

## · 综述 ·

## 腹主动脉瘤腔内隔绝术术前 X 线影像学评估进展

冯睿 景在平

近年来,腔内隔绝术(EVE)已逐渐成为腹主动脉瘤(AAA)传统人工血管置换术的微创替代疗法,而术前影像学评估和移植物规划在 AAA 腔内隔绝术中,扮演着比在传统开腹手术中重要得多的关键角色<sup>[1]</sup>。

在腔内治疗中,由于动脉瘤的大小、形状变异极大,术前精确的影像学评估对 EVE 可行与否、成功与否都至关重要<sup>[2]</sup>。通过对 AAA 进行影像学评估,医师可以在术前详细了解 AAA 的解剖和形态,包括精确测量瘤颈、瘤体、髂动脉口径和长度,测量近端瘤颈和髂动脉的扭曲角度,了解动脉内壁斑块、钙化情况,明确 AAA 与邻近分支血管的关系等。这些数据对于确定患者是否适合 EVE 治疗,并进而选择合适类型和尺寸的移植物,甚至预测手术结果至关重要。错误或不准的术前评估可直接导致 EVE 的失败,可致导入动脉损伤、使导管无法通过、易致较大内漏、移植物移位、重要分支血管被封闭等并发症,使患者被迫中转传统手术治疗甚至面临生命危险。

常用的 AAA 影像学评估技术包括数字减影血管造影(DSA)、螺旋 CT(SCT)、螺旋 CT 血管造影(SCTA)、磁共振血管造影(MRA)和彩色多普勒超声(CDUS)。尽管 MRA 和 CDUS 拥有某些优势<sup>[3,4]</sup>,但由于其技术自身的局限性,如 MRA 受血流动力学影响、不易辨别附壁血栓及钙化斑块、容易高估狭窄程度,CDUS 影像不直观、受肥胖、肠腔气体等影响大,所以,基于 X 线放射成像技术的 DSA、SCT 和 SCTA 仍然是目前应用最为广泛的 AAA 评估手段。本文旨在从血管外科医生即术前评估数据使用者的角度,综述 AAA EVE 术前 X 线影像学评估技术的发展历史和进展,分析各技术的优势、局限性和临床使用中面临的主要问题,并展望未来计算机技术进一步介入后的发展趋势。

## 一、数字减影血管造影

主动脉造影是 AAA 最早的术前评估手段,并

在 AAA 传统手术开始初期被要求常规进行。随着计算机技术的介入,主动脉造影逐渐发展为数字减影血管造影(DSA),分辨力和图像质量进一步提高,并增强或发展出了实时显像、动态观察和逐帧回放等后处理功能,因此被公认为 AAA 诊断和手术前评估的金标准。但随着手术技巧的改进,特殊情况处理经验的积累和超声、CT 等无创检查的兴起,DSA 很少再被作为术前常规评估手段。

20 世纪 90 年代初,EVE 出现,其对 AAA 影像学评估的高要求使 DSA 的作用一度重新受到重视,并通过改进 DSA 检查方法使其评估作用有所增强。尽管单纯的前后位摄片不能提供足够的 AAA 信息,但加上侧位、斜位等不同角度的观察后,DSA 便能提供瘤颈直径和长度、瘤体大小、动脉瘤及瘤颈的空间形态、分支血管通畅情况及其与动脉瘤的空间关系等资料,使术者确定 EVE 的可行性和移植物规格。而且,多角度造影能较好地了解髂动脉、股动脉等导入动脉的口径和扭曲度。DSA 可提供较多的血管扭曲大体形态的信息<sup>[5]</sup>,使术者能够预测口径仍较大、柔顺性尚欠缺的导载系统是否能顺利通过导入动脉。此外,髂动脉常有较大程度的扭曲,除动脉扭曲恰好与 X 线方向完全垂直的情况外,在前后位造影时,其长度将不可避免地因透视缩短而被程度不等地低估,对盆腔进行不同倾斜角度的 DSA 评估,能减少这种失实。从 DSA 影像上进行测量时,往往会由于 X 线球管的位置因素导致一定程度的放大误差<sup>[6]</sup>,随着带刻度的测量导管的应用,这种误差得到了较好的纠正。

