

Fortbildung Nuklearmedizin

Who cares? We do!

Samstag, 29. November 2025

Sentinel Suche mit Eisen

Prof. Dr. Michael Knauer

Tumor- und Brustzentrum Ostschweiz – St. Gallen

Zürich – 29.11.2025



SVMTR / ASTRM | Fachstelle Nuklearmedizin/Commission de médecine nucléaire

Schweizerische Vereinigung der Radiologiefachpersonen
Association suisse des techniciens en radiologie médicale
Associazione svizzera dei tecnici di radiologia medica



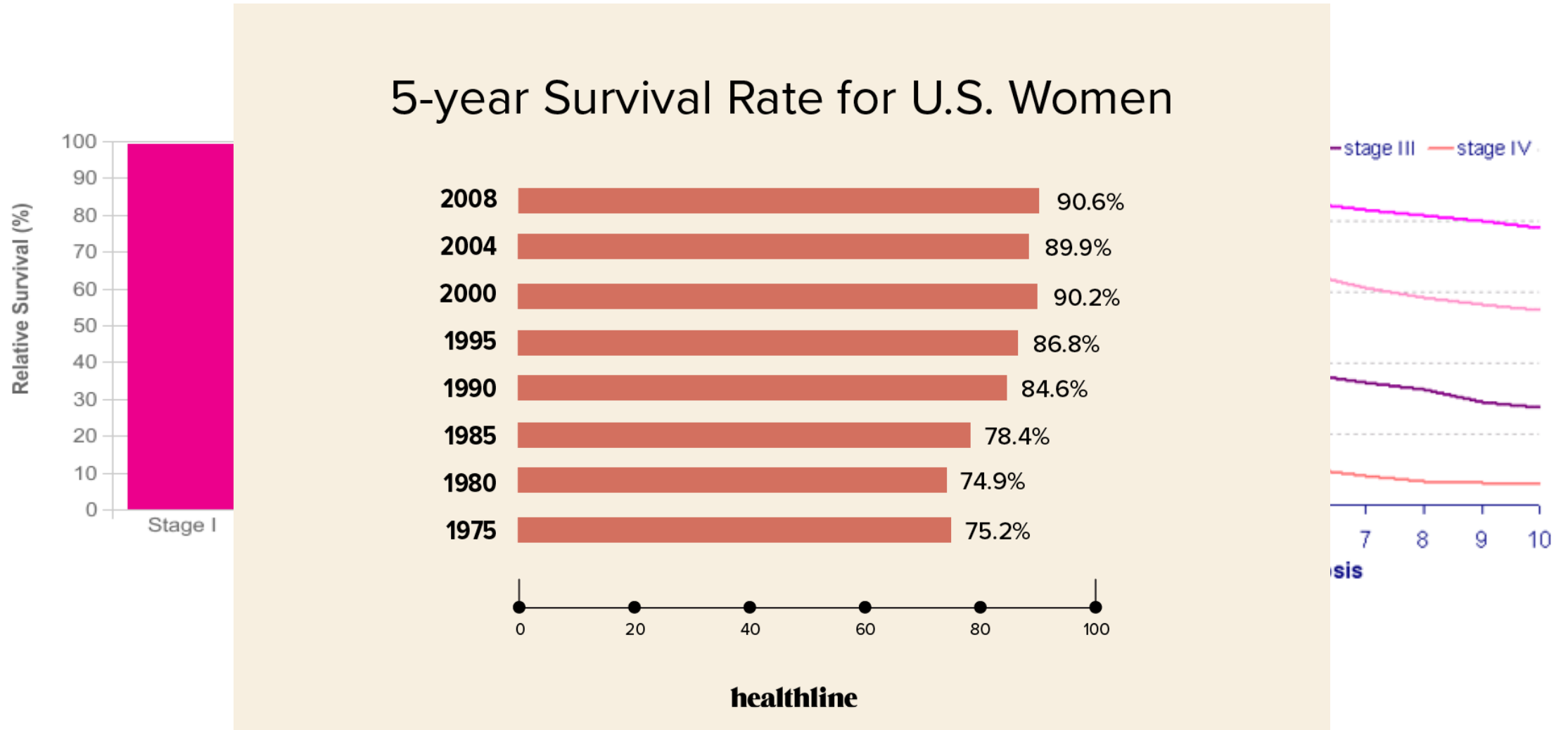
Tumor & BrustZentrum
Ostschweiz



Société Suisse de Sénologie
Società Svizzera di Senologia



Lymphknoten als Prognoseparameter



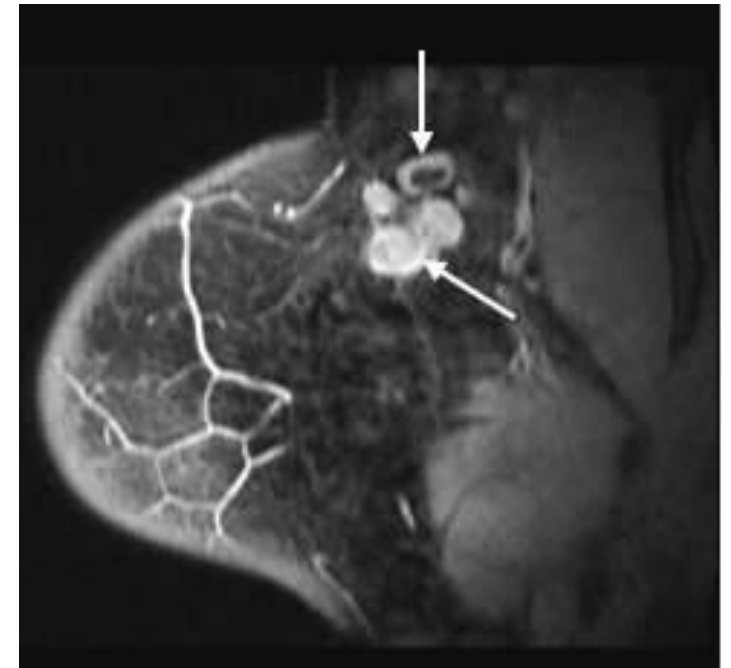
Klinische Untersuchung – Palpation

- Positive Lymphknoten sind oft nicht tastbar
- Reaktive Lymphknoten werden oft falsch eingeschätzt
- Positiver prädiktiver Wert: 61 – 84%
- Negativer prädiktiver Wert: 50 – 60%
- Chirurgisches Staging ist notwendig – auch bei palpatorisch negativer Axilla



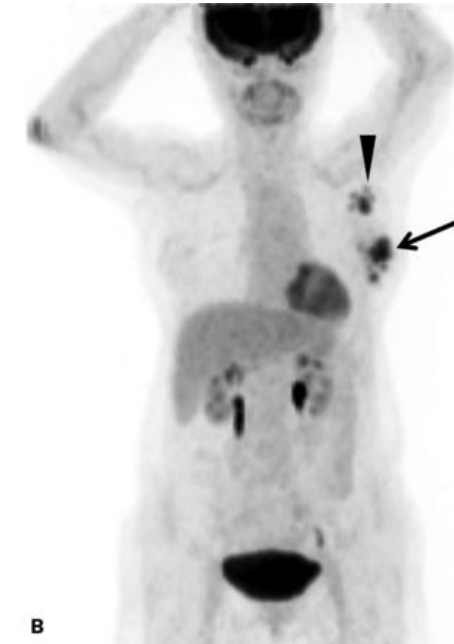
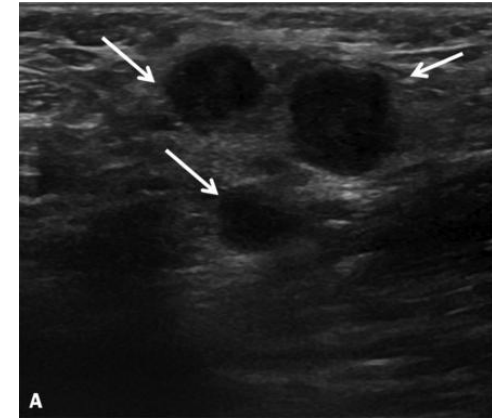
MRI statt Chirurgie für die Axilla?

