Gynäkologe 2018 · 51:362–369
<https://doi.org/10.1007/s00129-018-4233-5>
 Online publiziert: 17. April 2018
 © Der/die Autor(en) 2018.

Redaktion

M. Kiechle, München
 W. Jonat, Kiel
 A. Quante, München

CrossMark

Pascal A. T. Baltzer¹ · Rüdiger Schulz-Wendtland²

¹ Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Allgemeines Krankenhaus, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

² Radiologisches Institut, Universitätsklinikum Erlangen, Erlangen, Deutschland

Zukünftige Entwicklungen in der Brustbildgebung

Bildgebung spielt eine wesentliche Rolle in Diagnose, Behandlung und Nachsorge von Brustkrebs. Während die Effektgröße der Sekundärprävention mittels populationsbasiertem Mammographiescreening weiterhin intensiv diskutiert wird, unterstützt die Mehrheit der Fachgesellschaften uneingeschränkt das Mammographiescreening [1]. Obwohl die Bildgebung weiterhin als effektivstes diagnostisches Tool zur Detektion von Brustkrebs betrachtet wird, ist die Screeningmammographie zwar ein robustes, doch nicht ein perfektes Verfahren. In einer mammographisch dichten Brust können sich nicht als Verkalkungen darstellende Tumoren leicht übersehen werden. Zudem sind mammographische Auffälligkeiten wie Herdbefunde, Architekturstörungen, Asymmetrien und Mikroverkalkungen nicht spezifisch für die Diagnose Brustkrebs. Dies führt zu viel zusätzlicher Bildgebung, zu einer hohen Anzahl von Kontrollen und bildgezielten Biopsien mit der Folge von Unsicherheit, Kosten und auch physischer Schädigung der Klientin. Aus diesem Grund wird aktiv die Verbesserung der bildgebenden Verfahren zur Brustkrebserkennung beforscht.

» An der Optimierung bildgebender Verfahren zur Brustkrebserkennung wird aktiv geforscht

Dabei können 2 generelle Anwendungsgebiete unterschieden werden: Screening und Assessment. Die Screeningsituation erfordert eine hohe Sensitivität und

sollte nach Möglichkeit die Diagnose biologisch inerten Brustkrebses vermeiden. Insbesondere die in den Vereinigten Staaten von Amerika intensiv geführte Debatte bezüglich des eingeschränkten Nutzens der Mammographie hat zum Ruf nach einem individualisierten Screening geführt, das die individuelle Frau optimal betreut. Durch Risikoeinschätzung und Basismammographie wären hier zusätzliche bildgebende Verfahren denkbar. Während der Nutzen des additiven Ultraschalls noch kontrovers diskutiert wird, werden in den Vereinigten Staaten von Amerika und den Niederlanden bereits erste MRT(Magnetresonanztomographie)-Screeningstudien durchgeführt. Die dort verwendeten Protokolle beschränken sich auf die Messung notwendiger Sequenzen und versuchen so, das Kosten- und Verfügbarkeitsproblem der MRT auszugleichen.

Anders hingegen sind die Anforderungen in der Assessmentsituation: Ziel ist die Vermeidung unnötiger Biopsien, insbesondere der teuren und invasiven Vakuumbiopsien. Verschiedene, vorzugsweise quantitative Verfahren sind von besonderem Interesse, generelle Voraussetzung ist jedoch ein verlässlicher Ausschluss von Brustkrebs, auch Kosten-Nutzen-Erwägungen spielen in dieser Situation eine Rolle.

Letztlich ist noch die Beurteilung des Therapieansprechens in der neoadjuvanten Situation zu nennen. Während die funktionelle und multiparametrische Bildgebung eine nichtinvasive Echtzeitbeobachtung physiologischer Vorgänge ermöglicht, ist ihre Anwendung im Rahmen von prospektiven Therapiestudien,

welche die Möglichkeit einer Therapieadaptation beforschen, noch kaum untersucht und wird deshalb hier nur erwähnt.

Die vielversprechendsten Verfahren sind die digitale Tomosynthese der Mamma, die kontrastangehobene Mammographie, die Scherwellenelastographie und neue Ansätze in der Magnetresonanztomographie, speziell verkürzte oder kontrastmittelfreie Untersuchungsprotokolle. Die vorliegende Übersichtsarbeit adressiert die genannten Neuentwicklungen und ihren potenziellen Wert im Rahmen der multimodalen Mammadiagnostik.

