DOI:10.16016/j.1000-5404.201408211

论著

距下关节镜专用牵引器的研制和临床应用报告

王晓君[1*],陈 鹏[2*],蒋逸秋[3],桂鉴超[3],杨晓斐[3],李 杨[3],石 晶[3] [214400 江苏 江阴,江阴市人民医院血管外科[1];224000 江苏 盐城,盐城市第三人民医院骨科[2];210006 南京,南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)关节外科[3]]

[**摘要**] **目的** 研制距下关节镜专用牵引器,观察其有效性和安全性。**方法** 距下关节镜专用牵引器呈矩形设计,为胫距跟平行牵引,牵引力完全与距下关节面垂直来达到最大牵引效果。16具踝关节离断新鲜标本分为2组:A组为传统无创牵引组,B组为距下关节镜专用牵引器牵引组。在相同的牵引力量下比较2组牵开的距离。测量16具标本专用牵引器的克氏针与周围血管神经肌腱结构的距离。从2006年6月至2008年5月,我们共采用距下关节镜专用牵引器治疗12例距下关节疾病,包括距下关节创伤性关节炎8例,距骨软骨损伤2例,跗骨窦综合征2例。随访采用AOFAS踝后足功能评分进行评价。**结果** 当牵引力为5.2、10.3 N水平时,A组和B组的关节间隙牵开距离差异不显著;当增大到17.6、24.4、33.8 N时,B组的牵开距离均显著大于A组($P<0.05$);当牵引力达到41.8 N水平时,2组的牵开距离均达到最大,但B组的最大牵开间隙(3.3 mm)要远远大于A组(2.2 mm,$P<0.01$)。解剖学测量显示牵引器的克氏针与周围血管神经等结构有很好的安全距离。12例患者随访平均26.1(15~35)个月,未见任何手术并发症。最后1次随访时,优4例,良6例,一般2例,优良率达到83.3%。**结论** 距下关节镜专用牵引器能很好地牵开距下关节,方便关节镜下手术操作,且安全性高、可操作性好。

[**关键词**] 距下关节;关节镜;手术疗效;手术方式
[**中图法分类号**] R681.8; R687.1; R687.4 [**文献标志码**] A

Invention of a distractor specialized for subtalar arthroscopy and its clinical application

Wang Xiaojun[1], Chen Peng[2], Jiang Yiqiu[3], Gui Jianchao[3], Yang Xiaofei[3], Li Yang[3], Shi Jing[3] ([1]Department of Vascular Surgery, Jiangyin People's Hospital, Jiangyin, Jiangsu Province, 214400; [3]Department of Orthopedics, the Third People's Hospital of Yancheng City, Yancheng, Jiangsu Province, 224000; [3]Department of Joint Surgery, Nanjing Hospital/ Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu Province, 210006, China)

[**Abstract**] **Objective** To invent a specialized distractor for subtalar arthroscopy and observe its effectiveness and safety *in vitro* and in clinical practice. **Methods** Our distractor for subtalar arthroscopy was in a rectangular configuration of parallelism between the tibia-talus bones and the calcaneus. Therefore, the generated distraction force was fully perpendicular to the subtalar articular surface so as to achieve maximal distraction effect. Sixteen fresh human ankle specimens were randomly divided into 2 groups ($n=8$ for each group), group A receiving traditional non-invasive distraction and group B with our designed distractor. The distraction distance at any identical distraction force was observed in the 2 groups of specimens. The safe distances of the K-wires in the distractor from the surrounding neurovascular and tendinous tissues were measured in all 16 specimens. From June 2006 to May 2008, the specialized distractor was used to treat 12

