

•非血管介入 Non-vascular intervention•

纠正 CT 引导外定位穿刺点误差的方法

陈兴灿, 张永强, 刘 森, 赵凯宇, 何 东

【摘要】 目的 研究一种纠正 CT 引导外定位穿刺点误差的方法。**方法** 在 GE Prospeed F II CT 机上行 CT 引导介入诊疗术 201 例,为容易理解函数关系的描述,取 CT 机架角度为 0° 、 5° 、 10° 和 20° 的 4 种状态,其中取 0° 的患者 30 例; 5° 的 50 例; 10° 的 80 例; 20° 的 41 例。为方便穿刺点皮肤标记,采用外定位线。反复 CT 扫描法被用于纠正 CT 引导外定位穿刺点误差,水模实验法测量实际误差值,两者证实公式法纠正 CT 引导外定位穿刺点误差的正确性。**结果** 当机架角度为 0° 时,床坐标与图层坐标之间的函数关系为 $T_{WM} = S190 + M$, T_{WM} 是对应图层移动到外定位点的床坐标值, M 为图层坐标值;当机架角度不为 0 (角度变量为 θ) 时,用反复 CT 扫描法成功证实床坐标与图层坐标之间的函数关系为 $TW_{M-1} = S190/\cos\theta + M$ 。机架角度与误差 X 之间的函数关系为 $X = |190(1/\cos\theta - 1)|$,公式法计算误差值与反复 CT 扫描法和水模实验法的误差值完全相同。**结论** 公式法能精确计算出目标图层的床坐标值,快速准确纠正 CT 引导穿刺点的误差,更重要的是,如果把该公式通过软件制作于 CT 机内部,让其自身在机架有角度的状态下纠正误差,为医师赢得宝贵的诊治时间,减少患者所受辐射剂量,具有重要的临床意义。

【关键词】 放射学;介入性;体层摄影术;X 线计算机;研究技术

中图分类号:R736.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2014)-11-0972-05

The correction of puncture point error in CT-guided puncturing biopsy: study of the methods CHEN Xing-can, ZHANG Yong-qiang, LIU Miao, ZHAO Kai-yu, HE Dong. Department of Medical Imaging, No.117 Hospital of PLA, Hangzhou, Zhejiang Province 310013, China

Corresponding author: CHEN Xing-can, E-mail: genius1174@163.com

【Abstract】 Objective To discuss the method of correcting the puncture point error in performing CT-guided puncturing biopsy. **Methods** CT-guided puncture biopsy was performed in 201 cases on a GE Prospeed F II CT scanner. In order to easily understand the function relationship between bed coordinates and scan section coordinates, the gantry slant angles of 0° ($n = 30$), 5° ($n = 50$), 10° ($n = 80$) and 20° ($n = 41$) were used separately. Skin-marker was stuck on the skin to indicate the puncture point. CT-guided puncture/biopsy was carried out in all patients. CT scanning was repeated to adjust the puncture point error, and the actual error was estimated by water phantom experiment method. **Results** A function relationship existed between bed coordinates and scan section coordinates. When the gantry position had no angle, the function formula was: $T_{WM} = S190 + M$. When the gantry had some angle, the function formula was: $T_{WM} = S190/\cos\theta + M$. The function formula between the error value X and the gantry angle was: $X = |190(1/\cos\theta - 1)|$. The error values obtained from function method were completely in agreement with the values determined by repeated CT scanning. **Conclusion** Function method can precisely calculate the bed coordinates of target layer and quickly adjust the error of CT-guided puncture point. If these function formulas can be built in the scanner's software and worked automatically to adjust the error when the gantry is in angled state, the operation time as well as the radiation dose will be reduced. (J Intervent Radiol, 2014, 23: 972-976)

【Key words】 radiology; interventional; tomography; X-ray computed; investigative technique

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2014.11.009

作者单位: 310013 杭州 解放军第一一七医院医学影像科

通信作者: 陈兴灿 E-mail: genius1174@163.com

CT 引导经皮穿刺术具有定位准确, 安全性高, 创伤小等优点, 被广泛应用于临床^[1-5]。但我们在大量的临床实践中发现, 当 CT 机架角度为 0° 时穿刺点定位完全正确, 而当机架角度不为 0° 时, 穿刺点