Screening

Digitale Tomosynthese der Mamma

Die digitale Tomosynthese der Mamma („digital breast tomosynthesis“, DBT) hat seit ihrer Einführung in die klinische Praxis in den 2000er-Jahren rasch an Popularität gewonnen (Abb. 1). Die DBT ist ein quasi dreidimensionales Verfahren, das durch die Akquisition einer Reihe von Röntgenprojektionen in relativ geringer Winkelung die Rekonstruktion tomographischer Bilder erlaubt. Da Positionierung und Untersuchungsablauf sowie Bildeindruck und diagnostische Kriterien denen der Mammographie ähneln, fällt die Umstellung auf die DBT leicht, was die Verbreitung der Methode weiter gefördert und ihr den Beinamen „the new mammography“ („die neue Mammographie“) eingebracht hat. Auch die initial höhere Exposition ionisierender Strahlung ist bei aktuellen DBT-

Hier steht eine Anzeige.

Abb. 1 ▲ 58-jährige Patientin mit diskreter Architekturstörung in der Mammographie. **a** kraniokaudale Aufnahme (cc-Aufnahme), **c** mediolateral-oblique Aufnahme (mlo-Aufnahme). Die in diesem Fall im Assessment durchgeführte DBT („digital breast tomosynthesis“) zeigt eine deutlich verbesserte Visualisierung des kleinen invasiv duktalen Karzinoms G2 (gestrichelter Kreis) sowohl in der cc- (**b**) als auch der mlo-Aufnahme (**d**)

Geräten mit der einer Mammographie vergleichbar [2]. Die derzeitigen Daten mehrerer prospektiver Screeningstudien attestieren der DBT eine Steigerung der Tumordetektionsraten um 0,5–2,7/1000 von 4,2–6,3/1000 mit digitaler Mammographie auf 5,4–8,9 mit Mammographie in Kombination mit der DBT [3, 4]. Retrospektive Studien demonstrierten in Abhängigkeit von der untersuchten Patientenpopulation und Erfahrung der Untersucher in beiden Verfahren eine Steigerung der Sensitivität zwischen 2 und 18% [5]. Die additiv mithilfe der DBT gefundenen Mammarkarzinome stellen sich histologisch eher invasiv als In-situ-Befunde dar [6]. Auch wurde der DBT eine Reduktion falsch-positiver Befunde und damit unnötiger Recalls bescheinigt, welche sich variabel und abhängig von der initialen Recallrate des untersuchten Screeningprogramms zeigte. Prospektive Screeningstudien dokumentierten stabile und bis zu 17% reduzierte Recallraten [3, 7]. Retrospektive Studien berichteten verbesserte Spezifitäten um bis zu 20% und Reduktionen der Recallraten auf bis zu 60% [5, 7].

In der Praxis verbessert die DBT besonders die Beurteilung von Weichteilveränderungen, während die Bewertung von Mikroverkalkungen ähnlich der Mammographie gelingt [8]. Zur Vereinfachung des Vergleichs mit

Voraufnahmen sowie die Beurteilung des Verteilungsmusters von Mikroverkalkungen wird übereinstimmend die Notwendigkeit einer kombinierten Beurteilung der DBT mit 2-D-Aufnahmen gesehen. Um eine dadurch bedingte Mehrbelastung mit ionisierender Strahlung zu minimieren, wurden synthetische Mammogramme entwickelt, die aus dem DBT-Datensatz berechnet werden. Trotz einer im Vergleich zur digitalen Mammographie u.a. durch Bewegungsartefakte bedingten geringeren Bildqualität ist die diagnostische Genauigkeit in Kombination mit der DBT doch mit der einer Doppeluntersuchung von digitaler Mammographie und DBT vergleichbar [9]. In einer Screeningstudie wurden Tumordetektionsraten über 7,4/1000 ohne signifikante Unterschiede zwischen synthetischen und digitalen Mammogrammen beobachtet [9]. In der klinischen Praxis ist die Akquisition beider Standardansichten (kraniokaudal und mediolateral-oblique) auch in der DBT erforderlich. Für das Screening wurde auch aus Gründen der Strahlenhygiene eine DBT-Akquisition nur in einer Ebene (mediolateral-oblique) diskutiert [10]. Aufgrund der vielversprechenden Datenlage wird die DBT bereits vielfach als „die neue Mammographie“ und als Ersatz für die Mammographie in populationsbasierten Screeningprogramme gehandelt. Der Effekt des Einsatzes der

DBT auf die Rate von Intervallkarzinomen ist noch lückenhaft [11], und bei bereits hoher Programmqualität mit niedrigen Recallraten ist der additive Nutzen der DBT nicht belegt [10].

