

· 临床研究 ·

椎弓根螺钉内固定术中应用锥束 CT 扫描评估椎弓根螺钉位置及椎弓根破坏情况的准确性临床研究

王亚楠, 李青松, 谢梦琦, 郭明明, 孟令志, 王琪

(中国人民解放军沈阳军区总医院, 辽宁 沈阳 110801)

摘要 目的:探讨椎弓根螺钉内固定术中应用锥束 CT 扫描评估椎弓根螺钉位置及椎弓根破坏情况的准确性。**方法:**2015 年 10 月至 2017 年 6 月收治 43 例因脊柱病变需接受椎弓根螺钉内固定手术的患者, 腰椎退行性疾病 21 例、胸腰椎骨折 9 例、胸腰椎肿瘤 11 例、脊柱畸形 2 例, 分别经后路进行椎间融合、骨折复位内固定、肿瘤切除内固定和脊柱矫形手术。术中置入椎弓根螺钉后用 Artis Zeego 系统行锥束 CT 扫描, 了解螺钉位置和椎弓根破坏情况, 必要时及时进行调整。术后 1 周内所有患者均采用 CT 进行病变部位扫描, 了解螺钉位置和椎弓根破坏情况。分别根据术中锥束 CT 扫描图像和术后 CT 扫描图像采用 Gertzbein 分级系统评估螺钉位置和椎弓根破坏情况。**结果:**43 例患者均顺利完成手术, 手术时间 (224.2 ± 47.1) min, 术中出血 (482.6 ± 471.6) mL。43 例患者共置入 262 枚椎弓根螺钉, 胸椎置钉 104 枚、腰椎置钉 142 枚、骶骨(S_1 节段)置钉 16 枚。无 1 例患者因椎弓根螺钉误置行二次手术调整钉位, 未发生椎弓根螺钉置入导致的神经损伤。置入的 262 枚螺钉中, 仅 10 枚螺钉根据术中锥束 CT 图像评估的分级结果与根据术后 CT 图像评估的分级结果不一致。根据术中锥束 CT 图像评估的分级结果与根据术后 CT 图像评估的分级结果具有非常好的一致性 ($Kappa = 0.804, P = 0.000$)。**结论:**椎弓根螺钉内固定手术中, 应用锥束 CT 扫描评估螺钉位置和椎弓根破坏情况, 准确性较高。

关键词 体层摄影术, X 线计算机; 锥束 CT; 椎弓根螺钉

Clinical study on accuracy of cone beam computed tomography scanning in evaluating location of pedicle screws and severity of damage of pedicle of vertebral arch in surgery of pedicle screw internal fixation

WANG Yanan, LI Qingsong, XIE Mengqi, GUO Mingming, MENG Lingzhi, WANG Qi

General Hospital of Shenyang Military District of PLA, Shenyang 110801, Liaoning, China

ABSTRACT Objective: To explore the accuracy of cone beam computed tomography (CT) scanning in evaluating the location of pedicle screws and the severity of damage of pedicle of vertebral arch in the surgery of pedicle screw internal fixation. **Methods:** Forty - three patients were recruited from October 2015 to June 2017 and they needed pedicle screw internal fixation for treatment of spinal lesions, including lumbar degenerative disease (21), thoracolumbar vertebral fracture (9), thoracolumbar tumors (11) and spinal deformity (2). Intervertebral fusion, fracture reduction and internal fixation, tumor removal and internal fixation and spinal orthopedic surgery were performed on patients respectively through posterior approach. Cone beam CT scanning was performed on all patients using Artis Zeego system after pedicle screws were inserted into the pedicle of vertebral arch to know about the location of pedicle screws and the severity of damage of pedicle of vertebral arch. The location of pedicle screws were adjusted in time if necessary. The diseased region was scanned in all patients by using CT within one week after surgery to know about the location of pedicle screws and the severity of damage of pedicle of vertebral arch. The location of pedicle screws and the severity of damage of pedicle of vertebral arch were evaluated by using Gertzbein rating system according to the intraoperative cone beam CT scanning images and postoperative CT scanning images respectively. **Results:** The surgeries were finished successfully in all patients, and the operative time and intraoperative blood loss were 224.2 ± 47.1 min and 482.6 ± 471.6 ml respectively. A total of 262 pedicle screws were inserted into pedicles of vertebral arch in 43 patients, including thoracic pedicle screws (104), lumbar pedicle screws (142) and sacral pedicle screws at S_1 segment (16). No patient underwent reoperation for pedicle screw location correction, and no nerve injury caused by pedicle screw insertion was found. The intraoperative cone beam CT images were inconsistent with the postoperative CT images in the rating results for only 10 of 262 screws. The rating results showed very good consistency between intraoperative cone beam CT images and postoperative CT image ($Kappa = 0.804, P = 0.000$). **Conclusion:** The location of pedicle screws and the