[**基金项目**] 江苏省医学创新团队与领军人才项目(LJ201106)
* 同等贡献者
[**通信作者**] 蒋逸秋,E-mail: jyq_3000@163.com
[**优先出版**] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20141210.1628.002.html(2014-12-10)

cases of subtalar diseases, including 8 cases of traumatic arthritis, 2 of talar cartilage injuries and 2 of sinus tarsal syndrome. American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot scores were used to evaluate the outcome during follow-up. **Results** No difference was found between the 2 groups of ankle specimens when the distraction force was 5.2 or 10.3 N, but when the force was increased to 17.6, 24.4 and 33.8 N, the distance was significantly greater in group B than group A ($P<0.05$). The maximal distraction distance was achieved in both groups when the distraction force was increased to 41.8 N, but it was still larger in group B than group A (3.3 *vs* 2.2 mm, $P<0.01$). Anatomical measurement indicated that all specimens had enough safe distances between the K wires in the distractor and the surrounding vital tissues. All the 12 patients were followed up for 15 to 35 months (mean, 26.1 months). No complication was observed. At the last follow-up, there were 4 patients achieving excellent, 6 good and 2 fair outcomes, with an excellent and good rate of 83.3%. **Conclusion** Our self-designed distractor specialized for subtalar arthroscopy can effectively open the subtalar joint, and thus facilitate arthroscopic manoeuvrability with higher safety and easy manipulation.

[**Key words**] subtalar joint; arthroscopy; surgery efficiency; surgical procedures

Supported by the Project of Medical Innovation Team and Leading Talents of Jiangsu Province (LJ201106). Wang Xiaojun and Chen Peng are first authors who contributed equally to the article. Corresponding author: Jing Yiqiu, E-mail: jyq_3000@163.com

随着医学的发展和内镜技术的成熟,关节镜技术越来越广泛地被运用到临床诊断和治疗中,现已较多地在膝、肩、踝等关节中运用,但距下关节镜运用并不广泛,这主要是由于距下关节非常狭窄,在无牵引的情况下,距下关节镜能够观测到的范围极其有限,器械操作的空间更是狭小,极易引起医源性软骨损伤[1-5]。因此,许多学者在做距下关节镜手术时都提倡运用牵引技术[6-9]。目前国外运用的牵引技术有创和无创两种[7,10-11],无创牵引具有简便、安全的优点,但缺点是牵引的效果欠佳,有创牵引能够弥补无创牵引的不足,但缺点是操作繁琐,安全性尚待验证。我们研制了距下关节镜专用有创牵引器,已获得国家专利(专利号ZL200920042410.7)。我们对该牵引器的有效性和安全性作了实验和临床研究,现将研究结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 器械设计和安装

距下关节镜专用牵引器呈矩形设计,包括:主架连接板(8~15孔)4根,2 mm克氏针4根,撑开器4个,螺旋器4个,调节螺杆2个,小偏8个,螺母20个(图1)。本牵引器设计为胫距跟平行牵引,主架连接板平行于距下关节,通过拧动撑开器上的螺旋器就能撑开距下关节,由于撑开器是垂直于主架连接板的,所以撑开力完全与距下关节面垂直。

在实际应用中,先根据体外比照确定牵引器的构型和大小,把螺母旋到合适的位置,分别在距骨颈和胫骨远端穿针,连接主架连接板,然后确定跟骨穿针的位置进行穿针,再通过小偏连接到主架连接板上,这样就构成牢固的构型(图1)。



A:主架连接板;B:撑开器;C:螺旋器;D:调节螺杆;K1:固定在距骨颈部的克氏针;K2:固定在胫骨远端的克氏针;K3、K4:固定在跟骨上的2根克氏针,通过拧动撑开器上的螺旋器就能撑开距下关节

图1 距下关节镜专用牵引器的设计和安装效果观察

1.2 距下关节镜专用牵引器有效性的离体实验

选用新鲜深低温冰冻保存踝关节以上10 cm离断的标本16具,X线片未见肿瘤、骨折等病变,常温复温24 h后进行实验。16具标本随机分为2组,每组各8具标本:A组为传统无创牵引组,采用Y型布带固定法进行牵引,布带的一头固定在足背,布带的另一头则固定在跟骨后结节以上,两头汇合后形成Y型的下臂,在下臂的尾端挂重量进行重量牵引;B组为距下关节镜专用牵引器牵引组。采用测力计的方法测定螺旋器每旋转1圈所产生的撑开力,测力计固定在主架连接板的螺孔中。螺旋器旋转时,距下关节撑开,测力计显示连续的读数,一般旋转到第6、7圈时发现距下关节间隙不再增大,出现克氏针弯曲,这时定义为最大距下关节牵开间隙,不再继续旋转螺旋器。取旋转每1圈时获得的撑开力的均值作为传统无创牵引组的牵引重