Stark verkürzte Magnetresonanztomographie („abbreviated MRI“)

Die Magnetresonanztomographie (MRT) der Mamma gilt als das sensitivste Verfahren zum Nachweis von Brustkrebs. Ihre konventionellen Verfahren überlegene Sensitivität wurde für zahlreiche Indikationen, auch im jährlichen Screening von Hochrisikopatientinnen belegt [12–14]. Im Gegensatz zu der in den 1990er- und 2000er-Jahren stark verbreiteten Annahme einer unterlegenen Spezifität ist die MRT konventionellen Verfahren gleichwertig oder sogar überlegen [12–16]. Angesichts der Fülle durch die Untersuchung gesammelter pathophysiologischer Informationen, über welche konventionelle Verfahren nicht verfügen [17], erstaunt dies nicht. Auch hinsichtlich der Detektion von DCIS (duktales Carcinoma in situ) oder der Diagnostik von sich als Mikrokalk präsentierenden Läsionen, vormals ein starkes Argument gegen den breiteren Einsatz der MRT, bestätigen aktuelle Daten der MRT hohe Genauigkeiten [18–21]. Aus diesem Grund wurde bereits der alleinige Einsatz der MRT für das Hochrisikoscreening

diskutiert [13]. Und umso logischer erscheint der Einsatz der MRT im Falle einer mammographisch dichten Brust oder bei Patientinnen mit intermediärem Brustkrebsrisiko. Ein von Fischer et al. [22] vorgeschlagenes, radikal verkürztes Messprotokoll mit Gerätezeiten unter 5 min wurde durch Kuhl et al. [23] mit empirischen Daten untermauert. Die Autoren zeigten neben einer gleichwertigen Sensitivität eine zusätzliche Brustkrebsdetektionsrate von 18,2/1000 Patientinnen mit intermediärem Risiko und negativer Mammographie und Ultraschall [23]. Der geschilderte Ansatz verkürzt zwar die Messzeit, doch ein volles State-of-the-Art-Protokoll für die MRT der Mamma erlaubt bereits heute die Untersuchung von 4 Patientinnen pro Gerät und Stunde (z. B. [16]). Zudem bleiben Kosten, Aufwand und Risiken der Kontrastmittelgabe [24]. Daher wurden bereits kontrastmittelfreie MRT-Protokolle zur Brustkrebsdiagnostik auf der Basis diffusionsgewichteter Bildgebung vorgeschlagen und untersucht. Trotz der kurzen Messzeiten und des Verzichtes auf Kontrastmittel sind die Ergebnisse variabel, und die Technik ist derzeit noch nicht robust genug für eine breitere Anwendung [24].

Assessment

Kontrastmittelgestützte Mammographie

Dank Dual-energy-Röntgentechnologie gelang die Einführung einer klinisch praktikablen Technologie zur kontrastangehobenen Mammographie. Etwa 2 min nach intravenöser Gabe eines jodhaltigen Kontrastmittels werden 2 Mammographieaufnahmen in der gleichen Kompression durchgeführt: eine mit hoher, eine mit niedriger Energie. Letztere wird als Standardmammographie verwendet, die Aufnahme mit hoher Energie zu einem Postkontrastbild nachverarbeitet, auf dem sich lediglich anreichernde Läsionen darstellen. Gleich der DBT werden Aufnahmen in analoger Positionierung zur Mammographie akquiriert, was ihre Interpretation erleichtert.

Die empirischen Daten zu dieser Methode sind noch limitiert: eine Metaana-

Gynäkologe 2018 · 51:362–369 <https://doi.org/10.1007/s00129-018-4233-5>
© Der/die Autor(en) 2018.

P. A. T. Baltzer · R. Schulz-Wendtland

Zukünftige Entwicklungen in der Brustbildgebung

Zusammenfassung

Bildgebung spielt eine zentrale Rolle in der Sekundär- und Tertiärprävention von Brustkrebs. Bildgebende Verfahren werden eingesetzt im Screening, zur Abklärung klinischer Auffälligkeiten oder im Screening detektierter Befunde und zur Therapieplanung anhand invasiver, bildgestützter Biopsien sowie zur Abschätzung der Ausdehnung oder des Ansprechens auf neoadjuvante Therapien und für präoperative Clip- und Drahtmarkierungen. Auch in der Verlaufsbeobachtung nach abgeschlossener Brustkrebstherapie spielt die Bildgebung eine wesentliche Rolle. Die wichtigsten bildgebenden Verfahren sind nach wie vor Mammographie und Ultraschall. Während Letzterer an einer starken Untersucherabhängigkeit leidet, ist die Sensitivität der Mammographie im Fall der röntgenologisch dichten Brust eingeschränkt. Sowohl