以上检查方法的改进,使 DSA 能在较大程度上满足 EVE 术前评估的要求。但是,随着 EVE 经验的累积,DSA 本身固有的许多缺陷更为明显。首先,DSA 对近端瘤颈的观察不理想,不能直观地显示瘤颈的内膜结构特点,难以辨认内膜表面有无钙化、附壁血栓及粥样斑块及其大小,严重影响术者对移植物是否能牢固固定并紧密贴附于近端瘤颈的判断;而且,瘤颈截面常为椭圆形或不规则形,依靠 DSA 从瘤颈侧方测量其直径难以获得可靠的数据,加之附壁血栓无法显示等的影响,近端瘤颈直径的

测量值往往较实际直径偏小,造成移植物口径选择偏小,进而导致移植物固定困难、移位和近端内漏。

其次,依靠 DSA 测量 AAA 瘤颈和髂动脉的长度也欠准确,可能因此导致 EVE 失败或严重并发症。长度测量时,尽管有测量导管的辅助,瘤体直径较大时,DSA 评估往往使最低肾动脉至主动脉分叉的距离偏大,其产生原因是刻度导管在宽大的瘤腔内有一定程度的弯曲,而并非是移植物所沿循的最短路径或血流通道的中心轴<sup>[5]</sup>。与此相反的另一情况是,在扭曲的血管,测量导管将在弯曲的管腔内沿循最短路径,造成长度测量偏短。我们知道,最低肾动脉至瘤体远端正常髂动脉间长度的评估直接决定移植物的长度选择,进而影响 EVE 的成功实施和并发症的发生。移植物偏短时,将导致移植物固定不佳、远端返流性内漏、甚至移植物远端游离于瘤体内等情况,而被迫增加延伸物,这不仅增加了手术难度和时间,还加重了患者的经济负担。移植物偏长时,会导致髂内动脉开口不必要的封闭,损害盆腔和臀部的血供,而被迫进行髂内动脉移位,增加了手术创伤。

最后,DSA 费用较高,且为侵袭性检查,需使用较大剂量的肾毒性造影剂。尤其是高龄、心、肺、肝、肾功能减退、需要反复进行多次不同角度评估的患者,受到的损伤更大。据报道,DSA 导致血栓斑块脱落、动脉瘤穿孔、血栓形成、血肿、造影剂过敏和肾功能损害等并发症的比例为 2% ~ 7%<sup>[7]</sup>。

## 二、计算机辅助断层扫描

计算机辅助断层扫描(CT)的出现通过模拟影像数字化和计算机处理技术,得到了更加精细的 AAA 横断面影像,使临床医师可以清楚地观察附壁血栓、钙化斑块、包裹性破裂、“水泡”状薄弱瘤壁等病变。在传统 CT 的基础上,20 世纪 90 年代初,又出现了 SCT,它是指 X 线球管和接收器持续性旋转,同时扫描床持续同步前移,从而采集得到无间断容积数据的计算机辅助断层扫描技术。

与传统 CT 相比,SCT 的扫描和采样速度成倍提高,使其血管造影成为可能<sup>[8]</sup>,通过静脉注射非离子造影剂,可以增加动脉与周围组织的密度差别,更加鲜明地观察血管结构。其次,传统 CT 扫描采用的层厚一般是 8mm 或 10mm,相对较大,故会产生明显的容积效应,空间分辨力下降,不利于分支小血管、瘤颈内膜状况等解剖细节的显示;而 SCT 应用于主动脉扫描时,层厚可小至 3mm,容积效应显著减小,分辨力提高,能清楚观察内膜的细微结构,

并容易地发现腰动脉、副肾动脉等较小分支血管,从而对 EVE 起到更好的指导作用。

尽管 SCTA 为我们提供了前所未有的大量的 AAA 信息,并具有简捷方便、价格较廉、安全无创、密度分辨力高、图像无重叠等优点,但仍然具有自身的局限性,如移动伪影、容积效应、肾毒性造影剂等<sup>[8]</sup>,尤其对 AAA 腔内治疗前的形态学评估和参数测量而言,传统的 CTA 表现出的局限性更为明显,以下作一概述。