定位会出现误差,且随着机架角度增大,误差值也增大,纠正误差的唯一方法就是通过反复 CT 扫描,我们把这种纠正方法称为反复 CT 扫描法,很明显,这种方法增加患者的辐射剂量。为解决这个问题,我们用水模做实验进行了研究,即实验法,终于发现机架角度与误差之间的函数关系,即公式法。通过公式计算,能快速纠正 CT 引导穿刺点的误差,大大提高了工作效率,现综合报道如下。

1 材料与方法

自 2002 年 10 月—2011 年 10 月,在 GE Prospeed F II CT 机上行 CT 引导介入诊疗患者 450 例,包括 CT 引导穿刺活检术、腰椎间盘突出造影术、经皮腰椎间盘突出纤维环成形术、经椎体成形术等。为更容易理解函数关系的描述,取其中 CT 机架角度为 0° 、 5° 、 10° 和 20° 的 201 例患者作研究对象,其中 0° 的 30 例; 5° 的 50 例; 10° 的 80 例; 20° 的 41 例。CT 检查参数层厚,层距均为 3 mm,机架倾斜角为 $0^\circ \sim 20^\circ$ (前倾或后倾)。

1.1 CT 机架角度为 0° 的定位几何原理

CT 引导介入检查和治疗一般在 CT 机架角度为 0° 的状态下进行,为方便穿刺点皮肤标记,都采用外定位线,因为内定位线在 CT 机架的中央,很难准确标记皮肤穿刺点。因此,当 CT 机架角度为 0° 时,外定位的几何原理可描述如下。

1.1.1 内外定位系统 GE Prospeed F II CT 采用内外双平面激光定位,内定位线的横断面即为 CT 体层 X 线摄影平面,外定位线则为患者 CT 扫描检查设定的解剖参考点,内外定位横断面间的距离为 190 mm (图 1)。

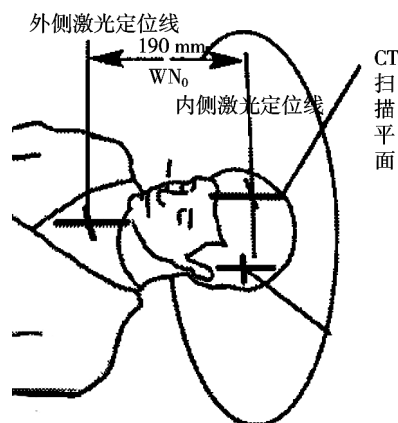


图 1 内外定位线示意图

1.1.2 床坐标系 GE Prospeed F II CT 的床坐标系如图 2 所示,内定位点 N 为原点, S、I 分别表示床上

各点相对 N 点的外侧(外定位侧)和内侧,距离 N 的值就是床坐标的坐标值。一般设定外定位参考点(W 点)后,床坐标值即为 S190。图 2 中,若将参考点 W 移至 A 点,则床坐标值显示为 I150。同理,将参考点 W 移至 B 点,则床坐标值显示为 S350。由此可见,设定参考点后,床坐标值是人体各点与原点 N 的距离。

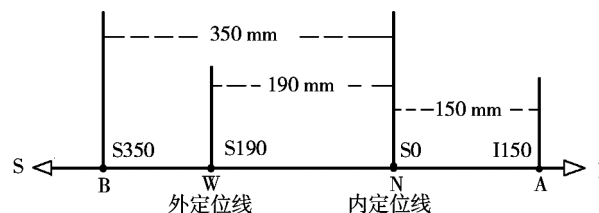


图 2 床坐标系示意图

1.1.3 图层坐标系 图层坐标系不同于床坐标系,它是以外定位线设定的人体参考点 W 为原点的, S、I 分别标示头侧环绕足侧(CT 默认的头进体位),其坐标值是人体各点与人体参考点 W 的距离。如图 3 所示, N 点的图层坐标值为 S190, W 点的图层坐标值为 S0, A 点的图层坐标值为 S340, B 点的图层坐标值为 I160。

