝合术是以精确的解剖学研究和开发出特殊设备及装置的大量生物及力学实验为基础的。

解剖学因素

下颌骨

在新发明的口内小型钢板骨缝合术(Michelet, Deymes, Dessus, 1973)出现后,实验研究和临床应用已经证实小型钢板单层骨皮质固定足以对抗咀嚼肌力所产生的张力(Champy 等, 1975; Champy 等, 1976a, b; Champy 等, 1977; Champy 等, 1978; Champy, Lodde, 1976; Champy, Lodde, 1977; Jaeger, 1978),因为该技术是应用螺钉将小型钢板锚定在骨面以达到固定效果的,所以有两个重要的方面需要了解:

- 可供螺钉牢固锚合的骨质区域。

- 根尖及下牙槽神经的局部解剖,以免螺钉进入时损伤这些结构。

外层骨皮质的平均厚度为 3.3mm,十分坚固,可为螺钉提供很好的锚合。颏部的骨皮质较厚,由从冠状突至磨牙区的外斜线加固。下颌骨联合区断面显示,该部位为下颌下缘骨皮质最厚处,在第 3 磨牙处往后下颌骨上缘变得比下缘坚固(图 1-1)。

牙槽突附近骨的厚度是变化的,牙根及骨结构的解剖不允许在该部位行螺钉固定(Gerber, 1975)。为了避免损伤根尖,在距咬合平面至少达牙冠高度 3 倍处植入螺钉会比较安全。

下牙槽神经在下颌管内走行,从下颌小舌到颏孔呈凹陷曲线。测量发现,从后往前走行时,神经离外板及下缘较近,在最低点处距下颌基底缘 8~10mm,尽管该区域骨皮质的平均厚度是 5mm,但部分患者可能低于 3mm。在到达颏孔前 1cm 左右下颌管向上前方走行(Härle, 1977)。颏孔位于牙槽脊

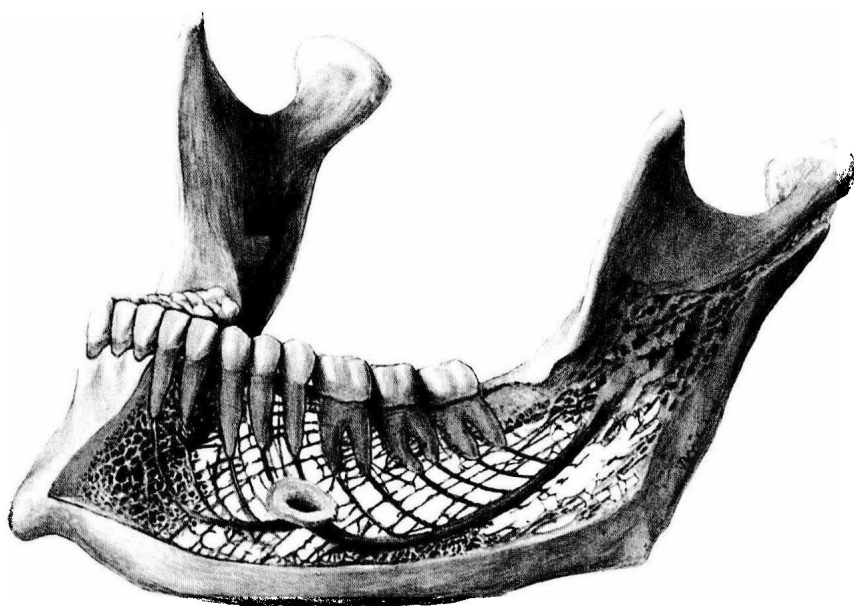


图 1-1 下颌骨侧面观
下颌体外侧及内面的骨皮质去除后

和下颌下缘正中,垂直方向上与第1或第2前磨牙对齐。需要重点记住的是颞孔有时候比尖牙根尖的位置还高,因此该区域的骨缝合术存在损伤根尖的风险。

大多数情况下,下颌管都是围绕神经血管束的骨性管道,但有时候该骨性结构发育很差。反复的新鲜下颌骨标本实验显示螺钉进入下颌管时通常不会损伤神经,因为神经可以自动避开螺钉(Gerber, 1975),相比之下,钻孔时更易造成神经损伤。