基金项目: 中国博士后科学基金面上项目 (2015M582821); 辽宁省自然科学基金 (201602794)

通讯作者: 王琪 E-mail: ven15@126.com

severity of damage of pedicle of vertebral arch can be evaluated accurately using cone beam CT scanning in the surgery of pedicle screw internal fixation.

Key words tomography, X-ray computed; cone beam computed tomography; pedicle screw

脊柱椎弓根螺钉作为一种具有优秀生物力学性能的内固定系统,被广泛应用于脊柱内固定手术中。手术要求将螺钉完全置入椎弓根内,同时不破坏椎弓根内外侧皮质,否则患者可能因神经根或脊髓损伤出现疼痛、麻木甚至瘫痪等与置钉失误有关的神经症状,部分误置的螺钉甚至会导致血管或内脏损伤^[1-2]。然而由于不同个体以及同一个体不同椎体的形态均存在一定的差异,这给准确置钉带来了一定的困难。

术中尽早发现并调整螺钉能有效降低并发症的发生率。术中置钉后利用 C 形臂 X 线机透视可粗略地判断螺钉的位置,但准确性仍不理想。CT 扫描可获得更为直观、精确的影像学信息,帮助术者评估置钉位置和椎弓根破坏情况,但目前很少用于术中。为此,我们将锥束 CT 扫描应用于椎弓根螺钉内固定手术中,用于评估螺钉位置和椎弓根破坏情况,并将检查结果与术后 CT 扫描结果进行了对比,以探讨其准确性,现总结报告如下。

1 临床资料

纳入研究的患者共 43 例,均为 2015 年 10 月至 2017 年 6 月在沈阳军区总医院住院治疗的患者。男 19 例,女 24 例;年龄(56.6 ± 12.9)岁;所有患者均因脊柱病变需接受椎弓根螺钉内固定手术,腰椎退行性疾病 21 例、胸腰椎骨折 9 例、胸腰椎肿瘤 11 例、脊柱畸形 2 例。

2 方法

在全身麻醉下,43 例患者分别经后路进行椎间融合、骨折复位内固定、肿瘤切除内固定和脊柱矫形手术。术中置入椎弓根螺钉后用西门子公司 Artis Zeego 系统(图 1)行锥束 CT 扫描(图 2),扫描结束后通过工作站将扫描数据以 0.5 mm 的厚度进行多平面重建和容积重建。根据重建的二维或三维图像,术者从轴位、矢状位、冠状位了解螺钉位置和椎弓根破坏情况,必要时及时进行调整。

术后 1 周内所有患者均采用 Lightspeed VCT 64 排 CT(GE 公司)进行病变部位扫描。术中锥束 CT 扫描图像和术后 CT 扫描图像分别由 2 位骨科副主任医师采用 Gertzbein 分级系统^[3]评估螺钉位置和椎弓根破坏情况:螺钉完全在椎弓根内为 0 级;螺钉穿破椎弓根内壁 < 2 mm 为 1 级;螺钉穿破椎弓根内壁 $2 \sim 4$ mm 为 2 级;螺钉穿破椎弓根内壁 > 4 mm 为 3 级;椎弓根外侧及其他破损为 4 级。若 2 名医师对同一枚螺钉的分级存在分歧,则沟通后统一分级意见。

3 结果

43 例患者均顺利完成手术,手术时间(224.2 ± 47.1)min,术中出血(482.6 ± 471.6)mL。43 例患者共置入 262 枚椎弓根螺钉,胸椎置钉 104 枚、腰椎置钉 142 枚、骶骨(S_1 节段)置钉 16 枚。无 1 例患者因椎弓根螺钉误置行二次手术调整钉位,未发生椎弓根螺钉置入导致的神经损伤。



