



Anwendung verschiedener Aufnahmen-Techniken bei den Tumoren

Sándor P. Manninger

Mária Gődény

Landesinstitut für Onkologie

Budapest, Ungarn

Wichtige allgemeine Hinweise

- **Tumorstadium** wichtigster Prognosefaktor, bestimmt die Therapie (Operabilität, Radio-, Chemotherapieplanung)
- **Genaue Bewertung** ist erforderlich, die nur möglich ist, wenn geeignete Technologie, Standard-Protokolle verwendet werden
- **Radiologen** haben eine bedeutende Rolle und große Verantwortung in:
 - der TU Erkennung, Auswertung,
 - der Erkennung von Behandlungskomplikationen
 - der Bewertung der Änderungen nach der Therapie,
 - der Begleitung der Krankheit, um die Wiederkehr früh zu erkennen

Die Rolle des Radiologen bei Versorgung von Krebspatienten

Die Teilnahme am onkotherapeutischen Algorithmus

- Tumorerkennung
- Staging– T, N, M
- Therapie-Wirksamkeit
- Aufnahmezustand nach der Therapie
 - Resttumor - Narbengewebe Differenzierung
- Patientenverfolgung
- Tumorrückkehr, erneute staging

Technische Erwartungen:

- Eine frühzeitige Diagnose
- genaue Beurteilung
- Bestimmung der Tumorexpansion
- Tumolvolumenbestimmung
- Analyse der Tumorstruktur
- Analyse von Tumolvaskularität
- spezifische Datenerfassung

Diagnostische Bildgebungsverfahren

Anatomische Bildgebung - statische und / oder dynamische Informationen

Konventionelle Röntgenaufnahmen – Mammographie, Knochen, Brust, Magen-, Darmsystem

Angiographie- (insbesondere für therapeutische Zwecke)

Digitale Schicht Imaging

US

CT - MDCT

MRT >1.0 T , „whole body“ MRT

Funktionelle - metabolische Bildgebung

Methoden zur Diagnostizierung von Stoffwechselveränderungen, Zellfunktion

nahe
Zukunft !!

Isotope Diagnosemethoden

SPECT

PET/CT

MRSI, dynMRT, DW-MRT, perf.CT, gewebespezifische KM-MRT, KM-US

Funktionelle Bildgebung: Biomarker

messbare Parameter von biologischen Prozessen

Neue Messmethoden

Molekulare / Funktionsdaten

KM-US (*Gefäßversorgung, unterschiedliche Durchblutung*)

Perfusions-CT (*Gefäßversorgung, verschiedene Durchblutung*)

DCE-MRT semiquantitativ (*Kontrastverstärkung-Kurve*)

quantitativ (K^{trans}) (*Gefäßversorgung, Permeabilität*)

DW-MRT (*verminderte Diffusion - Zelldichte, wegen Zellintegrität*)

Gewebespezifische KM (*Hepatozyten-, RES spezifisch*)

MRSI verschiedene chemische Substanzen (Metaboliten)

SPECT-CT, PET-CT (*Stoffwechselprozesse*)

Anwendung von konventionellen Röntgenaufnahmen für onkologische Diagnostik

Brustkorb/Thorax -
Knochen -
Verdauungskanal -
Brust

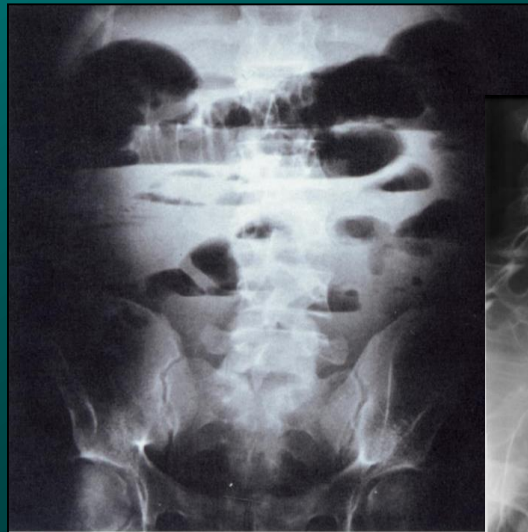
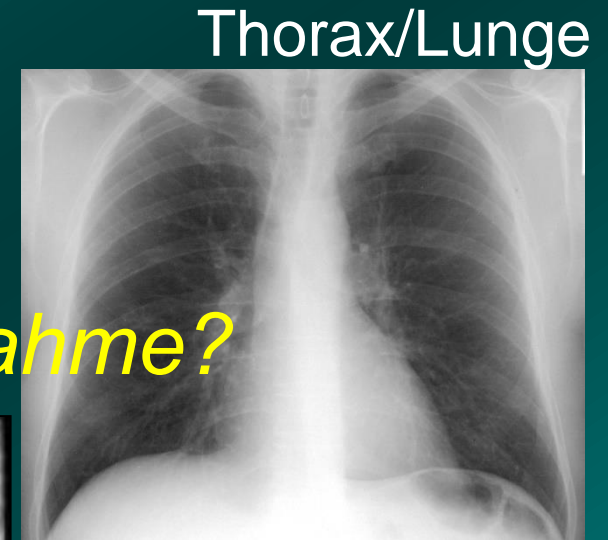
überall Verfügbar
preiswert
digitalisiert!
Strahlen belastung!