应该指出的是,随着人的衰老,牙槽骨逐渐萎缩,下颌骨的结构减少至只剩两层骨皮质,无牙的患者其平坦的下颌骨上缘由硬化骨组成,对螺钉的锚合作用较差。

必须记住一点,儿童的下颌体包含有牙胚。

牙槽骨由附着的黏膜覆盖,骨折时牙龈通常被撕脱,如果12小时内不能进行处理,外露的下颌骨将存在来自口腔的感染风险。

出生后的第一年内,下颌骨的血供依靠下牙槽动脉(Cohen, 1960),后来逐渐由骨膜血管网所代替。在成年人中,Bradley(1975)描述称其血供全部来自基底突处的骨膜,因此该部位的治疗应十分谨慎,应避免广泛剥离骨膜以保证血供,正因如此,经黏膜入路较经皮入路更为人们所接受。

面中部和颅骨

面部及头颅骨骼的骨皮质厚度变化很大,Lodde和Champy(1976),Champy, Lodde和Grasset(1977)已经倡导在颅骨和面中部手术中使用小钢板骨缝合术。颅骨手术应使用长度为3mm或5mm的短小型螺钉。骨皮质厚且适合骨缝合术的部位包括颅骨、鼻骨、颧骨、眶缘、梨状孔边缘和颧骨支柱(Mariano, 1978)。除此之外构成各种鼻窦的骨皮质都很薄,不能提供坚固的螺钉锚合,因此仅适合行微型钢板螺钉固定术(图1-2)。

眶骨厚度在4~9mm之间,眶上缘尤其适合放置钢板,但必须准确定位额窦,其厚度允许使用5mm的长螺钉而不存在穿透硬脑膜风险。顶骨的厚度允许在固定术中使用3mm长的螺钉。

颧额突这一三角柱状结构由致密的皮质骨组成,是皮质骨螺钉固定的极好区域,由一层除额颧缝外都很容易剥离的骨膜覆盖。

延伸至颧弓的眶外侧缘可为螺钉固定提供充足的骨质,术中应使用合适的拉钩来保护眼睛。在Champy等(1975)的研究之后,前颅窝的损伤已经

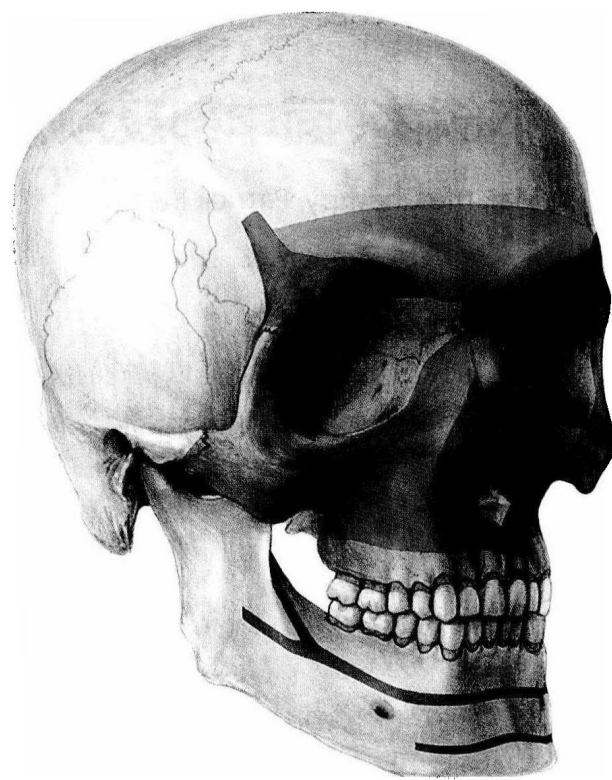


图1-2 可行小型钢板骨缝合术的供选择区域

最合适的部位被标记为蓝色。红色为使用微型钢板的部位。绿色区域小型和微型钢板都可使用

可以避免,其最低点定位于额颧缝以上16~20mm或者是眶上缘水平切线上方5mm处(图1-3)。

眶下缘也是骨皮质较厚的区域,但是因为既没有肌肉的力量也不存在张力作用于该部位,使用钢板固定显得不是十分必要。如果有单独的碎骨片需要固定,可吸收结扎线或者微型钢板的力量就已经足够了。