量。C臂机透视下观察距下关节间隙的变化,用模板标尺法进行放大率的校正,测得在不同的牵引力量下距下关节间隙牵开的距离。在最大牵开间隙时,对每个标本进行关节镜检,选用2.7 mm 30°关节镜(Smith-Nephew公司),记录能够观察到的结构。

1.3 距下关节镜专用牵引器安全性的解剖学实验

有效性的离体实验研究结束后,我们对无创牵引组的标本也进行距下关节镜专用牵引器的安装和牵开实验,这样,16具标本均进行了距下关节镜专用牵引器实验,我们对每1根克氏针穿过的组织进行了局部解剖,详细记录每1根克氏针穿过的组织以及与周围重要血管神经结构的距离,为临床手术提供解剖学资料。

1.4 临床资料

2006年6月至2008年5月,我们共采用距下关节镜专用牵引器治疗12例距下关节疾病,包括男性10例,女性2例,年龄36~65岁,平均48.6岁。疾病诊断:距下关节创伤性关节炎8例,其中5例继发于跟骨骨折,3例继发于无骨折性后足外伤;距骨软骨损伤2例;跗骨窦综合征2例。所有病例经过3~6个月的保守治疗,仍有比较严重的后足疼痛,影响日常生活和行走。手术均采用仰卧位硬膜外联合麻醉,用距下关节镜专用牵引器持续牵开,根据离体实验研究结果,螺旋器旋转5圈,如果感觉很紧,阻力很大,则不必继续旋转到第6圈,反之,最大旋转到第6圈,但不再增加。常规建立前外、外侧和后外侧入路进行手术,必要时附加内侧入路。分别行关节镜下距跟骨间韧带部分损伤清理术、软骨成型术、瘢痕组织和炎症滑膜组织清理术、粘连松解术。术后部分负重行走1周,然后恢复正常行走。术后每个月随访1次,记录术前和最后一次随访时的情况,随访采用美国足踝外科协会踝-后足评分系统(AOFAS)评分[15]。AOFAS功能评分满分为100分,≥90分为优秀,80~<90分为良好,70~<80分为一般,<70分为差。

1.5 统计学分析

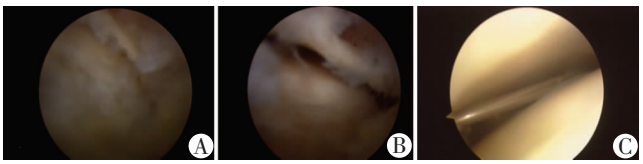
应用SPSS 15.0统计软件,本组数值均为计量资料,不同分组之间的两样本均数比较采用t检验。

2 结果

2.1 距下关节镜专用牵引器有效性的离体实验研究结果

2.1.1 牵引撑开力 旋转螺旋器1圈产生的牵引力平均为5.2 N,2圈时为10.3 N,3圈时为17.6 N,4圈时为24.4 N,5圈时为33.8 N,当螺旋器旋到第6圈时距下关节间隙撑开距离达最大值,此时牵引力为41.8 N,当继续旋转到第7圈时,距下关节间隙不再增大,而出现克氏针弯曲(表1)。

2.1.2 牵引的有效性 相对于没有牵引的状态,传统无创牵引组(A组)和距下关节镜专用牵引器牵引组(B组)均可见距下关节间隙增大(图2)。当牵引力为5.2、10.3 N水平时,A组和B组的关节间隙牵开距离差异不显著;随着牵引力的增大,两组均可见牵开距离增大,在17.6、24.4、33.8 N时,B组的牵开距离均显著大于A组($P<0.05$);但当牵引力达到41.8 N水平时,两组的牵开距离均达到最大,但B组的最大牵开间隙(3.3 mm)要远远大于A组(2.2 mm)($P<0.01$),这时,距下关节间隙牵开的距离进入平台期,以后尽管牵引力加大,但牵开的距离却无变化(表1)。在传统无创牵引组,镜下可观察到距下关节面的前外侧面和中部、外侧关节囊以及跗骨窦内颈韧带和部分距跟骨间韧带,不能观察到距下关节面的前内侧面、后部以及全部距跟骨间韧带;但距下关节镜专用牵引器组镜下可观察到距跟关节面的全部、外侧和内侧关节囊、跗骨窦内的所有结构。