*Die Hauptfrage:
Sind sie effektiv genug in der Tumordiagnostik?*

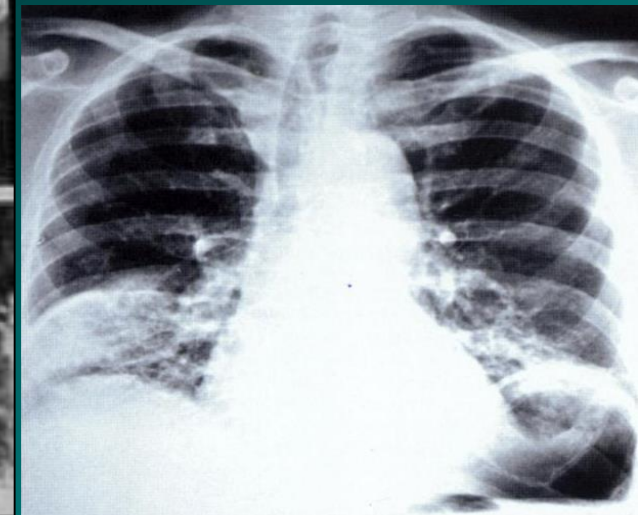
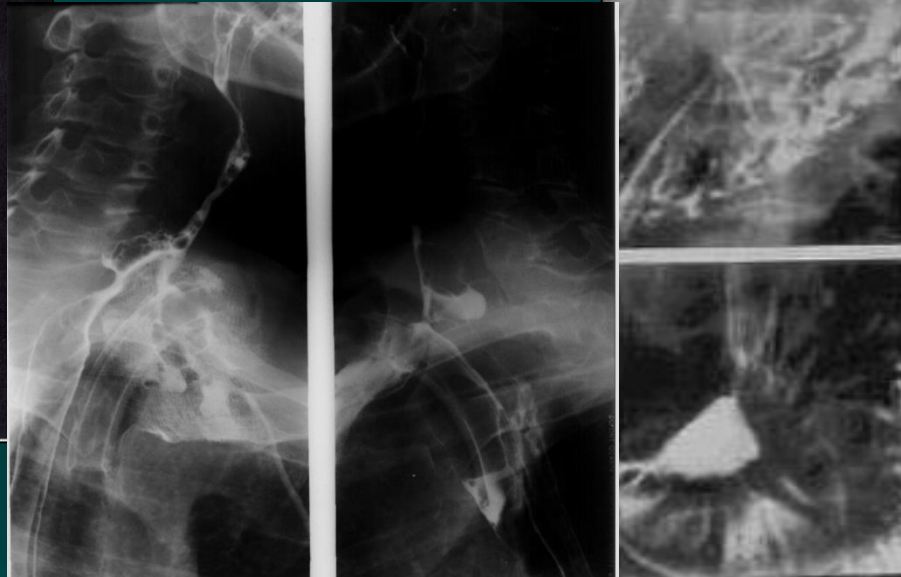


Wann genügt ein Röntgenaufnahme?

RTG.



Verdauungskanal



Ultraschall in der onkologischen Diagnostik

Anwendungen

- Weichgewebe
 - oberflächliche Weichgeweben
 - Brust
 - Lymphknoten
 - parenchymatöse Organen
 - Verdauungskanal
- Blutgefäße
- gesteuerte Biopsie

Typen 2D, 3D, „B“- typ,
CD, PD, Elastographie

Äußere Hals, Bauch, Brust,
Lymphknoten

Interne Endocavital,
Endoscopie

Endoesophageal

Endogastricus

Endorectal

Laparoscopie

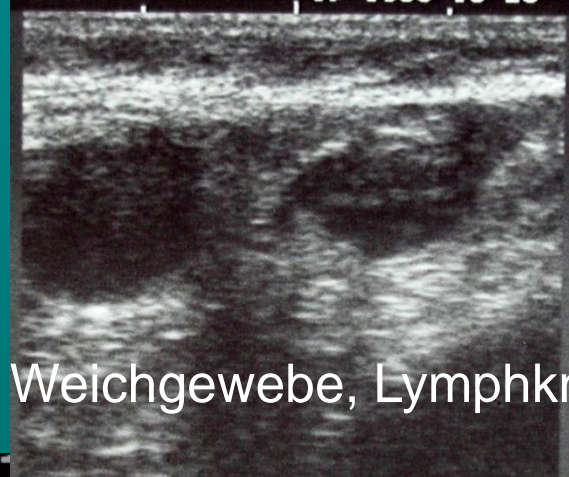
US -KM

Nachteile:

Sie ergeben kein umfassendes Bild, es bleiben versteckte Regionen.

Subjektiv.

Sie ist nicht gut standardisiert!



