

应用 AO 三维预成型钛网治疗眼眶骨折的临床研究

陈明¹, 柴广睿¹, 王梦², 刘璐¹, 李鹤明¹, 张鹤¹

作者单位:¹(110004)中国辽宁省沈阳市,中国医科大学附属盛京医院眼科;²(110024)中国辽宁省沈阳市,沈阳医学院附属奉天医院

作者简介:陈明,男,博士,副教授,副主任医师,硕士研究生导师,研究方向:眼外伤、眼眶病、眼整形。

通讯作者:陈明.66cm@sina.com

收稿日期:2014-09-16 修回日期:2014-12-21

Clinical use of AO three - dimensionally preformed titanium mesh plates for orbital fractures

Ming Chen¹, Guang-Rui Chai¹, Meng Wang², Lu Liu¹, He-Ming Li¹, He Zhang¹

¹Department of Ophthalmology, Shengjing Hospital Affiliated to China Medical University, Shenyang 110004, Liaoning Province, China;²Fengtian Hospital Affiliated to Shenyang Medical College, Shenyang 110024, Liaoning Province, China

Correspondence to: Ming Chen. Department of Ophthalmology, Shengjing Hospital Affiliated to China Medical University, Shenyang 110004, Liaoning Province, China. 66cm@sina.com

Received:2014-09-16 Accepted:2014-12-21

Abstract

• **AIM:** To evaluate the accuracy and practicability of three - dimensionally preformed Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese AO titanium mesh plates for orbital fractures.

• **METHODS:** Forty - seven patients with isolated blow - out orbital fractures were included in this study. Fracture locations were as follows: floor/medial wall ($n = 26$, 55%), medial wall ($n = 12$, 26%), and floor ($n = 9$, 19%). The floor fractures were exposed by a standard transconjunctival approach, whereas a combined transcaruncular transconjunctival approach was used in patients with medial wall fractures with temporary dissection of inferior oblique muscle. A three - dimensionally preformed AO titanium mesh plate was selected according to the size of the defect previously measured on the preoperative computed tomographic scan examination and fixed at the inferior orbital rim with 2 screws. The accuracy of plate positioning of the reconstructed orbit was assessed on the postoperative computed tomography (CT) scan. The practicability of clinical use of AO three - dimensionally preformed titanium mesh plates was assessed on the preoperative and postoperative clinical data.

• **RESULTS:** Postoperative orbital CT scan showed an anatomic three - dimensional placement of the orbital

mesh plates in all of the patients. All patients had a successful treatment outcome without clinical complications. 40 patients (87%) had a successful enophthalmos correction. 25 patients (86%) had a successful recovery from diplopia.

• **CONCLUSION:** Three - dimensionally preformed AO titanium mesh plates for orbital fracture reconstruction results in an accurate anatomic restoration of the bony orbital contour with a high rate of success to correct enophthalmos and diplopia.

• **KEYWORDS:** orbital fractures; enophthalmos; preformed titanium mesh plates; computed tomography

Citation: Chen M, Chai GR, Wang M, *et al.* Clinical use of AO three - dimensionally preformed titanium mesh plates for orbital fractures. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2015;15(1):112-116

摘要

目的:评价三维预成型钛网在单纯性眶壁骨折修复中的精确性和可行性。

方法:本研究共包括47例单纯性眶壁骨折患者,骨折部位如下:内下壁联合骨折26例(55%),单纯眶内壁骨折12例(26%),单纯眶下壁骨折9例(19%)。对于眶下壁骨折,采用标准的经下睑结膜入路;而对于眶内壁骨折和内外下壁联合骨折,则采用经泪阜、经下睑结膜联合入路,同时暂时切断下斜肌将两切口沟通。所有患者均充分暴露骨折边缘并还纳疝出的眶内组织后,根据术前CT测量的骨折缺损范围,选择对应型号的AO三维预成型钛网并进行适当的修剪和弯制后植入眶内,使用两颗钛钉将钛网固定于眶下缘。通过术后复查眼眶三维CT来评价植入钛网的精确性,通过对患者术前和术后的临床资料的对比来评价预成型钛网临床应用的可行性。

结果:术后CT表明,所有患者的眼眶骨折在植入三维预成型钛网后均得到比较精确的解剖修复。所有患者在术中、术后均未出现严重的并发症,40例(87%)患者眼球内陷得以矫正,25例(86%)患者复视消失。