首先,尽管多数作者认为依靠 CT 横断面影像测量瘤颈直径优于 DSA<sup>[9]</sup>,但实际上,这种方法很容易造成血管直径的测量错误,尤其是对 EVE 至关重要的近端瘤颈直径。我们知道,髂动脉一般不和 CT 横断面相垂直,而瘤颈和 AAA 往往因为动脉硬化的原因发生成角和扭曲,也不与 CT 横断面垂直,而在 CT 横断切面上将显示为椭圆形,其直径一般是通过测量椭圆形的最小直径而获得的,这种测量方法的前提是假定血管横截面为正圆形。然而,主动脉和髂动脉的横截面往往并非正圆形,而本身可能就是椭圆形或不规则圆形,如此时仍采用最小直径测量法,便会使血管直径的评测和移植物的规划产生偏差。Broeders 报道,以 CT 横断面最小直径测量法评估时,规划移植物直径偏小和偏大的机会分别为 5% 和 14%。传统的直径测量是使用弯脚测径器或毫米尺在小幅面的 CT 影像胶片上进行的,客观上其准确性明显不足,并且有实验表明,不同操作者对同一 CT 断面的测量可产生明显差异的结果,这说明传统测量方法受操作者主观影响也很大。

其次,在传统测量方法中,血管长度的数据是通过计算测量开始点至测量结束点间的扫描层数,再乘以层厚获得的。由于 AAA 患者多有动脉硬化基础,腹主动脉和髂动脉常有一定程度的弯曲,与人体纵轴并不垂直,因此,使用层厚测算法无法反映血管的真实长度,极易导致测量值偏小,尤其是在部分瘤颈和髂动脉严重扭曲的患者,误差更大。当观察者认识到此问题,而进行一定的长度补偿时,又可能反过来导致长度估算偏大。Beebe 等<sup>[1]</sup>发现,即使排除容积效应的影响,使用层厚测算法仍然可能导致  $\pm 3$  cm 的长度误差,大大超过 EVE 的允许范围,其造成的移植物长度选择错误将导致严重后果,前文已作详细论述。

针对瘤颈直径和血管长度的测量,Shin 等<sup>[10]</sup>、Resch 也分别作了 31 例和 77 例 AAA 同时进行 DSA、SCT 横断层图像术前评估的比较研究,发现这

两种方法的测量结果存在相当大的差异:与 DSA 比较, SCT 在多数情况下导致瘤颈直径测量值偏大, 而瘤颈长度和瘤体长度偏短, Shin 报道其发生率分别为 81%、55% 和 71%, 尤其是瘤颈直径, 两种方法的测量值显著相差, 甚至有 5 例成功接受 EVE 的患者, 由于 CT 测量值过大曾被认为不适合腔内治疗, 他们的 CT 测量值与 DSA 测量值之差竟高达 7.4 ~ 11.6 mm, 即 DSA 测量值的 38% ~ 55%。

最后, 传统的 CT 显示方式, 是以横断面二维图像显示血管病变, 观察者获得的信息是二维的、相对割裂的, 使其难以建立起准确的 AAA 及其分支血管的空间立体概念, 难以对瘤颈及导入动脉的成角、扭曲等解剖构型形成清晰的印象, 并无法定量测定血管扭曲的角度, 给 EVE 的决策和施行带来困难。

因此, 许多作者认为, DSA 和 SCT 横断层评估各有优缺点, 仅依靠其中的某一种手段对 AAA 进行影像学评估, 难以得到可靠的全部参数, 但由于两者的错误和局限并不平行, 所以对 AAA 患者, 联合应用这两种方法有助于提高术前评估的准确性。还有的作者在 DSA 评估的基础上, 辅以经动脉 SCTA, 即通过将直形多侧孔刻度导管置入腹主动脉进行增强。这些方法的缺点是增加了肾毒性造影剂用量和检查费用, 操作也较为繁重。

### 三、计算机辅助术前评估

随着 CT 软件的开发和快速运算的不断进步, 计算机图像后处理功能日益强大, 为三维重建、电影显示等各种技术提供了可能。计算机图像后处理技术在 AAA 影像学评估领域也发挥着越来越重要的作用, 极大地扩展了 CT 的诊断效能<sup>[11]</sup>。

图像后处理技术使传统的 CT 二维(2D)显示方式发生了革命性的变化, 即三维(3D)显示技术。其可将连续的 AAA 断层容积数据数字化后, 输入 CT 工作站, 通过表面遮盖显示法(shaded surface display, SSD)、最大密度投影显示(maximum intensity projection, MIP)、容积成像(volume rendering, VR)等方法重建为 AAA 三维图像(3D image), 或称三维模型(3D model)。通过工作站显示器上的 3D 图像, 观察者可以清晰地“透视”AAA, 并借助适当的软件, 直接在 3D 模型上完成径线和角度的测量, 得到 AAA 各种参数。