- Review 16 Studien: heterogen, verschiedene Techniken
- Technik für Brust und Axilla (11 Studien):
Sensitivität: 33 – 97%, Spezifität 14 – 98%
- Technik nur für Axilla (5 Studien):
Sensitivität: 79 – 95%, Spezifität 90 – 99%
- Nicht 100% Spezifität – potentielle Übertherapie
- Kein Einsatz zum Staging der Axilla



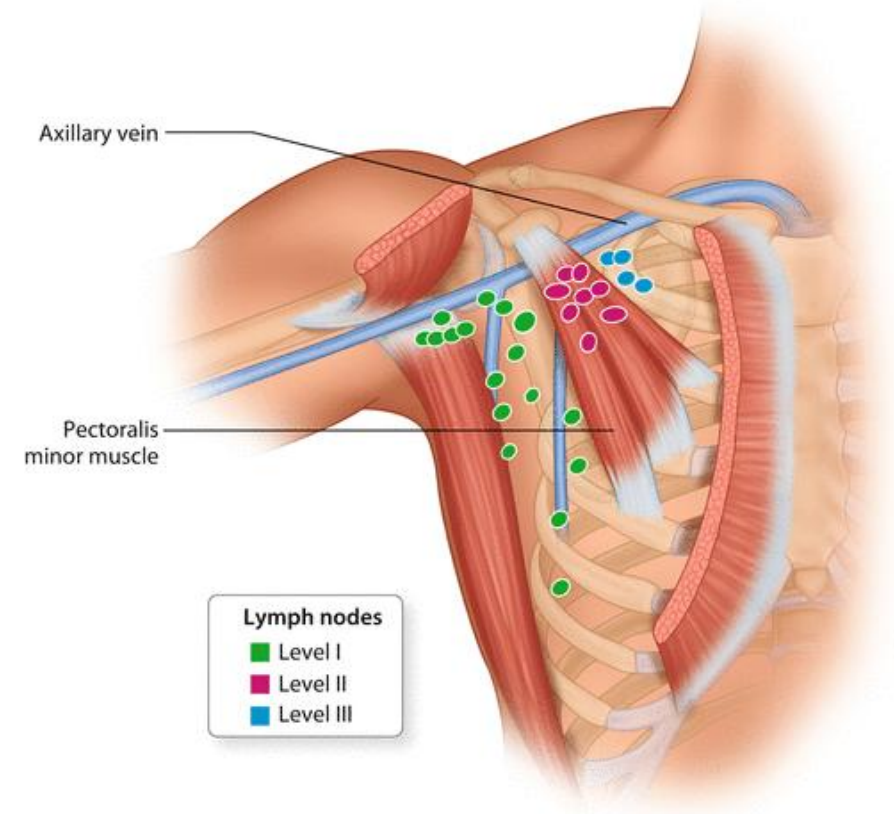
PET-CT für die Axilla?

- Korea:
- 215 Patientinnen: US + MRI + PET-CT
3 Methoden vergleichbar,
PET-CT nicht besser als Ultraschall
...Kombinationen könnten Diagnostik verbessern...
- 107 Patientinnen: PET-CT + US-FNP
US-FNP exzellent und besser als PET-CT
- Nicht 100% Spezifität – potentielle Übertherapie
- Kein Einsatz zum Basis-Staging der Axilla
- Gut für Ausdehnung einer bekannten LK-Metastasierung



Klassische OP-Techniken in der Axilla

- Axilladisektion: Dissektion entlang anatomischer Grenzen
- Heute:
- Vermeidung von radikalen Dissektionen:
keine Resektion kranial der Vene und im Level III
- Schonung der Lymphbahnen des Arms
- Axilladisektion für Staging ist kontraindiziert!



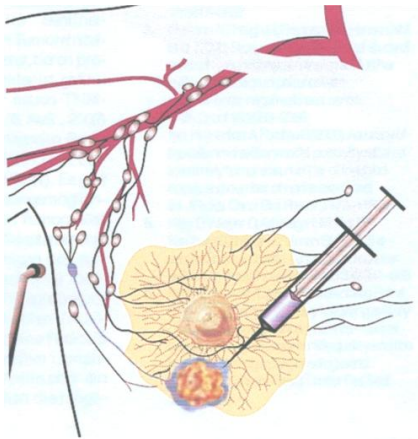
Klassische OP-Techniken in der Axilla

- Sentinel Node Biopsy:
- Selektive Lymphknoten-Entfernung nach physiologischer Drainage



Sentinel Node Biopsy

- **Goldstandard** zum Staging der Axilla – für viele Patientinnen (aber nicht mehr alle...)
- Verschiedene Methoden:
Radiokolloid (Tc99), Patentblau, Indocyanin-Grün (ICG), Eisenoxid-Partikel (Sentimag)



Studien zur Lebensqualität mit moderner Chirurgie

Sentinel Node Biopsie vs. Axilladisektion

Onkologisches Outcome bei 8.560 Patientinnen – systematic review:

- Keine Unterschiede in Bezug auf OS (HR 1.07) oder DFS (HR 1.00) oder Axillarezidive

Komplikationen

- Lymphödem: – 76% in der Sentinel Gruppe (OR 0.24, 95% CI 0.11 – 0.53)
- Parästhesien: – 81%
- Wundinfektionen: – 50%
- Serombildung: – 61%
- Armbeweglichkeit: signifikant besser

Lebensqualität: 5 Studien berichteten: LQ verbessert durch SNB

Argumente für chirurgisches Staging der Lymphknoten – theoretisch

- Staging: Prognostischer Wert – **Ja sicher**
- Einfluss auf Überleben und Rezidivrate? – **Nein, sicher nicht**
- Einfluss auf Wahl der adjuvanten Behandlung – **vielleicht manchmal**
 - CDK 4/6 Inhibitoren, Olaparib, Capecitabine, Immuntherapie
 - Radiotherapie Lymphabflusswege, Postmastektomie-Radiotherapie



Können wir auf eine Sentinelbiopsie verzichten?