结论:AO三维预成型钛网在解剖上可比较精确地修复眶壁骨折;在临床上,可以显著改善眼球内陷和复视。

关键词:眼眶骨折;眼球内陷;预成型钛网;CT

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2015.1.32

引用:陈明,柴广睿,王梦,等.应用AO三维预成型钛网治疗眼眶骨折的临床研究.国际眼科杂志2015;15(1):112-116

0 引言

严重的眼眶骨折通常会导致眶腔容积扩大和眶内软组织嵌顿。患者会表现出眼球内陷和复视,以及不同程度

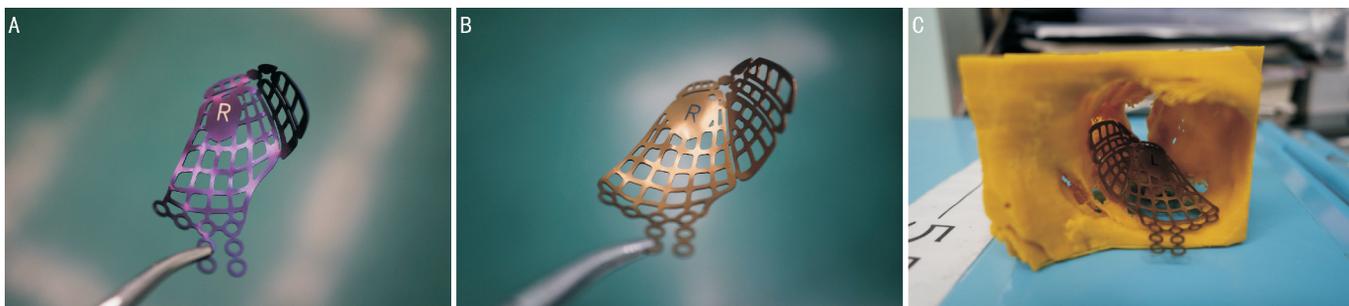


图1 AO 三维预成型钛网示意图 A:小型号钛网;B:大型号钛网;C:钛网植入眶内。

度的面容损伤。针对此类骨折,需要采用手术修复的方法。近几年,修复材料的应用也发生了显著的变化。眼眶骨折修复的最终目标必定是根本性恢复外伤前骨性眼眶的容积和形态。尽管眼眶重建的理想材料仍然存在争论^[1],但是目前来看,钛网更易于塑型成眼眶形态,而且钛网已经长期用于大面积眼眶缺损的重建和眼球异位的矫正中。

既往眼眶骨折修复采用的传统钛网通常为平面形态,需要更多的术中修剪和弯制,这样就无法精确重建,同时延长手术时间。目前的努力则致力于开发特殊的植入物从三维上匹配残余的眼眶骨骼缺损,尽可能在解剖上还原骨折缺损处。近年来引入的预成型钛网即为此目的而设计。本研究的目的是评价 AO (Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese) 工业化三维预成型钛网在眶壁骨折重建中的精确性和可行性。

1 对象和方法

1.1 对象

本研究共包括 47 例接受 AO 三维预成型钛网植入的患者,时间为 2012-10/2014-06。入选标准包括:单侧单纯性爆裂性骨折;对侧眼眶正常;既往无眼眶外伤史;年龄大于 17 岁;至少随访 3mo。患者的一般资料包含年龄、性别、损伤机制、骨折部位、有无复视和眼球内陷、以及是否存在伴随的眼部损伤。手术资料包含入院与手术时间间隔、手术日期、手术入路、植入材料和随访时间等。术后资料包含复视状况、眼球内陷程度、眼睑退缩、眼睑异位、结膜愈合状态,以及植入物暴露、感染或移位等。本组男 33 例,女 14 例,年龄 17~57(平均 35)岁;右眼 15 例,左眼 32 例。致伤原因:袭击伤 25 例,车祸伤 16 例,意外伤害 5 例,工伤 1 例。手术时间为伤后 1~70(平均 23)d,其中 32 例手术时间为 12~21d。本组眼球内陷 46 例,眼球运动障碍 29 例,其中各方向受限 1 例,上下转均受限 2 例,上转受限 24 例,外展受限 1 例,下转受限 1 例,无运动障碍 18 例。

