

❖ 妇产科影像学

Three-dimensional ultrasound volume contrast imaging and tomography ultrasound imaging techniques in observing fetal tethered cord

LIANG Meiling, CAI Ailu*, WANG Yini, CAO Zhe

(Department of Ultrasound, Shengjing Hospital of China

Medical University, Shenyang 110004, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the value of three-dimensional ultrasound volume contrast imaging (VCI) and tomography ultrasound imaging (TUI) techniques in observing fetal spinal conus medullaris (CM) position and lumbar enlargement of spinal cord morphologic changes, for assessment of tethered cord (TC). **Methods** Totally 17 abnormal fetuses of spinal diseases combined with TC (abnormal group) were examined by three dimensional ultrasound VCI and TUI techniques. The position of CM was recorded, and the transverse and anteroposterior diameters of lumbar enlargement of spinal cord were measured and compared with 300 cases of normal fetuses (normal group). **Results** As the growth of the gestational age (GA), CM terminal position increased. All the ends of CM located at L3 or L3 above level in normal. The transverse and anteroposterior diameters of lumbar enlargement in normal group showed good linear relationship with GA. Transverse diameter (mm) = $0.677 + 0.147 \times GA$ ($R^2 = 0.836$, $P < 0.05$), anteroposterior diameter (mm) = $-0.994 + 0.152 \times GA$ ($R^2 = 0.894$, $P < 0.05$). Compared with the corresponding GA fetuses in normal group, the anteroposterior diameter of lumbar enlargement decreased in abnormal group ($P = 0.002$), while no statistical difference of the transverse diameter was found between the two groups ($P = 0.082$). **Conclusion** Position of CM and lumbar enlargement measurement can provide valuable reference information for clinical prenatal diagnosis of fetal spinal TC.

[Key words] Ultrasonography; Imaging, three-dimensional; Conus medullaris; Lumbar enlargement; Tethered cord

DOI:10.13929/j.1003-3289.201612042

三维超声容积对比成像和断层超声成像技术 观察胎儿脊髓栓系

梁美玲, 蔡爱露*, 王以妮, 曹 喆

(中国医科大学附属盛京医院超声科, 辽宁 沈阳 110004)

[摘要] **目的** 探讨三维超声容积对比成像(VCI)及断层超声成像(TUI)技术观察胎儿脊髓圆锥(CM)所对应的椎体位置、脊髓腰膨大的大小及形态,评估是否存在胎儿脊髓栓系(TC)的价值。**方法** 记录病例组 17 胎脊柱区病变或畸形伴 TC 胎儿的 CM 末端位置和腰膨大位置,测量脊髓腰膨大处的横径、前后径。并与 300 胎正常胎儿进行对比分析。**结果** 随着孕周的增长 CM 末端位置上升,300 胎正常胎儿的 CM 末端均位于 L3 或 L3 以上椎体水平。正常胎儿脊髓腰膨大的横径和前后径均与孕周有较好的线性关系,线性回归方程为:腰膨大横径(mm) = $0.677 + 0.147 \times \text{孕周}$ ($R^2 = 0.836$, $P < 0.05$),腰膨大前后径(mm) = $-0.994 + 0.152 \times \text{孕周}$ ($R^2 = 0.894$, $P < 0.05$)。与正常胎儿相应孕周正常

[基金项目] 国家“十二五”科技支撑计划课题项目(2014BA106B05)、中国医科大学附属盛京医院自由研究者基金(201209)。

[第一作者] 梁美玲(1991—),女,吉林延吉人,在读硕士。研究方向:产科超声诊断。E-mail: meiling0524@sina.cn

[通信作者] 蔡爱露,中国医科大学附属盛京医院超声科,110004。E-mail: caial1224@sina.com

[收稿日期] 2016-12-12 **[修回日期]** 2017-05-08

值比较,病例组 TC 胎儿脊髓腰膨大的前后径减小($P=0.002$),横径差异无统计学意义($P=0.082$)。结论 通过三维超声 VCI 及 TUI 技术对胎儿 CM 位置进行判定并分析脊髓腰膨大的形态变化,可为 TC 胎儿的产前诊断提供有价值的参考依据。

