❖胸部影像学

Geometric model for matching breast lesions on craniocaudal and mediolateral oblique mammograms

WANG Sina, QIN Genggeng, ZENG Hui, XU Zeyuan, XU Weimin, WEN Chanjuan, PAN Derun, CHEN Weiguo*

(Department of Radiology, Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China)

[**Abstract**] **Objective** To observe the value of geometric model (GM) for matching breast lesions on craniocaudal (CC) and mediolateral oblique (MLO) mammograms. **Methods** Data of 493 patients with 499 breast calcifications and 99 breast masses who underwent mammography of CC and MLO views were retrospectively analyzed. GM model was constructed to match breast lesions on CC and MLO mammograms. Then the annular band (AB) and straight strip (SS) were also performed for matching. The matching errors, including GM matching error, AB radial error and SS axial error were calculated, the matching performances of GM for the same lesion on CC and MLO mammograms were compared, and the application value of GM was analyzed. **Results** GM matching error of breast calcifications and masses was 2.85 (1.45, 5.08) and 3.70 (1.35, 6.25) mm, respectively, with no significant difference ($Z=-1.344$, $P=0.179$). AB radial error and SS axial error of the upper breast lesions were greater than those of the lower breast lesions (both $P<0.001$), and of the lateral breast lesions were greater than those of the medial breast lesions (both $P<0.05$). Significant difference of matching error existed among GM, AB and SS ($H=93.012$, $P<0.001$) and between each 2 methods (all $P<0.05$), and the matching performance of GM was better than AB and SS. There was no significant correlation between GM matching error and the thickness of compressed breast on mammograms. **Conclusion** GM was valuable for matching breast lesions on CC and MLO mammograms.

[**Keywords**] breast neoplasms; calcinosis; mammography

DOI: 10.13929/j.issn.1003-3289.2022.11.009

几何模型匹配乳腺头足位与内外斜位 X 线片所示病灶

汪思娜，秦耿耿，曾　辉，徐泽园，徐维敏，文婵娟，潘德润，陈卫国*

（南方医科大学南方医院放射科，广东 广州　510515）

[**摘　要**] **目的**　观察几何模型(GM)匹配乳腺头足(CC)位与内外斜(MLO)位 X 线片所示病灶的价值。**方法**　回顾性分析 493 例接受乳腺 CC 位和 MLO 位 X 线摄影的乳腺病灶患者，共 598 个乳腺病灶，包括 499 个钙化灶和 99 个肿块。构建 GM 用于匹配 CC 与 MLO 位片所示乳腺病灶，再以环形法(AB)和直线法(SS)进行对比，分别计算匹配误差，包括 GM 匹配误差、AB 径向误差及 SS 轴向误差；分析 GM 对 CC 及 MLO 位图像中同一病灶的匹配性能，评价其应用价值。**结果**　GM 对乳腺钙化灶和肿块的匹配误差分别为 2.85(1.45，5.08)及 3.70(1.35，6.25)mm，差异无统计学意义($Z=-1.344$，$P=0.179$)。对乳腺上部病灶，AB 匹配的径向误差和 SS 匹配的轴向误差均大于下部病灶(P 均<0.001)；对乳腺外侧病灶，AB 的径向误差和 SS 的轴向误差均大于内侧病灶(P 均<0.05)。GM、AB 及 SS 间匹配误差整体差异有统计学意义($H=93.012$，$P<0.001$)；两两比较差异均有统计学意义(P 均<0.05)，GM 匹配性能明显优于 AB 和 SS。GM 匹配误差与摄片时乳腺压迫厚度无明显相关性。**结论**　GM 用于匹配乳腺 CC 位与 MLO 位 X 线片所示病灶较具价值。

