

Dr. med. Dr. scient. med. Jürg Eichhorn

Allgemeine Innere Medizin FMH

Praxis für Allgemeine und Komplementärmedizin

Traditionelle Chinesische Medizin ASA
Manuelle Medizin SAMM
F.X. Mayr-Arzt (Diplom)

Sportmedizin SGSM
Ernährungsheilkunde SSAAMP
Anti-Aging Medizin

Neuraltherapie SANTH & SRN
Orthomolekulärmedizin SSAAMP
applied kinesiology ICAK-D & ICAK-A

Version 25. November 2024

Brustthermographie - Geschichte und Studienlage

Zitate (s. Quellenangaben)

Fon
Adresse
E-Mail

+41 (0)71 350 10 20
Im Lindenhof
drje49@gmail.com

Mobil Praxis
Bahnhofstr. 23
www.ever.ch

+41 (0)79 412 34 26
CH-9100 Herisau

Inhalt

| | |
|--|----|
| INHALT | 1 |
| 1 GESCHICHTE UND STUDIEN | 2 |
| 1.1 Einleitung | 2 |
| 1.2 480 v. Chr. | 3 |
| 1.3 1950er Jahre | 3 |
| 1.4 1963 | 3 |
| 1.5 1965 | 3 |
| 1.6 1967 | 3 |
| 1.7 1972 | 3 |
| 1.8 1972 | 4 |
| 1.9 1974 | 4 |
| 1.10 1976 | 4 |
| 1.11 1976-1987 | 4 |
| 1.12 1980 | 5 |
| 1.13 1980-1982 | 5 |
| 1.14 1982 | 5 |
| 1.15 1983 | 5 |
| 1.16 1983 | 5 |
| 1.17 1984 | 6 |
| 1.18 1986 | 6 |
| 1.19 1983 | 6 |
| 1.20 1993 | 6 |
| 1.21 1994 | 7 |
| 1.22 1996 | 7 |
| 1.23 Schlussfolgerung | 8 |
| 2 LITERATUR ZU REVIEW OF BREAST THERMOGRAPHY | 9 |
| 3 STUDIE - DITI | 12 |
| 3.1 Wirksamkeit eines nichtinvasiven digitalen Infrarot-Wärmebildsystems (DITI) bei der Erkennung von Brustkrebs | 12 |
| 4 SENSITIVITÄT / SPEZIFITÄT | 13 |

1 Geschichte und Studien

Quelle:

Review of Breast Thermography

<https://breastthermography.com/for-physicians/>

Author: William C. Amalu, DC, DABCT, DIACT, FIACT

1.1 Einleitung

In über 40 Jahren Forschung wurden über 800 Studien mit weit über 300`000 Patientinnen im Index-Medicus zusammengetragen.

Die Autoren sind entweder promovierte Doktoren in einem repräsentativen Fachgebiet oder Ärzte, hauptsächlich in den Fachgebieten Onkologie, Radiologie, Gynäkologie und Innere Medizin.

Alle Studien zur Brustthermographie wurden von Experten begutachtet (sogenannte peer-reviewed Studien).

- Die Teilnehmerzahlen in vielen Studien sind sehr hoch: 10`000, 37`000, 60`000, 85`000..
- Einige dieser Studien haben Patientinnen bis zu 12 Jahre lang begleitet
- Seit über 35 Jahren werden strenge standardisierte Interpretationsprotokolle erstellt
- Die Brustthermographie hat eine durchschnittliche Sensitivität und Spezifität von 90%
- Ein abnormales Thermogramm ist als zukünftiger Risikoindikator für Brustkrebs zehnmal aussagekräftiger als eine familiäre Vorgeschichte der Krankheit ersten Grades
- Ein anhaltend abnormales Thermogramm birgt ein 22-mal höheres Risiko für zukünftigen Brustkrebs
- Ein auffälliges Infrarotbild ist der wichtigste Einzelindikator für ein hohes Brustkrebsrisiko
- Die Thermographie kann möglicherweise eine wichtige Rolle bei der Brustkrebsprävention spielen
- Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass die Brustthermographie die langfristigen Überlebensraten ihrer Empfängerinnen signifikant erhöht
- Bei Verwendung im Rahmen eines multimodalen Ansatzes (klinische Untersuchung + Mammografie + Thermographie) werden 95% der Krebserkrankungen im Frühstadium erkannt

1.2 480 v. Chr.

Die erste dokumentierte Anwendung der thermobiologischen Diagnostik findet sich in den Schriften von Hippokrates um 480 v. Chr. [1]. Eine über den Patienten verteilte Schlammschicht wurde auf Bereiche untersucht, die zuerst trocknen würden, und es wurde angenommen, dass dies auf eine zugrunde liegende Organpathologie hindeutet. Seitdem haben kontinuierliche Forschung und klinische Beobachtungen bewiesen, dass bestimmte Temperaturen im Zusammenhang mit dem menschlichen Körper tatsächlich auf normale und abnormale physiologische Prozesse hinweisen.