[关键词] 超声检查;成像,三维;脊髓圆锥;腰膨大;脊髓栓系

[中图分类号] R445.1; R714.5 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2017)07-1024-05

脊柱和脊髓末端的各种先天性或后天性原因,如脊柱裂、脊膜膨出、脊髓脊膜膨出、腰骶管囊肿、脂肪瘤等均可使脊髓圆锥(conus medullaris, CM)末端受制于椎管而不能正常上升,CM 位置低于正常时称为脊髓栓系(tethered cord, TC)。TC 致使脊髓末端发生血液循环障碍,从而造成下肢运动及感觉障碍、排尿、排便功能障碍的一系列症状称为脊髓栓系综合征(tethered cord syndrome, TCS)。容积对比成像(volume contrast imaging, VCI)技术通过增强某些二维声像图中相似结构和组织的对比度及图像分辨率,可显示出更清晰的边缘和内部结构,减少图像中因噪声产生的斑点。断层超声成像(tomography ultrasound imaging, TUI)技术基于三维容积数据,可获得任意切面的二维图像,用于评价胎儿脊柱时,可确定图像中脊柱的具体节段,顺次逐节分别进行观察分析^[1]。本研究探讨三维超声 VCI 及 TUI 技术观察胎儿 CM、腰膨大及相关病变的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2014 年 9 月—2016 年 11 月于我院超声科接受常规产前检查的 19~38 孕周正常胎儿,每一孕周 15 胎,共 300 胎(正常组),孕妇年龄 22~34 岁,平均(28.2 ± 3.2)岁。纳入标准:①单胎;②胎儿二维超声图像质量良好;③孕妇末次月经明确,平素月经规则,无产科并发症;④胎儿生长指标与停经孕周相符^[2]。选取同期于我院超声科接受常规产前检查发现胎儿脊柱腰骶段存在病变或畸形并伴 CM 末端低位(CM 末端低于 L3 水平)胎儿 17 胎(病例组),孕妇年龄 23~40 岁,平均(29.1 ± 5.0)岁,孕龄 20~38 周,平均(27.5 ± 5.2)周。本研究经医院伦理委员会批准,所有胎儿数据采集均经孕妇知情同意。

1.2 仪器与方法 采用 GE Voluson E8 超声仪,二维探头频率 1.6~4.5 MHz,经腹三维容积探头频率 4~8 MHz。应用二维超声对 2 组进行常规检查后,将胎儿脊柱位于近场(即背部朝上)的正中矢状切面作为初始切面,清晰显示 CM 结构,获取三维容积数据,并采用 VCI 及 TUI 技术进行后处理。

选择 VCI 模式,层厚 1~2 mm。使 A 平面尽可能

清晰显示椎管内 CM 结构,适当转图调节 x 、 y 、 z 轴,定位 CM 对应的椎体。椎体定位依据以下 2 种方式:①在 A 平面根据成角的腰骶关节头侧 L5 椎体进行计数;②调节图像使 C 平面清晰显示第 12 肋,最下端肋骨对应椎体为 T12 椎体,并将其选定为参考椎体。将 A 平面的光标置于需定位的椎体上,此时 C 平面光标同步显示该椎体,根据参考椎体进行定位。

此基础上启动 TUI 模式,以脊柱矢状切面为基准,在脊髓腰膨大处进行扫查,显示脊髓横切面,对连续平行的一系列断层图像顺次逐节进行分析,选取脊髓腰膨大最宽大处横切图,测量腰膨大横径和前后径(图 1),均测量 3 次取平均值。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用线性回归分析评估正常胎儿脊髓腰膨大处横径、前后径与孕周的相关性,以孕周为自变量,正常胎儿脊髓腰膨大处横径和前后径分别作为因变量,建立线性回归方程。病例组 TC 胎儿与正常组胎儿脊髓腰膨大横径及前后径的比较采用 Wilcoxon 秩和检验。应用 SAS 软件构建散点图。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 正常组胎儿分析 正常组 300 胎胎儿 CM 末端均位于 L3 及以上椎体水平。19~38 孕周正常胎儿脊髓腰膨大横径及前后径分别与孕周呈线性相关,回归方程为:腰膨大横径(mm) = $0.677 + 0.147 \times \text{孕周}$ (决定系数 $R^2 = 0.836$, $P < 0.05$),腰膨大前后径(mm) = $-0.994 + 0.152 \times \text{孕周}$ ($R^2 = 0.894$, $P < 0.05$)。见图 2。