- Auch die Sentinelbiopsie hat eine (geringe) Morbidität
- Oft ziehen wir keine chirurgische Konsequenz:
 - Keine Axilladisektion bei Mikrometastasen und 1-2 Makrometastasen
 - Mehr Radiotherapie der Lymphabflusswege
 - Mehr Systemtherapie
- Keine Verbesserung von Gesamtüberleben und Rezidivrate
- Zurückgelassene Lymphknotenmetastasen verursachen nur selten axilläre Rezidive



No axillary surgery versus axillary sentinel lymph node biopsy in patients with early invasive breast cancer and breast-conserving surgery: Final primary results of the Intergroup-Sentinel-Mamma (INSEMA) trial

Toralf Reimer¹, Angrit Stachs¹, Kristina Veselinovic², Thorsten Kühn^{2,3}, Jörg Heil^{4,5}, Silke Polata⁶, Frederik Marmé⁷, Thomas Müller⁸, Guido Hildebrandt⁹, David Krug¹⁰, Beyhan Ataseven¹¹, Roland Reitsamer¹², Andrea Stefek¹³, Carsten Denkert¹⁴, Inga Bekes^{2,15}, Dirk-Michael Zahm¹⁶, Marc Thill¹⁷, Michael Golatta^{4,5}, Johannes Holtschmidt¹⁸, Michael Knauer^{19,20}, Valentina Nekljudova¹⁸, Sibylle Loibl¹⁸, Bernd Gerber¹

on behalf of the INSEMA investigators

1 Department of Obstetrics and Gynecology, University of Rostock, Germany; **2** Department of Obstetrics and Gynecology, University Hospital Ulm, Germany; **3** The Filderhospital, Filderstadt-Bonlanden, Germany; **4** Breast Center of St. Elisabeth Hospital, Heidelberg, Germany; **5** Department of Gynecology and Obstetrics, University of Heidelberg, Germany; **6** Evang. Waldkrankenhaus Spandau, Germany; **7** Faculty of Medicine Mannheim, University Heidelberg, Department of Obstetrics and Gynecology Mannheim, Germany; **8** Department of Obstetrics and Gynecology, Hanau City Hospital GmbH, Hanau, Germany; **9** Department of Radiotherapy, University Medicine Rostock, Germany; **10** Department of Radiotherapy and Radiation Oncology, University Hospital Hamburg-Eppendorf (UKE), Germany; **11** KEM, Evangelical Clinics Essen Centre, Essen, Germany; **12** University Hospital Salzburg, Department of Senology, Salzburg, Austria; **13** Johanniter-Hospital Genthin-Stendal, Germany; **14** Institute of Pathology, Philipps-University Marburg and University Hospital Marburg (UKGM), Marburg, Germany; **15** Breast Center St. Gallen, Kantonsspital St. Gallen, Switzerland; **16** SRH Wald-Klinikum Gera GmbH, Germany; **17** Agaplesion Markus Hospital, Frankfurt am Main, Germany; **18** German Breast Group, Neu-Isenburg, Germany; **19** Tumor and Breast Center Eastern Switzerland, St. Gallen, Switzerland; **20** Austrian Breast and Colorectal Cancer Study Group (ABCSCG), Vienna, Austria.

Study Design INSEMA Trial

≥18 years,
cT1/2 (≤5 cm), cN0,
planned BCS and
postoperative irradiation

N=5,230
per protocol

Rando 1:4

no SLNB
(n≈1,046)

SLNB
(n≈4,184)

SLN 1-3 involved nodes:
Second rando (1:1): cALND vs SLNB alone

iDFS, invasive disease-free survival; BCS, breast-conserving surgery;
SLNB, sentinel lymph node biopsy; cALND, completion axillary lymph node dissection

Primary objective:

- To compare iDFS after BCS (non-inferiority question) between no axillary surgery and SLNB patients (first randomization)

Key secondary objective:

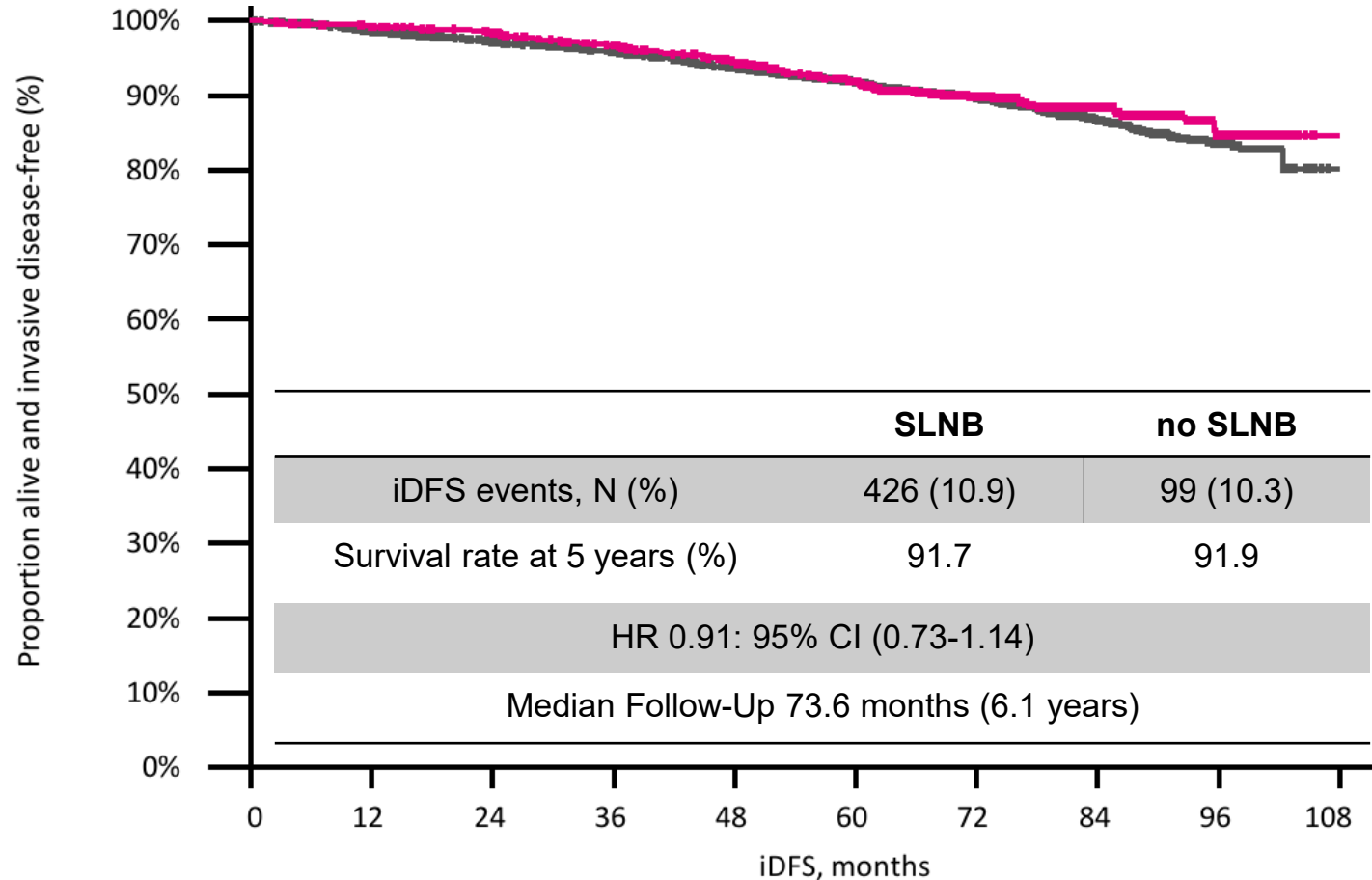
- To compare iDFS after BCS between SLNB alone and completion ALND patients (second randomization)

- Recruitment in Germany and Austria (2015-2019)