图 1 Artis Zeego 系统

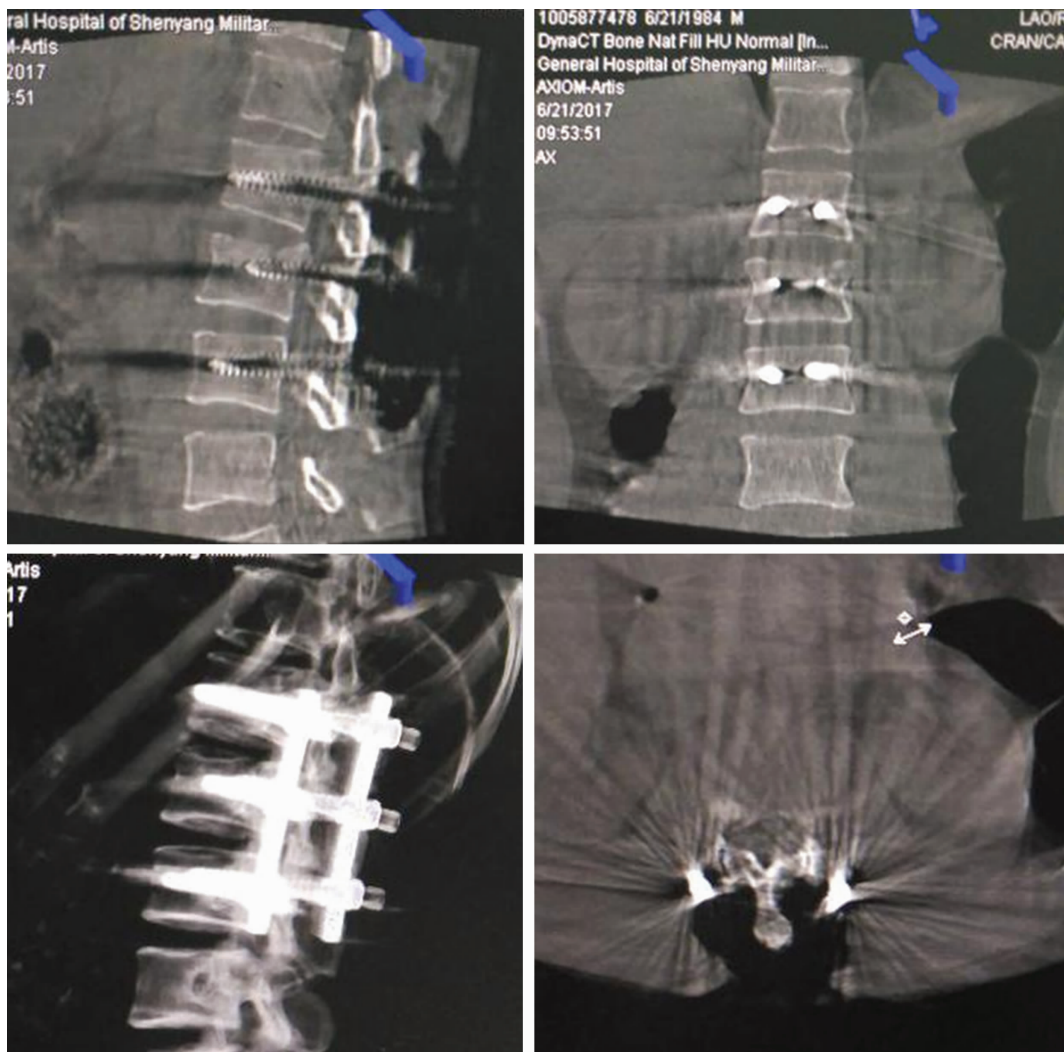


图 2 椎弓根螺钉内固定术中置钉后锥束 CT 扫描图像

置入的 262 枚螺钉中,仅 10 枚螺钉根据术中锥束 CT 图像评估的分级结果与根据术后 CT 图像评估的分级结果不一致(表 1)。根据术中锥束 CT 图像评估的分级结果与根据术后 CT 图像评估的分级结果具有非常好的一致性($Kappa = 0.804, P = 0.000$)。