1.3 1950er Jahre

In den 1950er Jahren leitete die militärische Forschung zu Infrarotüberwachungssystemen für nächtliche Truppenbewegungen eine neue Ära in der thermischen Diagnostik ein. Die erste Anwendung der diagnostischen Thermographie erfolgte 1957, als R. Lawson entdeckte, dass die Hauttemperatur über einem Brustkrebs höher war als die des normalen Gewebes [2].

Die Brustthermographie wurde seit Ende der 1950er Jahre umfassend erforscht.

1.4 1963

Der empirische Nachweis, dass Brustkrebs die regionalen Hautoberflächentemperaturen verändert, wurde schon früh untersucht. 1963 veröffentlichten Lawson und Chughtai, zwei Chirurgen der McGill University, eine elegante intraoperative Studie, die zeigte, dass der mit Brustkrebs verbundene Anstieg der regionalen Hautoberflächentemperatur mit der venösen Konvektion zusammenhängt [4]. Dieses frühe quantitative Experiment untermauerte frühere Forschungsergebnisse, die darauf hindeuteten, dass Infrarotbefunde sowohl mit einem erhöhten Gefäßfluss als auch mit einem erhöhten Stoffwechsel zusammenhängen.

1.5 1965

1965 führte Gershon-Cohen, ein Radiologe und Forscher vom Albert Einstein Medical Center, die Infrarotbildgebung in den Vereinigten Staaten ein [21]. Mit einem Barnes-Thermographen berichtete er über 4.000 Fälle mit einer Sensitivität von 94% und einer Falsch-Positiv-Rate von 6%. Diese Daten wurden in eine 1968 in CA - A Cancer Journal for Physicians veröffentlichte Übersicht über den damaligen Stand der Infrarotbildgebung aufgenommen [22].

1.6 1967

In prospektiven Studien berichtete Hoffman erstmals über Thermographie in einer gynäkologischen Praxis. Er entdeckte 23 Karzinome bei 1.924 Patientinnen (eine Erkennungsrate von 12,5 pro 1.000), mit einer falsch-negativen Rate von 8% (91.6% Sensitivität) und einer falsch-positiven Rate von 7.4% (92, 6% Spezifität) [23].

1.7 1972

Das Ministerium für Gesundheitserziehung und Wohlfahrt veröffentlichte 1972 ein Positionspapier, in dem der Direktor Thomas Tierney schrieb: „Die medizinischen Berater weisen darauf hin, dass die Thermographie in ihrem derzeitigen Entwicklungsstadium in den folgenden vier Bereichen über den experimentellen Status als diagnostisches Verfahren hinausgeht: (1) Pathologie der weiblichen Brust. (2) ...“. Am 29. Januar 1982 veröffentlichte die Food and Drug Administration ihre Genehmigung und Klassifizierung der Thermographie als zusätzliches diagnostisches Screening-Verfahren zur Erkennung von Brustkrebs. Seit den späten 1970er Jahren wird die Thermographie in zahlreichen medizinischen Zentren und unabhängigen Kliniken für verschiedene diagnostische Zwecke eingesetzt.

1.8 1972

Isard berichtete über die Erfahrungen seiner Abteilung für Radiologie mit 10`000 thermografischen Studien, die über einen Zeitraum von drei Jahren parallel zur Mammografie durchgeführt wurden, und wiederholte eine Reihe wichtiger Konzepte, darunter die bemerkenswerte thermische und vaskuläre Stabilität des Infrarotbildes von Jahr zu Jahr bei ansonsten gesunden Patientinnen und die Bedeutung der Erkennung signifikanter Veränderungen [27]. Seiner Erfahrung nach erhöhte die Kombination dieser Modalitäten die Sensitivitätsrate der Erkennung um etwa 10% und unterstrich damit die Komplementarität dieser Verfahren, da nicht bei jedem Verfahren immer dieselbe Läsion vermutet wurde. Isard kam zu dem Schluss, dass bei einer Vorauswahl seiner Gruppe von 4.393 asymptomatischen Patientinnen durch Infrarotbildgebung die Mammographieuntersuchung auf die 1.028 Patientinnen mit abnormaler Infrarotbildgebung, d. h. 23% dieser Kohorte, beschränkt worden wäre. Dies hätte zu einer Krebsentdeckungsrate von 24.1 pro 1000 kombinierten Infrarot- und Mammographieuntersuchungen geführt, im Gegensatz zu den erwarteten 7 pro 1000 bei einem Mammographie-Screening allein. Er kam zu dem Schluss, dass die Infrarotbildgebung eine harmlose Untersuchung ist und daher genutzt werden könnte, um die Aufmerksamkeit auf asymptomatische Frauen zu lenken, die intensiver untersucht werden sollten. Isard betonte, dass die Infrarotbildgebung, wie die Mammographie und andere bildgebende Verfahren der Brustuntersuchung, keine Krebsdiagnose ermöglicht, sondern lediglich auf das Vorhandensein einer Anomalie hinweist.