Mammographie als auch Ultraschall in ihrer Basisform bieten keine krankheitsspezifischen Informationen und erfordern so eine invasive Abklärung eines Großteils der auffälligen Befunde mit letztendlich benigner Diagnose. Aus diesem Grund besteht großes Interesse an der Weiterentwicklung bestehender Verfahren und an der Entwicklung neuer bildgebender Verfahren zur Reduktion falsch-positiver Befunde bei gleichzeitig möglichst verbesserter Tumordetektion. Der vorliegende Übersichtsartikel adressiert die relevantesten, bereits zur Verfügung stehenden Techniken und ihren potenziellen Nutzen in der Praxis.

Schlüsselwörter

Mammaneoplasien · Digitale Tomosynthese der Mamma · Magnetresonanzbildgebung · Ultraschall · Bildgebungsgestützte Biopsie

Future developments in breast imaging

Abstract

Imaging plays a central role in secondary and tertiary breast cancer prevention. Imaging procedures are used for screening, to clarify clinical abnormalities or findings detected in screening and to guide treatment by confirming the diagnosis by image-guided biopsy, by assessing disease extent, response to neoadjuvant treatment and preoperative clip and wire localization. Finally, imaging is used for follow-up examinations after breast cancer treatment. The most broadly applied imaging tests are mammography and ultrasound. While the latter suffers from interobserver variability, the sensitivity of mammography is reduced in women with radiologically dense breasts. In their basic forms mammography and ultrasound do

not provide disease-specific information and therefore necessitate invasive clarification of the majority of conspicuous findings that ultimately yield benign diagnoses. Therefore, improvements of old and new imaging tests are developed and tested to reduce the number of false positive findings while also trying to improve breast cancer detection rates. The current review article addresses the most relevant and currently used techniques and their potential benefits in clinical practice.

Keywords

Breast neoplasms · Digital breast tomosynthesis · Magnetic resonance imaging · Ultrasonography · Image-guided biopsy

lyse bescheinigt der Methode eine hohe Sensitivität (91–100 %) und eine variable Spezifität zwischen 32 und 88 % [25]. Obwohl die eindeutig höhere Toxizität von Röntgenkontrastmitteln im Vergleich zur MRT hervorgehoben werden muss, wird die Untersuchung von Patientinnen gut toleriert und bedingt lediglich ein geringes kontrastmittelassoziertes Risiko. So wurde bereits eine Anwendung analog der MRT vorgeschlagen, die Brustkrebs-

taging, die Evaluation unklarer konventioneller Befunde und sogar Hochrisikoscreening beinhaltet [25]. Klar muss darauf hingewiesen werden, dass trotz früher positiver Ergebnisse die Datenlage noch nicht für eine breitere Empfehlung der Kontrastmittel-mammographie ausreicht. So werden in aktuellen Publikationen die Nephrotoxizität und verzögerte unerwünschte Wirkungen jodhaltiger Kontrastmittel in der großteils

Abb. 2 ▲ 44-jährige Patientin mit unklarem Tastbefund und sonographisch neu darstellbarem Herdbefund der linken Mamma (Voraufnahmen auswärts angefertigt). Der Herdbefund zeigt sonographisch eine eher horizontale Ausrichtung, eine gering heterogen echoarme Binnendarstellung sowie eine nicht allseits scharfe Berandung im B-Bild (a). Die zusätzlich durchgeführte ARFI („acoustic radiation force impulse“-Elastographie zeigt eine inhomogene, teils niedrige Elastizität (rot in b, korrespondierend einer hohen Scherwellengeschwindigkeit von 4,1 m/s). Aufgrund des formell auffälligen Befundes bei hoher mammographischer Parenchymdichte sowie mehreren Tastbefunden mit mutmaßlich gutartigen US(Ultraschall)-Korrelaten beidseits wurde eine ergänzende MRT (Magnetresonanztomographie) durchgeführt. Diese zeigt eine inhomogene, teils suspekte Perfusion der Läsion (rot und gelb kodierte Signalintensitäts-Zeit-Kurven in c). Die quantitative Karte des ADC („apparent diffusion coefficient“) aus der diffusionsgewichteten Bildgebung zeigt hohe Diffusionswerte ($1,9 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$), die eindeutig für einen gutartigen Befund sprechen (d). Dennoch wurde eine ultraschallgezielte Stanzbiopsie durchgeführt, histologisch ergab sich ein regressiv verändertes Fibroadenom, B2. In diesem Falle waren die klassische B-Bild-Sonographie unspezifisch, ARFI und KM(Kontrastmittel)-gestützte MRT falsch-positiv, die diffusionsgewichtete MRT richtig-negativ zu werten

peri- und postmenopausalen Patientenzielgruppe dissimuliert, auch ist ein typisches Publication Bias zugunsten positiver Studienergebnisse wahrscheinlich. Die bislang verfügbaren Techniken Mammographie, DBT, Ultraschall und MRT bieten hier derzeit eine risikoärmere und auch akkuratere Diagnostik.