Primary Endpoint: Per-Protocol Analysis

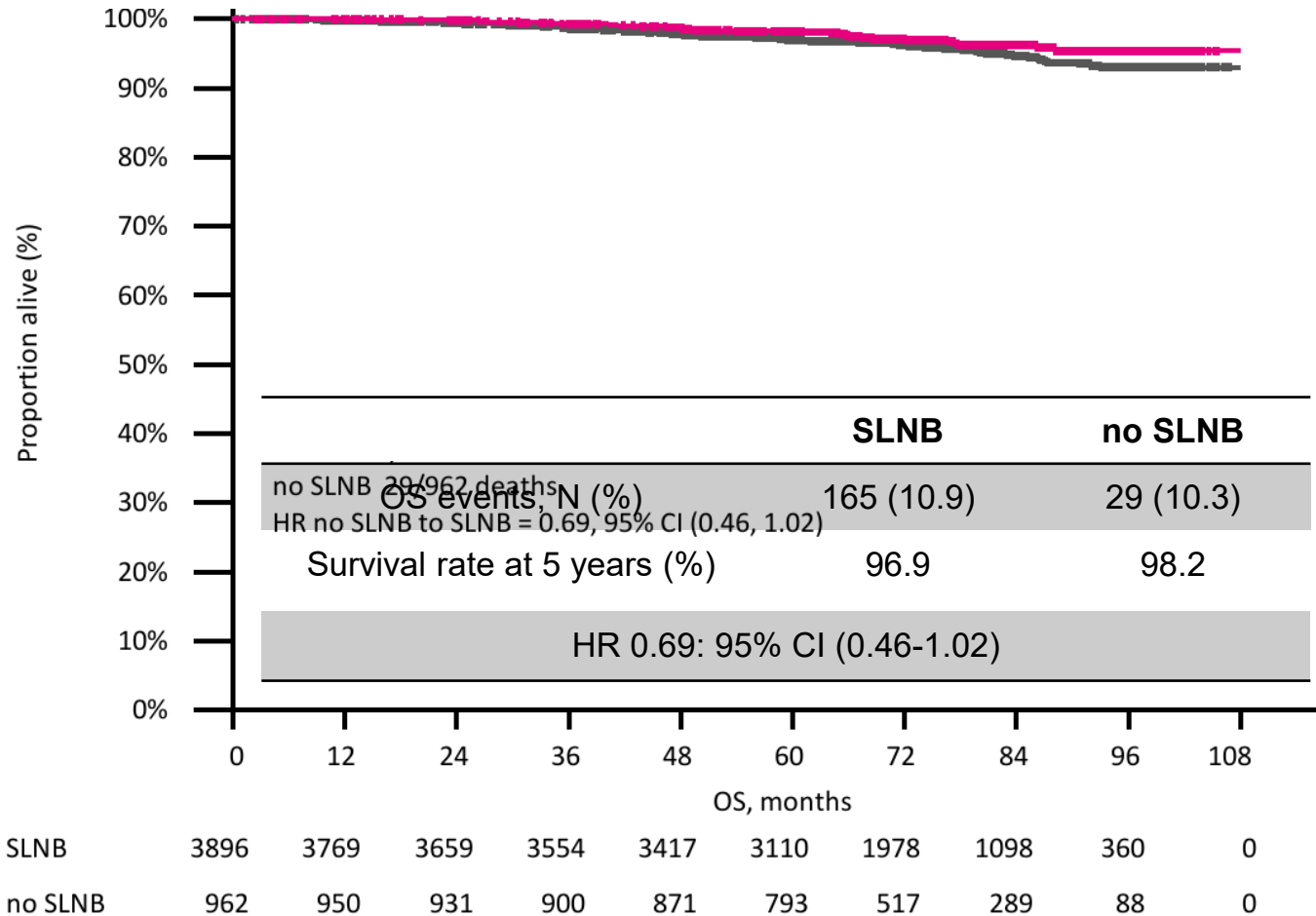
Confidence interval for the HR lies entirely below the non-inferiority margin of 1.271

The primary endpoint in ITT set was also met



	SLNB	3896	3726	3582	3459	3286	2950	1842	1008	329	0
no SLNB	962	942	918	877	832	743	477	272	82	0	

Overall Survival: Per-Protocol Analysis



Conclusion

- The INSEMA trial enrolling 5,500 patients significantly demonstrated that omitting SLNB in cN0 patients with early breast cancer and scheduled for breast-conserving therapy, did not result in inferior outcome (HR 0.91 [95% CI: 0.73-1.14]; non-inferiority margin 1.271).
- Patients had very good overall survival with 96.9% and 98.2% at 5 years with vs without SLNB.
- This de-escalation concept is suitable for patients:
 - aged ≥ 50 years with
 - grading G1-G2 and
 - HR+/HER2- subtype and
 - a preoperative tumor size up to 2 cm



The NEW ENGLAND
JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

Axillary Surgery in Breast Cancer — Primary Results of the INSEMA Trial

T. Reimer, A. Stachs, K. Veselinovic, T. Kühn, J. Heil, S. Polata, F. Marmé, T. Müller, G. Hildebrandt, D. Krug, B. Ataseven, R. Reitsamer, S. Ruth, C. Denkert, I. Bekes, D.-M. Zahm, M. Thill, M. Golatta, J. Holtschmidt, M. Knauer, V. Nekljudova, S. Loibl, and B. Gerber



SOUND Studie

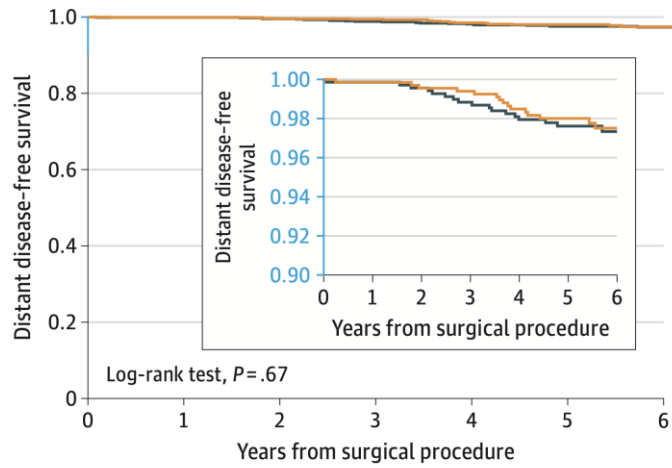
JAMA Oncology | **Original Investigation**

Sentinel Lymph Node Biopsy vs No Axillary Surgery in Patients With Small Breast Cancer and Negative Results on Ultrasonography of Axillary Lymph Nodes The SOUND Randomized Clinical Trial

Oreste Davide Gentilini, MD; Edoardo Botteri, PhD; Claudia Sangalli, BSc; Viviana Galimberti, MD; Mauro Porpiglia, MD; Roberto Agresti, MD; Alberto Luini, MD; Giuseppe Viale, MD; Enrico Cassano, MD; Nickolas Peradze, MD; Antonio Toesca, MD; Giulia Massari, MD; Virgilio Sacchini, MD; Elisabetta Munzone, MD; Maria Cristina Leonardi, MD; Francesca Cattadori, MD; Rosa Di Micco, PhD; Emanuela Esposito, PhD; Adele Sgarella, MD; Silvia Cattaneo, MD; Massimo Busani, MD; Massimo Dessena, MD; Anna Bianchi, MD; Elisabetta Cretella, MD; Francisco Ripoll Orts, MD; Michael Mueller, MD; Corrado Tinterri, MD; Badir Jorge Chahuan Manzur, MD; Chiara Benedetto, PhD; Paolo Veronesi, MD; for the SOUND Trial Group