[**关键词**] 乳腺肿瘤；钙质沉着症；乳腺 X 线摄影

[**中图分类号**] R737.9；R814　[**文献标识码**] A　[**文章编号**] 1003-3289(2022)11-1636-06

[**基金项目**] 国家自然科学基金(82171929)、南方医科大学南方医院临床研究专项(2019CR003)。

[**第一作者**] 汪思娜(1993—)，女，广东梅州人，硕士，医师。研究方向：乳腺影像诊断。E-mail：wangsn27@163.com

[**通信作者**] 陈卫国，南方医科大学南方医院放射科，510515。E-mail：chenweiguo1964@21.cn.com

[**收稿日期**] 2022-03-02　[**修回日期**] 2022-08-04

2020 年 WHO 国际癌症研究机构(international agency for research on cancer, IARC)最新数据表明,乳腺癌已成为女性最常见癌症[1]。美国癌症学会(American Cancer Society, ACS)推荐以摄乳腺 X 线片,常规包括头足(craniocaudal, CC)位和内外斜(mediolateral oblique, MLO)位片,作为筛查乳腺癌的首选影像学方法。既往研究[2]表明,综合双视图,即 CC 位结合 MLO 位图像,用于诊断乳腺病变的敏感度明显高于单一视图;而准确匹配 2 种图像所示同一可疑病灶为其中的关键。我国女性乳腺多为致密型[3],重叠的腺体组织可遮盖病灶,且加压摄片可使病灶发生不同程度移位,给定位造成一定困难。本研究观察课题组前期构建的几何模型(geometric model, GM)[4]用于匹配乳腺 CC 位与 MLO 位 X 线片所示病灶的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析南方医科大学南方医院 2016 年 1 月—7 月 493 例接受乳腺 X 线摄片的乳腺病灶患者,均为女性,年龄 23～87 岁、中位年龄 49 岁;其中 388 例单侧乳腺单发病灶,50 例单侧多发病灶,55 例双侧单发病灶;共纳入 598 个乳腺病灶,包括 499 个钙化灶和 99 个肿块。纳入标准:乳腺 X 线片示粗大钙化或肿块,且 CC 位和 MLO 位片均能完整显示病灶。排除标准:①既往手术史,包括乳腺癌保乳术后、注射隆胸或假体植入术后;②多发病灶,无法于 CC 位与 MLO 位图像中逐一匹配;④乳腺癌造成局部皮肤及乳头回缩;⑤图像质量不能满足诊断要求。本研究经医院伦理委员会批准(伦理审批号:NFEC-2020-161)。

1.2 仪器与方法 以 Hologic Selenia 数字乳腺 X 线机摄双侧乳腺 CC 位和 MLO 位片。基于图像存储与传输系统(picture archiving and communication system, PACS),以 DICOM 格式导出图像,将乳腺自乳头至胸壁分为前、中、后带,并以乳头垂直于胸壁的直线为界,将 CC 位图像所示乳腺分为外侧和内侧,将 MLO 位图像所示乳腺分为上部和下部。根据第 5 版乳腺影像报告和数据系统(breast imaging reporting and data system, BI-RADS)进行评估,观察乳腺密度,记录压迫厚度(被压迫后乳腺在压迫板与探测器之间的厚度)。将不均匀致密和极度致密乳腺归为致密型乳腺,将脂肪类和散在纤维腺体类乳腺归为非致密型乳腺。以上工作均由同 1 名具有 5 年以上乳腺影像学诊断经验的影像科医师完成。

1.3 构建 GM 并评估其效能 采用 MALAB 2018a 软件构建 GM 并进行评估。首先基于 CC 位和 MLO 位片所示二维图像提取乳房轮廓,并将其恢复为非压迫状态下(即自由状态下)的形态;之后采用反压缩操作将 CC 位片中的感兴趣点恢复为自由状态下的曲线,并以 MLO 角度对恢复后的乳房和曲线进行旋转并压缩;将 MLO 位压缩后的曲线映射至二维 MLO 位图像上,即得到 CC 位图像中的感兴趣点在 MLO 位图像上的预测曲线,代表其在 MLO 位图像中的可能位置。见图 1。

由 1 名具有 10 年以上乳腺影像学诊断经验的副主任医师点击 CC 位图像所见病灶中心,得到其在 MLO 位图像上的预测曲线,并测量病灶中心至该曲线的最短距离,即匹配误差,记为 CC 预测 MLO 的匹配误差;再以相同方法测量 MLO 预测 CC 的匹配误差。由另 1 名具有 15 年以上乳腺影像学诊断经验的主任医师审核测量结果,意见不一致时,经讨论决定。