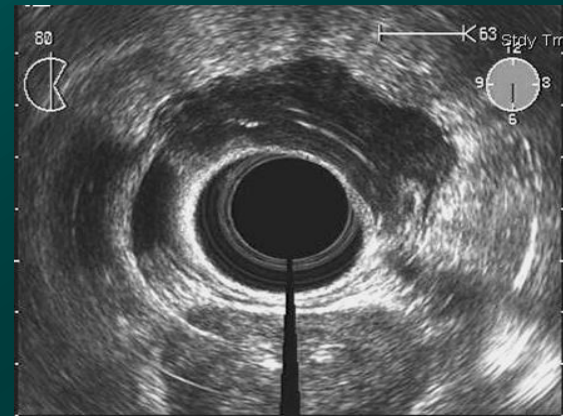
Weichgewebe, Lymphknoten



3.5C40H
ABD. SF
100%
40dB
12.0cm

Text
-0:19:24

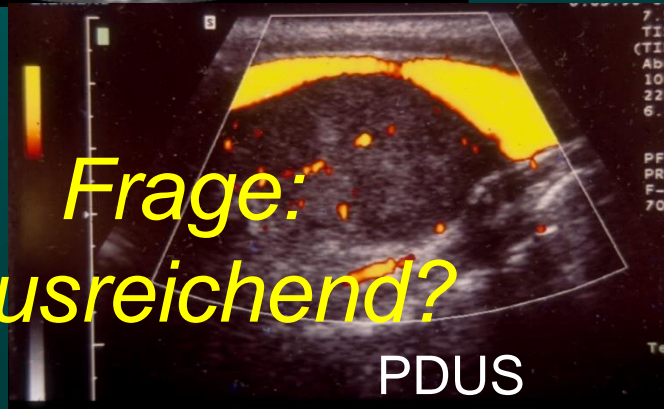
US



Rektum

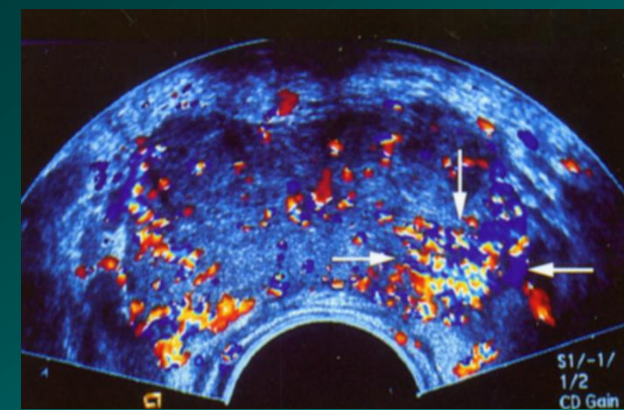


Leber



Frage:
Ausreichend?

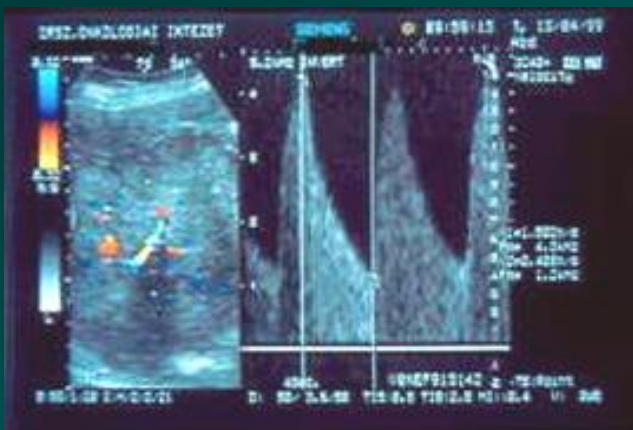
PDUS



Prostata CDUS



Nebenniere, Niere



Blutgefäße

Nachteile:
kein umfassendes Bild
subjektiv

Multidetektor-CT (MDCT) Vorteile in der onkologischen Diagnostik

Schnell Scan - Ganzkörper-Informationen - Standard-Untersuchung

Optimale Gefäßphase ist möglich

Dynamische - Perfusionsinformation

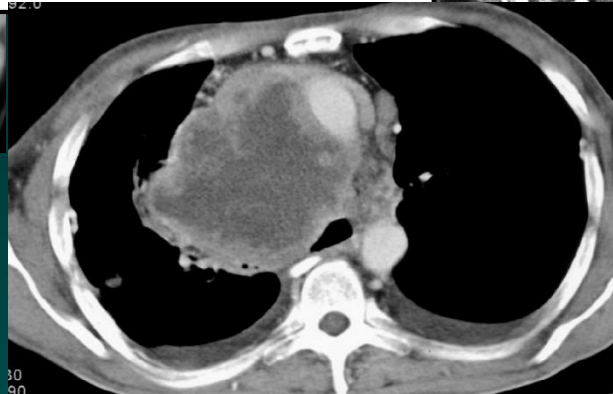
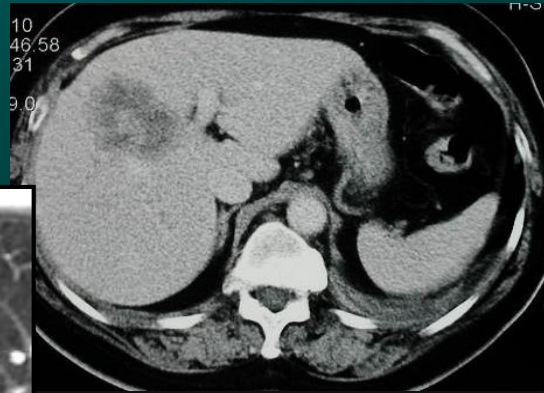
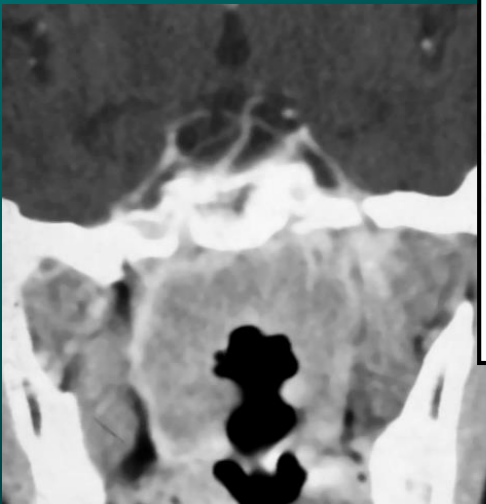
Rekonstruktionmöglichkeit in jeder Ebene