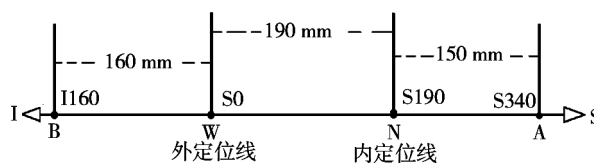


图 3 图层坐标系示意图

1.1.4 图层坐标系和床坐标系的几何函数关系 机架角度为零时,结合图 2 和图 3,可知 2 个坐标系原点之间的距离为 190 mm,并且方向相反,可得出两者的关系式:

$$T = S190 - M \quad \text{公式(1)}$$

其中, T 为床坐标值, M 为图层坐标值,若用 S 标示,则为正值, I 标示则为负值。

由于临床实际穿刺点是在外定位点,根据图 2 所示,即要求得出目标图层移动到 W 点的床坐标值 T_{WM} ,根据图层坐标的含义,相对于床坐标为 S190 再移动 M 值后的床位置即 T_{WM} ,所以有以下公式:

$$T_{WM} = S190 + M \quad \text{公式(2)}$$

其中, M 为图层坐标值,若用 S 标示,则为正值, I 标示则为负值。 T_{WM} 为对应图层移动到外定位点的床坐标值。

1.2 CT 机架角度为 0° 、 5° 、 10° 和 20° 时的水模实验方法

水模作为实验体,在 CT 机架角度为 0° 、 5° 、 10° 和 20° 时,水模上可显示出实际误差,用标尺测量并

记录其误差值。

2 结果

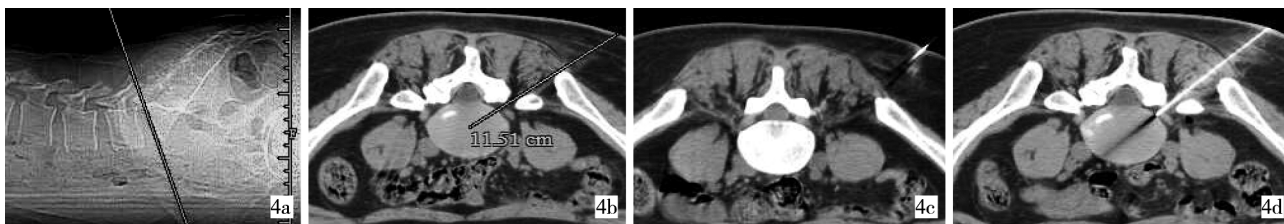
2.1 机架角度为 0° 时

30 例机架角度为 0°, CT 定位皮肤穿刺点没有误差, 其原理为, 如图 3 所示, A 点的 M 为 S340, 则利用公式(2)可求得对应的床坐标值 T_{WM} 为 S530, 将床移动至 S530, 外定位点标记的 W 点为人体上的 A 点, 即皮肤的穿刺点, 然后, 用不透 X 线物作为

标志, 再行 CT 扫描证实该穿刺点的精确度, 经过反复验证, 利用公式(2)求得的床边坐标与实际穿刺点完全符合。

2.2 机架角度不为 0° 时(5°、10°、20°)

171 例机架需要不同角度时, CT 定位皮肤穿刺点出现误差, 为了纠正误差, 我们采用反复 CT 扫描法, 发现机架角度为 5°(50 例)时的误差为 0.8 mm; 机架角度为 10°(80 例)的误差为 2.9 mm; 机架角度为 20°(41 例)的误差为 12.1 mm, 见图 4。



4a 机架角度 20° 时的计划图 4b 20° 时的目标层面

4c 移至外定位穿刺点出现误差 4d 反复 CT 扫描法重示目标层面, 穿刺针正确到达目标椎间盘(误差 12.1 mm)

图 4 机架角度 20° 时, 反复 CT 扫描误差纠正实景图

2.3 水模实验测量误差值

机架角度为 0° 时无误差; 5° 时的误差为 0.8 mm; 10° 为 2.9 mm; 20° 为 12.1 mm, 见图 5。

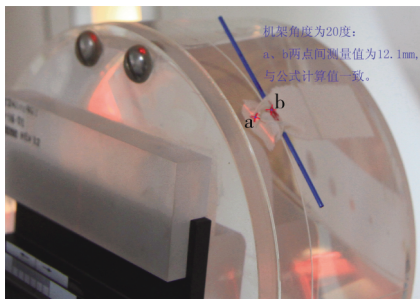


图 5 机架角度为 20° 的 a, b 测量误差值为 12.1 mm

2.4 公式法纠正 CT 引导穿刺点的误差

反复的临床实验, 我们得到了当机架角度不为 0° 时, 皮肤穿刺点误差出现的规律, 即当机架角度为 5°、10°、20° 时的误差分别为 0.8 mm、2.9 mm 和 12.1 mm。为了揭示这个规律, 我们进行了测算, 见图 6。