上颌骨仅有两处由致密而坚硬的骨质组成的支柱:梨状孔下外侧部分(内侧或鼻上颌支柱)和外侧支柱(颧骨或上颌支柱)。Sicher和Tandler(1928), de Brul(1970), Manson, Hooper和Su(1980)等分别阐述了这些支柱的重要性。上颌窦前壁很薄,不适合行小钢板固定术。

最后要牢记这些部位存在很多腔隙,其中的一部分还容纳了必须要保护的重要器官,如硬脑膜、眼球和牙根等。额窦、上颌窦、筛窦、鼻腔和口腔的壁一般都比较薄而脆弱。因存在感染的风险,特别是额窦和鼻腔处,应避免在这些部位使用螺钉。

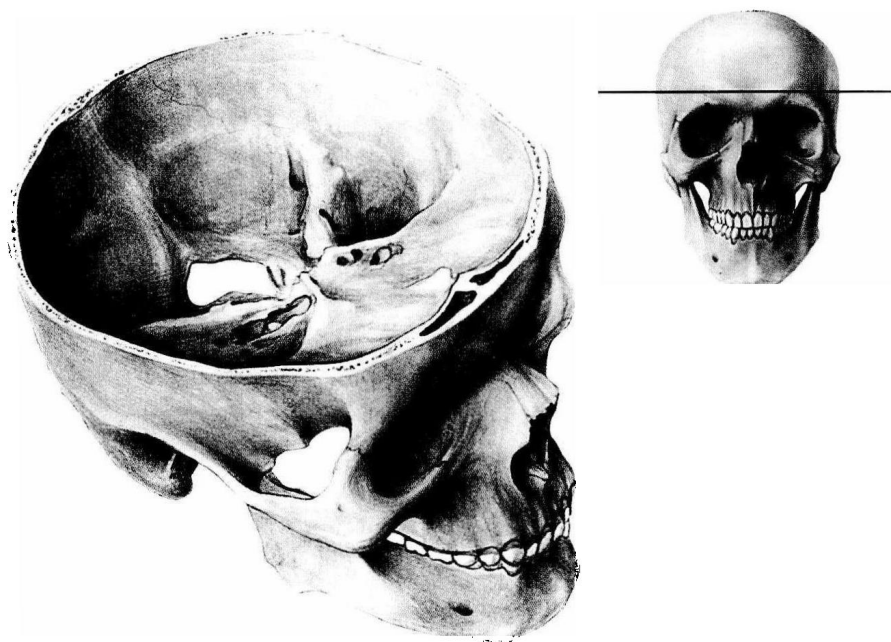


图 1-3 前颅窝的定位

前颅窝的最低点位于额颧缝上方 16~20mm, 即眶上缘切线上方 5mm 处

生物力学原理

生理学是研究活体内组织的性质和功能的一个科学学科。

力学是研究产生力和运动的物体之间平衡关系的一个科学学科。

生物力学是以提供解释和治疗方案为目的而对各种生物现象(如骨折)进行研究的学科,它由工程学和生物学知识融合而成。

单层骨皮质小型钢板骨缝合术的生物力学原理是以法国斯特拉斯堡骨与关节生物力学研究小组开展的数学和实验研究为基础的。该研究的目的是为了尽可能减少对外科医生治疗方案选择造成过多影响的经验主义,并消除对人体实验及非法动物实验研究的需求。这一仅仅针对下颌骨而进行的研究导致了一种稳定性-弹性-功能性骨缝合术体系的产生,该方法可以在既不需要颌间固定也不需要骨片间压力的情况下实现骨折愈合(Champy in Huckel, 1996)。其成功应归功于下列因素和实验结果。

目的

治疗下颌骨骨折的理想方法应达到运动的功能性恢复,因此,目的应该如下:

- 恢复正常咬合关系。
- 完美的解剖复位。

- 完整而稳定的固定,允许受伤部位的无痛运动。
 - 保证骨片、骨折面和周围组织的血液供应。
- 最佳骨缝合术的生物力学要求包括:
- 钢板和螺钉必须能够承受因下颌骨特有的张力和扭力而产生的各种应力。
 - 钢板必须具有一定的可塑性使之容易与骨表面相匹配,特别是在联合区和磨牙区,以达到解剖复位并恢复完美的咬合关系。
 - 钢板的规格应使骨膜剥离范围及骨折部位的暴露最小化,另外,口腔黏膜必须足以覆盖钢板,在钢板和钉头周围不留任何死腔。
 - 螺钉的大小应与骨皮质的厚度相匹配。