Scherwellenelastographie mittels AFRI („acoustic radiation force impulse“-Bildgebung

Die AFRI („acoustic radiation force impulse“-Technologie (■ Abb. 2) ist eine Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Ultraschallelastographie, welche die Elastizität des untersuchten Gewebes misst. Ein kurzzeitiger, intensiver akustischer Puls wird durch den Schallkopf eingestrahlt, der eine subtile mechanische Gewebeverschiebung – sog. Scherwellen – senkrecht zum Schallkopf verursacht. Diese Verschiebungen werden mittels weiterer Ultraschallpulse erfasst [26]. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der erzeugten Scherwellen ist dabei der Elastizität des Gewebes positiv proportional. Die ARFI-Technologie erlaubt dabei sowohl die qualitative als auch die quantitative Erfassung der Scherwellengeschwindigkeit in vivo mittels farbkodierter parametrischer Karten oder manuell gemessener interessieren-

der Regionen in m/s. Da das Verfahren keine manuelle Vorkompression erfordert, ist es relativ reproduzierbar und damit der herkömmlichen Strain-Elastographie klar überlegen [26].

» Die ARFI-Technologie ist der herkömmlichen Strain-Elastographie klar überlegen

Zahlreiche Studien belegten, dass die ARFI-Technik gutartige und bösartige Herdbefunde der Mamma unterscheiden kann. Maligne Läsionen zeigen aufgrund der begleitenden desmoplastischen Gewebereaktion eine niedrigere Elastizität und somit höhere Scherwellengeschwindigkeit. Noch fehlen einheitliche Empfehlungen zu quantitativen Schwellenwerten, es konnte jedoch belegt werden, dass die ARFI-Technik sog. Rule-in- und Rule-out-Schwellenwerte bietet. Insbesondere letztere erlauben den sicheren Ausschluss von Malignität und können dadurch bei der Vermeidung unnötiger Biopsien helfen [27]. Auch Rule-in-Schwellenwerte sind klinisch interessant: Stark erhöhte Scherwellengeschwindigkeiten weisen so eindeutig auf Malignität hin, dass im Falle eines benignen Biopsieergebnisses eine erneute Biopsie erwogen werden sollte.

Erwähnt wird hier auch die potenzielle Anwendung der ARFI-Technik zur Beurteilung des Ansprechens auf neoadjuvante Therapien. Ein Ansprechen auf die Therapie führt zu einer zunehmenden und messbaren Steigerung der Gewebeelastizität. Während hier noch keine verlässlichen empirischen Daten vorliegen, ist der Einsatz eines breit verfügbaren und quantifizierbaren Ultraschallverfahrens bezüglich dieser Indikation sehr vielversprechend.

Diffusionsgewichtete Bildgebung

Die diffusionsgewichtete MRT wird zunehmend als Ergänzung zur kontrastangehobenen MRT der Mamma angewendet (■ Abb. 2). Während die kontrastangehobene MRT das sensitivste Verfahren zur Detektion von Brustkrebs ist (s. auch obiger Abschnitt zu stark verkürzten MRT-Protokollen) und ihre Effektivität zum Ausschluss maligner Veränderungen im Rahmen des Assessment auch zunehmend erkannt wird, stellt die Interpretation der Aufnahmen jedoch besonders unerfahrene Untersucher vor Herausforderungen. Jeder Überweiser und Anwender kennt Fälle, in denen ein Problem erfolgreich bearbeitet, jedoch gleichzeitig durch inzidentelle Befunde ein neues verursacht wurde. Eine Lösung ist der Einsatz

Hier steht eine Anzeige.

der diffusionsgewichteten Bildgebung („diffusion weighted imaging“, DWI): Diese MRT-Technik benötigt kein Kontrastmittel und erlaubt nichtinvasive Rückschlüsse auf die Mikrostruktur des untersuchten Gewebes durch Messung der Brown-Molekularbewegung im Extrazellularraum [28]. Während die genauen Mechanismen hier unzureichend untersucht sind, zeigen gutartige Gewebe eine hohe, bösartige Veränderungen eine niedrige Diffusivität [28]. Diese kann aus den DWI-Aufnahmen mithilfe des ADC („apparent diffusion coefficient“) berechnet werden. Hohe ADC-Werte (z. B. $>1,4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) schließen maligne Veränderungen mit hoher Sicherheit aus. Durch Anwendung eines solchen Schwellenwertes lässt sich ein Großteil unnötiger Biopsien gutartiger Veränderungen vermeiden [29, 30].