之后以环形法(annular band, AB)和直线法(straight strip, SS)对 CC 位与 MLO 位图像中的病灶进行匹配,并计算匹配误差,包括 AB 径向误差和 SS 轴向误差。以图像所示乳头至病灶中心的最短距离为径向距离,以径向距离线在垂直于胸壁的乳头所在水平面的投影线为轴向距离(图 2);采用 AB 法计算 CC 位与 MLO 位图像所示病灶径向距离的差值(即径向误差),以 SS 法计算 CC 位与 MLO 位图像所示病灶轴向距离的差值(即轴向误差)。评估以 GM 与 AB 及 SS 方法所获双视图的匹配性能。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。以中位数(上下四分位数)表示不符合正态分布的计量资料,以 Mann-Whitney U 检验进行 2 组间比较、以 Kruskal-Wallis H 检验进行多组间比较。行 Spearman 相关性分析,以 $|r|\geq 0.8$ 为高度相关。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本研究首先基于 499 个钙化灶验证 GM 的可逆性,以 CC 位预测 MLO 位、以 MLO 位预测 CC 位图像中的乳腺钙化灶的匹配误差分别为 2.85(1.45,5.08)及 2.95(1.45,5.13)mm,二者差异无统计学意义($Z=0.372$,$P=0.710$),提示 GM 可逆,故针对以 CC 位预测 MLO 位图像中的乳腺病灶的结果进行分析。