表 1 椎弓根螺钉置钉 Gertzbein 分级结果 枚

根据术中锥束 CT 图像评估的结果	根据术后 CT 图像评估的结果					合计
	0 级	1 级	2 级	3 级	4 级	
0 级	230	3	0	0	1	234
1 级	4	9	1	0	0	14
2 级	0	0	3	0	0	3
3 级	0	0	0	0	0	0
4 级	1	0	0	0	10	11
合计	235	12	4	0	11	262

4 讨 论

椎弓根螺钉作为脊柱外科最常用的内固定工具,术中一旦出现椎弓根螺钉误置,将发生严重的并发

症。Gertzbein 等^[4]分析了 100 例行椎弓根螺钉内固定的患者,认为椎弓根螺钉的误置率为 15%,且 7% 的患者因术后严重并发症行二次手术。Amiot 等^[5]的观察了 964 例脊柱病变患者,共置入 6816 枚椎弓根螺钉,经统计胸腰椎徒手置钉中螺钉误置率为 1.7%,发生于 9% 的患者。Parker 等^[6]的研究也认为徒手置钉并不可靠,术者需要更加可靠的工具进行辅助。对此,许多研究者尝试通过三维重建、数字打印、术中直视和球形探针探查钉道等方法提高术中置钉的精确性^[7-11],但这些方法均不能在置入椎弓根螺钉后及时探查螺钉位置和椎弓根的破坏情况^[6]。目前常用的在术中判断螺钉位置和椎弓根破坏情况的方法为术中 C 形臂 X 线机透视,但该方法的敏感性较差。目前临床用于评估椎弓根螺钉置钉位置、椎弓根破坏和椎间融合的检查方法为术后 CT 扫描^[12],但术后发现螺钉位置不佳时已经失去在术中调整螺钉位置的机

会,严重者需要急诊行二次手术。Belmont 等^[13-15]的研究表明,与术中 C 形臂 X 线机透视和术后 CT 扫描相比,术中使用 Artis Zeego 系统进行锥束 CT 扫描的放射线剂量更低,而且扫描期间医护人员可在手术间外等待,也可降低对医护人员的损害。

Artis Zeego 系统初期主要应用于神经介入、心脏血管介入领域,近年来逐渐被运用于非神经血管介入手术或开放手术。Cordemans 等^[16]于 2015 年首先将 Artis Zeego 系统用于骨科手术中。在椎弓根螺钉内固定手术中应用 Artis Zeego 系统进行锥束 CT 扫描,能够在术中置钉后及时评估螺钉位置及椎弓根破坏情况,对于误置螺钉可以在术中及时调整,提高了椎弓根螺钉内固定手术的成功率。

本研究的结果提示,椎弓根螺钉内固定手术中,应用锥束 CT 扫描评估螺钉位置和椎弓根破坏情况,准确性较高。但已有许多研究证实,根据术后 CT 扫描判断螺钉位置和椎弓根破坏情况的敏感性为 67% ~ 94%^[17-19],因此根据术中锥束 CT 图像评估螺钉位置和椎弓根破坏情况也有一定的误诊和漏诊率,临床中需要注意。此外,Artis Zeego 系统价格昂贵,国内引进较少,而且会增加治疗费用,因此该技术短期内难以在基层医院普及。

