

- al T₁-mapping using cardiovascular magnetic resonance for iron overload[J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 41(6):1505-1511.
- [44] Thompson RB, Chow K, Khan A, et al. T₁-mapping with cardiovascular MRI is highly sensitive for fabry disease independent of hypertrophy and sex[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2013, 6(5):637-645.
- [45] Lee SP, Lee W, Lee JM, et al. Assessment of diffuse myocardial fibrosis by using MR imaging in asymptomatic patients with aortic stenosis[J]. Radiology, 2015, 274(2):359-369.
- [46] Puntmann VO, Isted A, Hinojar R, et al. T₁ and T₂-mapping in recognition of early cardiac involvement in systemic sarcoidosis[J]. Radiology, 2017, 285(1):63-72.
- [47] Ntusi NAB, Piechnik SK, Francis JM, et al. Diffuse myocardial fibrosis and inflammation in rheumatoid arthritis insights from CMR T₁-mapping[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2015, 8(5):526-536.
- [48] Ntusi NAB, Piechnik SK, Francis JM, et al. Subclinical myocardial inflammation and diffuse fibrosis are common in systemic sclerosis- a clinical study using myocardial T₁-mapping and extracellular volume quantification[J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2014, 16(1):21.
- [49] Puntmann VO, D'Cruz D, Smith Z, et al. Native myocardial T₁-mapping by cardiovascular magnetic resonance imaging in subclinical cardiomyopathy in patients with systemic lupus erythematosus[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2013, 6(2):295-301.

(收稿日期:2019-12-22 修回日期:2020-04-21)

• 综述 •

数字乳腺断层 X 线成像技术在乳腺癌筛查中的应用

张冬雪, 段茜婷, 李卓琳, 丁莹莹

【摘要】 乳腺影像检查是降低乳腺癌死亡率的有效方法, 数字乳腺断层融合 X 线成像 (DBT) 作为近年来新出现的影像成像技术, 大大提高了乳腺癌筛查的敏感度和特异度。本文就 DBT 与传统乳腺 X 线摄影检查的对比研究、在致密型与非致密型乳腺中的应用、诊断早期与浸润性乳腺癌的效能以及其目前存在的局限性等方面进行综述, 旨在提高对乳腺癌的诊断, 为 DBT 技术的发展实践提供策略。

【关键词】 乳腺肿瘤; 乳腺断层 X 线成像; 乳腺癌筛查; 致密型乳腺

【中图分类号】 R445.2; R737.9 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)07-0938-03

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.07.021

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



20 世纪 70 年代以来, 乳腺癌发病率呈现持续增长的趋势, 现已是我国女性恶性肿瘤发病率居第一、病死率居第六的恶性疾病^[1]。有学者指出, 发达国家因国家乳腺癌筛查项目的普及, 乳腺癌病死率呈现下降的趋势。相关数据显示^[2-4], 20 世纪 60 年代美国乳腺筛查广泛开展, 18 年后乳腺癌死亡率降低了 23%; 1977—1984 年, 瑞典实施乳腺筛查计划之后, 其乳腺癌的死亡率下降了 31%; 现如今, 我国乳腺癌的发病率为 22.1/10 万、死亡率为 5.4/10 万。目前乳腺癌早期筛查常用的方法有乳腺自检、临床检查和影像检查。2017 年《NCCN 乳腺癌筛查和诊断临床实践指南》指出乳房自检并不能降低乳腺癌检出率和病死率。早期乳腺癌没有明显的症状和体征, 往往受不到重视, 所以定期进行乳腺影像检查是必不可少的^[5-6]。

乳腺影像筛查方式及数字乳腺断层融合 X 线成像的优势

目前乳腺 X 线摄影检查、乳腺超声检查及乳腺磁

共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 是乳腺癌的主要影像学检查方法, 其中乳腺 X 线摄影检查因其操作简单、费用低廉且具有良好的分辨力及重复性等特点, 已成为乳腺癌早期筛查的最好方法之一。超声检查因无辐射、不受腺体细密程度的影响, 而广泛应用于乳腺疾病的检查。MRI 对于特定人群如致密型乳腺人群、乳腺较小人群、假体植入术后人群的乳腺癌筛查更具优势^[7]。在欧美国家, 数字乳腺断层融合 X 线成像 (digital breast tomosynthesis, DBT) 因其检查时间短、三维成像等优点现已经在乳腺疾病的筛查中普及。