下颌骨咀嚼应力的分布

了解作用于下颌骨的咀嚼应力是基础,因为这些应力直接决定骨缝合术中钢板的合理设计、放置位置及力学特征。

咀嚼肌的运动力可分为颞肌肌力、咬肌肌力和反应性咬力。后者对骨折制动的反作用最大。这些力量的大小因人而异。通过与威特斯通桥相连的应变仪对牙齿健康的青年男性的最大咬力进行测量,得出的结果如下:

- 切牙区: 290N (Champy-Loddé), 265N (Meyer)。
- 尖牙区: 300N (Champy-Loddé), 300N (Meyer)。
- 前磨牙区: 480N (Champy-Loddé), 480N (Meyer)。

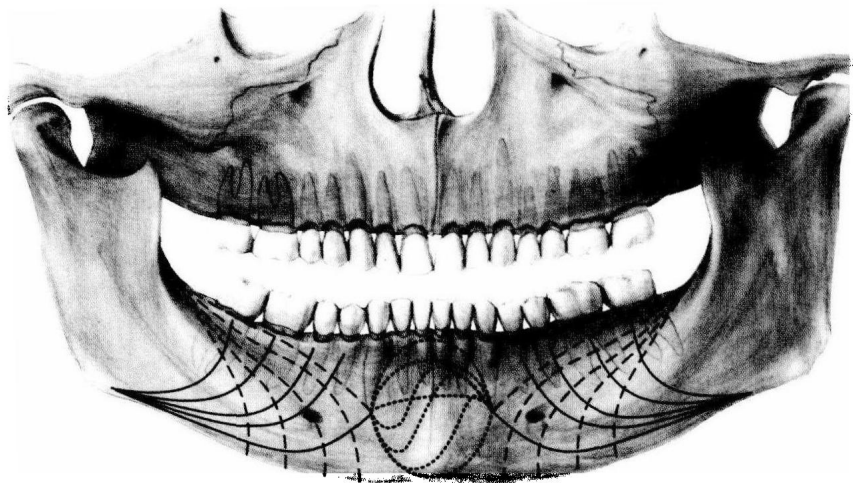


图 1-4 下颌角至尖牙区的作用力示意图

在整个下颌体上, 咬力在上缘形成张力(虚线)但在下缘形成压力(实线)。扭曲力位于尖牙前部(点状线)

- 磨牙区: 660N(Champy-Loddé), 506N(Meyer)。

这些作用力之间的相互作用在不同患者中各不相同, 也影响着治疗中需要克服的骨折移位程度。

了解这些外力作用在下颌骨上所产生的应力分布情况十分重要。生理性协调的肌肉运动在下颌骨上缘产生张力, 在其下缘产生压力(Weigele, 1921; Winkler, 1922; Motsch, 1968; Küppers, 1971; Boyoud, Paty, 1975; Champy, Loddé, 1976; Tillmann, Härle, Schleicher, 1983)。另外, Sustrac 和 Villebrun(1976), Weigele(1921)指出扭力是在尖牙前部产生的(图 1-4)。

每一种下颌骨骨折中这些力量都会对牙槽脊区域产生牵拉作用, 并且因损伤程度不同和口底肌肉收缩而加重, 进而导致骨折片的移位。下颌骨下缘的压力是一种动态的生理性作用力, 该力量沿基底缘持续地作用于骨折片(Boyoud, Patty, 1975; Champy, Loddé, 1976; Ewers, Härle, 1985a)。这种压力是由肌张力所产生的, 在咀嚼作用中会增加。当骨缝合术充分实施之后, 在骨折部位不存在缺损的情况下, 这一动态压力应与作用于正常下颌骨的生理性张力完全一致(Champy, Loddé, 1976; Tillmann, Härle, Schleicher, 1983)。

压力、张力和扭力的动量已经通过下颌骨数学模型建立了一个公式: $E = F \times L/d$, E 是约束力情况, F 为咀嚼力, L 为颏部到骨折线之间的距离, d 为钢板到下颌骨下缘之间的距离。