工作站提供了 3D 模型在 3D 空间内任意角度和方向的旋转, 使医生可以从各种视角观察 AAA 和髂动脉、肾动脉等相关血管的立体空间构形, 从而产生一种直观的效果。与 DSA 和 CT 断层图像相

比, 通过 3D 模型的观察, 可以容易地发现和研究发现血管成角、扭曲等解剖学改变, 并避免影像重叠和前后透视缩短导致的长度缩短假象。此外, 通过专用软件的开发, 能建立分离的 3D 文件来显示血流、血栓、钙化和移植物等 CT 值不同的结构。这些分离的文件分别被彩色编码, 并最终合成为在显示器上显示的 3D 彩色图像, 使观察更为直观、鲜明<sup>[11]</sup>。

图像后处理技术除了可以重建 3D 模型外, 还能通过多平面重建(multiple planar reconstruction, MPR)技术, 在任何角度扭曲的血管, 将原始的横断面 CT 数据进行各种方向的重建, 得到冠状面、矢状面和任意角度的斜面图像, 丰富了立体空间观察效果。尤其是可以重建出与血流轴向相垂直的平面, 或称“垂幕切面(drop slice)”, 通过此重建平面, 能精确测量扭曲血管的直径。Balm 在 66 例 AAA 的术前评估中发现, 44 例(占 67%)的近端瘤颈并非圆柱形<sup>[12]</sup>, 因此, 在 CT 横断面上采用椭圆形最小直径法测量血管直径时, 产生误差的可能性相当大, 具体原因如前所述。而通过 MPR 重建的“垂幕切面”, 可使血管直径的测量在所选位置的真正截面上进行, 准确性明显提高, 能很好地满足 EVE 的高标准要求, 这是图像后处理技术在 AAA 术前评估中最重要的应用之一。

除血管直径外, AAA、瘤颈和髂动脉的各种径线或角度也均可直接在 3D 模型中测量获得:首先, 计算机在 3D 模型内部产生血流的中心轴线, 再以测量软件通过中心轴线准确测定血管长度和扭曲角度等参数。以血管长度的测量为例, EVE 对其精度的要求很高, 最低肾动脉至瘤体远端髂动脉间距离的评估直接决定移植物的长度选择, 进而影响 EVE 的成功实施和并发症的发生。通过 3D 模型测量血管长度, 是通过血流的中心线, 即移植物所沿循的实际路线进行的, 避免了传统层厚测量法对扭曲血管的测量错误, 而且, 这种方法一改传统小幅 CT 胶片上的粗放手工操作为数字模型内的精确电脑操作, 大大减少了系统误差和操作者的主观干扰。

对 AAA 邻近分支血管的了解, 比如是否存在位置较低的副肾动脉、肠系膜上动脉是否狭窄或闭塞、肠系膜下动脉和腰动脉是否通畅等等, 也是 EVE 术前评估的重要方面, 据此可估计术后肾脏、肠管的血供是否受损, 预计较大内漏发生的可能性, 以指导移植物的选择, 或事先拟订对策, 如肠系膜下动脉栓塞等。与 DSA 和 CT 横断面图像相比, 3D 模型可更清楚地显示分支血管及其空间关系。



为便于血管外科医师直接获取 AAA 影像的信息,国外发明了适用于普通 PC 机的动脉瘤评估专用软件“Preview”,已获得 FDA 批准,并完全依赖该软件成功进行了 AAA 术前评估<sup>[7]</sup>,EVE 技术成功率达 100%,由于测量错误或未揭示的解剖形态而影响手术的比率为 0。该软件使用的测量工具精度为 1mm,容积测量平均错误为 0%~4%,可测量 AAA 的内外径、扭曲度、体积和内壁形状,近端瘤颈和髂动脉口径、长度和扭曲等<sup>[13]</sup>。该软件能使术者最大限度地了解和熟悉 AAA 复杂的空间构形,其动脉瘤专用测量工具可在短时间内完成精确的术前评估,而且,通过在手术室中安置计算机,显示 3D 模型,还可以使术者将 DSA 平面影像与 CTA 三维影像相结合,更好地理解术中情况,有效地指导手术进程。3D 模型不仅能为 EVE 提供高度精确的术前评估,未来通过软件功能的开发,还有望在 EVE 术后和随访期内发挥疗效评估的重要作用。