Ähnlich der ARFI-Technik ist auch die DWI ein vielversprechendes – da einfach und nichtinvasiv zu messen – Werkzeug zur Verlaufsbeurteilung neo-adjuvanter Therapien, das potenziell Änderungen der Zellularität mit Hilfe des ADC bereits vor Änderungen der Läsionsgröße darstellen kann.

Fazit für die Praxis

- Alle vorgestellten Verfahren stehen bereits in der Praxis zur Verfügung.
- Die DBT wird trotz vorwiegend positiver Bewertung durch Fachgesellschaften aufgrund unzureichender Daten zu verbesserten Früherkennungsendpunkten vorwiegend kurativ eingesetzt.
- Unnötige Biopsien von Herdbefunden können mit der ARFI-Technik, der DWI und der Kontrastmittelmammographie potenziell vermieden werden.
- ARFI und DWI sind dabei noch unzureichend standardisiert, die Kontrastmittelmammographie ist durch die Anwendung jodhaltiger Kontrastmittel und die Strahlungsexposition limitiert.
- Eine Kosten-Nutzen-Analyse fällt im Falle sonographisch sichtbarer Läsionen rasch zugunsten der sicheren und kostengünstigen Ultraschallstanzbiopsie aus.

- Bei rein mittels Mammographie oder MRT darstellbaren Läsionen ist die verwendete Vakuumbiopsie weniger kostengünstig.
- Es liegt nun an der interdisziplinären Forschung, durch entsprechende empirische Daten den Nutzen für die Patientin zu beweisen bzw. zu widerlegen.

Korrespondenzadresse

Assoc. Prof. PD. Dr. med. habil. P. A. T. Baltzer
 Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Allgemeines Krankenhaus, Medizinische Universität Wien
 Währinger Gürtel 18–20, 1090 Wien, Österreich
 pascal.baltzer@meduniwien.ac.at

Funding. Open access funding provided by Medical University of Vienna.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. P. A. T. Baltzer und R. Schulz-Wendland geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren. Die abgebildeten radiologischen Aufnahmen werden anonymisiert und mit Genehmigung der jeweiligen Patientin präsentiert.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Sardanelli F, Aase HS, Álvarez M, Azavedo E, Baarslag HJ, Balleyguier C et al (2016) Position paper on screening for breast cancer by the European Society of Breast Imaging (EUSOBI) and 30 national breast radiology bodies from Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Israel, Lithuania, Moldova, The Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland and Turkey. *Eur Radiol*. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4612-z>