在任何一种骨折固定方法中, 控制剪切和扭转应力的摩擦力都是影响稳定性的一个重要因素。骨

折面之间的这些力量因骨折端的交锁而存在, 因压力而增强。若骨折面之间的交锁质量不佳, 摩擦力会减少甚至消失。这时双钢板固定则十分必要。这种情况见于外科离断性截骨术、骨折后萎缩的下颌骨、骨折感染、假性关节和重建外科手术(ChampyLoddé, 1975)。

下颌骨理想骨缝合线的确定

考虑到下颌骨独特的解剖结构, 生物力学研究确定了下颌体的最佳骨缝合线(图 1-5)。该线为牙槽突底部位于根尖下方的一条张力线。在此范围内钢板可使用单层骨皮质螺钉固定, 具体如下:

- 颏孔后方钢板放置于牙根正下方和下牙槽神经之间。
- 下颌角钢板最理想的是放置于外斜线的内侧

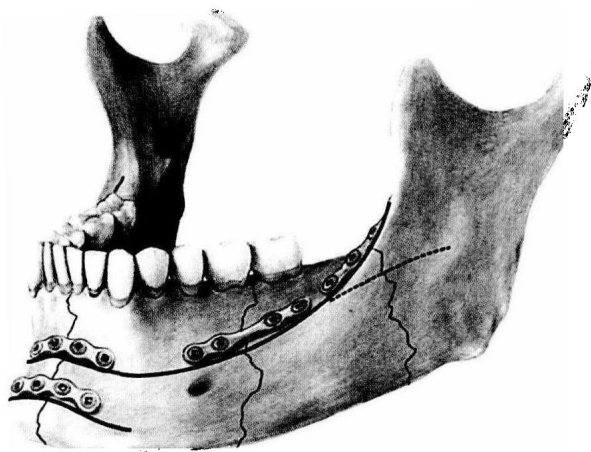


图 1-5 下颌体理想的骨缝合位置及缝合线

面；如果该部位被破坏，钢板应位于外层皮质尽可能高的位置(图 1-5)。

- 在颞孔之间的前部区域，除了使用根尖下钢板外，还应在下颌骨下缘附近使用另一个钢板来中和扭力。

这样一种稳定性 - 弹性 - 功能性的单层骨皮质骨缝合术是中和作用于骨折部位的牵拉力和扭曲力的结果，同时也恢复了生理性压力。应用坚固钢板和双层皮质螺钉的骨片间压力无法达到这样的效果。在粉碎性骨折中还应使用附加的钢板重建生理性应力并中和扭曲力(图 1-6)。

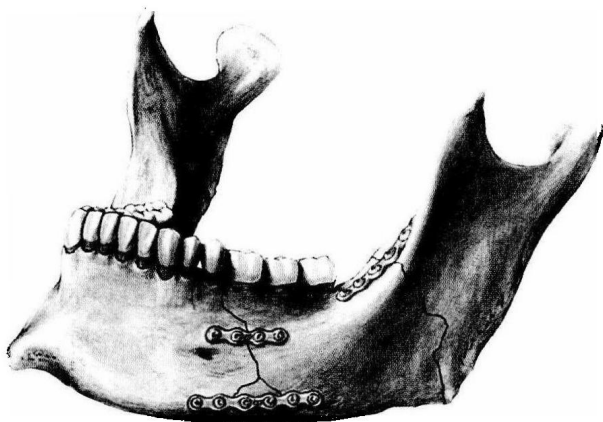


图 1-6 下颌体粉碎性骨折及基底部三角形骨片移位时骨缝合的位置

小骨折片可重新放置至位于大骨折片间的解剖位置，当小型钢板中和了上缘的牵张力之后，位于下缘的压力可恢复其生理性应力。下颌角骨折的固定应位于外斜线的内侧面

在其他治疗中的应用

- 使用锯片的下颌骨截骨术会导致 1~2mm 的骨质丢失。因此两个分离的骨面之间既不存在交锁连接，也没有摩擦力。将骨折端靠拢会对牙列的咬合关系带来不利影响。为了保持骨片的术前位置并恢复咬合关系，双钢板固定在此十分必要(Champy, Loddé, 1975)。
- 在无牙的下颌骨中，钢板的正确位置应该位于咬力产生张力的下颌骨上缘外层皮质。钢板不能固定在位于上方的骨质已经发生硬化的平滑骨面上(图 1-7)。
- 在下颌骨萎缩晚期，张力和压力集中在非常狭窄的位置。骨折面很窄，之间的摩擦力也很小。这些狭窄面无法为小型钢板的压力提供充分支持，因此甚至连减弱后的咀嚼力都会使钢板存在变形和断裂的风险。从之前定义的数学