A:无牵引的状态;B:传统无创牵引组;C:距下关节镜专用牵引器牵引组,本组间隙最大,足以允许镜下器械进行手术操作

图2 距下关节镜观察不同牵引状态下距下关节间隙的变化

表1 2组患者牵引后距下关节间隙变化($n=8$,mm, $\bar{x}\pm s$)

组别	实验前	5.2 N	10.3 N	17.6 N	24.4 N	33.8 N	41.8 N	50.7 N
A组	0.8±0.2	1.1±0.2	1.3±0.3	1.5±0.3	1.6±0.3	1.9±0.3	2.2±0.2	2.2±0.2
B组	0.8±0.3	1.2±0.1	1.4±0.2	1.9±0.3	2.2±0.2	2.9±0.3	3.3±0.1	3.3±0.1
t值		1.3	0.8	2.7	4.7	6.7	13.9	13.9
P值		>0.05	>0.05	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

2.2 距下关节镜专用牵引器安全性的解剖学研究结果

距骨的克氏针穿过距骨颈,内侧进针点位于内踝尖和胫后肌腱交界处,皮下即为距骨颈部,极易定位,外侧出针点位于距骨体的前面、第3腓骨肌腱的外侧,克氏针穿过趾短伸肌肌腹后穿出,在皮下恰位于足背外侧皮神经和足背中间皮神经之间的区域,胫骨的克氏针从踝关节平面以上的内侧骨面进入,从前外侧骨面穿出,位于趾长伸肌腱的外侧,而跟骨的两根克氏针均位于拇长屈肌腱的下方,与胫后血管神经束距离较远,该区域没有其他重要结构。本组16例标本均未见克氏针损伤任何重要结构,克氏针与周围重要结构的距离测量显示有较好的安全距离(表2)。

表2 克氏针与其周围重要结构的距离($n=16$,mm, $\bar{x}\pm s$)

重要结构	克氏针名称	相距距离范围
胫后肌腱	距骨颈克氏针	3.3±1.2
足背外侧皮神经	距骨颈克氏针	12.3±2.2
足背中间皮神经	距骨颈克氏针	7.3±2.5
大隐静脉	胫骨克氏针	5.1±2.8
腓浅神经背侧支	胫骨克氏针	5.8±2.6
趾长伸肌腱	胫骨克氏针	4.9±2.5
胫后动静脉	跟骨克氏针	12.9±2.8
胫神经	跟骨克氏针	10.6±2.6
拇长屈肌腱	跟骨克氏针	7.7±2.4

2.3 距下关节镜专用牵引器的临床应用结果

由于采用了专用牵引器,距下关节间隙得到最大牵开,可以清晰地显示距下关节面,即使是距下关节后方关节面也能全部显示(图3)。距下关节间隙牵开的最大好处是能方便手术器械进行镜下操作(图4)。这大大缩短了手术时间,提高了诊断的准确性。即使安装牵引器需要4~8 min,但本组手术时间仅为23~52 min(平均41 min),均可在一个止血带时间下完成。所有患者术后无足背部麻木,足趾活动及血液循环均正常。患者出院后随访平均26.1(15~35)个月,未见任何手术并发症。在最后一次随访时,AOFAS评分由术前26~65(47.9±12.1)分提高到最后1次随访时的74~95(86.4±17.1)分($t=6.4$, $P<0.01$)。最后一次随访时,优4例,良6例,一般2例,无差的病例,优良率达到83.3%。