Hochwertige **Multiplanar** und **3D-Bildern**

- **CTA, virtuelle Endoskopie**
- **Besser, mehrere kleinere Läsionen sind sichtbar**
- **Genauere Strukturanalyse ist möglich**
- **Genauere Volumenmessung**

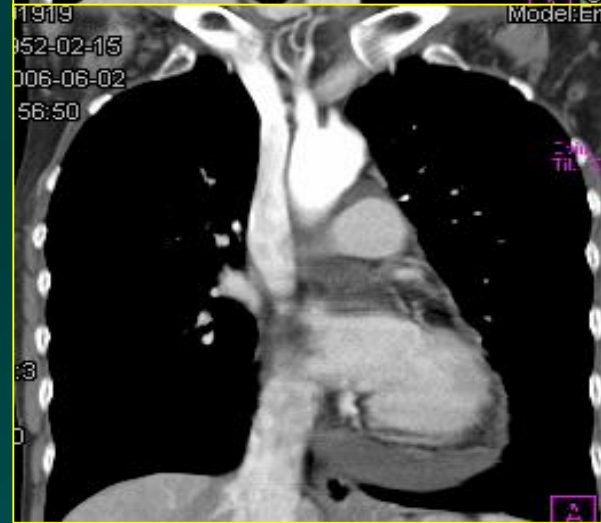
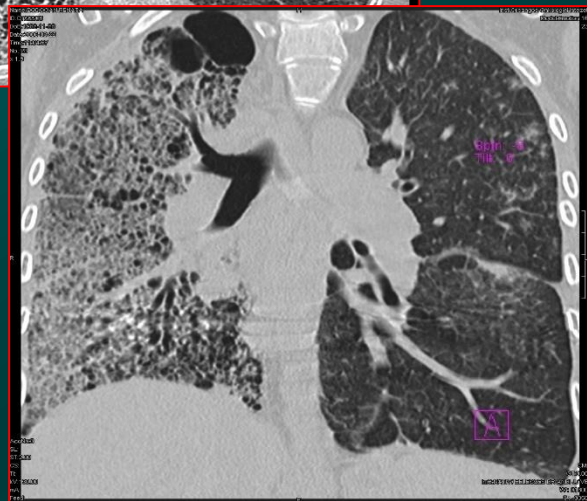
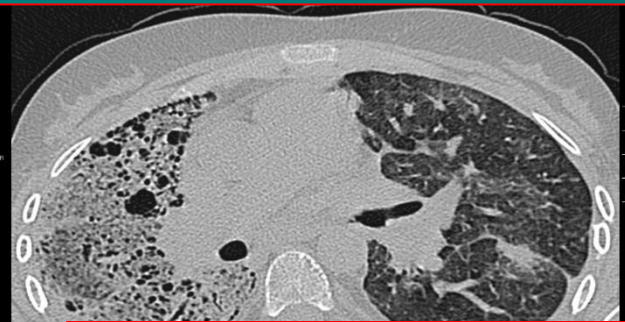
**Nachteil:
Strahlenbelastung**

CT – schnelleres, weiteres Informationsspektrum Standardmethode!