常规全数字化乳腺 X 线摄影 (full field digital mammography, FFDM) 作为二维图像, 能在一定程度上提高早期乳腺癌的检出率, 然而其对于致密型腺体的诊断敏感度及特异度均有所降低, 易出现误诊、漏诊^[8]。而 DBT 作为一种新的影像成像技术, 是在 FFDM 的基础上, 利用 X 线球管在一定角度内旋转并进行连续多点投照, 通过不同投影角度对乳腺进行低剂量的快速采集, 获得不同投影角度的数据来重建三维图像^[9]。DBT 对早期病灶具有更高的敏感性及其特

作者单位: 650000 昆明, 云南省肿瘤医院昆明医科大学第三附属医院

作者简介: 张冬雪 (1996—), 女, 山东德州人, 硕士研究生, 主要从事乳腺影像诊断研究。

通讯作者: 丁莹莹, E-mail: d_yying@hotmail.com

异性,突破了传统二维图像中影像重叠影响到诊断结果这一局限性。中国女性多数乳腺腺体较为致密,与国外女性乳腺腺体构成存在一定差异,而 DBT 对致密型乳腺病灶诊断的特异度和敏感度远远高于 FFDM,所以对 DBT 的研究具有一定的价值^[10]。

FFDM 作为二维成像技术无法有效地排除致密腺体对腺体中病变的干扰,但是 DBT 可以清晰地显示出因组织重叠而隐藏于高密度腺体中的病变,并且能够发现 FFDM 未发现的小结节病变,它对乳腺分叶征、毛刺征、结构不良、单纯肿块、簇状微小钙化、非对称致密影及血管穿入等表现显示的更好,从而提高了病变检出率,并且提高了对非钙化性病变诊断的准确性。DBT 摄影作为三维图像,对致密型乳腺病灶的大小、形状、边缘等特点的成像显著优于 FFDM, DBT 突破了 FFDM 的局限性,显著提高了致密型乳腺病变的检出率。DBT 与 FFDM 相比较,它的层厚仅为 1mm。Mall 等^[11]研究表明,DBT 的敏感度、特异度比 FFDM 分别提高了 3%、19%,假阳性率和假阴性率分别降低了 15%、4%。另有研究表明^[12],经病理证实的 80 例乳腺癌患者的 DBT 与数字化 X 线摄影检查(digital mammography, DM)对乳腺癌肿块检出率分别为(77 例)96.25%、(62 例)77.50%;DBT 与 FFDM 分别检出恶性肿块分叶及毛刺征为 78.75%(63 例)、55.00%(44 例)。汤伟等^[13]对 197 例乳腺癌患者的研究显示,FFDM、DBT 及 DBT + FFDM 的敏感度分别为 79.5%、89.4%、93.9%,特异度分别为 74.0%、78.1%、82.1%。有学者研究表明^[14-15],FFDM 对 73% 的结构扭曲显示不佳,而 DBT 则有效提高了对肿块和结构扭曲的检出率。

DBT 在致密型与非致密型乳腺中的应用

2013 年美国放射协会将乳腺分为脂肪型、散在纤维腺体型、不均匀致密型、极度致密型四种类型。Bian 等^[16]认为,与单独使用 DM 相比,DBT 对致密型乳腺内肿块的检出率更具有优势。其研究表明 DBT 对致密乳腺病灶的检出率提高了 7%,敏感度提高了 9.3%,特异度提高了 8.5%。DBT 对致密型乳腺内肿块显示更清楚,提高了恶性病灶诊断的准确率。另有研究表明^[17],DBT 对致密型乳腺癌诊断的敏感度、特异度和诊断符合率分别为 94.6%、92.9%及 93.8%,而 DM 诊断的敏感度、特异度和诊断符合率分别为 70.3%、64.3%及 67.7%。13 家美国机构的综合的研究报告显示^[18],致密型乳腺女性与非致密性乳腺女性相比,召回率的下降幅度更大。Starikov 等^[19]的研究同样支持这一结论。其在致密型乳腺的检查中,单独使用 DM 的召回率为 19.9%,DM+DB 的召回率为 10.4%;

在非致密型乳腺中,单独使用 DM 的召回率为 14.7%,DM+DBT 的召回率为 8.7%,不论是致密型乳腺还是非致密型乳腺应用 DBT 后,召回率都有所下降,但致密型乳腺比非致密型乳腺下降的幅度更明显。上述研究与宾夕法尼亚大学的研究结果一致,其研究表明^[20],无论是致密型乳腺还是非致密型乳腺,DBT 检查召回率都有所降低。但是另有观点表明^[21],非致密型乳腺女性的召回率下降的幅度(比值比 0.68~0.76)大于致密型乳腺女性(比值比 0.86~0.90)。这是一个重要的发现,因为 DBT 一直被认为是诊断致密型乳腺一个有价值的辅助筛查,因为它既可以避免在 DM 检查中被致密组织遮盖病灶的漏诊,同时消除局部不对称重叠的纤维腺组织,从而降低了假阳率。而该研究认为通过降低召回率,非致密性乳腺女性从 DBT 中获益与致密型乳腺女性同样多或更多。