2. Svahn TM, Houssami N, Sechopoulos I, Mattsson S (2015) Review of radiation dose estimates in digital breast tomosynthesis relative to those in two-view full-field digital mammography. *Breast* 24:93–99. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2014.12.002>
3. Skaane P (2017) Breast cancer screening with digital breast tomosynthesis. *Breast Cancer* 24:32–41. <https://doi.org/10.1007/s12282-016-0699-y>
4. Houssami N (2015) Digital breast tomosynthesis (3D-mammography) screening: data and implications for population screening. *Expert Rev Med Devices* 12:377–379. <https://doi.org/10.1586/17434440.2015.1028362>
5. Gilbert FJ, Tucker L, Young KC (2016) Digital breast tomosynthesis (DBT): a review of the evidence for use as a screening tool. *Clin Radiol* 71:141–150. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2015.11.008>
6. Skaane P, Bandos AI, Gullien R, Eben EB, Ekseth U, Haakenaasen U et al (2013) Comparison of digital mammography alone and digital mammography plus tomosynthesis in a population-based screening program. *Radiology* 267:47–56. <https://doi.org/10.1148/radiol.12121373>
7. Carbonaro LA, Di Leo G, Clauser P, Trimboli RM, Verardi N, Fedeli MP et al (2016) Impact on the recall rate of digital breast tomosynthesis as an adjunct to digital mammography in the screening setting. A double reading experience and review of the literature. *Eur J Radiol* 85:808–814. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.01.004>
8. Clauser P, Nagl G, Helbich TH, Pinker-Domenig K, Weber M, Kapetas P et al (2016) Diagnostic performance of digital breast tomosynthesis with a wide scan angle compared to full-field digital mammography for the detection and characterization of microcalcifications. *Eur J Radiol* 85:2161–2168. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.10.004>
9. Skaane P, Bandos AI, Eben EB, Jepsen IN, Krager M, Haakenaasen U et al (2014) Two-view digital breast tomosynthesis screening with synthetically reconstructed projection images: comparison with digital breast tomosynthesis with full-field digital mammographic images. *Radiology* 271:655–663. <https://doi.org/10.1148/radiol.13131391>
10. Lång K, Andersson I, Rosso A, Tingberg A, Timberg P, Zackrisson S (2015) Performance of one-view breast tomosynthesis as a stand-alone breast cancer screening modality: results from the Malmö Breast Tomosynthesis Screening Trial, a population-based study. *Eur Radiol*. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3803-3>
11. McDonald ES, Oustimov A, Weinstein SP, Synnestvedt MB, Schnall M, Conant EF (2016) Effectiveness of digital breast tomosynthesis compared with digital mammography: outcomes analysis from 3 years of breast cancer screening. *JAMA Oncol* 2:737–743. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2015.5536>
12. Warner E, Messersmith H, Causer P, Eisen A, Shumak R, Plewes D (2008) Systematic review: using magnetic resonance imaging to screen women at high risk for breast cancer. *Ann Intern Med* 148:671–679
13. Riedl CC, Luft N, Bernhart C, Weber M, Bernathova M, M-KM T et al (2015) Triple-modality screening trial for familial breast cancer underlines the importance of magnetic resonance imaging and questions the role of mammography and ultrasound regardless of patient mutation status, age, and breast density. *J Clin Oncol* 33:1128–1135. <https://doi.org/10.1200/JCO.2014.56.8626>

14. Bennani-Baiti B, Bennani-Baiti N, Baltzer PA (2016) Diagnostic performance of breast magnetic resonance imaging in non-calcified equivocal breast findings: results from a systematic review and meta-analysis. PLoS ONE 11:e160346. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160346>
15. Benndorf M, Baltzer PAT, Vag T, Gajda M, Runnebaum IB, Kaiser WA (2010) Breast MRI as an adjunct to mammography: does it really suffer from low specificity? A retrospective analysis stratified by mammographic BI-RADS classes. Acta Radiol 51:715–721. <https://doi.org/10.3109/02841851.2010.497164>
16. Spick C, Szolar DHM, Preidler KW, Reittner P, Rauch K, Brader P et al (2018) 3 Tesla breast MR imaging as a problem-solving tool: diagnostic performance and incidental lesions. PLoS ONE 13:e190287. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190287>
17. Marino MA, Helbich T, Baltzer P, Pinker-Domenig K (2018) Multiparametric MRI of the breast: a review. J Magn Reson Imaging 47:301–315. <https://doi.org/10.1002/jmri.25790>
18. Kuhl CK, Schrading S, Bieling HB, Wardelmann E, Leutner CC, Koenig R et al (2007) MRI for diagnosis of pure ductal carcinoma in situ: a prospective observational study. Lancet 370:485–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61232-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61232-X)
19. Vag T, Baltzer PAT, Renz DM, Pfeleiderer SOR, Gajda M, Camara O et al (2008) Diagnosis of ductal carcinoma in situ using contrast-enhanced magnetic resonance mammography compared with conventional mammography. Clin Imaging 32:438–442. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2008.05.005>
20. Bennani-Baiti B, Baltzer PA (2017) MR imaging for diagnosis of malignancy in mammographic microcalcifications: a systematic review and meta-analysis. Radiology 283:692–701. <https://doi.org/10.1148/radiol.2016161106>
21. Baltzer PAT, Bennani-Baiti B, Stöttinger A, Bumberger A, Kapetas P, Clauser P (2017) Is breast MRI a helpful additional diagnostic test in suspicious mammographic microcalcifications? Magn Reson Imaging 46:70–74. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2017.10.012>
22. Fischer U, Korthauer A, Baum F, Luftner-Nagel S, Heyden D, Marten-Engelke K (2012) Short first-pass MRI of the breast. Acta Radiol 53:267–269. <https://doi.org/10.1258/ar.2012.110638>
23. Kuhl CK, Schrading S, Strobel K, Schild HH, Hilgers R-D, Bieling HB (2014) Abbreviated breast magnetic resonance imaging (MRI): first postcontrast subtracted images and maximum-intensity projection—a novel approach to breast cancer screening with MRI. J Clin Oncol 32:2304–2310. <https://doi.org/10.1200/JCO.2013.52.5386>
24. Baltzer PAT, Bickel H, Spick C, Wengert G, Woitek R, Kapetas P et al (2018) Potential of noncontrast magnetic resonance imaging with diffusion-weighted imaging in characterization of breast lesions: intraindividual comparison with dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. Invest Radiol 53:229–235. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000433>
25. Tagliafico AS, Bignotti B, Rossi F, Signori A, Sormani MP, Valdora F et al (2016) Diagnostic performance of contrast-enhanced spectral mammography: Systematic review and meta-analysis. Breast 28:13–19. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2016.04.008>
26. Kapetas P, Pinker-Domenig K, Woitek R, Clauser P, Bernathova M, Spick C et al (2016) Clinical application of acoustic radiation force impulse imaging with virtual touch IQ in breast ultrasound: diagnostic performance and reproducibility of a new technique. Acta Radiol. <https://doi.org/10.1177/0284185116641347>
27. Kapetas P, Clauser P, Woitek R, Pinker K, Bernathova M, Helbich TH et al (2018) Virtual Touch IQ elastography reduces unnecessary breast biopsies by applying quantitative “rule-in” and “rule-out” threshold values. Sci Rep 8:3583. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22065-7>
28. Baltzer PA, Renz DM, Herrmann K-H, Dietzel M, Krumbein I, Gajda M et al (2009) Diffusion-weighted imaging (DWI) in MR mammography (MRM): clinical comparison of echo planar imaging (EPI) and half-Fourier single-shot turbo spin echo (HASTE) diffusion techniques. Eur Radiol 19:1612–1620. <https://doi.org/10.1007/s00330-009-1326-5>
29. Baltzer A, Dietzel M, Kaiser CG, Baltzer PA (2016) Combined reading of contrast enhanced and diffusion weighted magnetic resonance imaging by using a simple sum score. Eur Radiol 26:884–891. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3886-x>
30. Spick C, Pinker-Domenig K, Rudas M, Helbich TH, Baltzer PA (2014) MRI-only lesions: application of diffusion-weighted imaging obviates unnecessary MR-guided breast biopsies. Eur Radiol 24:1204–1210. <https://doi.org/10.1007/s00330-014-3153-6>