2.2 病例组胎儿分析

2.2.1 超声检查 17 胎异常胎儿的超声诊断结果、脊髓腰膨大的位置、横径及前后径见表 1。病例组胎儿脊髓腰膨大处前后径为(2.61 ± 0.90)mm,正常组为(3.34 ± 0.93)mm,病例组小于正常组胎儿,差异有统计学意义($Z = -3.073$, $P = 0.002$);病例组与正常组胎儿脊髓腰膨大处横径差异无统计学意义[病例组(5.48 ± 1.23)mm vs 正常组(4.86 ± 0.93)mm; $Z = 1.738$, $P = 0.082$]。

表 1 病例组 TC 胎儿 CM 位置、腰膨大测量结果及合并症情况 ($n=17$)

序号	孕周	CM 位置	腰膨大横径(mm)	腰膨大前后径(mm)	合并症
1	38	S3	7.10	4.85	隐性脊柱裂, 潜毛窦
2	33	L5	6.10	3.00	脊柱尾端退化, 阴茎阴囊转位
3	23	L4~L5	4.93	2.40	骶尾部退化, S2 以下椎体缺失
4	37	L3~L4	8.70	3.53	脊柱裂, 骶管囊肿, 永存左上腔静脉
5	24	L4	4.93	2.67	脊柱裂, 脊膜膨出
6	23	L5	4.18	1.68	脊柱裂, 脊膜膨出
7	26	S2	5.05	1.70	脊柱裂, 脊膜膨出
8	20	L4	4.30	2.47	脊柱裂, 脊膜膨出, 脑积水
9	32	L5	5.70	3.20	脊柱裂, 脊膜膨出
10	24	L5	5.03	2.27	脊柱裂, 脊髓脊膜膨出
11	26	L5	4.67	2.37	脊柱裂, 脊髓脊膜膨出, 永存左上腔
12	23	L5	5.05	2.10	脊髓外露, 脑积水, 小脑发育不良
13	27	L4	7.10	2.98	脊柱骶尾部未见明显上翘, 终丝紧张
14	33	L4~L5	5.60	3.90	终丝紧张, 食管瘘, 单脐动脉, 羊水多
15	27	L4	4.90	1.90	终丝紧张, 单脐动脉
16	25	L3~L4	5.90	1.30	椎管内肿物
17	27	L3~L4	3.85	2.10	末端脊髓囊状膨出, 空洞性脊髓突出

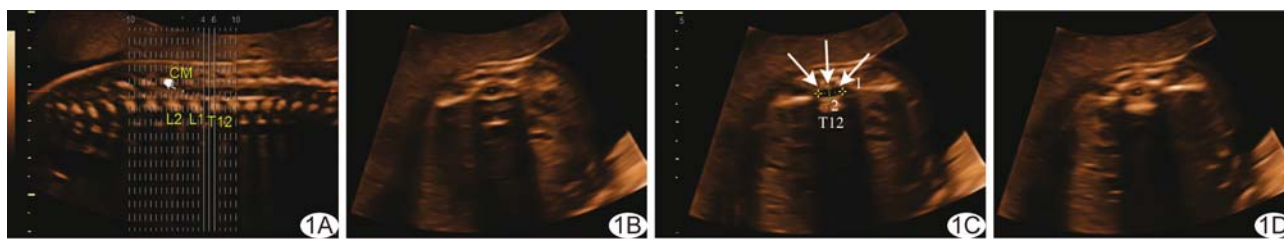


图 1 孕 26 周正常胎儿脊髓圆锥及脊髓腰膨大 VCI+TUI 声像图 A. 脊柱骶尾部矢状切面, CM(手指)末端对应 L2 椎体; B. T12~L1 椎间盘处 TUI 断层切割图; C. 脊髓腰膨大处 TUI 断层切割图, 测量横径及前后径, 脊髓腰膨大处对应 T12 椎体下缘(箭); D. T12 椎体处 TUI 断层切割图