2.1 匹配结果

2.1.1 GM GM 对乳腺肿块的匹配误差为 3.70(1.35,6.25) mm,与对钙化灶的匹配误差[2.85(1.45,5.08)mm]差异无统计学意义($Z=-1.344$,$P=0.179$)。

2.1.2 AB、SS 对乳腺上部病灶,AB 的径向误差和 SS 的轴向误差均大于下部病灶(P 均<0.001);对乳腺

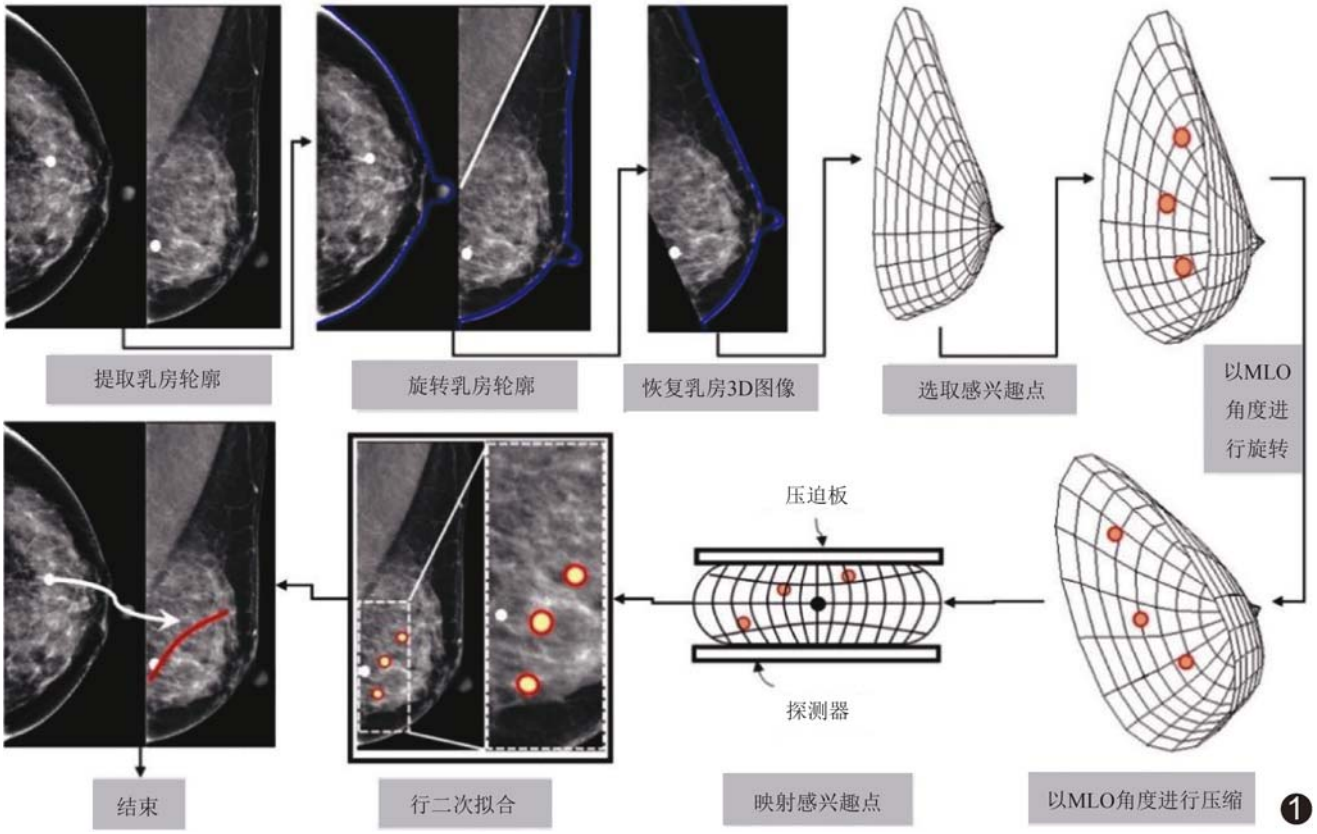


图 1　构建 GM 流程图

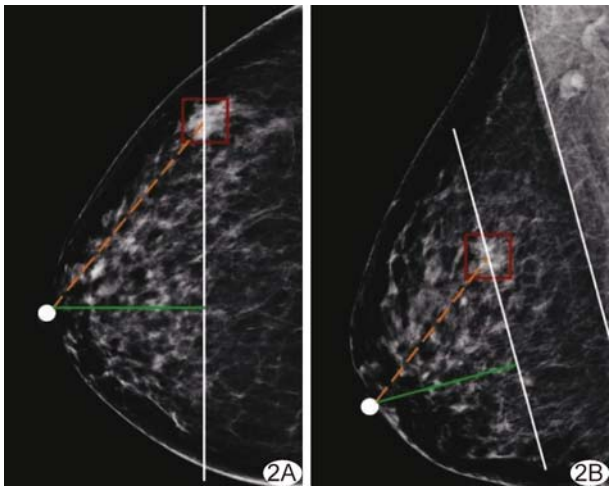


图 2　以 AB 及 SS 方法匹配 CC 位(A)与 MLO 位图像(B)所示乳腺病灶示意图　(红色方框:乳腺病灶;橙色虚线:径向距离;绿色直线:轴向距离)

外侧病灶,AB 的径向误差和 SS 的轴向误差均大于内侧病灶(P 均<0.05);见表 1、2;且 CC 位与 MLO 位图像所示径向距离和轴向距离均呈高度正相关($r=0.924$、0.922,P 均<0.001),见图 3。

2.1.3　效能比较　GM、AB 及 SS 匹配误差整体差异有统计学意义($H=93.012$,$P<0.001$),且两两比较差异均有统计学意义(P 均<0.05);GM 的匹配性能明显优于 AB 和 SS(表 3、图 4)。

表 1　乳腺 CC 位图像所示病灶的 AB 径向误差和 SS 轴向误差比较(mm)

病灶位置	AB 径向误差	SS 轴向误差
乳腺外侧($n=354$)	6.05(2.89,11.37)	5.12(2.15,8.66)
乳腺内侧($n=244$)	4.71(1.70,8.65)	3.84(1.52,7.42)
Z 值	−3.293	−3.090
P 值	0.001	0.002

表 2　乳腺 MLO 位图像所示病灶的 AB 径向误差和 SS 轴向误差比较(mm)

病灶位置	AB 径向误差	SS 轴向误差
乳腺上部($n=341$)	6.63(3.34,11.71)	5.47(2.36,9.04)
乳腺下部($n=257$)	3.91(1.65,8.05)	3.42(1.56,6.82)
Z 值	−5.474	−4.635
P 值	<0.001	<0.001

2.2　GM 匹配误差　GM 对致密型与非致密型乳腺病灶的匹配误差分别为 2.73(1.45,4.91)及 3.95(1.76,6.68)mm,对乳腺上部及下部病灶分别为 3.49(1.48,5.77)及 2.61(1.45,4.64)mm,差异均有统