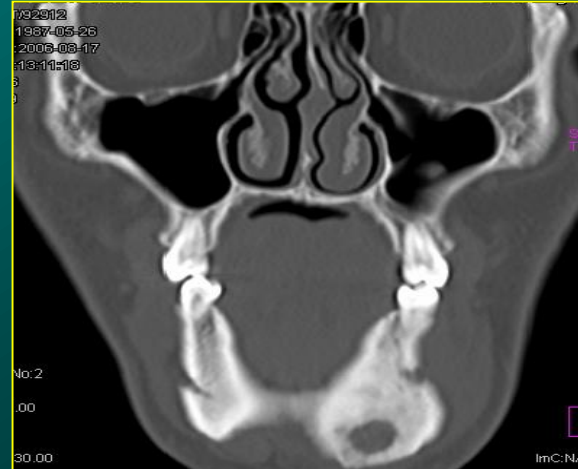
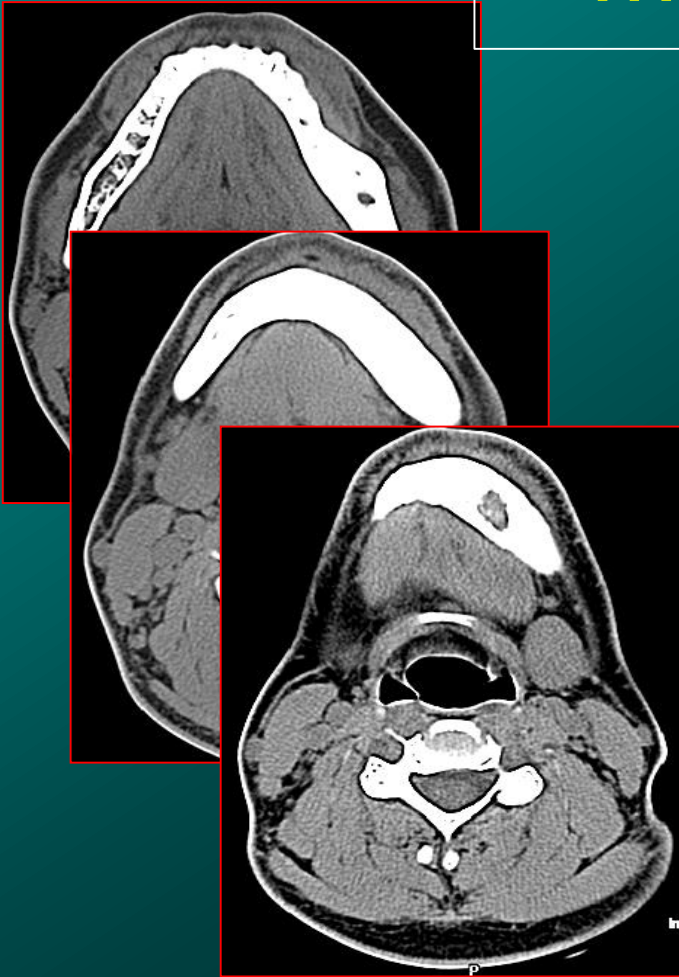


gesteuerte Biopsie
Drainage

HR-CT, MDCT



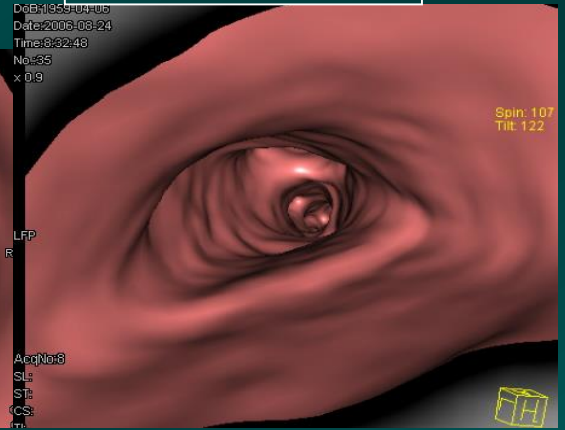
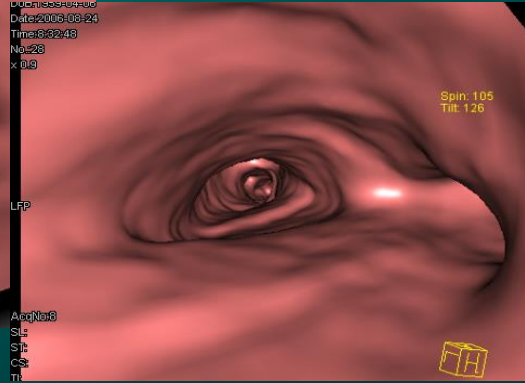
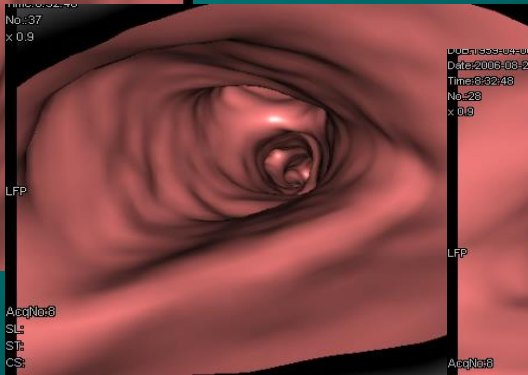
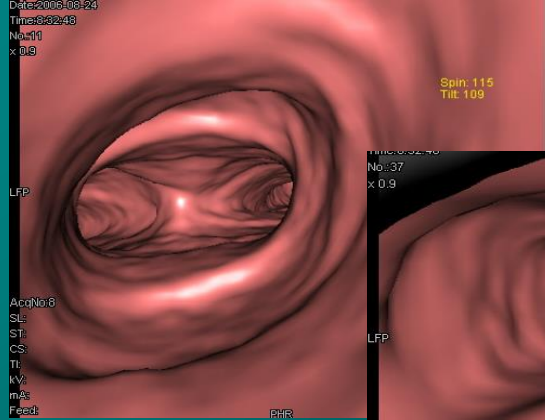
MDCT - 2D-MPR, 3D-REC