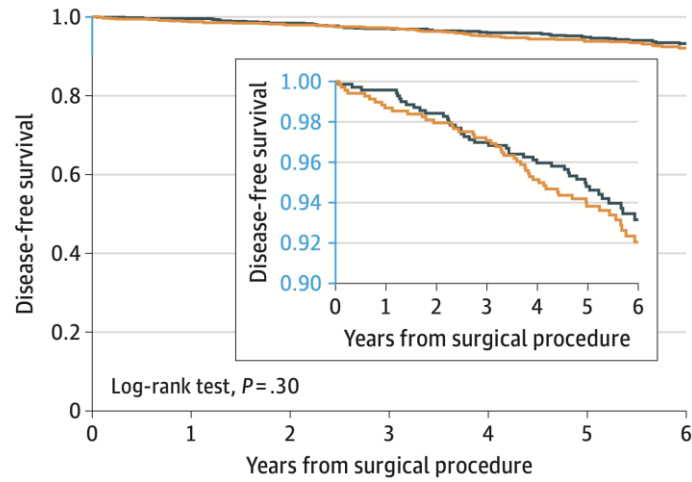
SOUND Studie

A Distant disease-free survival



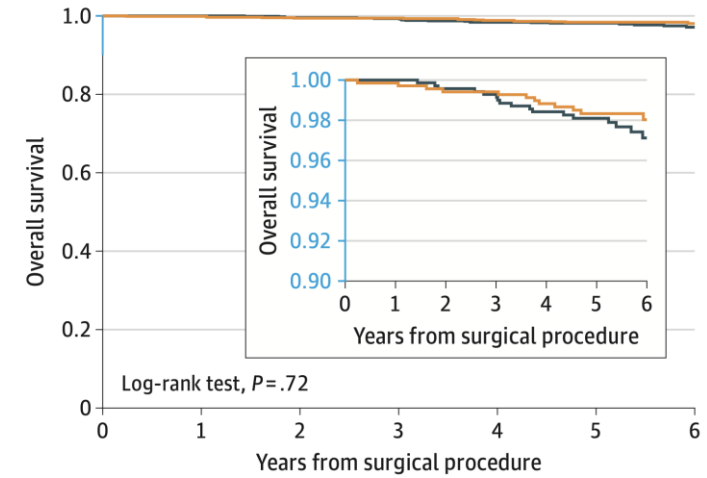
No. at risk	0	1	2	3	4	5	6
SLNB	708	702	694	684	657	532	303
No SLNB	697	684	675	669	640	512	289

B Disease-free survival



No. at risk	0	1	2	3	4	5	6
SLNB	708	702	694	684	657	532	303
No SLNB	697	684	675	669	640	512	289

C Overall survival



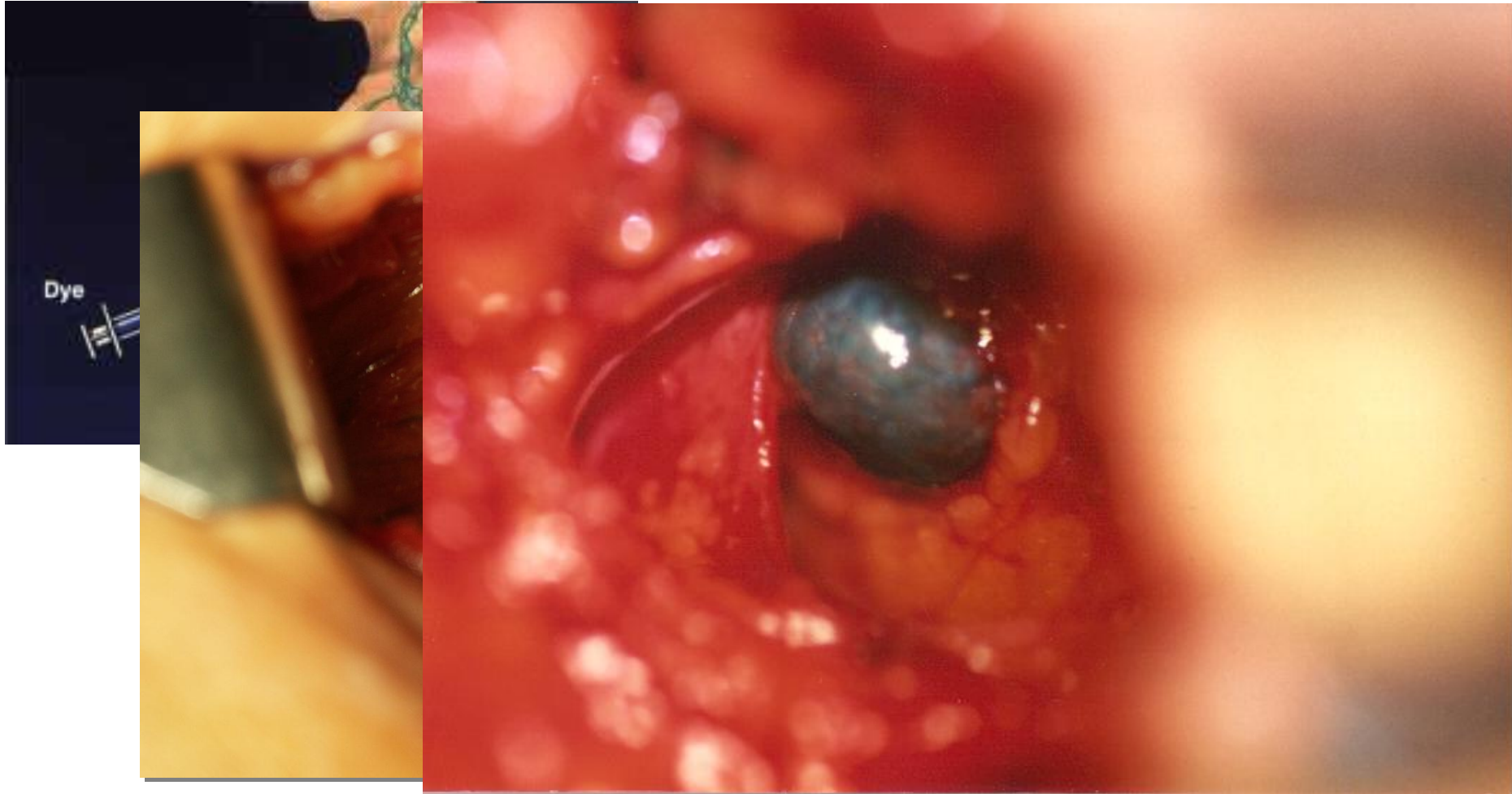
No. at risk	0	1	2	3	4	5	6
SLNB	708	705	702	700	673	550	317
No SLNB	697	693	688	687	663	531	310

Tracer für Sentinelsuche

- Blaufarbstoff
- Radioisotop (Tc99)
- Indocyanine Grün (ICG)
- Magnetische Tracer (Magtrace)



Blaufarbstoff (Isosulfan Blau, Patentblau V, Methylenblau)



Blaufarbstoff (Isosulfan Blau, Patentblau V, Methylenblau)