1.2 方法

1.2.1 CT 扫描方式

所有患者均在术中和术后进行螺旋 CT 扫描(冠状位、轴位、矢状位),扫描参数如下:层厚 1.00mm,像素矩阵 512×512,工作电压 120kV,电流 225mA,窗宽 2000HU,窗位 400HU。

1.2.2 计算机图像分析

CT 扫描的 DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 数据采用 MIMICS10.01 软件处理和分析。通过与健侧眼眶对比,来评价三维预成型钛网修复眼眶骨折的精确性。

1.2.3 手术方法

所有手术均在全身麻醉下进行。眶下壁骨折采用标准的经结膜入路^[2]。对眶内壁骨折和内外壁联合骨折患者则合并应用经泪阜入路^[3]。所有病例均

加以外眦切开术和外眦松解术以充分暴露手术野。手术开始前行牵拉试验,以评估眶壁骨折中眶内容的嵌顿状况。术中充分暴露眶壁骨折区,显露出骨折的四个边缘。将所有嵌顿在上颌窦和筛窦内的眶内软组织进行充分松解并还纳回眶内。根据骨折区形态、术中测量眶深、术前 CT 扫描中所测量的缺损的尺寸选择 AO Matrix ORBITAL 系列三维预成型钛网 (Synthes, Oberdorf, Switzerland) 的型号。该钛网分为大小两种型号,厚度为 0.4mm(图 1)。大部分病例均需要修剪钛网的尺寸和轮廓来精确匹配患者的骨折缺损形态。使用脑压板完整暴露骨折区域后,植入预成型钛网。对于眶下壁骨折患者,可以直接植入钛网,使用 2 颗 5mm 钛钉将其固定于眶下缘;而对于眶内壁骨折和内外壁联合骨折的患者,则需要暂时在下斜肌近止点处缝合留置 6-0 Vicryl 可吸收缝线,并切断下斜肌,在骨膜下沟通眼眶内壁和下壁,然后植入预成型钛网,使用 2 颗钛钉将钛网固定于眶下缘,随后将下斜肌缝合止点处。所有病例在手术结束前均进行被动牵拉试验以便排除各种潜在的嵌顿因素,确保眼球各方向牵拉转动不受限。用镊子对合眶缘处切开的骨膜,不缝合骨膜。使用 6-0 Vicryl 可吸收缝线缝合结膜切口,共 3 针。用镊子对合泪阜切口,不缝合。应用 5-0 Vicryl 可吸收缝线缝合外眦角。术眼涂布适量的抗生素眼膏。

1.2.4 术后随访

术后第 1d 早晨检查视力和眼球运动。手术当天和术后 2d 常规使用抗生素静脉滴注。术后 3~5d 出院,嘱患者术后 1,2wk;1,2,3,6,12mo 复查,观察眼位、复视状况和眼球内陷程度,病情变化随时复诊。术后 3d 内行眼眶三维 CT 扫描检查眶内植入物位置和形态。

2 结果

本研究共 47 例患者,全部病例为单纯性眼眶骨折,其中内下壁联合骨折 26 例,单纯眶内壁骨折 12 例,单纯眶下壁骨折 9 例,随访 3~23(平均 15)mo。9 例孤立性眶下壁骨折的患者采用标准的经结膜入路。38 例累及眶内壁骨折的患者联合应用经泪阜经结膜入路。将术后复查 CT 的 DICOM 数据导入 MIMICS 后,显示患者的冠状位、轴位、矢状位和三维图像,可见眶下壁骨折(图 2,3)和内外壁联合骨折(图 4,5)均得以比较精确地修复。

所有患者在术中均未出现严重的并发症。87% (40/46) 的患者眼球内陷得以矫正,6 例术后眼球内陷患者中 5 例眼球内陷在 2mm 之内;1 例患者术后眼球内陷为 4mm,此患者术前眼球位于筛窦内^[4]。86% (25/29) 的患者复视消失,其余 4 例复视也有不同程度的改善。本组患者均未出现下睑松弛或者睑内翻、睑外翻、眶内植入物的突出或移位。也未出现术后眼眶或植入物感染以及眼眶手术的其他并发症。