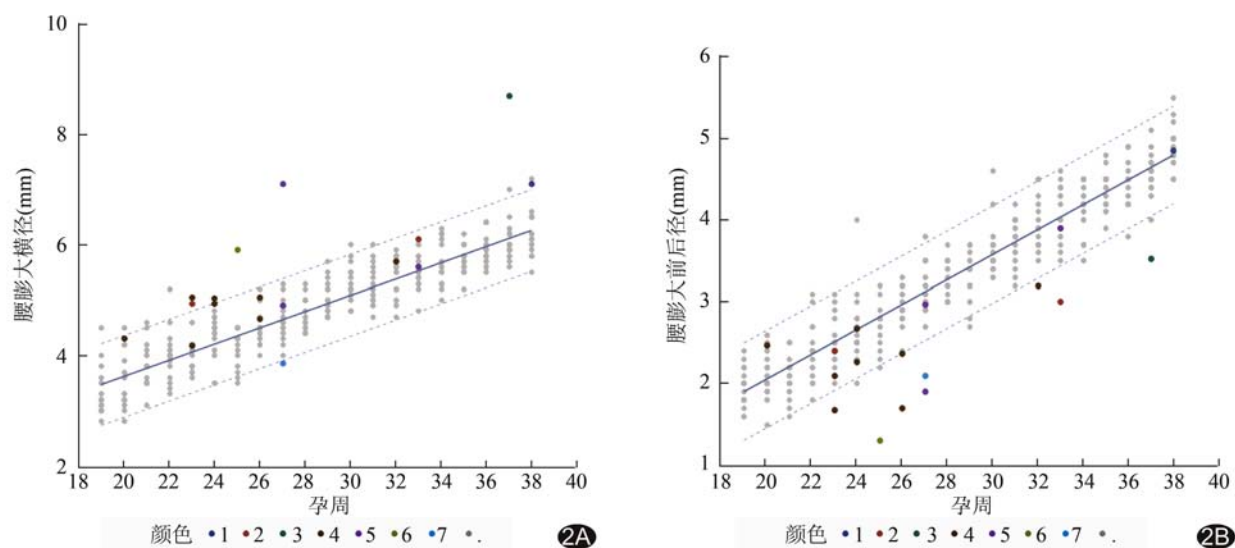


图 2 正常胎儿(300 胎)与 TC 胎儿(17 胎)脊髓腰膨大的横径及前后径散点图 A. 横径散点图; B. 前后径散点图 (灰色点表示正常胎儿; 彩色点表示 TC 胎儿, 1~7 种颜色分别对应不同的主要合并症, 依次为隐性脊柱裂、潜毛窦, 脊柱尾端退化, 脊柱裂、椎管囊肿, 脊柱裂、脊膜膨出, 终丝紧张, 椎管内肿物, 空洞性脊髓突出)

2.2.2 治疗及转归 病例组 17 胎中,1 胎(编号 4)产前超声发现胎儿骶管囊肿,CM 位于 L3~4 椎体,脊髓腰膨大处横径为 8.70 mm、前后径为 3.53 mm(图 3);出生后患儿骶尾部局部有毛发生长,手指及下肢不能伸直,经神经外科结合 CT、MR 检查诊断为骶椎椎管内囊肿伴 TCS,于出生后 81 天接受骶管囊肿切除术及脊髓松解手术,术后恢复良好。1 胎(编号 1)出生后患儿经 MR 检查诊断为 TC,CM 末端因皮毛窦栓系于 S3 高度,与产前超声结果一致。2 胎(编号 13、15)出生后随访 1 年未见确切 TCS 临床症状,未予临床干预。余 13 胎均经引产终止妊娠后尸体解剖证实,均符合产前超声诊断。

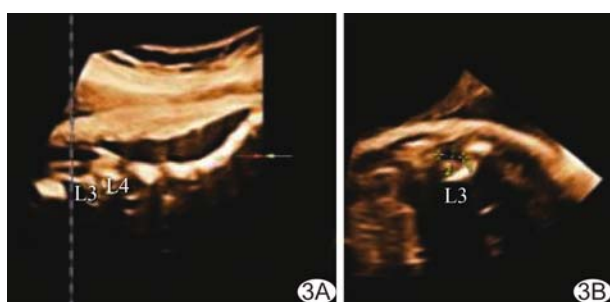


图 3 孕 37 周胎儿(编号 4) A、B. VCI+TUI 技术声像图,胎儿 CM 位于 L3~4 椎体水平,脊髓腰膨大横径 8.00 mm(单次测量值),前后径 3.50 mm(单次测量值),骶管内可见无回声液性区