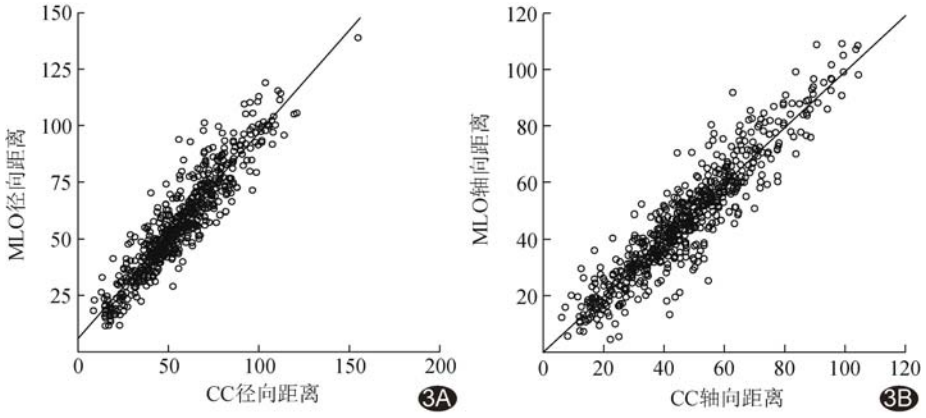


图 3　乳腺 CC 位与 MLO 位 X 线图像所示病灶径向距离间(A)和轴向距离间(B)的相关性的散点图

表 3　GM、AB 及 SS 对乳腺 CC 位与 MLO 位 X 线图像所示病灶的匹配误差

百分位数范围(%)	匹配误差(mm)		
	GM	AB	SS
25	1.45	2.33	1.88
50	2.97	5.61	4.62
75	5.35	10.57	8.13
80	6.10	11.62	9.05
90	8.42	14.88	12.59
95	10.61	19.39	17.02
98	12.46	24.13	19.63
100	19.48	39.28	29.41

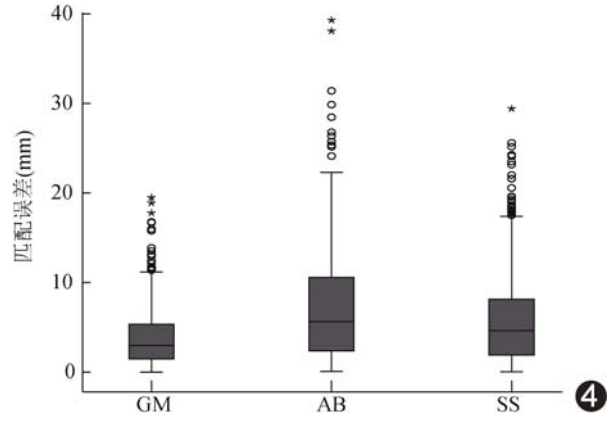


图 4　GM、AB 及 SS 对乳腺 CC 位与 MLO 位 X 线图像所示病灶的匹配误差的箱线图

计学意义($Z=-2.778$、-2.619，$P=0.005$、0.009)；对乳腺外侧及内侧病灶的匹配误差分别为 3.28(1.49，5.78)及 2.67(1.45，4.75)mm，对前、中、后带病灶分别为 2.61(1.45，5.54)、3.20(1.50，5.62)、2.75(1.45，4.75)mm，差异均无统计学意义($Z=-1.831$，$P=0.067$；$H=1.514$，$P=0.469$)。见图 5。GM 对乳腺病灶的匹配误差与摄 CC 位及 MLO 位 X 线片时的乳腺压迫厚度无明显相关性，见图 6。

3　讨论

乳腺 X 线摄影现已广泛用于临床，但当病灶较小且受致密腺体遮挡时，定位难度较大，易致误诊、漏诊。乳腺为弹性软组织，加压摄片过程中可产生较大形变，且其程度随压迫力度、手法等而变化，致病灶位移较难预测，使乳腺 X 线图像匹配成为计算机立体视觉的难点。

既往国内外乳腺图像匹配相关研究[5-10]主要涉及空间变换、特征匹配及机器学习等。KITA 等[5]对压缩后变形的乳房进行建模，以计算 CC 位图像中的某点，即感兴趣点，对应于 MLO 位图像的匹配线，发现该点至匹配线的最短距离为 4.1～6.8 mm。HADJIISKI 等[6]提出一种基于弧形搜索区域和相似性度量的乳腺图像匹配方法，其匹配误差为(4.2±5.7)mm。本课题组[4]前期提出了能对乳腺感兴趣点的可能位置进行初步定位的模型，即 GM；医师于一种视图上发现乳腺可疑病灶时，点击该病灶，即可于另一视图中出现一条曲线，供其参考对病灶进行定位，以提高诊断效率。

临床工作中，医师常采用 AB 或 SS 方法初步定位乳腺 X 线片所示病灶，但二者均基于二维图像作出假设，无法解释乳腺病灶在加压摄片所需的压迫过程中的三维位置变化，稳定性较差，应用价值有限[11]。本研究结果显示，SS 匹配性能优于 AB；提示临床工作中，若无更为可靠的匹配方法，可采用 SS 对乳腺 X 线图像所示病灶进行定位。