1.9 1974

Stark und Way untersuchten 4`621 asymptomatische Frauen, von denen 35% unter 35 Jahre alt waren, und entdeckten 24 Krebserkrankungen (Entdeckungsrate von 7.6 pro 1`000), mit einer Sensitivität und Spezifität von 98.3% bzw. 93.5% [24].

1.10 1976

Bereits 1976 wurde auf dem Dritten Internationalen Symposium zur Erkennung und Prävention von Krebs in New York die Thermographie einvernehmlich als der beste Risikomarker für die Möglichkeit eines unentdeckten Brustkrebses festgelegt.

Es wurde auch nachgewiesen, dass sie ein solches späteres Auftreten vorhersagen kann [46-48]. Die Wisconsin Breast Cancer Detection Foundation präsentierte eine Zusammenfassung ihrer Ergebnisse in diesem Bereich, die unumstritten blieb [49]. In Kombination mit anderen Berichten hat dies bestätigt, dass die Thermographie der höchste Risikoindikator für die zukünftige Entwicklung von Brustkrebs ist und zehnmal so signifikant ist wie eine familiäre Vorgeschichte der Krankheit erster Ordnung [50].

1.11 1976-1987

In einer Untersuchung mit einer mobilen Einheit im ländlichen Wisconsin untersuchte Hobbins 37`506 Frauen mittels Thermographie. Er berichtete über die Erkennung von 5,7 Krebserkrankungen pro 1`000 untersuchten Frauen mit einer Falsch-negativ-Rate von 12% und einer Falsch-positiv-Rate von 14%. Seine Ergebnisse bestätigten auch die Erkenntnisse anderer, dass die Thermographie bei 10% der Brustkrebserkrankungen das einzige frühe Anfangssignal ist [25-26].

1.12 1980

In einer einzigartigen Studie, an der 39'802 Frauen teilnahmen, die über einen Zeitraum von drei Jahren untersucht wurden, verwendeten Haberman und seine Kollegen Thermographie und körperliche Untersuchungen, um festzustellen, ob eine Mammografie empfohlen wurde.

Sie berichteten von einer Sensitivität von 85% und einer Spezifität von 70% für die Thermographie.

Haberman wies darauf hin, dass die Ergebnisse der thermografischen Spezifität nicht aus dieser Studie extrapoliert werden könnten, da es gut dokumentiert sei, dass eine Langzeitbeobachtung (8–10 Jahre oder länger) erforderlich sei, um eine echte Falsch-Positiv-Rate zu bestimmen. Die Autoren stellten fest, dass 30% der gefundenen Krebserkrankungen ohne die Thermographie nicht entdeckt worden wären [31].

1.13 1980-1982

Spitalier und seine Mitarbeiter untersuchten über einen Zeitraum von 10 Jahren 61'000 Frauen mithilfe der Thermographie. Die falsch-negative und falsch-positive Rate lag bei 11% (89% Sensitivität und Spezifität). 91% der nicht tastbaren Krebserkrankungen (T0-Einstufung) wurden durch Thermographie erkannt. Bei 60% aller Krebspatientinnen war die Thermographie allein der erste Alarm. Die Autoren stellten ausserdem fest, dass „bei Patientinnen, bei denen weder klinisch noch radiologisch ein Verdacht auf Malignität besteht, ein anhaltend abnormales Brustthermogramm den höchsten bekannten Risikofaktor für die zukünftige Entwicklung von Brustkrebs darstellt“ [28].

1.14 1982

1982 genehmigte die FDA die Brustthermographie als ergänzendes Verfahren zur Brustkrebsvorsorge.

1.15 1983

Gros und Gautherie berichteten über 85'000 untersuchte Patienten mit einer daraus resultierenden Sensitivität von 90% und einer Spezifität von 88%. Um eine Methode zur Erhöhung der Sensitivität des Tests zu untersuchen, wurden 10'834 Patienten zusätzlich einer Kältebelastung (zwei Arten: Ventilator und Eiswasser) ausgesetzt, um eine autonome Reaktion hervorzurufen.

Diese Form der dynamischen Thermographie senkte die Falsch-Positiv-Rate auf 3.5% (96.% Sensitivität) [32-35].

1.16 1983

In einer Studie von Gautherie und Mitarbeitern wurde die Wirksamkeit der Thermographie in Bezug auf den Überlebensvorteil diskutiert. Die Autoren analysierten die Überlebensraten von 106 Patientinnen, bei denen die Diagnose Brustkrebs als Ergebnis der Nachsorge von thermografischen Anomalien gestellt wurde, die bei der Erstuntersuchung festgestellt wurden, als die Brüste scheinbar gesund waren (negative körperliche und mammographische Befunde). Die Kontrollgruppe bestand aus 372 Brustkrebspatientinnen. Die Patientinnen in beiden Gruppen wurden identisch behandelt und über einen Zeitraum von 5 Jahren beobachtet. Bei den Patientinnen, die aufgrund anfänglicher thermografischer Anomalien nachbeobachtet wurden, wurde eine 61-prozentige Zunahme der Überlebensrate festgestellt. Die Autoren fassten die Studie mit der Feststellung zusammen, dass „die Ergebnisse eindeutig belegen, dass die frühzeitige Identifizierung von Frauen mit hohem Brustkrebsrisiko auf der Grundlage der objektiven thermischen Beurteilung der Brustgesundheit zu einem dramatischen Überlebensvorteil führt“ [40-41].