“虚拟移植术”技术是计算机技术应用于 AAA 术前评估的最新进展,国外文献已有个例报道<sup>[14]</sup>。首先,根据测量软件获得的各项参数选择移植物的构型、口径及长度,再据此构建出合适的“虚拟移植术”置入 3D 模型,评价其适合度,预测真实移植术能否顺利通过弯曲的导入动脉,以及置入 AAA 后的结果,如移植物的固定位置、移植术与近端瘤颈的固定面积和贴合情况、是否能完全隔绝瘤体、是否会影响肾动脉血供、是否会封闭腔内动脉、是否需要增加延伸术等等。在计算机中,我们还可以构建不同口径和长度的“虚拟移植术”置入 3D 模型,通过反复尝试选定最佳的移植术口径和手术方案。除了单纯的移植术—3D 模型形态学拟合外,未来还可能模拟血压、血流、血管弹性等生物力学因素,以及移植术的周向弹性扩张力、纵向持张力等物理学因素,将这些因素植入 3D 模型后,有望更接近真实地模拟 EVE、更好地预测手术结局。

需要指出的是,在计算机技术越来越深入地介入 CT 的情况下,图像的质量控制必须受到高度重视。首先,CT 容积数据的质量可受患者相对位移、切片厚度、信噪比等多种因素的影响,而数据质量对计算机重建的精确度意义重大,故所有输入的数据都应事先通过 MMS 工程师评估其质量。其次,3D 重建后,应将原始的 CT 横断面数据置入 3D 模型的相应位置,以验证 3D 模型的精确度和配准性。

## 参 考 文 献

- 1 Beebe H. Imaging modalities for aortic endografting. *J Endovasc Surg*, 1997, 4 :111-123.
- 2 Beebe H, Kritpracha B, Serres S, et al. Endograft planning without preoperative arteriography: a clinical feasibility study. *J Endovasc Surg*, 2000, 7 :8-15.
- 3 Nasim A, Thompson MM, Sayers RD, et al. Role of magnetic resonance angiography for assessment of abdominal aortic aneurysm before endoluminal repair. *Br J Surg*, 1998, 85 :641-644.
- 4 Engellau L, Larsson EM, Albrechtsson U, et al. Magnetic resonance imaging and MR angiography of endoluminally treated abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 1998, 15 :212-219.
- 5 Armon M, Whitaker S, Gregson R. Spiral CT angiography versus aortography in the assessment of aortoiliac length in patients undergoing endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Endovasc Surg*, 1998, 5 :222-228.
- 6 Beebe H, Jackson T, Pigott J. Aortic aneurysm morphology for planning endovascular aortic grafts: limitations of conventional imaging methods. *J Endovasc Surg*, 1995, 2 :139-148.
- 7 Egglin TK, O'Moore PV, Feinstein AR, et al. Complications of peripheral arteriography: a new system to identify patients at increased risk. *J Vasc Surg*, 1995, 22 :787-794.
- 8 Prokop M, Schaefer-Prokop C, Galanski M. Spiral CT angiography of the abdomen. *Abdom Imaging*, 1997, 22 :143-153.
- 9 Thurnher S, Dorffner R, Thurnher M. Evaluation of abdominal aortic aneurysm for stent-graft placement: comparison of gadolinium-enhanced MR angiography versus helical CT angiography and digital subtraction angiography. *Radiology*, 1997, 205 :341-352.
- 10 Shin CK, Rodino W, Kirwin JD, et al. Can preoperative spiral CT scans alone determine the feasibility of endovascular AAA repair? A comparison to angiographic measurements. *J Endovasc Surg*, 2000, 7 :177-183.
- 11 Gomes MN, Davros WJ, Zeman RK. Preoperative assessment of abdominal aortic aneurysm: the value of helical and three-dimensional computed tomography. *J Vasc Surg*, 1994, 20 :367-376.
- 12 Balm R, Stokking R, Kaatee R, et al. Computed tomographic angiographic imaging of abdominal aortic aneurysms: implications for transfemoral endovascular aneurysm management. *J Vasc Surg*, 1997, 26 :231-237.
- 13 Fillinger MF, Robbie PJ, McKenna MA, et al. CT angiography with three-dimensional reconstruction: accuracy and reproducibility of volume measurements. *J Endovasc Surg*, 1998, 5 :88-89.
- 14 Fillinger MF, Robbie PJ, McKenna MA, et al. The "virtual" graft: preoperative simulation of endovascular grafts using spiral CT with interactive three-dimensional reconstructions[abstract]. *J Endovasc Surg*, 1997, 4(Suppl 1):10-11.