诊断早期与浸润性乳腺癌的效能

乳腺癌根据病理分型可分为非浸润性癌(原位癌)、早期浸润癌和浸润癌。研究结果显示 DBT 可以明确显示浸润性导管癌各类病灶的影像学特征,并且优于 FFDM。有研究表明,与 FFDM 的诊断能力相比较,DBT 可有效增加乳腺癌的检出率尤其是早期乳腺癌的检出率。Caumo 等^[22]采用 DBT + DM 筛查了 37815 名女性,采用 DM 筛查了 6142 名女性,进行统计学分析后发现 DBT + DM 的检出率显著优于 DM,并且 DBT + DM 对小于 1cm 的浸润性乳腺癌的检出率更高。Conant 等^[23]最新研究进展表明,当将 DBT 与单独使用 FFDM 进行比较时,DBT 在所有年龄层和不同乳腺密度的人群中都具有较高的特异度,并且提高了对更小的乳腺癌的筛查率。2010 年 11 月 22 日—2012 年 12 月 19 日^[24],对居住在挪威的年龄 50~69 岁共 24301 名女性(有 281 例乳腺癌患者,其中 51 例为间期乳腺癌)的前瞻性筛查研究中表明,DBT + FFDM 比单独使用 FFDM 检查的敏感度和特异度显著提高,召回率降低。FFDM 敏感度为 54.1%,FFDM + DBT 敏感度为 70.5%;FFDM 的特异度为 94.2%,FFDM + DBT 的特异度为 95.0%。在该项研究中,医师综合评估 DBT + FFDM 较仅观察 FFDM 影像显著提高了诊断的符合率。

DBT 的局限性与展望

DBT 作为诊断乳腺疾病的新技术,提高了诊断的特异度、敏感度和符合率,但是同时存在着一定的局限性。有学者认为虽然 DBT 提高了病变的检出率,但是因其断层显像的特点,在诊断早期乳腺癌过程中存在一定的假阳性^[25]。杨蕾等^[26]认为,DBT 每次曝光的

剂量是 FFDM 的 5%~10%。此外, Feng 等^[27] 研究结果显示, DBT 的平均腺体剂量(average gland dose, AGD)比 FFDM 高出 8%。在头尾位(carnio-caudal view, CC)大和小角度分别曝光时, DBT 的 AGD 约是 FFDM 的 1.96 倍、0.99 倍, 在内外斜位(medial lateral oblique view, MLO)大和小角度分别曝光时, DBT 的 AGD 约是 FFDM 的 2.00 倍、1.03 倍。

虽然 DBT 在大角度曝光时 AGD 为 FFDM 近两倍, 但仍符合美国放射学会(American College of Radiology, ACR)制定的标准, 即 AGD 为 3 mGy 范围内^[28]。所以 DBT 检查是一项安全、可靠的技术, 临床可根据实际需要放心地开展应用。随着技术不断的改进, 相信这些问题将得到改善。

DBT 作为诊断乳腺疾病的新技术, 在致密型乳腺及非致密性乳腺中对病灶的筛查中均优于 FFDM, 在早期、浸润性乳腺癌的筛查中也同样具有优势。因此 DBT 对乳腺癌的筛查具有较高的临床价值, 在今后的工作中笔者将根据不同的肿瘤特征、病理类型, 继续深入调查并通过长期随访来积累不同类型乳腺癌筛查的经验。

参考文献:

- [1] Chen W, Zheng R, Zhang S, et al. Cancer incidence and mortality in China in 2013: an analysis based on urbanization level[J]. Chin J Cancer Res, 2017, 29(1): 1-10.
- [2] Sant M, Allemani C, Berrino F, et al. Breast cancer survival in Europe and the United States[J]. Cancer, 2004, 100(8): 715-722.
- [3] Hogben RK. Screening for breast cancer in England: a review[J]. Curr Opin Obstet Gynecol, 2008, 20(6): 545-549.
- [4] Gradishar WJ, Anderson BO, Balassanian R, et al. Breast cancer, version 4.2017, NCCN clinical practice guidelines in oncology[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2018, 16(3): 310-320.
- [5] 王乐, 张玥, 李菊芳, 等. 中国女性乳腺癌疾病负担分析[J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(7): 970-976.
- [6] 黄育北, 佟仲生, 陈可欣, 等. 《中国女性乳腺癌筛查指南》解读(精简版)[J]. 中国肿瘤临床, 2019, 46(9): 429-431.
- [7] 蔡嘉欣, 陈德基, 李敏健, 等. 乳腺 MRI 检查作为特定人群的乳腺早期筛查的应用研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2018, 16: 86-90.
- [8] 朱宏, 柴维敏, 严福华. 基于 EMPIRE 算法的数字乳腺断层合成 X 线成像结合重建二维及三维图像对乳腺良恶性病灶的鉴别诊断价值[J]. 放射学实践, 2019, 34(2): 157-162.
- [9] Tong L, Luke MM, Nehmat H. Digital breast tomosynthesis (3D mammography) for breast cancer screening and for assessment of screen-recalled findings: review of the evidence[J]. Expert Rev Anticancer Ther, 2018, 18(8): 785-791.
- [10] 尤超, 顾雅佳, 彭卫军. 数字乳腺断层融合 X 线成像的应用研究进展[J]. 肿瘤影像学, 2013, 22(2): 112-115.
- [11] Mall S, Noakes J, Kossoff M, et al. Can digital breast tomosynthesis perform better than standard digital mammography work-up in breast cancer assessment clinic? [J]. Eur Radiol, 2018, 28(12): 5182-5194.
- [12] 林闽江, 张玉琴, 张信忠, 等. 数字乳腺断层合成 X 线摄影在乳腺癌诊断中的应用价值[J]. 现代实用医学, 2019, 31(2): 251-253.
- [13] 汤伟, 李瑞敏, 高毅, 等. 数字乳腺断层融合 X 线摄影与常规影像学检查诊断效能的对比研究[J]. 中国癌症杂志, 2017, 27(6): 487-495.
- [14] 徐姝, 于韬, 罗娅红. 数字乳腺断层摄影对致密型乳腺内结构扭曲病变的诊断价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2019, 27(4): 263-266.
- [15] Partyka L, Lourenco AP, Mainiero MB. Detection of mammographically occult architectural distortion on digital breast tomosynthesis screening: initial clinical experience[J]. AJR, 2014, 203(1): 216-222.
- [16] Bian TT, Lin Q, Cui CX, et al. Digital breast tomosynthesis: a new diagnostic method for mass-like lesions in dense breasts[J]. Breast J, 2016, 22(5): 535-540.
- [17] 苏瑛, 单海琳, 夏锴, 等. 数字乳腺断层融合 X 线成像技术对早期乳腺癌的诊断价值[J]. 癌症进展, 2017, 15(11): 1290-1292.
- [18] Rafferty EA, Durand MA, Conant EF, et al. Breast cancer screening using tomosynthesis and digital mammography in dense and nondense breasts[J]. JAMA, 2016, 315(16): 1784-1786.
- [19] Starikov A, Drotman M, Hentel K, et al. 2D mammography, digital breast tomosynthesis, and ultrasound: which should be used for the different breast densities in breast cancer screening? [J]. Clin Imaging, 2016, 40(1): 68-71.
- [20] Houssami N, Miglioretti DL. Digital breast tomosynthesis: a brave new world of mammography screening[J]. JAMA Oncol, 2016, 2(6): 725-727.
- [21] Miglioretti DL, Abraham L, Lee CI, et al. Digital breast tomosynthesis: radiologist learning, curve[J]. Radiology, 2019, 291(1): 34-42.
- [22] Caumo F, Zorzi M, Brunelli S, et al. Digital breast tomosynthesis and synthetic 2D mammography versus digital mammography: evaluation in a population-based screening program[J]. Radiology, 2018, 287(3): 787-794.
- [23] Conant EF, Barlow WE, Herschorn SD, et al. Association of digital breast tomosynthesis vs digital mammography with cancer detection and recall rates by age and breast density[J]. JAMA Oncol, 2019, 5(5): 635-642.
- [24] Skaane P, Bandos AI, Niklason LT, et al. Digital mammography versus digital mammography plus tomosynthesis in breast cancer screening: the oslo tomosynthesis screening trial[J]. Radiology, 2019, 291(1): 23-30.
- [25] Moy L. Is digital breast tomosynthesis the better mammogram for local breast cancer staging? [J]. Radiology, 2019, 291(3): 604-605.
- [26] 杨蕾, 宋俊峰, 李静, 等. 数字乳腺断层融合 X 线成像中平均腺体剂量与乳腺密度、压迫厚度的关系[J]. 放射学实践, 2017, 32(5): 494-497.
- [27] Feng SS, Sechopoulos I. Clinical digital breast tomosynthesis system: dosimetric characterization[J]. Radiology, 2012, 263(1): 35-42.
- [28] 沈茜刚, 彭卫军, 顾雅佳, 等. 数字乳腺断层摄影技术中大、小角度曝光的辐射剂量比较[J]. 中国癌症杂志, 2019, 29(7): 494-500.

(收稿日期: 2019-10-09 修回日期: 2020-01-19)