图 1-7 骨折后的无牙下颌骨

一个小型钢板已经用于下颌骨外层骨皮质的上缘。钢板不能放置在含有硬化骨的上方平坦面上(请参见图 7-19)

公式 $E = F \times L/d$ 可以看出，作用于钢板的应变力是与钢板到下颌骨上缘之间的距离成反比的。此时有必要使用间距至少在 2mm 以上的双钢板固定术。

如果颊部骨皮质的垂直高度小于 1cm，则需要使用加强钢板。

年龄较大的患者骨质有时很脆，固定钢板时应在骨折线两侧各打至少 3 个螺钉(Champy 等, 1978a)。

在这类特殊病例中，最近的临床经验显示，六孔小型加强钢板被认为是标准钢板(A.Wilk, 2007)。

- 在下颌骨重建手术中，一项使用有限元方法的连续研究证实了使用两个加强板固定的游离骨移植的可靠性(见第 27 章; Boutemy, 1994; Rousseau, Ségard, 1994; Dalsanto 等, 1995; Champy in Huckel, 1996, pp.47-48)。

讨论：依据这些生物力学原理而使用的下颌骨骨折固定术称为**稳定性 - 弹性 - 功能性骨缝合术 (SED)**(Champy in Huckel, 1996, pp.52-53)。

稳定性

骨缝合术稳定应具备如下条件：

- 骨片无可见的牵张运动。
- 可中和有害的牵张力。
- 精确的骨折片复位，在其基底缘可为肌肉压力提供坚固的支持，确保接触的骨折面之间的交锁和摩擦力。
- 允许下颌骨早期活动，但不能承受满负荷。

- 已经通过计算机辅助计算进行确认 (Rousseau 和 Segard, 1994; Dal Santo 等, 1995)。

弹性

骨缝合术钢板具有充分的弹性与骨面相适应, 常被固定在高位。

骨折端的坚固制动作用会对骨修复炎症期产生抑制从而影响骨修复的自然过程 (Sarmiento 等, 1984; Sarmiento, Sobol 等, 1984)。

不管是肢体功能的完全抑制还是骨折片的坚固固定都是对骨折的自然修复有害的 (Cornell, 1992)。骨折面之间的微小活动可促进愈合的进展 (Cornell, 1992)。

功能性

因为钢板弹性较充足, 咀嚼肌运动可在下颌骨下缘产生压力。骨折面之间的交锁产生摩擦力, 可增强骨缝合术的稳定性。

所产生的压力为功能性及生理性压力。张力通过一个骨折片转移到另一个骨折片, 最终到达移植的骨块。钢板的弹性导致了骨面之间的完美结合, 同时也刺激了骨折的愈合。

通过有限元方法 (Dalsanto, 1995), 我们证实了移植骨和被重建的下颌骨接触面间存在微小活动。这是依据 Pape 和 Gerlach (1993) 在重建外科技术中应用小型双钢板骨缝合术固定游离骨移植物的情况而得出的结论。

微小活动的值为 $0.5\mu\text{m}$ 。骨单位的大小为 $60\mu\text{m}$ 。一般认为小于骨单位的微小活动是不会对愈合过程造成损害的。如果该活动性受损或被限制, 骨折愈合的正常炎症期会缩短甚至被抑制。活动的程度是关键。

合理的刺激和血液供应都十分重要 (Cornell, 1992)。控制在微小力学水平的活动可优化骨折修复的化学和电环境。

应用微型钢板和小型钢板对面中部及颅骨行外科修复的生物力学和原理

尽管没有在颅骨及面中部使用单层骨皮质小型钢板骨缝合术的实验研究基础, 但可以认为它是该方法的逻辑性延伸, 并且得到了极好的临床效果的支持。作用于颅骨和面部骨的力量是复杂的、三维的且很难评估的。它们可在各个方向上对钢板产生应力, 与压力相对抗的弯曲力和扭曲力占据优势。应力的第一个来源是咀嚼力、舌压和咬肌及翼外肌的运动。根据 Champy 和 Lodde 1976 年的研究