1.17 1984

Bei einer Reihe von 4'000 bestätigten Brustkrebserkrankungen beobachteten Thomassin und seine Mitarbeiter 130 subklinische Karzinome mit einem Durchmesser von 3 bis 5 mm. Sowohl die Mammographie als auch die Thermographie wurden einzeln und in Kombination eingesetzt.

Von den 130 Krebserkrankungen wurden 10% nur durch die Mammographie, 50% nur durch die Thermographie und 40% durch beide Verfahren erkannt. Somit gab es bei 90% der Patientinnen einen thermischen Alarm und in 50% der Fälle das einzige Anzeichen [39].

1.18 1986

In einer Studie, in der die klinische Untersuchung, die Mammografie und die Thermographie bei der Diagnose von Brustkrebs verglichen wurden, wurden drei Patientengruppen untersucht: 4'716 Patientinnen mit bestätigtem Karzinom, 3'305 Patientinnen mit histologisch diagnostizierter gutartiger Brustkrankheit und 8'757 allgemeine Patientinnen (insgesamt 16.778 Teilnehmerinnen). In diesem Artikel wurden auch die klinische Untersuchung und die Mammografie mit anderen bekannten Studien in der Literatur verglichen, darunter die vom NCI gesponserten Breast Cancer Detection Demonstration Projects. In dieser Studie hatte die klinische Untersuchung eine durchschnittliche Sensitivität von 75% bei der Erkennung aller Tumore und 50% bei Krebserkrankungen mit einer Grösse von weniger als 2 cm. Diese Rate ist im Vergleich zu vielen anderen Studien mit einer Sensitivität zwischen 35 und 66% aussergewöhnlich gut.

Die Mammographie wies eine durchschnittliche Sensitivität von 80% und eine Spezifität von 73% auf. Die Thermographie hatte eine durchschnittliche Sensitivität von 88% (85% bei Tumoren mit einer Grösse von weniger als 1 cm) und eine Spezifität von 85%.

Ein abnormales Thermogramm hatte einen Vorhersagewert von 94%. Aufgrund der Ergebnisse dieser Studie kamen die Autoren zu dem Schluss, dass „keine der verfügbaren Techniken für das Screening auf Brustkrebs und die Beurteilung von Patientinnen mit brustbezogenen Symptomen ausreichend genau ist, um allein verwendet zu werden. Für die besten Ergebnisse sollte ein multimodaler Ansatz verwendet werden“ [38].

1.19 1983

In einer gross angelegten multizentrischen Studie mit fast 70.000 untersuchten Frauen berichtete Jones über eine Falsch-Negativ- und Falsch-Positiv-Rate von 13% (87% Sensitivität) bzw. 15% (85% Sensitivität) für die Thermographie [36].

1.20 1993

1993 berichteten Head und Elliott, dass verbesserte Bilder von Infrarotsystemen der zweiten Generation eine objektivere und quantitativere Analyse ermöglichten [5], und wiesen darauf hin, dass wachstumsratenbezogene Prognoseindikatoren stark mit der Interpretation von Infrarotbildern zusammenhängen.

1.21 1994

In einer detaillierten Übersicht über das Potenzial der Infrarotbildgebung aus dem Jahr 1994 [8] schlug Anbar vor, dass die frühere empirische Beobachtung, dass kleine Tumore in der Lage sind, bemerkenswerte Infrarotveränderungen hervorzurufen, auf eine verstärkte Durchblutung über einen beträchtlichen Bereich der Brustoberfläche durch eine regionale, durch den Tumor induzierte Stickoxid-Vasodilatation zurückzuführen sein könnte. Stickoxid ist ein Molekül mit stark gefässerweiternden Eigenschaften. Es wird durch Stickstoffmonoxid-Synthase (NOS) synthetisiert, die sowohl als konstitutive Form der Stickstoffmonoxid-Synthase (c-NOS), insbesondere in Endothelzellen, als auch als induzierbare Form der Stickstoffmonoxid-Synthase (i-NOS), insbesondere in Makrophagen, vorkommt [9]. NOS wurde bei Brustkarzinomen [10] mittels Gewebeimmunhistochemie nachgewiesen und ist mit einem hohen Tumorgrad assoziiert. Es gab jedoch bisher keine Studien, die NOS-Werte im Gewebe mit Infrarotaufnahmen in Verbindung brachten. Angesichts der Korrelation zwischen Infrarotaufnahmen und Tumorgrad sowie NOS-Werten und Tumorgrad ist es möglich, dass Infrarotbefunde mit dem NOS-Gehalt im Tumor korrelieren. Es sind weitere Studien geplant, um diese möglichen Zusammenhänge zu untersuchen.