Unterkiefer
Rekonstruktion

Virtuelle Endoskopie

MDCT



CT- Angiographie



Volume rendering

Vorteile der MRT

Komplexe Informationen über den Tumor und Tumorverbreitung
Hohe räumliche- und Kontrastauflösung

Beste Weichteilauflösung:

intrakraniale und perineurale Verbreitung, Hirn, Wirbelsäule, Kopf und Hals, Brust, Bauch, Becken, Extremitäten

Gewebespezifische Informationen:

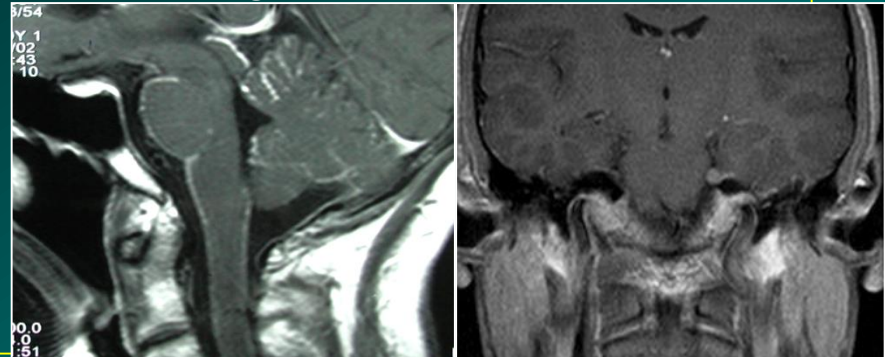
Fett, Melanin, Blut usw. Hepatozyten, RES-spezifische Kontrastmittel

Funktionelle Informationen:

dynamische kontrastverstärkte MRT (DCE-MRT),
diffusionsgewichtete MRT (DW-MRT), Magnetresonanz-
Spektroskopie (MRS)

Flow-Empfindlichkeit:

MRT-Angiographie



Lepto-meningeal met.

Perineural (V.) T. Verbreitung

Vorteile der MRT

Gehirn

CT+MRT= 80% Verbesserung der Zielvolumenbestimmung

KHOO VS, British J. of Rad, 2006

H&N (Kopf & Hals)

(Tumorausbreitung, perineuralen Verbreiterung, Lymphknoten)

Nasopharyngeal bereich – CT+MRT=50% bessere Stadien

MANAVIS J, Clin. Imaging, 2005

Becken

Prostata –CT+MRT=52% besseres Stadium

JOON DL, Int J Radiat Oncol Biol Phys,2005

Gynäkologie tu – MRT Acc > 90%

Rektum – MRT Acc : 80 - 90%

J.Husband, R. Reznek, 2004

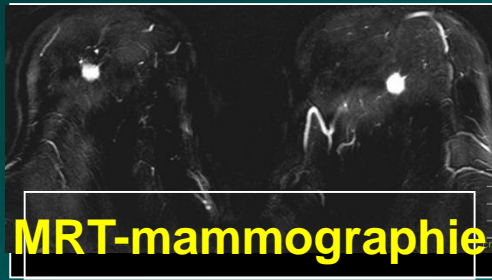
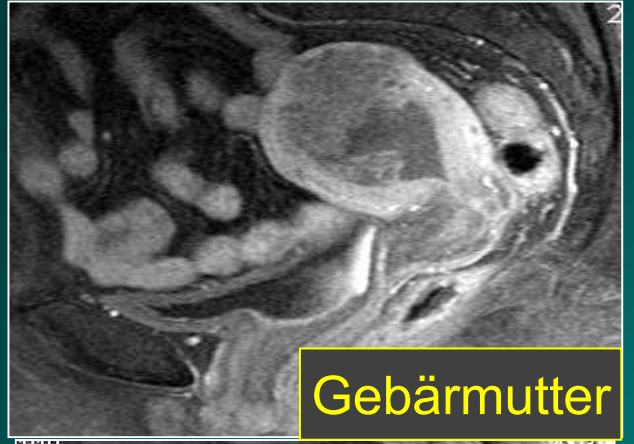
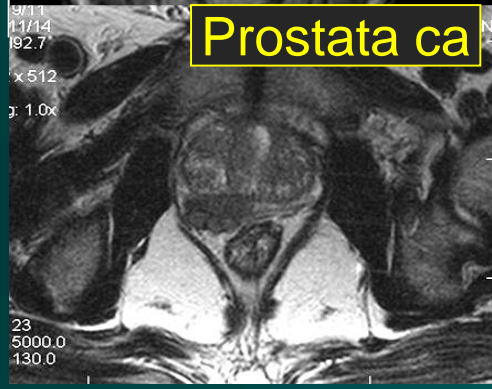
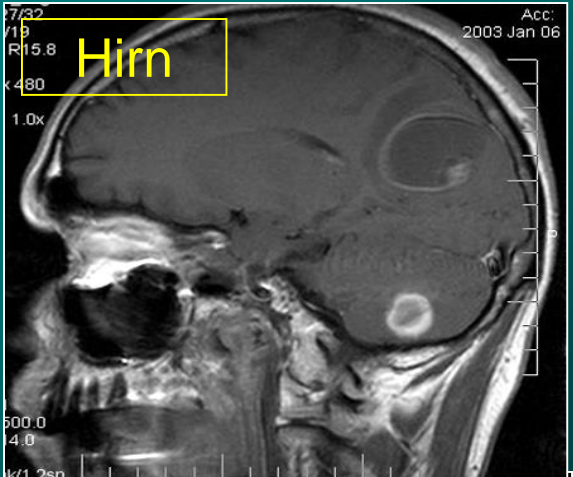
Medulloblastom in der IV. Ventrikel