当机架角度不为 0° 时, 即机架有 θ 角度, 如果外定位线的投影点在 W' , 根据直角三角形斜边大于直角边的定理, 即 $W'N$ 大于任意一条直角边, 所以与内外定位点之间的距离始终保持 190 mm 相矛盾。故内外定位线的投影点必须偏至 W , 才能保持 $WM = W'N$ 。因此公式(2)计算的结果必定带来一定的误差。根据三角函数理论, $WN = WM/\cos\theta = S190/\cos\theta$, 则结合公式(2), 可得到:

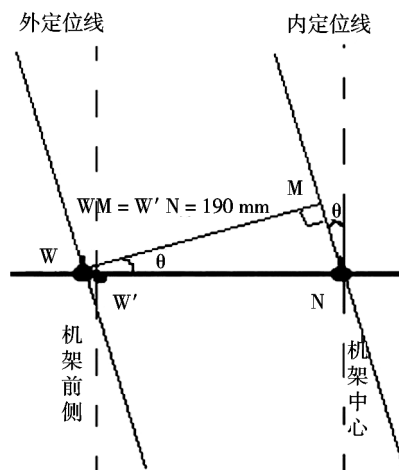


图 6 机架有 θ 角时内外定位线变化示意图

$$T_{WM-1} = S190/\cos\theta + M \quad \text{公式(3)}$$

其中, M 为图层坐标值, θ 为机架角度, T_{WM-1} 为对应图层移动到外定位点的床坐标值。

由图 6 的直角三角形 WMN 中可知: $\cos\theta = WM/WN = 190/(WW' + 190)$, 若 θ 代表机架角度, 引起的误差 WW' 用 X 表示, 则误差计算公式为:

$$X = |190(1/\cos\theta - 1)| \quad \text{公式(4)}$$

为了验证机架角度不为 0° 时公式(3)的正确性, 笔者分别把机架角度为 5°、10° 和 20° 的状态代入公式(3)进行验证。如图 3 所示, 如机架角度为 20° 时 A 点的 M 为 S340, 如利用机架角度为 0 时的公式(2)可求得的床坐标值 T_{WM} 为 S530, 即皮肤穿刺点位置为 S530, 但穿刺点位置发生了偏移, 因为

反复 CT 扫描法显示正确穿刺点的实际床坐标应该在 S542.1 的位置,实际误差为 12.1。而利用公式法,即公式 (3) 可求得的床坐标值 $T_{WM-1}, T_{WM-1} = S190 / \cos 20^\circ + S340 = S202.12 + S340 = S542.12$,正好与实际床坐标符合。用相同的方法,验证了机架角度分别为 5° 和 10° 时,反复 CT 扫描法所得实际穿刺点的床坐标值与公式法所求得的数值完全符合(表 1)。

表 1 公式法与反复 CT 扫描法与实验法的误差比较 (mm)

角度/ $^\circ$	T_{WM}	公式法 (计算误差)	反复 CT 扫描法 (实际误差)	水模实验测量误差值
0	530	530.0(0.0)	0.0(0.0)	0
5	530	530.8(0.8)	530.8(0.8)	0.8
10	530	532.9(2.9)	532.9(2.9)	2.9
20	530	542.1(12.1)	542.1(12.1)	12.1

注:以图 3 为例

从表 1 可知:在保留 10 分位的条件下,公式法计算床坐标与反复 CT 扫描法实际床坐标完全符合,同时,与水模实验测量误差值完全一致,随着角度的增大,误差也逐渐增大。

3 讨论

20 世纪 70 年代具有划时代意义的 X-CT 机的问世,解决了 X 线平片组织结构重迭的问题,具有高密度分辨率的横断位 CT 图像,使病变组织的内部结构和与正常组织的界限显示得非常清楚,从此,临床病变的治疗也走上了 CT 时代。如今,CT 引导下的经皮穿刺技术不仅用于病变的诊断,而且也大量地应用于病变的治疗^[6-8]。众所周知,大多数患者在做 CT 引导穿刺术,CT 机架不需要转动角度,即为 0° 的状态,用常规的计算方法公式(2)就能确定正确的穿刺点。但有些部位,如脊柱病变需要经皮穿刺活检和治疗时,CT 机架需要转动角度,此时用常规的计算方法公式(2)不能确定正确的穿刺点,说明床坐标与图层坐标之间还存在另外一种关系,现分析如下。