Die Rolle genetischer Veränderungen des Hormons Prolaktin bei Netzhaut- und Herzerkrankungen

Wissenschaftler aus Nürnberg haben herausgefunden, dass genetische Veränderungen des Hormons Prolaktin einen Einfluss auf die Entstehung und den Verlauf von Erkrankungen der Netzhaut und des Herzens haben können.

In einer bioinformatischen Analyse stellten die Wissenschaftler fest, dass genetisch bedingte Änderungen von einzelnen Aminosäuren des auch als „Stillhormon“ bekannten Prolaktins, sog. Punktmutationen, die enzymatische Spaltung des Prolaktins, und somit die Menge der Prolaktin-Spaltprodukte vermehren oder vermindern können. Die Prolaktin-Spaltprodukte, sog. Vasoinhibine, regulieren verschiedene Funktionen von Blutgefäßen. Diese sind sowohl bei Netzhauterkrankungen von Patienten mit Diabetes Mellitus (Diabetische Retinopathie und Makula-Ödem), als auch bei einer seltenen Form der Herzschwäche, die bei schwangeren Frauen oder stillenden Müttern auftreten kann (Peripartum-Kardiomyopathie), gestört.

Für diese Störung der Blutgefäßfunktionen können verminderte oder vermehrte Vasoinhibin-Mengen verantwortlich sein, die infolge der Mutationen im Prolaktin-Gen entstehen können. Deshalb könnten Veränderungen des Prolaktin-Gens, je nach Art der Mutation, eine schützende Rolle spielen oder aber einen Risikofaktor darstellen. Eine praktische Konsequenz für Patienten geht aus dieser Studie derzeit nicht hervor, da die Ergebnisse zunächst in experimentellen und klinischen Studien mit Patienten bestätigt werden müssen.

Literatur: Triebel J, Friedrich CJ, Leuchs A et al (2017) Human Prolactin Point Mutations and Their Projected Effect on Vasoinhibin Generation and Vasoinhibin-related Diseases. Front. Endocrinol. <https://doi.org/10.3389/fendo.2017.00294>

Quelle: Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Standort Nürnberg, www.pmu.ac.at/nuernberg