CE T1-w-Bilder

Beste Bewertung der intrakraniellen Tumoren



MRT- Grundlegende Verfahren in onkoradiologischer Diagnose

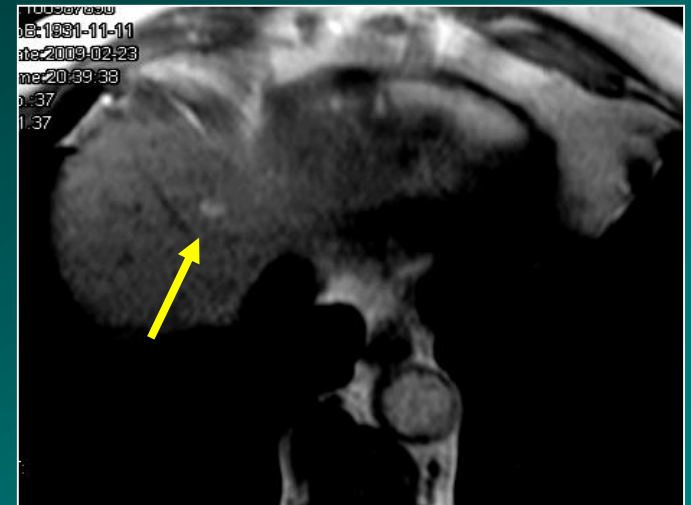
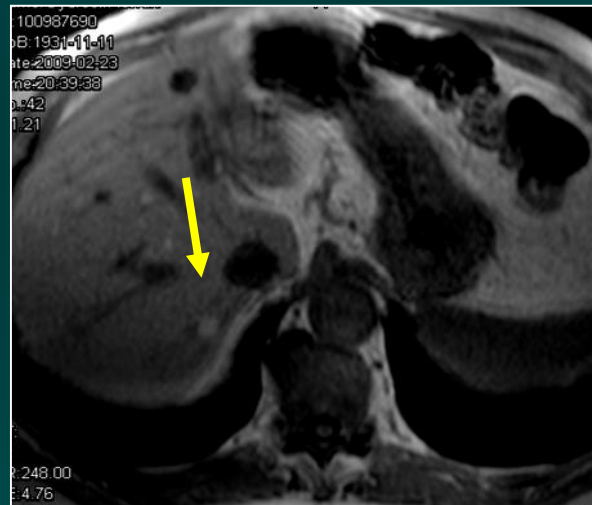
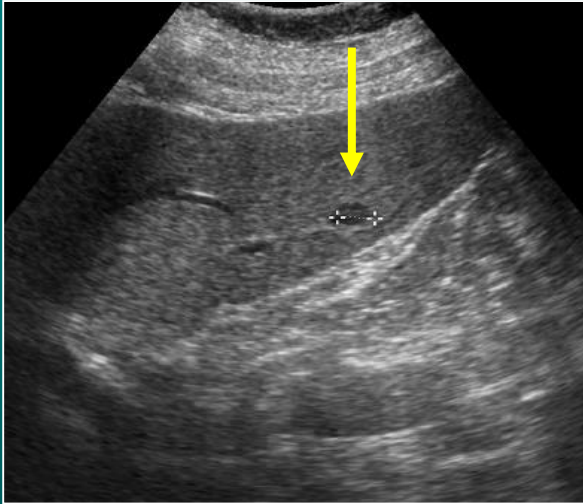


Gewebeanalyse

Dualer-Tumor

Dickdarmtumor / Augenmelanom
Metastasierung?