3.1 CT 机内外定位系统的意义

① CT 机内外定位系统是为 CT 检查而设计的,并不是为了 CT 引导经皮穿刺术。外定位线表示 CT 扫描从此开始,而内定位线则表示当前 CT 扫描层面。一般 CT 检查都有一定的扫描范围,如颅脑、胸部等,确定外定位线后,首先扫描出定位图,然后在定位图上做扫描计划,如层厚、间距、层数等,再进行扫描。如果以外定位线作为第 1 层扫描平面,图层坐标则为 0,以后图层坐标依次累增,见图 4a,与图 3 对照,可以清楚地发现图 3 床坐标中外定位线

的位置变成了图 4a 图层坐标中内定位线的位置,这也是床坐标与图层坐标之间的关系,两者之间的距离设定为 190 mm,可用公式(1)或(2)表示它们之间的关系。② CT 引导经皮穿刺术需要充分利用内外定位系统中的外定位线,虽然内定位线是 CT 当前的扫描层面,但因其其在 CT 机架内,皮肤穿刺定位点不容易正确标记,而外定位线在 CT 机架外,皮肤穿刺定位点则容易正确标记,但必须应用公式(1)或(2)才能确定外定位线。

3.2 CT 机架角度不为 0° 时,公式法快速准确纠正穿刺点误差

当 CT 机架转到 θ 角度时,见图 4b,根据直角三角形的几何原理,就能得到公式(3),可见这是床坐标与图层坐标之间的另一种函数关系,式中 $1/\cos\theta$ 可以视为机架角度修正系数,也可视为 CT 机内外定位参考平面之间的距离(S190)在水平面的变化率,其本质是由于 CT 机内外定位平面之间的距离 WN' 保持 190 mm 不变,致使在床移动方向实际距离 WN 是原来(θ 为 0° 时)距离 $W'N$ 的 $1/\cos\theta$ 倍。公式(3)中,当 θ 为 0° 时, $\cos 0 = 1$,则简化为 $T_{WM} = S190 + M$,即公式(2)。因此公式(2)是 θ 为 0° 时公式(3)的简化形式。这也就解释了以前 CT 引导在无机架倾斜角度情况下,利用公式(2)也能计算出正确定位点的原因。

3.3 公式法的真正意义

我们认为发现公式(3)更重要的是,如果把公式(3)应用于 CT 设备的制造过程中,从而由 CT 自身纠正机架角度不为 0° 时的误差,这样一方面提高了 CT 设备自身的质量,即完善了这方面的功能,另一方面也为医患双方在 CT 定位穿刺诊疗时带来了极大的方便,既有利于医师节省时间,更有益于患者减少辐射剂量,降低医源性损伤的风险。因此,这才是公式(3)这一发现的真正意义。

综上所述,通过引入机架角度变量,利用几何学原理,公式(3)揭示了床坐标与图层坐标之间的另一种函数关系,因此,公式法能精确计算出目标图层的床坐标值,快速准确纠正 CT 引导穿刺点的误差,为医师赢得宝贵的诊治时间,为患者减少辐射剂量,具有非常重要的临床意义。

[参考文献]