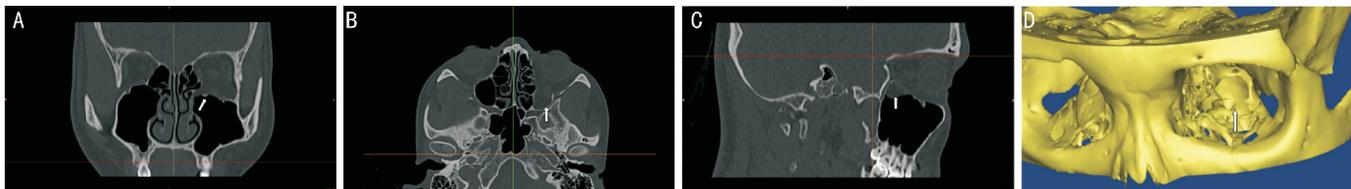


图2 患者女,26岁,袭击伤,左眼眶下壁骨折,图示为术前MIMICS重建CT资料(箭头所指为受损部位) A:冠状位;B:轴位;C:矢状位;D:三维图像。



图3 术后MIMICS重建CT资料,显示钛网对眼眶缺损的较精确修复,注意矢状位的解剖恢复(箭头所指为植入物位置) A:冠状位;B:轴位;C:矢状位;D:三维图像。

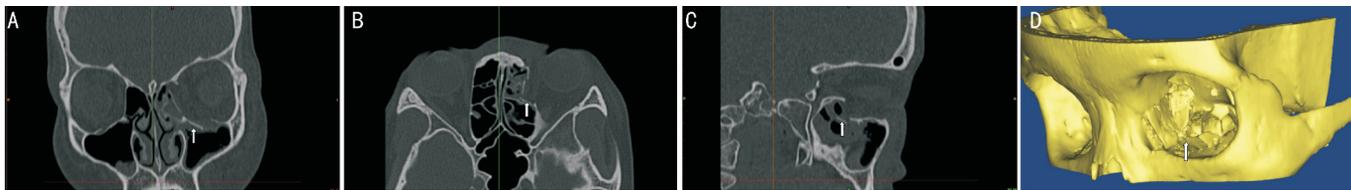


图4 患者女,28岁,车祸伤,左眼眶内下壁联合骨折,图示为术前MIMICS重建CT资料(箭头所指为受损部位) A:冠状位;B:轴位;C:矢状位;D:三维图像。

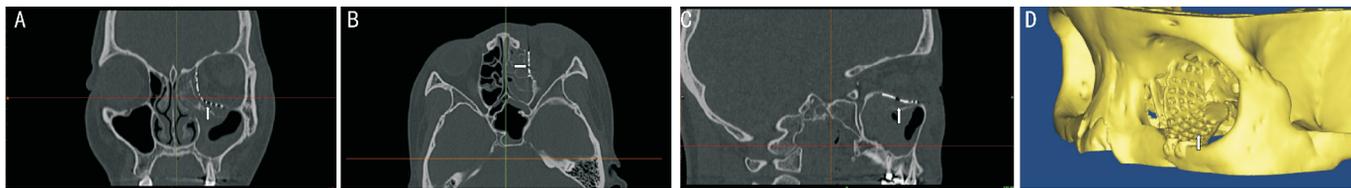


图5 术后MIMICS重建CT资料,显示钛网对骨折缺损的较精确修复,注意冠状位的解剖恢复(箭头所指为植入物位置) A:冠状位;B:轴位;C:矢状位;D:三维图像。

3 讨论

目前用于修复眼眶骨折的植入材料种类繁多,诸如冻干硬脑膜、聚乙烯薄板、羟基磷灰石材料、自体骨、异体骨、可吸收材料、钛网等^[5,6]。无论使用何种修复材料,基本恢复至伤前正常的眼眶骨骼三维(水平、冠状位、矢状位)轮廓是解决眼球内陷和复视的基本必要条件。尤其对于大面积缺损或缺损累及一个以上眶壁时,此点尤为重要。因此,修复材料的选择也必须以此为导向。

近年来,钛网应用于眼眶重建逐渐得到普及,而且结果令人鼓舞。在临床上也发现钛网具有如下优点:良好的柔韧性(可塑型成复杂的骨骼轮廓)、易于与骨皮质相匹配的模量(弹性与刚度的程度)、较佳的三维硬度与稳固性、极低的感染风险等。因此,钛网所具有的生物特性和机械性能使其可能成为目前可取得的最好的眼眶骨折植入材料。然而,同所有异体材料一样,钛材料的缺点便是潜在的术后感染和排斥风险。