3 讨论

3.1 胎儿脊髓发育 胚胎发育前 3 个月脊柱与脊髓等长,之后由于脊柱和硬脊膜的增长速度比脊髓快,脊柱逐渐超越脊髓向尾端延伸,脊髓位置相对上移;胚胎第 4 个月,脊髓形成明显的颈膨大和腰膨大^[3]。脊髓末端向下延伸为终丝,止于尾骨的背面,出生前 CM 与 L3 平齐。Perlitz 等^[4]对 110 胎 20~24 孕周胎儿进行观察,结果显示 93% 的胎儿 CM 位于 L2~L3 椎体水平,认为 CM 末端低于 L3 椎体水平则需在围产期进一步监测。雷婷等^[5]应用三维超声观察 145 胎 20~38 孕周正常胎儿的 CM 位置,发现所有被检胎儿 CM 均位于 L3 或以上水平,且 CM 位置与孕周存在线性相关关系。胡海云等^[6]研究显示胎儿 CM 随孕周增加而上移,并且三维超声能准确定位 CM 位置。本研究结果显示,300 胎正常胎儿 CM 末端随着孕周的增长有上升变化,均位于 L3 及以上椎体水平。

3.2 胎儿脊柱骶尾区病变的超声表现 脊椎闭合不全的类型根据病变区有无皮肤覆盖分为开放性与闭合性。近年来随着超声和 MRI 技术的进步,大幅提高了临床产前诊断和治疗胎儿脊柱闭合不全的水平,但对

无包块型闭合性脊柱裂或包块较小的闭合性脊柱裂产前仍难以确诊^[7]。本研究病例组 1 胎(编号 4)骶管囊肿,常规产前超声首先发现脊髓形态改变,未显示明显的腰膨大并且 CM 位于 L3 以下,结合 VCI、TUI 技术观察到脊髓腰骶段无明显膨大,并根据三维超声准确定位 CM 位于囊肿附近,增加了对 TC 的诊断信心。但多数闭合性脊柱裂合并 TC 在产前很难发现其原因。本研究 1 胎(编号 1)在常规产前超声观察胎儿脊柱时,发现 CM 低位及脊髓腰膨大变形,仔细寻找原因发现在胎儿骶尾部可见细小的窦状结构通向皮肤表面,最终胎儿出生后也证实了隐性脊柱裂、潜毛窦的超声诊断。因此,当观察到 CM 及脊髓腰膨大的异常间接超声表现时,应再次关注有无隐性脊柱裂并伴有相关疾病。

3.3 判断胎儿 TC 的产前超声研究 目前国内外常用各种三维超声技术来定位 CM 位置并判断胎儿 TC。杨水华等^[8]利用三维扩展剖面容积成像定位胎儿 CM 位置,此方法是通过重建 CM 对应椎体至其相邻至少 5 个以上椎体水平脊柱冠状位图像定位 CM 位置。Hoopmann 等^[9-10]利用产前超声测量 CM 至尾骨末端的距离来评价 CM 定位。魏小燕等^[11]通过二维超声以腰骶关节成角法判断 CM 位置并对脊髓腰膨大的前后径进行测量,发现 20~38 孕周正常胎儿脊髓腰膨大的前后径与孕周呈线性相关。本研究对病例组胎儿的 CM 末端及脊髓腰膨大进行分析,发现 TC 胎儿产前超声扫查脊柱矢状面见脊髓结构变形,横切面声像图中病例组胎儿前后径小于正常组($Z = -3.073$, $P = 0.002$),即前后变扁,应用 VCI 模式观察更为明显,提示腰膨大前后径变小脊髓形态细长化的变化可能与 TC 有关。TC 胎儿椎管内外病变的存在使圆锥拉低的程度不尽相同,有时产前超声难以发现致使脊髓形态发生改变的具体诱因。