(图 1-8), 这里的应力肯定没有下颌骨的重要, 而且更容易被中和。

面中部手术技巧是直接从矫形外科和颅面重建外科中进化而来, 使用直接固定术和即刻骨移植 (Tessier, 1967)。

- 在面中部创伤外科 (和矫形外科) 中, 咬合关系重建之后, 修复的原则包括四个重要的概念。第一, 重建前上颌支柱是上颌骨修复的关键; 第二, 直接暴露并固定这些支柱可提供精确解剖复位; 第三, 使用小型钢板加固不稳定的支柱, 或者使用即刻植骨术代替粉碎性或遭破坏的支柱, 可在不需要颅骨内悬吊和外固定装置的情况下对最严重的损伤实现重建和固定; 最后, 支柱重建可预防面中部塌陷或延缓其所导致的继发畸形。单层骨皮质小型钢板骨缝合术已经被证实可以承受所有的有害作用力并在没有骨折片间压力的情况下确保骨折愈合。
- 颅面外科中小型钢板骨缝合术的应用是由 Champy 和 Loddé (1977, 1978) 所倡导的, 并被 Tessier 认为是对骨折和先天性畸形治疗的主要

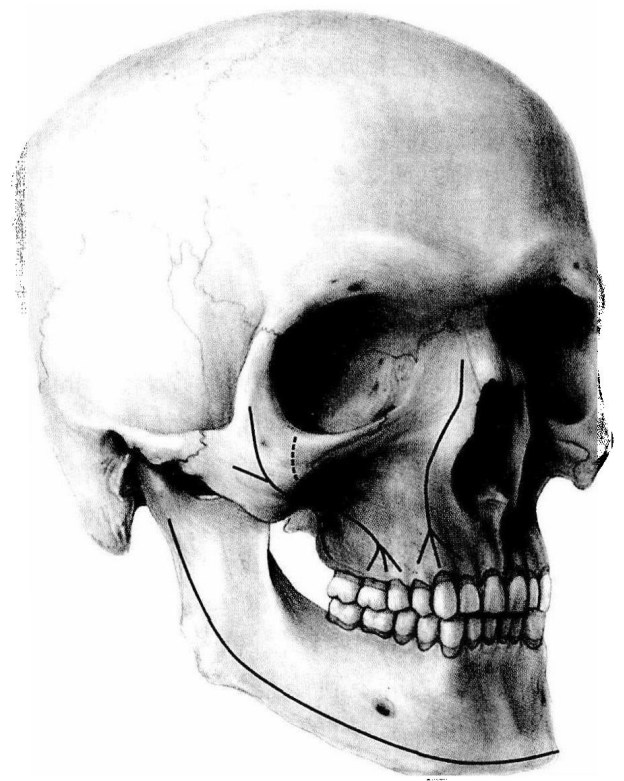


图 1-8 上颌骨及下颌骨的支柱

图中显示了两个前部支柱 (内侧或鼻上颌支柱、外侧或颧上颌支柱) 和后部支柱 (翼上颌支柱)。可以看到这些支柱与上方的颅底和眶骨、下方下颌骨及正确咬合关系之间的联系。扭曲力 (点状线) 是由下颌骨尖牙前部的肌肉活动所产生 (请参见图 1-4, 图 2-1, 图 21-1)

贡献。与钢丝固定相比,使用钢板固定的优点是可对骨折片在所期望的方向上提供三维制动的效果,使 Halo 支架等固定装置失去了意义。

- 对于麻醉师来说,所有操作都在不需要颌间固定(IMF)的情况下进行,骨缝合术具有显著而重要的优越性(Rauscher, 1978):
 - 许多病例可避免行气管切开。
 - 手术和恢复过程中可更好地保护气道(减少术后焦虑,特别是多发伤、精神病和醉酒患者)。

- 减少窒息的风险。

- 易于控制呕吐(无需放置胃管)。

- 出现呼吸窘迫时可重新插管。

- 患者更舒适(Williams 和 Cawood, 1990)。

使用下颌下气管插管(Altemir, 1986)使所有的双侧上颌骨手术和经颅入路变得更安全。

在重症监护患者中,与下颌下气管插管(Altemir, 1986)相关的小型钢板骨缝合术是一个十分重要的和决定性的因素,不仅实施起来比较容易,同时也兼顾了患者的利益,是一种具有全球性、独特性而且最可靠的治疗。