目前,钛网的设计也由平面化向三维化转变,使钛网更加适合复杂的眼眶三维形态,更利于钛网的植入,同时也大大地改善了手术效果。

3.1 AO 三维预成型钛网的出现 三维预成型钛网的出现也经历了一个漫长的发展过程。早期应用于眼眶修复的钛网为平面设计,临床可见多种形状,例如方形、椭圆形、

扇形等。术者需要在术中对平面钛网进行修剪和塑型,使其适合眼眶的锥体形状。这种方法的成功高度依赖于术者对眼眶缺损的空间思维能力,丰富的眼眶骨折修复经验,以及裁制钛网使其尽可能与缺损精确吻合的能力,还依赖于钛网本身的设计。放射状钛网或漏斗形AO眼眶平面钛网是此类钛网的典型代表。Scolozzi等^[7]未借助计算机设计,采用徒手弯制和修剪漏斗形AO钛网的方法治疗12例眼眶骨折的患者,经过采用计算机软件进行眼眶容积分析,发现所有患者的重建侧眼眶容积与其对侧未损伤眼眶容积的差异在 1.85cm^3 (7%)之内。据此,作者认为徒手弯制AO平面钛网在重建眼眶容积方面可以获得很高的成功率,重建后的眼眶容积极其接近对侧未损伤眼眶容积。作者总结该方法有5项优点:(1)修复眼眶容积具备精确性和可预测性;(2)钛网的弯制和植入不需要借助于高度复杂的计算机辅助和导航辅助技术;(3)不需要任何术前技术处理过程;(4)与计算机手术导航系统相比,可以显著缩短术中时间。因为系统的安装和调试需要消耗一定时间;(5)不使用昂贵的计算机辅助和导航辅助系统,可以节省大量费用。

尽管平面钛网有诸多优点,但是它也面临着许多问题。在眼眶骨折修复中,无论采用何种手术入路,手术野仍然很狭窄,因此所观察到的骨折区域是从眶缘向鼻尖呈

现,术者无法观察到骨折区域的平面形态,在术者脑海中无法形成一个精确的骨折形状以便修剪和弯制钛网;狭小的手术空间使得在眶内尝试放入和对齐植入物的过程相当费时费力,由于对骨折形态无法精确把握也导致该过程经常重复,并对植入物反复修剪,这种过程通常会增加手术风险,并加重术后水肿,该过程因手术者的经验不同也存在着显著差异;同时,眶壁复杂的解剖结构和形态也使在术中精确塑型和修剪钛网的过程非常困难,在无任何辅助工具的前提下想达到真实还原眶壁的3D形态几乎不可能。

为解决此类问题,便有学者在术前开始使用平面钛网,根据患者个体的骨折形态,对钛网修剪和弯制,于是产生了个体化预成型钛网。该技术首先由 Metzger 等^[8]描述,其研究中共5例眼眶骨折患者。首先根据术前眼眶CT,应用快速成型技术制作患者个体的眼眶镜像树脂模型,然后在模型上弯制和修剪平面钛网,制作出个体化预成型钛网,随后经过导航引导的方式植入眶内。据其报道,眶底重建的精确度大约1mm。此技术的最大优点就是术前将钛网裁剪到眼眶缺损的精确尺寸和形状。这种技术尤其适用于复杂的眼眶骨折。但该技术同时有多点不足需要完善:(1)需要术前复杂的计算机辅助设计过程;(2)要求具备昂贵的快速成型机;(3)制作1例个体化模板约耗时12h;(4)现有的快速成型技术也无法制作菲薄眶壁的精复制品;(5)患者需要支付较高的费用。鉴于此,导致该技术不能常规应用。但是,一旦上述不足得以改善,该技术将很快在临床上得到普及。