Vorteile

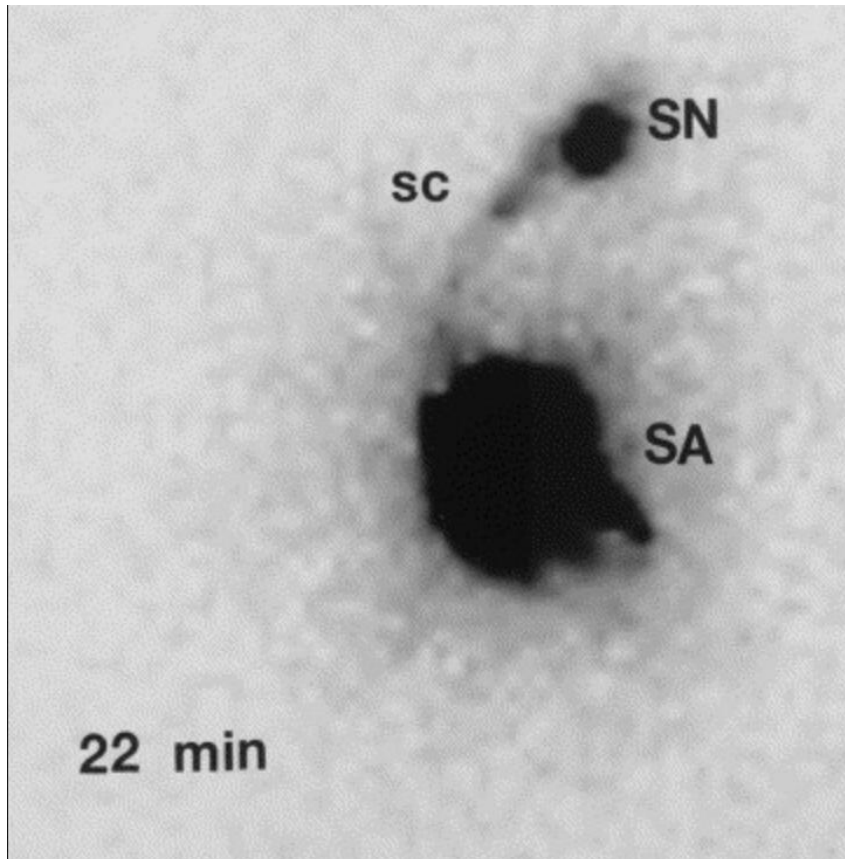
- Schneller Transport (15 min)
- Injektion während der OP
- Günstig
- Überall einsetzbar
- Darstellung von Lymphbahnen
- Grosse Erfahrung
- 2. Tracer “zur Sicherheit“

Nachteile

- Wartezeit (>15min)
- IR +/- 90%
- Allergische Reaktionen
- Verfärbungen der Injektionsstelle



Radioisotop (Tc^{99m} Sulfur colloid, Tc^{99m} -Nanocoll)



Radioisotop (Tc^{99m} Sulfur colloid, Tc^{99m} -Nanocoll)

Vorteile

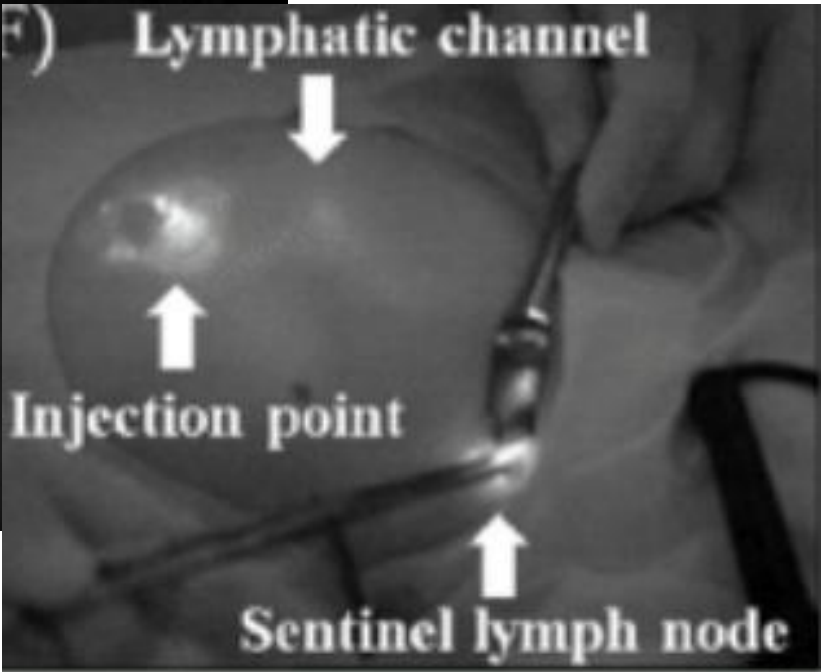
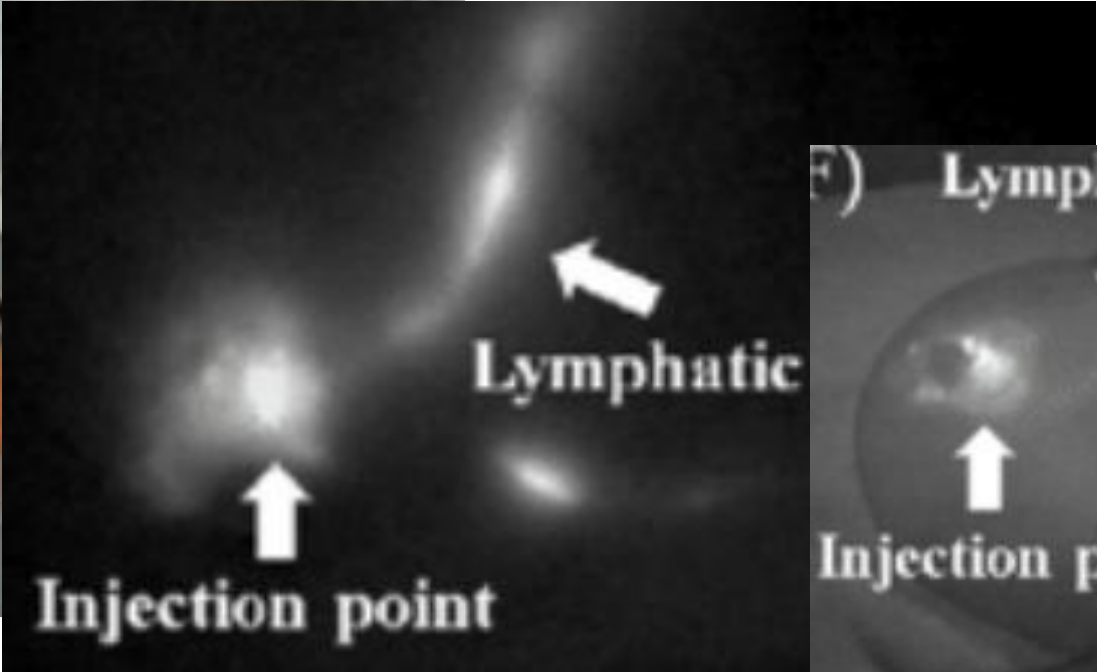
- Sauberer Tracer – keine Verfärbung
- IR > 98%
- Nur 1 Tracer notwendig
- Darstellung Abfluss Lymphoszintigramm
- Grösste Erfahrung (persönlich 25 Jahre)

Nachteile

- Hoher Preis: +/- 1000 CHF
- Nuklearmedizin Support
- Radioaktivität
- Mehr Logistik
- Einschränkung OP-Tage



Indocyanin Grün (ICG)



Indocyanin Grün (ICG)

Vorteile

- Injektion während OP
- IR > 97%
- Kombination bei Plastischer Chirurgie mit freien Lappen

Nachteile

- Teures Equipment
- Blick auf Kamera - Monitor
- Weniger Erfahrung
- Schwieriger bei adipösen Pat.