GM 可在一定程度上解释二维图像所示病灶、加压压迫及病灶三维位置的关系，使得匹配性能有所提高。由于加压使乳腺发生一系列复杂形变，且不同类型乳腺的形状及弹性存在一定差异，导致 GM 匹配性能有所不同。本研究结果表明，GM 对于致密型乳腺 X 线图像所示病灶的匹配效果优于非致密型，分析原因，主要在于非致密型乳腺多见于老年女性，其乳腺随雌激素水平下降而逐渐退化，脂肪比例增加，导致相同加压条件下发生的形变较致密型乳腺更为明显，提示 GM 可能并不适用于乳房易发生高度形变者；但此类乳腺病灶受腺体遮挡影响较小而易于检出，故有待进一步观察。此外，本研究发现 GM 对于乳腺下部病灶的

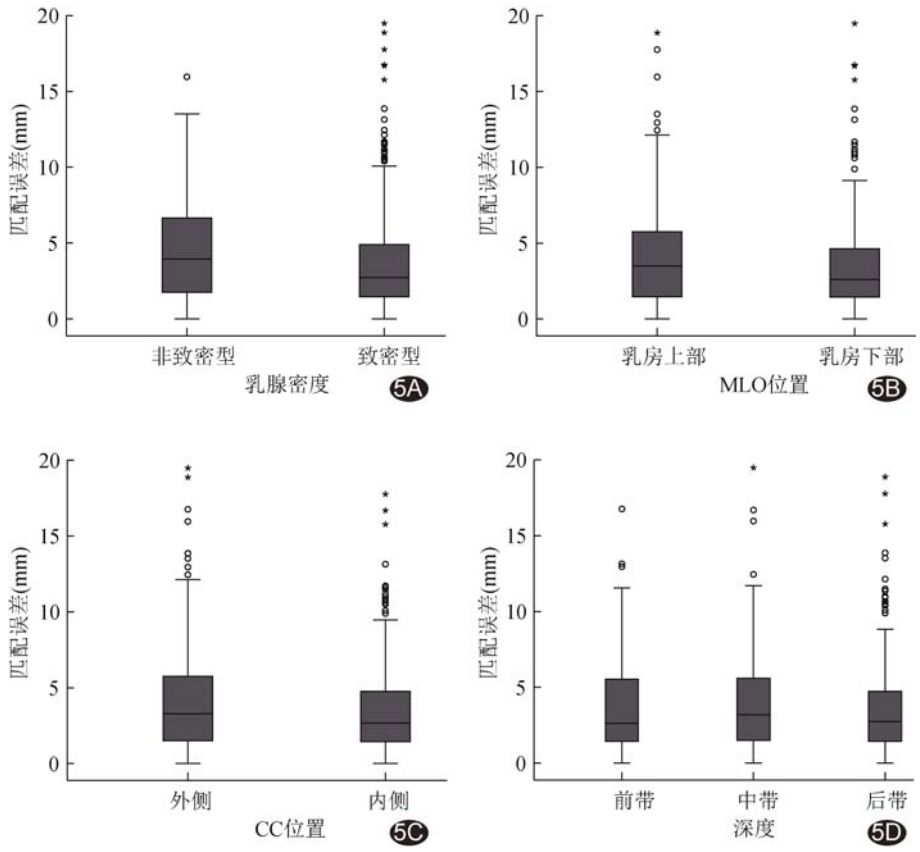


图 5　GM 对乳腺 CC 位与 MLO 位 X 线图像所示病灶的匹配误差的箱线图　A. 非致密型与致密型乳腺；B. 乳腺上部与下部；C. 乳腺外侧与内侧；D. 乳腺前、中、后带