(收稿日期 2002-11-17)

作者：冯睿， 景在平  
作者单位：200433, 上海, 第二军医大学长海医院血管外科暨全军血管外科研究所  
刊名：[介入放射学杂志](#)   
英文刊名：[JOURNAL OF INTERVENTIONAL RADIOLOGY](#)  
年，卷(期)：2003，12(1)  
被引用次数：4次

参考文献(14条)

1. Beebe H [Imaging modalities for aortic endografting](#) 1997
2. Beebe H. Kritpracha B. Serres S [Endograft planning without preoperative arteriography: a clinical feasibility study](#) 2000
3. Nasim A. Thompson MM. Sayers RD [Role of magnetic resonance angiography for assessment of abdominal aortic aneurysm before endoluminal repair](#) 1998
4. Engellau L. Larsson EM. Albrechtsson U [Magnetic resonance imaging and MR angiography of endoluminally treated abdominal aortic aneurysms](#) 1998
5. Armon M. Whitaker S. Gregson R [Spiral CT angiography versus aortography in the assessment of aortoiliac length in patients undergoing endovascular abdominal aortic aneurysm repair](#) 1998
6. Beebe H. Jackson T. Pigott J [Aortic aneurysm morphology for planning endovascular aortic grafts: limitations of conventional imaging methods](#) 1995
7. Egglin TK. O' Moore PV. Feinstein AR [Complications of peripheral arteriography: a new system to identify patients at increased risk](#) 1995
8. Prokop M. Schaefer-Prokop C. Galanski M [Spiral CT angiography of the abdomen](#) 1997
9. Thurnher S. Dorffner R. Thurnher M [Evaluation of abdominal aortic aneurysm for stent-graft placement: comparison of gadolinium-enhanced MR angiography versus helical CT angiography and digital subtraction angiography](#) 1997
10. Shin CK. Rodino W. Kirwin JD [Can preoperative spiral CT scans alone determine the feasibility of endovascular AAA repair? A comparison to angiographic measurements](#) 2000
11. Gomes MN. Davros WJ. Zeman RK [Preoperative assessment of abdominal aortic aneurysm: the value of helical and three-dimensional computed tomography](#) 1994
12. Balm R. Stokking R. Kaatee R [Computed tomographic angiographic imaging of abdominal aortic aneurysms: implications for transfemoral endovascular aneurysm management](#) 1997
13. Fillinger MF. Robbie PJ. McKenna MA [CT angiography with three-dimensional reconstruction: accuracy and reproducibility of volume measurements](#) 1998
14. Fillinger MF. Robbie PJ. McKenna MA [The "virtual" graft: preoperative simulation of endovascular grafts using spiral CT with interactive three-dimensional reconstructions \[abstract\]](#) 1997(04)

引证文献(4条)

1. 韦成信, 刘永春 [主动脉瘤手术诊治进展](#)[期刊论文]-[广西医学](#) 2008(4)
2. 钟粤明, 胡沁松, 陈文忠, 郭曼, 向彪 [腔内隔绝术治疗腹主动脉瘤](#)[期刊论文]-[云南医药](#) 2007(3)
3. 向定成, 曹惠霞, 段克修, 何建新, 马骏, 洪长江, 龚志华, 邱健 [CT断层图像和三维重建在主动脉腔内隔绝术术前评估](#)

中的价值[期刊论文]-介入放射学杂志 2006(3)

4. 张剑戈, 王成, 冯睿 基于虚拟移植物的计算机辅助血管腔内治疗研究[期刊论文]-上海第二医科大学学报 2004(10)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_jrfsxzz200301025.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jrfsxzz200301025.aspx)

授权使用: 西安交通大学(xajtdx), 授权号: 4741a8e2-8ba2-43f6-8ebd-9e4100d53836

下载时间: 2010年12月3日