由于制作个体化预成型钛网既耗时又耗资,便有学者开始寻找其他的解决途径。Metzger 等^[9]对278例欧洲成人的正常眼眶CT扫描资料进行汇总分析,发现共有12种不同的骨性眼眶形态。可分为男女2组,每组分为左眼眶和右眼眶,每侧眼眶又分为小、中、大三种型号。其根据12种CT资料采用CAD/CAM技术制作出12个眼眶铝制模型,在此模型上弯制0.4mm的扇形钛网来修复眼眶骨折。该研究共有8例尸头,制作8例眼眶内下壁联合骨折模型,左右侧各4例,根据尸头的性别、眼别、眼眶宽度选择对应的铝制模型来弯制钛网,然后植入眶内。通过CT扫描来计算植入物与眶壁的距离。研究表明预弯制三维钛网可以提供精确的眼眶内下壁骨折重建,平均植入误差小于1mm。

既然采用几类模型制作预成型钛网修复眼眶骨折可以取得较好的手术效果,那么批量生产AO三维预成型钛网则成为可能。它其实也是徒手弯制钛网和制作个体化预成型钛网这两种技术的平衡折衷。此类钛网是根据一般群体CT扫描数据来设计的,这样它接近于人类眼眶的平均形态解剖。Scolozzi 等^[10]应用AO三维预成型钛网修复了10例眼眶骨折的患者,其中9例患者修复成功并无并发症,1例患者因为上转受限复视而取出钛网。术后眼眶CT扫描表明在所有患者中植入的三维预成型钛网对眼眶骨折达到了三维解剖修复,重建眼眶的容积与对侧未损伤眼眶容积的差异在 2.5cm^3 之内,两容积差异无统计学意

义。与常规非预成型钛网相比,AO三维预成型钛网具有如下优点:(1)大批量工业化生产,不需要术前耗时耗资的个体化制作;(2)比较完美的三维形态,更加接近眼眶的三维解剖结构,尤其眶下壁设计的后部眼球后凸起,在支撑和前推眼球中起到决定性作用;(3)减少许多术中操作的需要,例如弯曲、修剪、以及重复植入修剪的钛网入眶内,这种操作会延长手术时间,加重术后水肿,并且可能损伤眶内软组织;(4)不需要计算机辅助和导航辅助系统来弯曲和放置钛网,可为患者节省大量费用。基于上述优点,该钛网在临床上开始获得认可并逐渐普及。本文的研究结果也证明了AO三维预成型钛网临床应用的可行性。

3.2 AO三维预成型钛网的缺点 虽然AO三维预成型钛网在临床上已经开始广泛应用,但是该钛网远未完美,仍有许多尚待完善之处。本研究47例患者的钛网均依据术者的经验与患者术前眼眶CT扫描数据进行弯制和修剪,然后植入眶内;术后CT扫描均可见植入的三维预成型钛网与眼眶骨折的缺损区域比较精确地吻合。在此处使用“比较精确”的说法便意味着钛网无法与骨折边缘密切对合,无法与眶壁弯曲弧度精确吻合。因为工业化的三维预成型钛网毕竟不是个体化制作。最近我们尝试使用3D打印机制作患者个体的特异化眼眶模型,然后在该模型上对AO三维预成型钛网进行弯制和修剪。目前已经积累了90多例病例,相关数据正在整理中。通过对137例以上的AO三维预成型钛网的弯制和修剪,我们发现该钛网有如下需要改进之处:(1)目前该钛网只有大小两种型号,4种产品,与上文提到的12种眼眶形态相去甚远^[9]。根据目前的临床应用,认为设计成大中小三种型号更为合适;(2)三维钛网的内下壁夹角略小,通常需要再展开 $5^\circ \sim 10^\circ$,方能适合眼眶的正常解剖形态;(3)钛网的眶下壁弯曲程度仍然不足,需要适度地将钛网眶下壁的后1/3向上颌窦方向弯曲;(4)正常眶内壁的形态绝非目前钛网设计的平面状,需要在植入前将钛网的眶内壁后1/3向筛窦方向做适度弯曲;(5)目前的钛网虽然有大小两种型号,但是这种差别仅表现在眶下壁的宽度和眶内壁的高度上,而两者眶内深度无差别。建议适当增加眶深度,以满足少部分近眶尖部骨折的患者;(6)许多患者眶内壁骨折从泪后嵴开始,而目前的钛网眶内壁的宽度不足,建议做适当改进;(7)建议开发生产基于国人眼眶CT平均数据的三维预成型钛网。