5 参考文献

- [1] JUTTE PC, CASTELEIN RM. Complications of pedicle screws in lumbar and lumbosacral fusions in 105 consecutive primary operations [J]. *Eur Spine J*, 2002, 11 (6): 594 - 598.
- [2] LI G, LV G, PASSIAS P, et al. Complications associated with thoracic pedicle screws in spinal deformity [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(9): 1576 - 1584.
- [3] RAO G, BRODKE DS, RONDINA M, et al. Comparison of computerized tomography and direct visualization in thoracic pedicle screw placement [J]. *J Neurosurg*, 2002, 97 (2 suppl): 223 - 226.
- [4] GERTZBEIN SD, ROBBINS SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1990, 15(1): 11 - 14.
- [5] AMIOT LP, LANG K, PUTZIER M, et al. Comparative results between conventional and computer - assisted pedicle screw installation in the thoracic, lumbar, and sacral spine [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000, 25(5): 606 - 614.
- [6] PARKER SL, MCGIRT MJ, FARBER SH, et al. Accuracy of free - hand pedicle screws in the thoracic and lumbar spine: analysis of 6816 consecutive screws [J]. *Neurosurgery*, 2011, 68(1): 170 - 178.
- [7] DONOHUE ML, MOQUIN RR, SINGLA A, et al. Is in vivo manual palpation for thoracic pedicle screw instrumentation reliable? [J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 20(5): 492 - 496.
- [8] 杨波, 方世兵, 尹飏, 等. 三维重建腰椎椎弓根螺钉置入的精确性 [J]. *中国组织工程研究*, 2013, 17(13): 2333 - 2338.
- [9] 闫煌, 刘臻, 伍伟飞, 等. 腰椎脊柱侧凸矫正中电钻驱动与克氏针加叩击法技术置钉精确性与安全性的比较研究 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2016, 5(6): 454 - 458.
- [10] 周文钰, 陈扬, 李振宇. 三维 CT 导航在腰椎再次手术及翻修术中椎弓根螺钉置入的应用研究 (附 13 例报告) [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2010, 25(3): 199 - 201.
- [11] AVILA MJ, BAAJ AA. Freehand Thoracic Pedicle Screw Placement: Review of Existing Strategies and a Step - by - Step Guide Using Uniform Landmarks for All Levels [J]. *Cureus*, 2016, 8(2): e501.
- [12] LEHMAN RA, POTTER BK, KUKLO TR, et al. Probing for thoracic pedicle screw tract violation(s) - Is it valid? [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2004, 17(4): 277 - 283.
- [13] BELMONT PJ, KLEMMME WR, DHAWAN A, et al. In vivo accuracy of thoracic pedicle screws [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26(21): 2340 - 2346.
- [14] KAMINSKI L, CORDEMANS V, CARTIAUX O, et al. Radiation exposure to the patients in thoracic and lumbar spine fusion using a new intraoperative cone - beam computed tomography imaging technique: a preliminary study [J]. *Eur Spine J*, 2017. doi:10. 1007/s00586 - 017 - 4968 - z.
- [15] GEBHARD FT, KRAUS MD, SCHNEIDER EA, et al. Does computer - assisted spine surgery reduce intraoperative radiation doses? [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(17): 2024 - 2027.
- [16] CORDEMANS V, KAMINSKI L, BANSE X, et al. Accuracy of a new intraoperative cone beam CT imaging technique (Artis zeego II) compared to postoperative CT scan for assessment of pedicle screws placement and breaches detection [J]. *Eur Spine J*, 2017. doi:10. 1007/s00586 - 017 - 5139 - y.
- [17] BROOKS D, ESKANDER M, BALSIS S, et al. Imaging assessment of lumbar pedicle screw placement: sensitivity and specificity of plain radiographs and computer axial tomography [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(13): 1450 - 1453.

- [18] LEARCH TJ, MASSIE JB, PATHRIA MN, et al. Assessment of pedicle screw placement utilizing conventional radiography and computed tomography: A proposed systematic approach to improve accuracy of interpretation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(7): 767-773.
- [19] YOO JU, GHANAYEM A, PETERSILGE C, et al. Accuracy of using computed tomography to identify pedicle screw placement in cadaveric human lumbar spine [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1997, 22(22): 2668-2671.
- (2017-07-18 收稿 2017-09-30 修回)

· 简 讯 ·

《中医正骨》编辑部重要声明

近期,本刊编辑部在处理稿件时,发现部分作者仍然通过发送电子邮件投稿,同时发现极少数作者投稿时存在一稿两投或抄袭他人论文的情况。在此,本刊编辑部郑重声明:1、本刊实行网上在线投稿,不接受纸质稿件及E-mail投稿。请作者登录本刊网站 www.zygz.com 注册后投稿,稿件实时处理情况可登录本刊网站在线查询。2、作者通过本刊网站(稿件远程处理系统)在线投稿后,须提供单位介绍信(或单位推荐信),注明稿件内容真实、署名无争议、无抄袭、无一稿两投等,单位介绍信加盖公章后邮寄至本刊编辑部。3、稿件一经录用,作者须签署《论文著作权转让书》(模板从本刊网站首页的下载专区下载),并邮寄至本刊编辑部。4、本刊恕不接受已公开发表的文章,并严禁一稿两投。在稿件处理过程中,一旦发现稿件内容存在编造、抄袭、一稿两投等情况,本刊将对稿件作退稿处理,并依据单位介绍信、单位推荐信或《论文著作权转让书》,同作者所在单位取得联系并反映情况。上述情况一经核实,编辑部将把该作者姓名加入本刊黑名单,并适时在本刊网站上予以公布。