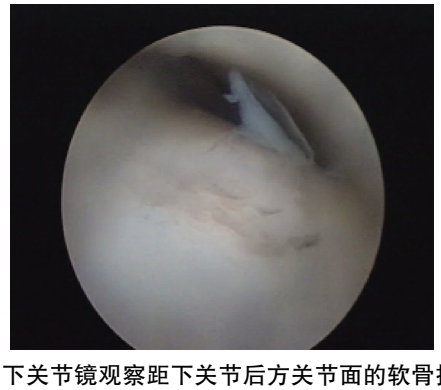


图3 距下关节镜观察距下关节后方关节面的软骨损伤情况

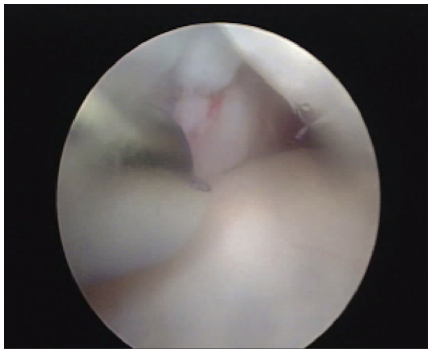


图4 距下关节镜观察距下关节间隙

3 讨论

3.1 距下关节镜手术牵引方法分析

目前报道的距下关节镜手术牵引方法主要有两种:无创牵引、有创牵引[8-9,12-14]。无创牵引将绷带Y形缠绕在足背及足后跟上,牵引距下关节的同时也牵引踝关节,由于牵引力不是垂直于距下关节面,会产生平行与关节面的分力,且牵引力是通过皮下软组织传递到距下关节,传递的效率不高,牵开的距离有限,镜下往往只能观察到距下关节面的一小部分,关节镜器械也不能进入关节间隙,只能在关节外周操作。所以,有创牵引很有必要[15]。Williams等[10]提出胫骨跟骨牵引法,分别在胫骨和跟骨上固定钢针,利用单边外固定器进行牵引,牵引的方向与无创牵引完全相同,只是牵引力通过骨骼传递到距下关节,传递的效率提高了,但由于牵引力还不是垂直于距下关节面,所以,有效牵引力还不是最大。Mekhail等[11]认为距骨跟骨有创牵引的牵开距离也有限,仍不能观察到整个距下关节面,尤其是内侧距下关节面,且距骨受力较大容易引起骨折。于是,他提出距骨跟骨及胫骨跟骨有创牵引法,他利用两组牵引力,一组在距骨和跟骨上穿针牵引,另一组在胫骨和跟骨上穿针牵引,两组牵引虽然能够大大提高牵引效率,但同时有其不足,由于距跟及胫跟牵引的方向不一致,导致距下关节间隙牵开不均匀,有的地方间隙宽,有的地方间隙窄,影响了手术的观察和操作。所以,有必要研制一种新型的距下关节镜有创手术牵引方法,要具有高效、安全、可操作性。

3.2 距下关节镜专用牵引器的优点

3.2.1 有效性 本装置采用的是上下双克氏针及主架连接板组成的矩形框架结构,主架连接板平行于距下关节面,撑开器垂直于主架连接板,通过拧动撑开器上的螺旋器就能产生牵引力撑开距下关节。由于牵引力垂直于距下关节面,且牵引力是通过骨骼直接传

递到距下关节。从物理力学机制分析,相对于其他的牵引装置,本牵引装置的牵引力传递效率最高,最能有效牵开距下关节。并且,产生的牵引力只有一个方向,使得距下关节只能沿着间隙平行牵开,而不会出现牵开间隙宽窄不一的现象。

3.2.2 安全性 主架连接板上距骨和胫骨克氏针的连接使得距骨和胫骨形成一个整体,均匀受力,减少了距骨单独受力及骨折发生的可能,同样,跟骨上钻2根克氏针也能使跟骨受力分散,避免骨折。我们的标本解剖研究表明克氏针与重要的血管神经和肌腱结构均有相当大的安全距离,未出现任何血管神经或肌腱损伤。我们的临床病例研究未见任何与牵引器有关的并发症,并且,距下关节间隙牵开的距离均要大于离体实验标本研究,完全可以满足2.7 mm关节镜和2.9 mm刨刀的手术操作,不会发生器械损伤关节软骨。因为实验标本是经过深低温冰冻保存的,韧带、关节囊等软组织的弹性均要比活体组织下降很多,这可能是导致活体上牵开距离会更大的原因。达到最大的牵开距离,能够让关节镜看到并能处理到,这就能正确地诊断和治疗,本组病例手术效果良好,与牵引器的使用是分不开的。