3.3 AO三维预成型钛网的植入方式 针对单纯性眼眶骨折,经泪阜、经结膜入路已经逐渐成为眼眶骨折修复的标准入路。本组38例眶内壁骨折和内外下壁联合骨折,均采用经泪阜、经下睑结膜联合入路,同时暂时切断下斜肌,将两切口在骨膜下沟通。也有学者对眶内下壁爆裂性骨折同时做内眦部结膜切口及下睑皮肤两个切口。在骨膜下分离,充分暴露骨折边缘,使内侧结膜切口和下方皮肤切口充分沟通^[11]。Scolozzi 等^[10]则采用经泪阜、经下睑结膜联合入路修复累及眶内壁的眼眶骨折,在充分暴露眶壁骨折缺损区域后,首先插入钛网的内侧壁部分,然后旋转钛网直到使钛网外侧缘与眶下裂对齐以达到正确的解剖部位。上述两位作者均未谈及下斜肌的处理。

在本研究中,均暂时切断下斜肌,将两结膜切口在骨膜下沟通。我们之所以暂时切断下斜肌,是既往大量的临床经验的总结。术中暂时切断下斜肌有如下优点:(1)可以充分暴露骨折区域,可以充分沟通眼眶内壁和下壁;(2)可以充分还纳内下壁交角处疝出的眶内软组织;(3)可以对眼眶骨折的缺损区域进行更加直观的观察,有利于对钛网的修剪和弯制;(4)内下壁从前向后得以彻底沟通,可以方便快捷地植入预成型钛网;(5)显著缩短术中植入钛网的时间;(6)显著减少植入钛网导致的眶内软组织嵌顿;(7)均未出现下斜肌损伤的临床表现。

3.4 预成型钛网临床应用的展望 随着计算机科技和医疗技术的发展,针对患者进行个体化治疗是大势所趋。而目前的三维预成型钛网仍然只是个体化治疗的折衷方案。3D打印机的出现使廉价、高效、精确地制作个体化眼眶模型成为可能。眼眶的个体化实体模型与三维预成型钛网的结合,在不远的将来很可能成为眼眶骨折修复的标准模式。

总之,该研究表明,应用AO三维预成型钛网可以对眼眶骨折缺损区域进行比较精确的重建;可以显著治疗患者的眼球内陷和复视,临床应用切实可行。

参考文献

1 Enislidis G. Treatment of Orbital Fractures; The Case for Treatment With Resorbable Materials. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(7):869-872
2 陈明,王梦,柴广睿,等. 应用MIMICS制作个体化预成型钛网修复

眶下壁骨折的临床研究. *国际眼科杂志* 2013;13(10):2127-2131
3 陈明,柴广睿,苏志彩,等. 经结膜入路不缝合骨膜的眼眶骨折修复术疗效观察. *国际眼科杂志* 2011;11(12):2176-2180
4 王梦,陈明,柴广睿,等. 外伤性眼球脱位至筛窦一例. *中华眼外伤职业眼病杂志* 2013;35(12):950-951
5 Chuo JY, Dolman PJ, Ng TL, et al. Clinical and Histopathologic Review of 18 Explanted Porous Polyethylene Orbital Implants. *Ophthalmology* 2009;116(2):349-354
6 Kontio R, Suuronen R, Kontinen YT, et al. Orbital floor reconstruction with poly-L/D-lactide implants; clinical, radiological and immunohistochemical study in sheep. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33(4):361-368
7 Scolozzi P, Jaques B. Computer-aided volume measurement of post-traumatically reconstructed orbits with AO titanium mesh plates; accuracy and reliability. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 2008;24(5):383-389
8 Metzger MC, Schon R, Schulze D, et al. Individual preformed titanium meshes for orbital fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102(4):442-447
9 Metzger MC, Schon R, Weyer N, et al. Anatomical 3-dimensional pre-bent titanium implant for orbital floor fractures. *Ophthalmology* 2006;113(10):1863-1868
10 Scolozzi P, Momjian A, Heuberger J, et al. Accuracy and Predictability in Use of AO Three-Dimensionally Preformed Titanium Mesh Plates for Posttraumatic Orbital Reconstruction; A Pilot Study. *J Craniofac Surg* 2009;20(4):1108-1113
11 王兆艳,阴正勤,魏世辉,等. 预成形钛网在眼眶骨折眶壁修复中的应用. *南方医科大学学报* 2013;33(7):1071-1074