· 通 知 ·

全国水针刀微创技术及中医筋骨三针法学习班通知

水针刀微创技术、中医筋骨三针疗法是由北京世针联中医微创针法研究院院长吴汉卿教授经过 30 余年潜心研究,在传统九针、刀针、水针疗法、针挑疗法、运动针法及太极针法基础上,根据中医经筋学说及软组织解剖学所总结的融中西医针法于一体的中医微创技术。该技术已被纳入国家中医药管理局“中医医疗适宜技术”,写入全国高等中医药院校创新教材,确定为中医药 I 类继续教育推广项目。该技术问世以来,全国性培训班已成功举办 200 余期,培训学员数万名,学员来自国内包括台湾、香港等地区及国外,如:马来西亚、新加坡、韩国、俄罗斯、澳大利亚、美国等,其“短、平、快”的治疗特点受到了国内外专家及广大学员的好评。为满足广大医师要求,继续举办学习班,培训内容如下。

水针刀微创技术、三氧融盘技术 ①水针刀微创技术结合三氧融盘技术治疗软组织损伤病,如:颈椎病、肩关节周围炎、肘关节病变、腕管综合征、腰椎间盘突出症、膝关节病变、坐骨神经痛、臀上皮神经痛、风湿类风湿关节炎、腱鞘炎、跟痛症等骨伤疼痛疾病。②水针刀尸体解剖微创入路内容:该班在医学院解剖馆进行,结合新鲜尸体全面讲解人体全身三维解剖以及三针法定位、进针方向、针下层次、危险区的划分、常用针法及操作技巧等内容,学员能自己动手练习。

中医筋骨三针疗法 中医筋骨三针疗法分为微型筋骨三针疗法与巨型筋骨三针疗法 2 种,微型筋骨三针疗法的优点:该针具针体细如银针,创伤微、痛苦小,融合了中医针法和西医刀法,定位独特,针法灵活多变,既有微创针刀的松解分离功能,又有针灸的补泻候气、疏通经络功能;该疗法主治:中风偏瘫、失语症、三叉神经痛、面瘫、肋间神经痛、坐骨神经痛、皮神经卡压症、四肢末端病等。巨型筋骨三针疗法的优点:该针法有钝性松解、安全可靠、通透力强、松解力度大等特点。其主要针法有:筋膜扇形撬拨法、筋骨减压术、椎间孔针旋转术等 10 大针法;该疗法主治:颈腰椎术后综合征、腰椎管狭窄症、强直性脊柱炎驼背、颈 1 横突综合征、颈 7 棘突综合征等临床疑难病。同时培训水针刀松解埋线技术内容:脊背九大诊疗区,应用水针刀松解、注射、磁线留置并配合整脊手法快速治愈颈性心脏病、颈性咽炎、面瘫、癫痫、慢性支气管炎、哮喘、胃炎、胃溃疡、结肠炎、生殖疾病等;并教授三氧自血疗法治疗心脑血管疾病,乙肝、丙肝、脂肪肝等肝病,妇科疾病及皮肤病性病等。

培训时间:每月 1 日正式上课,学期 12 天,请提前 1 天报到。

培训方式及待遇:学习班由吴汉卿教授主讲,采用小班授课,理论结合临床实习和尸体解剖操作,学期结束后颁发培训证书及 I 类继续教育学分证书。

培训地址:①北京班地址:北京市东城区广渠门内夕照寺街东玖大厦 B 座 703 室,北京世针联中医微创针法研究院。②河南南阳班地址:河南省南阳市仲景路与天山路口,水针刀研究院。

联系电话:400 8377 618 **联系人:**黄建老师 13721820657, 0377-63282507

网址:www.shuizhendao.com (中华水针刀微创网)