Magnetischer Tracer (Magtrace)

- Supraparamagnetische Eisenoxidpartikel (SPIO)
60nm Partikelgrösse
- Organische Beschichtung (Carboxydextran) in
Flüssigkeit suspendiert (NaCl)
- Dualer Tracer: Magnetisch und optisch (grau-braun)



Magnetische Clips (Endomag Magseed, Sirius Pintuition)

- Lokalisation von nicht tastbaren Tumoren
- Targeted axillary dissection (TAD)





Magnetischer Tracer (Magtrace)

Vorteile

- Injektion bis 30 Tage präoperativ
- Flexible OP-Planung
- Schnelle Injektion durch Radiologie/Senologie
- IR > 98%
- Keine allergischen Reaktionen
- > 185.000 Anwendungen
- Günstiger als Technetium

Nachteile

- Teurer als Blaufarbstoff (400 CHF)
- Plastikinstrumente
- Eisenablagerungen in Haut und Brust
- MRI Artefakte



Verfärbungen

- Braun-graue Flecken
- Injektion peritumoral und tief
- Zeitdauer bis 36 Monate

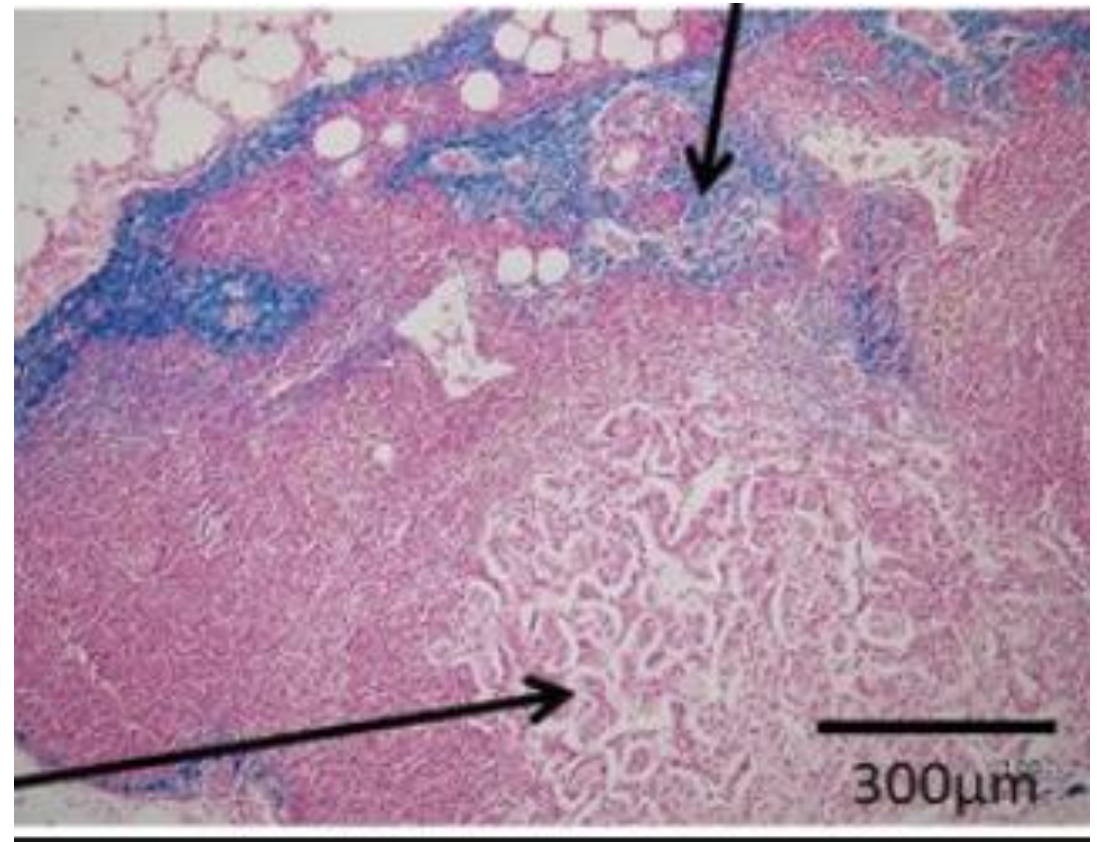
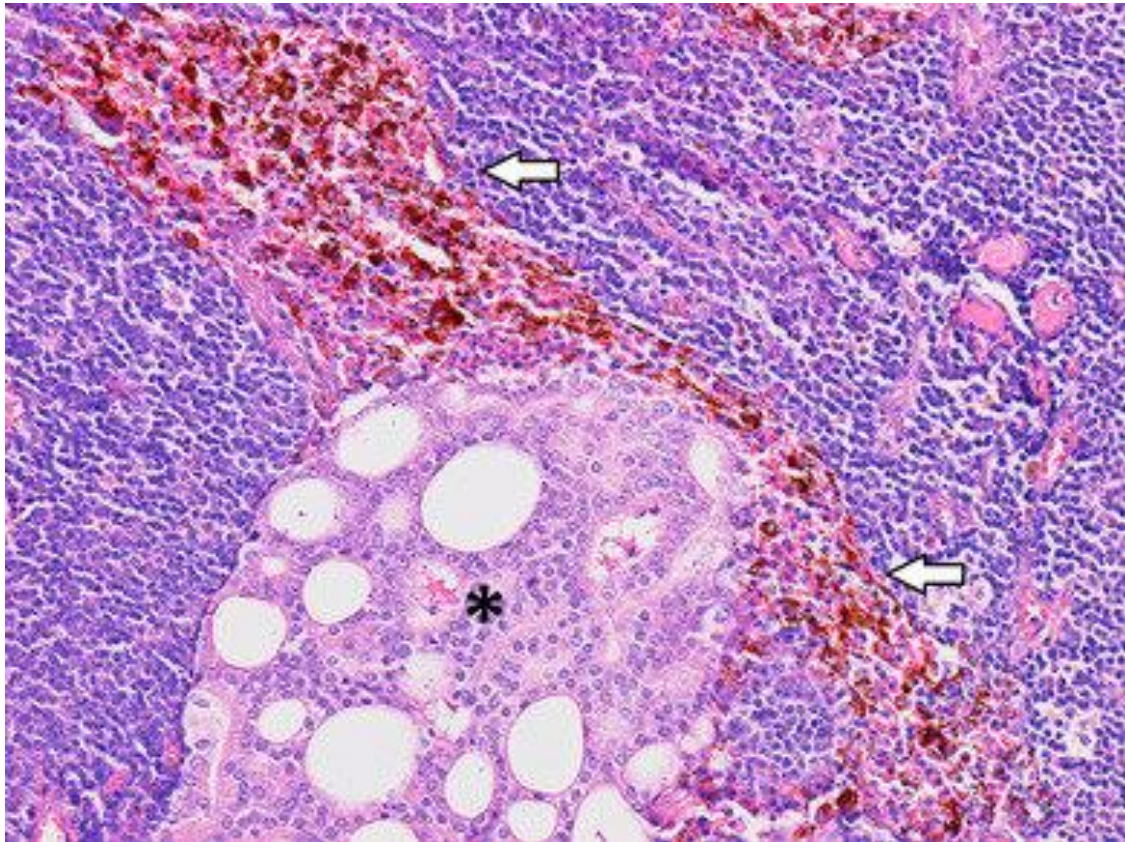
Carbon