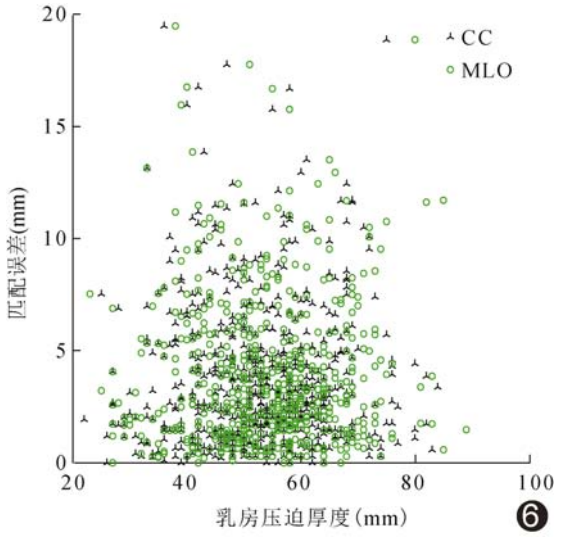


图 6　GM 对乳腺 CC 位与 MLO 位 X 线图像所示病灶匹配误差与乳腺压迫厚度的相关性的散点图

匹配效果优于上部，可能与摄标准 MLO 位片时胸大肌在压迫过程中向前方推移乳腺有关。另外，由于皮肤和胸壁对于乳腺的约束作用使感兴趣点在摄 CC 位片时受压向乳头方向移动，而摄 MLO 位片时则可能向相反方向移动，导致感兴趣点在 2 种图像中的相对位移较大，此为部分病例 AB 匹配误差较小而 SS 匹配误差较大的主要原因。

综上所述，GM 模型用于匹配乳腺 CC 位与 MLO 位 X 线图像所示病灶的价值较佳。但本研究仅纳入乳腺粗大钙化或肿块，有待后续扩大样本量及病变类型进一步完善。

［参考文献］

［1］ SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries［J］. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.

［2］ 徐维敏，郑博文，秦耿耿，等. 对比增强能谱乳腺 X 线摄影量化参数联合强化特点鉴别乳腺良、恶性肿块［J］. 中国医学影像技术，2022，38(7)：1023-1028.

［3］ JI Y, LI B, ZHAO R, et al. The relationship between breast density, age, and mammographic lesion type among Chinese breast cancer patients from a large clinical dataset［J］. BMC Med Imaging, 2021, 21(1): 43.

［4］ DUAN X, QIN G, LING Q, et al. Matching corresponding regions of interest on cranio-caudal and medio-lateral oblique view mammograms［J］. IEEE Access, 2019, 7: 31586-31597.

［5］ KITA Y, TOHNO E, HIGHNAM R, et al. A CAD system for the 3D location of lesions in mammograms［J］. Med Image Anal, 2002, 6(3): 267-273.

［6］ HADJIISKI L, CHAN H P, SAHINER B, et al. Automated registration of breast lesions in temporal pairs of mammograms for interval change analysis: Local affine transformation for improved localization［J］. Med Phys, 2001, 28(6): 1070-1079.

［7］ YAN Y, CONZE P H, LAMARD M, et al. Towards improved breast mass detection using dual-view mammogram matching［J］. Med Image Anal, 2021, 71: 102083.

［8］ PAN X, QI B, YU H, et al. A new idea for visualization of lesions distribution in mammogram based on CPD registration method［J］. Technol Health Care, 2017, 25(S1): 459-467.

［9］ SAMULSKI M, KARSSEMEIJER N. Optimizing Case-based detection performance in a multiview CAD system for mammography［J］. IEEE Trans Med Imaging, 2011, 30(4): 1001-1009.

[10] TAN M，PU J，ZHENG B. Reduction of false-positive recalls using a computerized mammographic image feature analysis scheme[J]. Phys Med Biol，2014，59(15)：4357-4373.

[11] ZHENG B，TAN J，GANOTT M A，et al. Matching breast masses depicted on different views a comparison of three methods[J]. Acad Radiol，2009，16(11)：1338-1347.

Pulmonary papillary adenoma with malignant change：Case report
肺乳头状腺瘤伴恶变 1 例

王燕停[1]，于　昊[2*]，孙占国[2]，陈月芹[2]