3.4 三维超声新技术的优势 与传统二维超声相比,三维超声成像质量明显提高,操作更为简便,且可对任意切面进行测量,弥补了胎儿过伸过仰或未自然上翘引起腰骶关节角度定位法的偏差,尤其在测量方法上具有优势,先在 VCI 成像图选择脊髓腰骶段最膨大部位进行 TUI 切割,并在切割面上测量,可有效减少在二维超声单切面测量脊髓数据的误差^[11],在诊断胎儿 TC 方面显示出良好的应用前景。

总之,应用三维超声结合 VCI 和 TUI 技术,可多方位清晰显示胎儿 CM 位置及脊髓腰膨大形态及大小,可早期判断是否合并胎儿 TC,有助于胎儿骶尾部

异常病变的诊断。

[参考文献]

- [1] 张晓莉,汪龙霞,孙长坤.断层超声显像技术诊断胎儿脊柱裂的初步研究.南方医科大学学报,2008,28(5):832-834.
- [2] 王以妮,蔡爱露,孙悦,等.三维超声评价中晚孕早期胎儿脊髓发育.中国超声医学杂志,2016,32(10):925-928.
- [3] 鄂占森,陈金华,于淑敏.胎儿脊柱区的超声声像研究.中国医学影像技术,2000,16(10):885-886.
- [4] Perlitz Y, Izhaki I, Ben-Ami M. Sonographic evaluation of the fetal conus medullaris at 20 to 24 weeks' gestation. Prenat Diagn, 2010,30(9):862-864.
- [5] 雷婷,谢红宁,汪南,等.正常与隐性脊柱裂胎儿脊髓圆锥位置的三维超声评估.中国超声医学杂志,2013,29(8):715-718.
- [6] 胡海云,张蒂荣,王玥,等.超声定位中晚孕早期胎儿脊髓圆锥位置.中国医学影像技术,2013,29(5):779-782.
- [7] Bulas D. Fetal evaluation of spine dysraphism. Pediatr Radiol, 2010,40(6):1029-1037.
- [8] 杨水华,田晓先,黄欢,等.扩展剖面容积成像对定位胎儿脊髓圆锥末端的研究.中华医学超声杂志(电子版),2016,13(2):129-133.
- [9] Hoopmann M, Abele H, Yazdi B, et al. Prenatal evaluation of the position of the fetal conus medullaris. Ultrasound Obst Gynecol, 2011,38(5):548-552.
- [10] 杨硕,宋鑫,张文君,等.超声测距法定位中晚孕早期胎儿脊髓圆锥位置.中国医学影像技术,2016,32(2):270-273.
- [11] 魏小燕,张蒂荣,葛喜凤,等.胎儿脊髓膨大前后径与孕周的相关性研究.中国超声医学杂志,2016,32(5):454-456.

《中国医学影像技术》杂志 2018 年征订启事

《中国医学影像技术》杂志于 1985 年创刊,是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊。刊号:ISSN 1003-3289,CN 11-1881/R。曾获百种中国杰出学术期刊,现为中国精品科技期刊、中国科技核心期刊、中国科学引文数据库核心期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、荷兰《医学文摘》收录源期刊、英国《科学文摘》收录源期刊、俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊、WHO《西太平洋区医学索引》(WPRIM)来源期刊、《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊。

《中国医学影像技术》杂志是临床医学影像学与影像医学工程及理论研究相结合的综合性学术期刊,刊登放射、超声、核医学、介入治疗、影像技术学、医学物理与工程学等方面的基础研究及临床实验研究的最新成果。以论文质量优、刊载信息量大、发刊周期短为其特色,是我国影像医学研究探索和学术交流的良好平台。

《中国医学影像技术》为月刊,160 页,大 16 开本,彩色印刷。单价 20 元,全年定价 240 元。订户可随时向当地邮局订阅,邮发代号 82-509;亦可向编辑部直接订阅,免邮寄费(欢迎通过银行转账,附言栏请注明订阅杂志名称)。

联系电话:010-82547903 传真:010-82547903

E-mail:cjmit@mail.ioa.ac.cn 网址:www.cjmit.com

编辑部地址:北京市海淀区北四环西路 21 号大猷楼 502 室 邮编:100190

银行账户名:《中国医学影像技术》期刊社 账号:110907929010201

开户行:招商银行北京分行清华园支行 联系人:田苗