1.22 1996

Das Konzept der Angiogenese als integraler Bestandteil von Brustkrebs im Frühstadium wurde 1996 von Guido und Schnitt hervorgehoben. Ihre Beobachtungen deuteten darauf hin, dass es sich um ein frühes Ereignis in der Entwicklung von Brustkrebs handelt, das auftreten kann, bevor Tumorzellen die Fähigkeit erlangen, in das umgebende Stroma einzudringen, und sogar bevor es morphologische Anzeichen für ein In-situ-Karzinom gibt [11]. Die Anti-Angiogenese-Therapie ist heute eine der vielversprechendsten therapeutischen Strategien und hat sich als entscheidend für das neue Paradigma zur Berücksichtigung der Entwicklung und Behandlung von Brustkrebs erwiesen [12]. 1996 untersuchte Gamagami in seinem viel beachteten Lehrbuch „Atlas of Mammography – New Early Signs in Breast Cancer“ die Angiogenese mittels Infrarotbildgebung und berichtete, dass Hypervaskularität und Hyperthermie bei 86% der nicht tastbaren Brustkrebserkrankungen nachgewiesen werden konnten. Er stellte ausserdem fest, dass in 15% dieser Fälle die Infrarotbildgebung dabei half, Krebserkrankungen zu erkennen, die in der Mammographie nicht sichtbar waren [13].

Das der Thermographie (Infrarotbildgebung) zugrunde liegende Prinzip zur Erkennung von Krebsvorstufen und Krebstumoren beruht auf der gut dokumentierten Rekrutierung vorhandener Gefäße und der Neoangiogenese, die zur Aufrechterhaltung des erhöhten Stoffwechsels für Zellwachstum und -vermehrung erforderlich ist. Die Biomedizintechnik hat den Wert der Thermographie sowohl in In-vitro-Modellstudien als auch in klinischen In-vivo-Studien zu verschiedenen normalen und neoplastischen Gewebewucherungen nachgewiesen [14-20].

1.23 Schlussfolgerung

Aufgrund der einzigartigen Fähigkeit der Thermographie, die thermovaskulären Aspekte der Brust abzubilden, wurden in Langzeitstudien extrem frühe Warnsignale beobachtet. Folglich ist die Thermographie der früheste bekannte Risikoindikator für die zukünftige Entwicklung von Brustkrebs. Aus diesem Grund ist ein abnormales Infrarotbild der wichtigste Indikator für ein hohes Risiko, an Brustkrebs zu erkranken. Die Thermographie nimmt einen bedeutenden Platz als eine der wichtigsten Methoden zur Brustkrebsfrüherkennung ein und spielt auch eine Rolle bei der Prävention.

Die grossen Patientengruppen und langen Untersuchungszeiträume in vielen der oben genannten klinischen Studien verleihen den verschiedenen statistischen Daten eine hohe Aussagekraft. Dies gilt insbesondere für den Beitrag der Thermographie zur Krebsfrüherkennung als unschätzbare Marker für Hochrisikogruppen und zur therapeutischen Entscheidungsfindung (ein Beitrag, der durch den eindeutigen Zusammenhang zwischen Wärmeproduktion und Tumorverdopplungszeit begründet und gerechtfertigt ist).

Die derzeit verfügbare hochauflösende digitale Infrarotbildgebungstechnologie (Thermographie) profitiert in hohem Masse von verbesserter Bildproduktion, standardisierten Bildinterpretationsprotokollen, computergestütztem Vergleich und Speicherung sowie ausgefeilter Bildverbesserung und -analyse. Über 30 Jahre Forschung und 800 von Experten begutachtete Studien mit weit über 300.000 Teilnehmerinnen haben die Fähigkeiten der Thermographie als Instrument zur Risikobewertung bei der Früherkennung von Brustkrebs unter Beweis gestellt. Die laufende Erforschung der thermischen Eigenschaften von Brustpathologien wird auch weiterhin die Zusammenhänge zwischen Neovaskulogenese, chemischen Mediatoren und dem neoplastischen Prozess untersuchen.

Die Thermographie basiert auf Thermodynamik und Thermokinetik, die den meisten Ärzten nicht vertraut sind, obwohl der Mensch in jeder Situation, die er durchlebt oder selbst herbeiführt, Wärme produziert und austauscht.