（1. 济宁医学院临床医学院，山东 济宁　272013；2. 济宁医学院附属医院医学影像科，山东 济宁　272029）

[**Keywords**] lung neoplasms；adenoma；tomography，X-ray computed

[**关键词**] 肺肿瘤；腺瘤；体层摄影术，X 线计算机

DOI：10.13929/j.issn.1003-3289.2022.11.010

[**中图分类号**] R734.2；R814.42　[**文献标识码**] B　[**文章编号**] 1003-3289(2022)11-1641-01

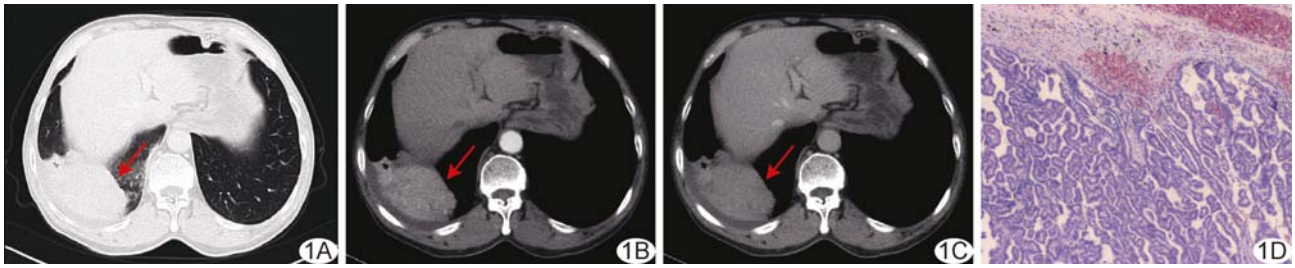


图 1　右肺下叶乳头状腺瘤伴癌变　A～C. 胸部平扫(A)、增强动脉期(B)及静脉期(C)轴位 CT 图；D. 病理图(HE，×40)

患者男，71 岁，无明显诱因出现咳嗽、咳痰，伴右侧胸痛 10 天；4 年前因低级别膀胱尿路上皮癌接受经尿道膀胱镜肿瘤切除术＋吉西他滨灌注化学治疗，随访至今预后良好，无复发征象。查体及实验室检查均未见明显异常。胸部 CT：右肺下叶 80 mm×56 mm×40 mm 团块状软组织肿物(图 1A)，密度欠均匀，边缘见斑片影及扩张支气管影；增强后病灶呈轻度不均匀强化，动、静脉期 CT 值分别为 89、76 HU，其内见无强化低密度影(图 1B、1C)；肿物紧邻右侧胸膜，右侧胸腔少量积液，邻近肋骨未见明确骨质破坏；考虑右肺下叶肿瘤并侵犯右侧胸膜可能。于全身麻醉下行右肺下叶切除术，术中见右肺下叶类圆形肿物，边界清。术后病理：肿块 89 mm×60 mm×40 mm，质硬，切面灰白；镜下见呈乳头状排列的立方形或柱状肿瘤细胞，可见纤维血管轴心形成(图 1D)；免疫组织化学：CK7(＋)，TTF-1(＋)，NapsinA(＋)，Ki-67(约 20%＋)。病理诊断：(右肺下叶)乳头状腺瘤伴恶变。

讨论　肺乳头状腺瘤起源于支气管肺泡上皮干细胞或克拉拉细胞(Clara 细胞)，为罕见良性肿瘤，但具有恶变倾向。本病发病机制不明，或与肺部炎症刺激有关；可发生于任何年龄，以男性略多，患者常无明显临床症状，多于体检时偶然发现；病灶常位于左肺下叶，多呈边缘光滑、密度均匀的类圆形软组织肿块，增强扫描多为轻度不均匀强化，部分病例可合并肺炎、支气管扩张和胸膜下间质纤维化。光镜下肿瘤细胞多排列成乳头状，周围可有炎细胞浸润；CK7、Vim、TTF-1、NapsinA 等血清标记物多为阳性。本例病灶体积较大，且 Ki-67 约 20%阳性，可能与肿瘤发生恶变有关。治疗本病首选手术切除，一般不需要辅助放射或化学治疗；但鉴于其具有恶变倾向，术后需定期随访。鉴别诊断：①硬化性肺细胞瘤，多见于成年女性，具有特征性血管贴边征、尾征及空气新月征等；②肺平滑肌瘤，多见于绝经前女性、位于肺叶边缘，呈光滑孤立性结节或肿块。确诊需依赖病理学检查。

[**基金项目**] 济宁医学院附属医院博士科研基金项目(2018-BS-010)。

[**第一作者**] 王燕停(1991—)，女，山东菏泽人，在读硕士，医师。E-mail：739965024@qq.com

[**通信作者**] 于昊，济宁医学院附属医院医学影像科，272029。E-mail：ssyuhao@126.com

[**收稿日期**] 2022-07-06　[**修回日期**] 2022-09-13