3.2.3 可操作性 本牵引器为组合式外固定装置,可以根据不同患者的实际情况选择不同规格的材料进行组装,只要符合矩形框架式结构即可。本牵引器操作简单,只需穿4根克氏针,只要稍稍熟悉外固定器械原理的医生即可操作。整个牵引器的安装非常简便快捷,只需要4~8 min,但却方便了手术操作,大大缩短了关节镜手术的时间。螺旋器的调节简化,只要调到第5圈即可,我们发现活体组织的弹性要远远好于离体组织,只有极少数的情况下需要调节到第6圈。主架连接板要足够长,撑开器安装在连接板的两侧,牵引器应尽可能靠近皮肤,这样留出中间区域给关节镜手术操作用。

综上所述,距下关节镜专用牵引器具有高效、安全的优点,并且可操作性强。虽然并非所有行距下关节镜的患者都需要使用该牵引器实施有创牵引,但对于部分关节间隙狭窄、骨赘增生明显、常规镜下操作较困难的患者,该牵引器使用后能最大限度地牵开距下关节间隙,方便距下关节镜的手术操作,避免手术的副损伤,达到优良的手术疗效。

参考文献:

[1] Frey C, Feder K S, DiGiovanni C. Arthroscopic evaluation of the subtalar joint: dose sinus tarsi syndrome exist? [J]. Foot Anke Int, 1999, 20(3): 185-191.

[2] Gasparetto F, Collo G, Pisanu G, *et al*. Posterior ankle and subtalar arthroscopy: indications, technique, and results[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2012, 5(2): 164-170.

[3] Ahn J H, Lee S K, Kim K J, *et al*. Subtalar arthroscopic procedures for the treatment of subtalar pathologic conditions: 115 consecutive cases [J]. Orthopedics, 2009, 32(12): 891.

[4] Goldberger M I, Conti S F. Clinical outcome after subtalar arthroscopy[J]. Foot Ankle Int, 1998, 19(6): 462-465.

[5] 桂鉴超, 王黎明, 张理, 等. 关节镜下手术松解治疗跟骨骨折后距下关节僵硬[J]. 中华外科杂志, 2009, 47(5): 774-777.

[6] Siddiqui M A, Chong K W, Yeo W, *et al*. Subtalar arthroscopy using a 2.4-mm zero-degree arthroscope: indication, technical experience, and results [J]. Foot Ankle Spec, 2010, 3(4): 167-171.

[7] Frey C, Gasser S, Feder K. Arthroscopy of the subtalar joint [J]. Foot Ankle Int, 1994, 15(9): 424-428.

[8] Deng D F, Hamilton G A, Lee M, *et al*. Complications associated with foot and ankle arthroscopy [J]. J Foot Ankle Surg, 2012, 51(3): 281-284.

[9] 桂鉴超, 王黎明, 蒋逸秋, 等. 跗骨窦综合征的关节镜下手术治疗[J]. 中华创伤杂志, 2010, 26(12): 1078-1081.

[10] Williams M M, Ferkel R D. Subtalar arthroscopy: indications, technique, and results[J]. Arthroscopy, 1998, 14(6): 373-381.

[11] Mekhail A O, Heck B E, Ebraheim N A, *et al*. Arthroscopy of the subtalar joint: establishing a medial portal[J]. Foot Ankle Int, 1995, 16(3): 427-432.

[12] El-Shazly O, Nassar W, El-Badrawy A. Arthroscopic subtalar fusion for post-traumatic subtalar arthritis[J]. Arthroscopy, 2009, 25(7): 783-787.

[13] Agel J, Beskin J L, Brage M, *et al*. Reliability of the foot function index: A report of the AOFAS outcomes committee [J]. Foot Ankle Int, 2005, 26(11): 962-967.

[14] Kitaoka H B, Alexander I J, Adelaar R S, *et al*. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes[J]. Foot Ankle Int, 1994, 15(7): 349-353.

[15] Fragomen A T, Borst E, Schachter L, *et al*. Complex ankle arthrodesis using the Ilizarov method yields high rate of fusion[J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 470(10): 2864-2873.

(**收稿**:2014-08-31;**修回**:2014-11-19)

(编辑 龙 亮)