2 Literatur zu Review of Breast Thermography

1. Adams, F.: The Genuine Works of Hippocrates. Baltimore: Williams and Wilkins, 1939.
2. Lawson R.: Implications of Surface Temperatures in the Diagnosis of Breast Cancer. *Can Med Assoc J* 75: 309-310, 1956.
3. Archer, F., Gros, C.: Classification Thermographique des Cancers Mammaries. *Bull Cancer* 58:351-362, 1971.
4. Lawson RN and Chughtai MS: Breast cancer and body temperatures. *Can Med Assoc J* 88: 68-70, 1963.
5. Head JF, Wang F, Elliott RL: Breast thermography is a noninvasive prognostic procedure that predicts tumor growth rate in breast cancer patients. *Ann N Y Acad Sci* 698:153-158, 1993.
6. Sterns EE, Zee B, Sen Gupta J, and Saunders FW. Thermography: Its relation to pathologic characteristics, vascularity, proliferative rate and survival of patients with invasive ductal carcinoma of the breast. *Cancer* 77:1324-8, 1996.
7. Head JF, Elliott RL: Breast Thermography. *Cancer* 79:186-8, 1995.
8. Anbar M: Breast Cancer. In: Quantitative Dynamic Telethermometry in Medical Diagnosis and Management. CRC Press, Ann Arbor, Mich, pp.84-94, 1994.
9. Rodenberg DA, Chaet MS, Bass RC, Arkovitz MD and Garcia BF. Nitric Oxide: An overview. *Am J Surg* 170:292-303, 1995.
10. Thomsen LL, Miles DW, Happerfield L, Bobrow LG, Knowles RG and Mancada S. Nitric oxide synthase activity in human breast cancer. *Br J Cancer* 72(1);41-4, July 1995.
11. Guidi AJ, Schnitt SJ: Angiogenesis in pre-invasive lesions of the breast. *The Breast J* (2): 364-369, 1996.
12. Love SM, Barsky SH: Breast Cancer: An interactive Paradigm. *Breast J* 3: 171-5, 1996.
13. Gamagami P: Indirect signs of breast cancer: Angiogenesis study. In: Atlas of Mammography, Cambridge, Mass., Blackwell Science pp.231-26, 1996.
14. Love, T.: Thermography as an Indicator of Blood Perfusion. *Proc NY Acad Sci J* 335:429-437, 1980.
15. Chato, J.: Measurement of Thermal Properties of Growing Tumors. *Proc NY Acad Sci* 335:67-85, 1980.
16. Draper, J. : Skin Temperature Distribution Over Veins and Tumors. *Phys Med Biol* 16(4):645-654, 1971.
17. Jain, R.; Gullino, P.: Thermal Characteristics of Tumors: Applications in Detection and Treatment. *Ann NY Acad Sci* 335:1-21, 1980.
18. Gautherie, M.: Thermopathology of Breast Cancer; Measurement and Analysis of In-Vivo Temperature and Blood Flow. *Ann NY Acad Sci* 365:383, 1980.
19. Gautherie, M.: Thermobiological Assessment of Benign and Malignant Breast Diseases. *Am J Obstet Gynecol* (8)147:861-869, 1983.
20. Gamigami, P.: Atlas of Mammography: New Early Signs in Breast Cancer. Blackwell Science, 1996.
21. Gershen-Cohen J, Haberman J, Brueschke EE: Medical thermography: A summary of current status. *Radiol Clin North Am* 3:403-431, 1965.
22. Haberman J: The present status of mammary thermography. In: *Ca – A Cancer Journal for Clinicians* 18: 314-321, 1968.
23. Hoffman, R.: Thermography in the Detection of Breast Malignancy. *Am J Obstet Gynecol* 98:681-686, 1967.
24. Stark, A., Way, S.: The Screening of Well Women for the Early Detection of Breast Cancer Using Clinical Examination with Thermography and Mammography. *Cancer* 33:1671-1679, 1974.
25. Hobbins, W.: Mass Breast Cancer Screening. Proceedings, Third International Symposium on Detection and Prevention of Breast Cancer, New York City, NY: pg. 637, 1976.
26. Hobbins, W.: Abnormal Thermogram — Significance in Breast Cancer. *RIR* 12: 337-343, 1987.
27. Isard HJ, Becker W, Shilo R et al: Breast thermography after four years and 10,000 studies. *Am J Roentgenol* 115: 811-821, 1972.
28. Spitalier, H., Giraud, D., et al: Does Infrared Thermography Truly Have a Role in Present-Day Breast Cancer Management? *Biomedical Thermology*, Alan R. Liss New York, NY. pp. 269-278, 1982.