2 髁状突区骨折的生物力学和修复原理

Christophe Meyer

下颌升支的解剖特点对髁状突区骨折骨缝合术具有十分重要的意义。从正面观看,升支或多或少呈S形,而且内外皮质之间的松质骨的量变化很大(Härle, 1980; Schneider 等, 2005),取决于年龄、性别以及个体间的解剖差异。这种情况有时会妨碍松质骨轴向拉力螺钉的插入。在典型的髁颈部骨折水平,即乙状切迹水平,横断面上可见骨皮质最厚处位于后外方的髁颈部外层骨皮质处(Härle, 1980; Tillmann 等, 1983; Krenkel, 1994)。在腹侧,外侧与内侧骨皮质在乙状切迹水平汇合成薄层的刃状脊。这可能可以解释为何过去将钢板垂直放置在以髁颈为轴的方向上。

咀嚼过程中的下颌应力主要和咀嚼肌的收缩力相关,其中包括:颞肌、咬肌、翼内肌、翼外肌和降颌肌群等。这些肌肉的力量分别引出两种外力,即作用于牙齿的反应性咬力和作用于关节内接触点的关节内反应力。产生这些咬力的肌肉收缩力通过测量肌肉横断面和记录特定咀嚼运动中的肌电活动的方式得到了简单的估算(Meyer 等, 1998; Meyer, 2008a)。例如,在第一磨牙间进行最大力量的咀嚼运动所获得的肌力值如下:

- 颞肌前部: 每侧 412N。
- 颞肌后部: 每侧 169N。
- 咀嚼肌: 每侧 475N。
- 翼外肌: 每侧 418N。
- 翼内肌: 每侧 382N。
- 降颌肌群(作为整体): 每侧 83N。

同样的运动中,通过静态平衡方程计算得出的关节间作用力为每侧 676N,提示颞下颌关节是一个负荷很大的关节,至少在本实验中是这样的。

在下颌升支处,这些外力可在升支后缘产生压力,呈垂直方向走行,并与髁颈轴平行,同时还有与之前提到的压力方向垂直的张力存在(图 2-1),见 Meyer 等(2002)和 Meyer(2008a)等文献描述。

因此,髁状突骨折中,生理性咀嚼力往往会在骨折线腹侧形成一个间隙(图 2-1)。

在髁突区,理想的骨缝合线可以被界定(图 2-1)。在乙状切迹下方并与之平行的上方缝合线是为了恢复位于该区域的张力,与之相似的位于下颌体的下方缝合线沿髁颈轴垂直走行,目的是为了维持矢状面的复位,以免活动中产生的旋转应力(轴面)和弯曲应力(正面)导致继发的骨折移

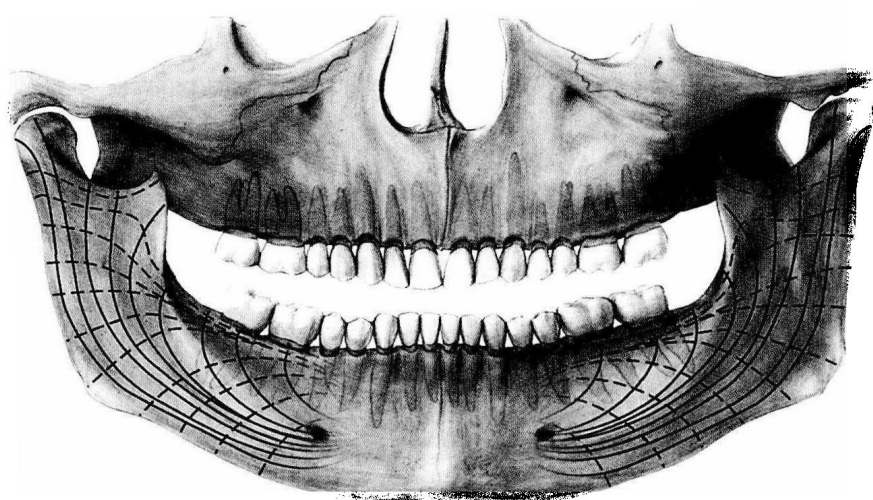


图 2-1 下颌升支应力分布的简易示意图
点状线: 压力应力; 实线: 张力应力