- [1] 谢小西,吕银祥,季勇,等. CT 引导下经皮椎体成形术联合 ^{125}I 粒子植入治疗累及椎管的椎体转移瘤 23 例[J]. 介入放

- 射学杂志, 2014, 23; 226 - 230.
- [2] 何海青, 樊树峰, 孙 松, 等. CT 引导下无水乙醇超液化碘油治疗八例肾上腺转移瘤 [J]. 介入放射学杂志, 2014, 23; 303 - 305.
- [3] Wang Z, Huang Z, Zhang L, et al. Low dose Reconstruction algorithm for differential phase contrast imaging [J]. J Xray Sci Technol, 2011, 19; 403 - 415.
- [4] 陈兴灿, 刘乃芳, 李晓红, 等. CT 腰椎间盘造影术对椎间盘源性下腰痛的诊断价值[J]. 浙江医学, 2007, 29; 658 - 660.
- [5] 陈兴灿, 刘 森, 刘乃芳, 等. 经皮腰椎间盘电热纤维环成形术的临床应用[J]. 浙江医学, 2007, 29; 1155 - 1157.
- [6] Thacker PM, Curry TB. Palliation of painful metastatic disease involving bone with imaging - guided treatment: Comparison of patients' immediate response to radiofrequency ablation and cryoablation[J]. AJR, 2011, 197; 510 - 515.
- [7] Megahan JP, Loh S, Fitzgerald E, et al. Pretreatment imaging can be used to select imaging guidance, ultrasound alone versus CT plus ultrasound, for percutaneous renal radiofrequency ablation[J]. AJR, 2011, 197; 1244 - 1250.
- [8] 刘士榕, 肖越勇, 吴 斌, 等. CT 引导下 ^{125}I 放射性粒子组织间植入治疗纵隔转移性淋巴结 [J]. 中华放射学杂志, 2011, 45; 1190 - 1193.

(收稿日期:2014-07-03)

(本文编辑:俞瑞纲)

• 病例报告 Case report •

分叉型覆膜支架治疗结核性腹主动脉假性动脉瘤一例

张繁之, 盛国太, 曹乾墙, 刘元庆

【关键词】 假性动脉瘤; 结核; 血管腔内治疗

中图分类号: R816.2 文献标志码: D 文章编号: 1008-794X(2014)-11-0976-02

Bifurcated endovascular stent implantation for the treatment of tuberculous pseudoaneurysm of the abdominal aorta: report of one case ZHANG Fan-zhi, SHENG Guo-tai, CAO Qian-qiang, LIU Yuan-qing. Section One, Department of Cardiology, Jiangxi Provincial People's Hospital, Nanchang, Jiangxi Province 330006, China(J Intervent Radiol, 2014, 23; 976-977)

Corresponding author: ZHANG Fan-zhi, E-mail: zhangfanzhi73@126.com

【Key words】 pseudoaneurysm; tuberculosis; endovascular therapy

临床资料

患者女, 64 岁。主诉右侧腰痛 10 余天入院。6 个月前在省结核病专科医院确诊为“亚急性血型播散型结核”及“结核性脑膜炎”。入院时及住院期间无发热。血常规及生化检查基本正常。红细胞沉降率 8 mm/1 h。肺部 CT 示两肺上叶陈旧性结核, 左肺上叶尖后段小结节影, 建议 1 个月后复查。腹部增强 CT 扫描及双源 CT 血管成像(DSCTA)显示腹主动脉下段突出一大小 35 mm × 40 mm 瘤样团块, 瘤颈约 7 mm。DSA 检查证实腹主动脉假性动脉瘤, 位于临近髂动脉分叉处。瘤开口距髂动脉分叉处不足 10 mm。

由于近期明确的活动性结核病史, 该患者的腹主动脉假性动脉瘤仍高度怀疑为结核性。考虑活动期结核及外科手术的高风险等因素, 患者选择了覆膜支架腔内治疗, 并采用了美敦力的 ENDURANT® Stent Graft System 的分叉型支架。术前患者已在服用的抗结核药物有利福平、异烟肼、吡嗪酰胺和乙胺丁醇。利多卡因局麻双侧股动脉区域, 术中在右股动脉根部做小切口, 解剖游离股总动脉穿刺造影, 显示破口位于腹主动脉下段, 对比剂外漏, 证实为假性动脉瘤。瘤体开口位于肾动脉开口下方约 6 cm, 靠近腹主动脉分叉, 准确测量腹主动脉下段的长度和直径(近端直径 21 mm, 远端约 16 mm)、髂总动脉直径、肾动脉开口至髂动脉开口的距离, 选择合适分叉型覆膜支架(ENBF2313C120EE Medtronic, USA), 在超硬导丝的引导下导入 Talent 导管至腹主动脉, 精确定位后完成覆膜支架主体部分释放, 支架长臂下端正好位于右髂动脉开口以下, 支架主体部分释放完成。取左股动脉

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2014.11.010

作者单位: 330006 南昌市 江西省人民医院心内一科

通信作者: 张繁之 E-mail: zhangfanzhi73@126.com