29. Moskowitz M, Milbrath J, Gartside P et al: Lack of efficacy of thermography as a screening tool for minimal and Stage I Breast Cancer. *N Engl J Med* 295; 249-252,1976.
30. Threatt B, Norbeck JM, Ullman NS, et al: Thermography and breast cancer: an analysis of a blind reading. *Annals N Y Acad Sci* 335: 501-519,1980.
31. Haberman, J., Francis, J., Love, T.: Screening a Rural Population for Breast Cancer Using Thermography and Physical Examination Techniques. *Ann NY Acad Sci* 335:492-500,1980.
32. Sciarra, J.: Breast Cancer: Strategies for Early Detection. *Thermal Assessment of Breast Health. (Proceedings of the International Conference on Thermal Assessment of Breast Health)*. MTP Press LTD. pp. 117-129, 1983.
33. Gautherie, M.: Thermobiological Assessment of Benign and Malignant Breast Diseases. *Am J Obstet Gynecol* (8)147:861-869, 1983.
34. Louis, K., Walter, J., Gautherie, M.: Long-Term Assessment of Breast Cancer Risk by Thermal Imaging. *Biomedical Thermology*. Alan R. Liss Inc. pp.279-301, 1982.
35. Gros, C., Gautherie, M.: Breast Thermography and Cancer Risk Prediction. *Cancer* 45:51-56, 1980.
36. Jones CH: Thermography of the Female Breast. In: C.A. Parsons (Ed) *Diagnosis of Breast Disease*, University Park Press, Baltimore, pp. 214-234,1983.
37. Useki H: Evaluation of the thermographic diagnosis of breast disease: relation of thermographic findings and pathologic findings of cancer growth. *Nippon Gan Chiryo Gakkai Shi* 23: 2687-2695, 1988.
38. Nyirjesy, I., Ayme, Y., et al: Clinical Evaluation, Mammography, and Thermography in the Diagnosis of Breast Carcinoma. *Thermology* 1:170-173, 1986.
39. Thomassin, L., Giraud, D. et al: Detection of Subclinical Breast Cancers by Infrared Thermography. *Recent Advances in Medical Thermology (Proceedings of the Third International Congress of Thermology)*, Plenum Press, New York, NY. pp.575-579, 1984.
40. Gautherie, M., et al: Thermobiological Assessment of Benign and Malignant Breast Diseases. *Am J Obstet Gynecol* (8)147:861-869, 1983.
41. Jay, E.; Karpman, H.: Computerized Breast Thermography. *Thermal Assessment of Breast Health (Proceedings of an International Conference)*, MTP Press Ltd., pp.98-109, 1983.
42. Dodd GD: Thermography in Breast Cancer Diagnosis. In: *Abstracts for the Seventh National Cancer Conference Proceedings*. Los Angeles, Calif., Sept. 27-29, Lippincott Philadelphia, Toronto: pp.267,1972.
43. Wallace JD: Thermographic examination of the breast: An assessment of its present capabilities. In: Gallagher HS (Ed): *Early Breast Cancer: Detection and Treatment*. American College of Radiology, Wiley, New York: Wiley, pp. 13-19,1975.
44. Report of the Working Group to Review the National Cancer Institute Breast Cancer Detection Demonstration Projects. *J Natl Cancer Inst* 62: 641-709,1979.
45. Haberman J: An overview of breast thermography in the United States: In: Margaret Abernathy, Sumio Uematsu (Eds): *Medical Thermography*. American Academy of Thermology, Washington, pp.218-223, 1986.
46. Amalric, R., Gautherie, M., Hobbins, W., Stark, A.: The Future of Women with an Isolated Abnormal Infrared Thermogram. *La Nouvelle Presse Med* 10(38):3153-3159, 1981.
47. Gautherie, M., Gros, C.: Contribution of Infrared Thermography to Early Diagnosis, Pretherapeutic Prognosis, and Post-irradiation Follow-up of Breast Carcinomas. *Laboratory of Electroradiology, Faculty of Medicine, Louis Pasteur University, Strasbourg, France*, 1976.
48. Hobbins, W.: Significance of an "Isolated" Abnormal Thermogram. *La Nouvelle Presse Medicale* 10(38):3153-3155, 1981.
49. Hobbins, W.: Thermography, Highest Risk Marker in Breast Cancer. *Proceedings of the Gynecological Society for the Study of Breast Disease*. pp. 267-282, 1977.
50. Louis, K., Walter, J., Gautherie, M.: Long-Term Assessment of Breast Cancer Risk by Thermal Imaging. *Biomedical Thermology*. Alan R. Liss Inc. pp.279-301, 1982.
51. Gauthrie, M.: Improved System for the Objective Evaluation of Breast Thermograms. *Biomedical Thermology*; Alan R. Liss, Inc., New York, NY; pp.897-905, 1982.
52. Amalric, R., Giraud, D., et al: Combined Diagnosis of Small Breast Cancer. *Acta Thermographica*, 1984.
53. Spitalier, J., Amalric, D., et al: The Importance of Infrared Thermography in the Early Suspicion and Detection of Minimal Breast Cancer. *Thermal Assessment of Breast Health (Proceedings of an International Conference)*, MTP Press Ltd., pp.173-179, 1983.