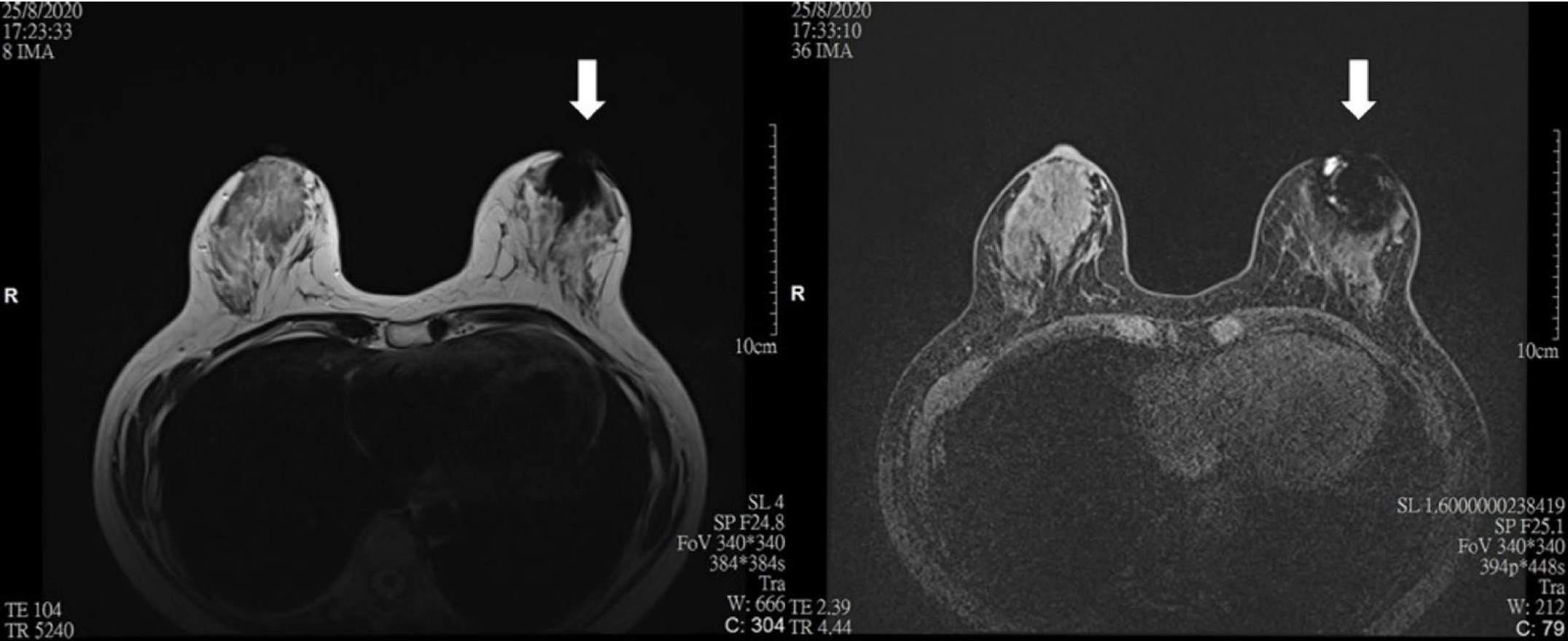
Blaufarbstoff



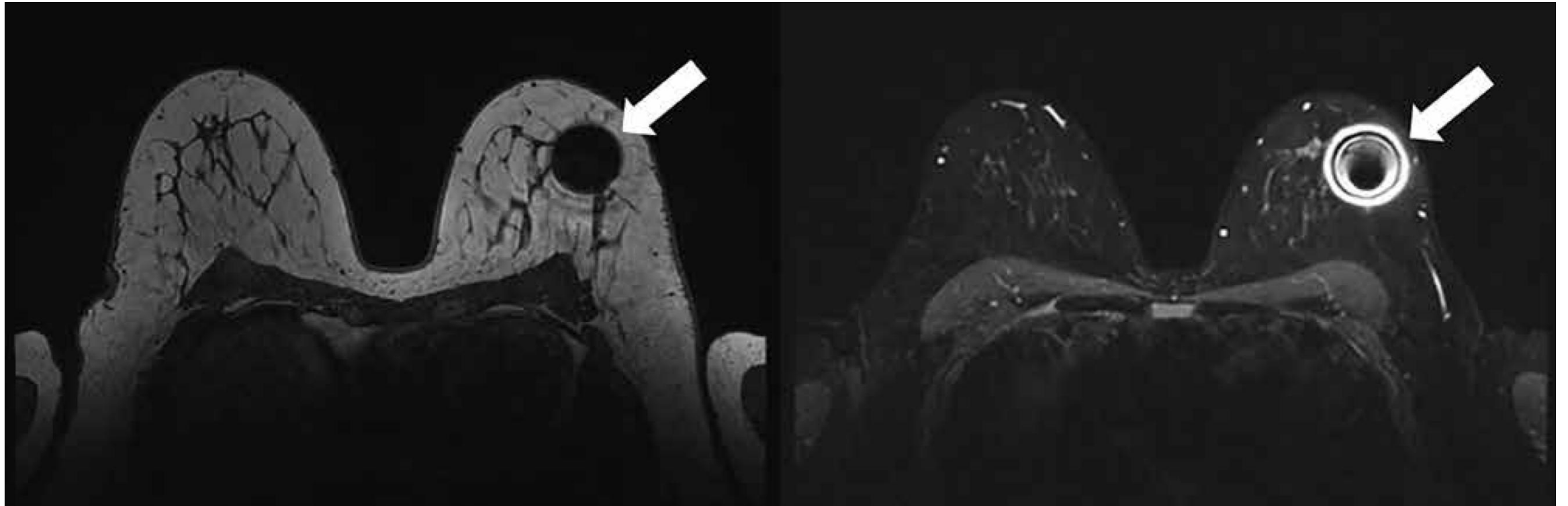
Ablagerungen Eisenpartikel im Lymphknoten



MRI Artefakte - Magtrace



MRI Artefakte - Magseed





sentinog

37



Volume 103, Issue 11
October 2016

JOURNAL ARTICLE

Meta-analysis of sentinel lymph node biopsy in breast cancer using the magnetic technique

[Get access >](#)

A Zada, M C L Peek, M Ahmed, B Anninga, R Baker, M Kusakabe, M Sekino, J M Klaase, B ten Haken, M Douek ✉

British Journal of Surgery, Volume 103, Issue 11, October 2016, Pages 1409–1419,

<https://doi.org/10.1002/bjs.10283>

Published: 09 September 2016 **Article history** ▾

- Vergleich von Standard-Techniken (Dual Tracer) mit Magnetischer SNB
- Meta-Analyse von 7 Studien
- Auffindungsrate 97% in beiden Gruppen
- Detektion von 1.9 Sentinel Lymphknoten vs. 1.8 pro Patientin
- Falsch-negativ Raten 8.4% vs. 10.9% mit Standard Technik
- Sentimag Technik ist gleichwertig

Axillachirurgie 2025

Low Risk T1 uN0

Keine SNB
(Sound / Insema)

High risk T1/T2 cN0
BET oder
Mastektomie

SNB
Keine ALND
(Z0011 / Sinodar One /
Senomac / **INSEMA?**)

cN1 → ycN0

SNB/TAD

cN1 / ycN1 /
ypN1 SNB
(>2 pos.)

ALND
(TAXIS Studie
läuft)

A scenic landscape featuring a large body of water in the distance, a wooden fence in the middle ground, and a large tree on the right. The sky is blue with some clouds. The word "Danke" is overlaid in the center.

Danke

michael.knauer@tbz-ost.ch

C.D.C. GUIDELINES

ANY
QUESTIONS?