54. Sickles EA: Mammographic features of "early" breast cancer. *Am J Roentgenol* 143:461, 1984.
55. Thomas DB, Gao DL, Self SG et al: Randomized trial of breast self-examination in Shanghai: Methodology and Preliminary Results. *J Natl Cancer Inst* 5:355-65, 1997.
56. Moskowitz M: Screening for breast cancer. How effective are our tests? *CA Cancer J Clin* 33:26,1983.
57. Elmore JG, Wells CF, Carol MPH et al. Variability in radiologists interpretation of mammograms. *NEJM* 331(22):1994;1493.
58. Laya MB: Effect on estrogen replacement therapy on the specificity and sensitivity of screening mammography. *J Natl Cancer Inst* 88:643-649, 1996.
59. Boyd NF, Byng JW, Jong RA et al: Quantitative classification of mammographic densities and breast cancer risk. *J Natl Cancer Inst* 87:670-75,1995.
60. Moskowitz M: Breast Imaging. In: Donegan WL, Spratt JS (Eds): *Cancer of the breast*. Saunders, New York, pp.206-239, 1995.
61. Khalkhali I, Cutrone JA et al: Scintimammography: the complementary role of Tc-99m sestamibi prone breast imaging for the diagnosis of breast carcinoma. *Radiol* 196: 421-426, 1995.
62. Kedar RP, Cosgrove DO et al: Breast carcinoma: measurement of tumor response in primary medical therapy with color doppler flow imaging. *Radiol* 190: 825-830, 1994.
63. Weinreb JC, Newstead G: MR imaging of the breast. *Radiol* 196: 593-610, 1995.
64. Keyserlingk JR, Ahlgren, PD, Yu E and Belliveau N: Infrared imaging of the breast: Initial reappraisal using high-resolution digital technology in 100 successive cases of Stage I and II breast cancer. *The Breast Journal* (4):245-251,1998.
65. Verzini, L., Romani, L., Talia, B., (Radiology department university of Modena (Italy)). Thermographic variations in the breast during the menstrual cycle. *Acta Thermographica*, 143–149, 1980s.
66. Huber, C., Pons, J., Pateau, A., (Gynecology and department of radiology Cretei hospital (Paris) France). Breast fibrocystic disease and thermography. *Acta Thermographica*, 48–50, 1980s.
67. Borten, M., Ransil, B. et al. (Department of obstetrics and gynecology, Beth Israel Hospital, Harvard Medical School). Regional differences in breast surface temperature by liquid crystal thermography. *Thermology*, 1, 216–220, 1986.

3 Studie - DITI

3.1 Wirksamkeit eines nichtinvasiven digitalen Infrarot-Wärmebildsystems (DITI) bei der Erkennung von Brustkrebs

https://www.lasvegasthermography.com/wp-content/uploads/2014/09/American_Journal_of_Surgery_2008_Article.pdf

Am J Surg. 2008 Okt.; 196 (4):523-6

Wirksamkeit eines nichtinvasiven digitalen Infrarot-Wärmebildsystems bei der Erkennung von Brustkrebs.

Arora N, Martins D, Ruggiero D, Tousimis E, Swistel AJ, Osborne MP, Simmons RM.
Chirurgische Abteilung, New York Presbyterian Hospital-Cornell, New York, NY, USA.

Hintergrund

Die digitale Infrarot-Thermographie (DITI) ist in diesem Zeitalter der modernisierten Computertechnologie wieder aufgetaucht. Ihre Rolle bei der Erkennung von Brustkrebs wird evaluiert.

Methoden

In dieser prospektiven klinischen Studie wurde bei 92 Patientinnen, bei denen auf der Grundlage einer vorherigen Mammografie oder Ultraschalluntersuchung eine Brustbiopsie empfohlen wurde, eine DITI durchgeführt. Es wurden drei Bewertungen erstellt: eine Gesamtrisikobewertung im Screening-Modus, eine klinische Bewertung auf der Grundlage von Patientendaten und eine dritte Bewertung durch ein künstliches neuronales Netz.

Ergebnisse

60 von 94 Biopsien waren bösartig und 34 waren gutartig. DITI identifizierte 58 von 60 bösartigen Tumoren mit einer Sensitivität von 97%, einer Spezifität von 44% und einem negativen prädiktiven Wert von 82% Wert, je nach verwendetem Modus. Im Vergleich zu einem Gesamtrisiko-Score von 0 war ein Score von 3 oder höher signifikant häufiger mit Malignität assoziiert (30% vs. 90%, $P < 0,03$).

Schlussfolgerung

- Die DITI ist eine wertvolle Ergänzung zur Mammographie und zum Ultraschall, insbesondere bei Frauen mit dichtem Brustparenchym
- Zusammenfassend haben wir gezeigt, dass ein modernisiertes DITI System ein nützlicher Zusatztest zum Nachweis von Brustkrebs sein kann
- Sensitivität in dieser Studie mit 92 Patientinnen: 97%

4 Sensitivität / Spezifität

- Sensitivität beschreibt die Fähigkeit der Skala, Risikopatienten zu erkennen = richtig pos. (%)
- Die Spezifität bezeichnet die Fähigkeit, tatsächlich Gesunde als gesund zu identifizieren = richtig neg. (%)