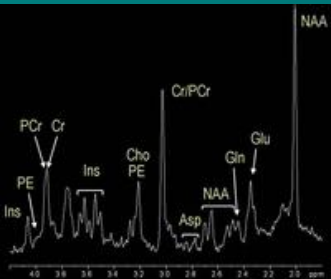
Metastase enthält Melanin



Magnetresonanz-Spektroskopie (MRS) - Rezidivtumoren

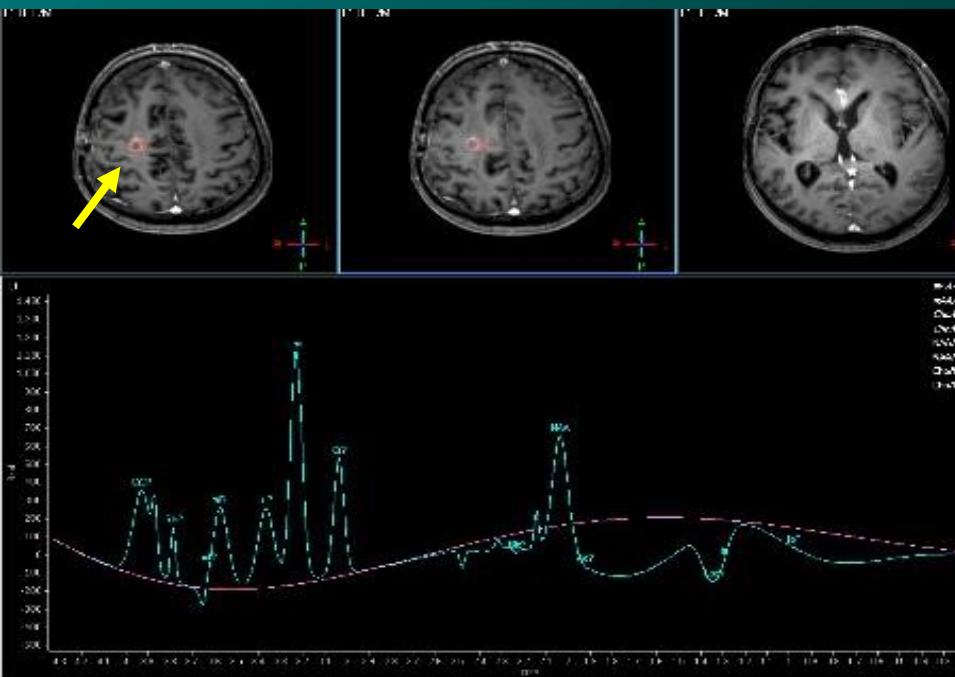
quantitative Analyse metabolische Produkte

nach Operation, Chemotherapie und Strahlentherapie



abnormale Seite(R)

intakte andere Seite (L)



Peaks

lactate: resonates at 1.3 ppm

lipids: resonates at 1.3 ppm

alanine: resonates at 1.48 ppm

N-acetylaspartate (NAA): resonates at 2.0

glutamine/glutamate: resonates at 2.2-2.4 ppm

GABA: resonates at 2.2-2.4 ppm

2-hydroxyglutarate: resonates at 2.25 ppm⁶

citrate: resonates 2.6 ppm

creatine: resonates at 3.0 ppm

choline: resonates at 3.2 ppm

myo-inositol: resonates at 3.5 ppm

Cho ↑ NAA ↓

PET/CT (radioaktiv markierte Traubenzuckerlösung –FDG)

PET/CT Sichtbarkeit von molekularen Prozessen
Ganzkörper-Informationen

PET: Stoffwechselaktivität wird sichtbar (v

CT: anatomischer Hintergrund (Ortsauflösung

Gewebeanalyse –

Dichtemessungen

SUV (standardised uptake value) messu

Kontrastmittel Dynamic– Charakterisiert

PET ist das beste krankheitsspezifische

Nachteil:
Strahlen
belastung

PET radiotracers Oncology

Fludeoxyglucose (18F)(FDG)-
glucose analogue

[¹¹C] Acetate

[¹¹C] Methionine

[¹¹C] Choline^[2]

[¹⁸F] Fluciclovine^[3]

[¹⁸F] Fluorocholine

[¹⁸F] FET

[¹⁸F] FMISO

[¹⁸F] 3'-fluoro-3'-deoxythymidine

[⁶⁸Ga] DOTA-pseudopeptides

[⁶⁸Ga] DOTA-pseudopeptides

[⁶⁸Ga] PSMA

[⁶⁸Ga] CXCR4; solid and
hematologic cancers

Allgemeine Indikationen für die PET/CT

Klinischer Verdacht an Metastase

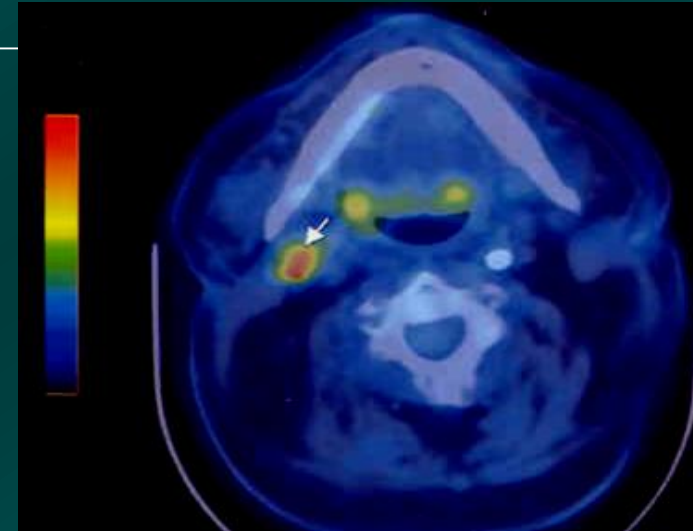
Bewertung der therapeutischen Reaktion

Resttumor - Narben zu trennen

Verdacht an Rezidivtumor

Rezidivdiagnostik, Restaging

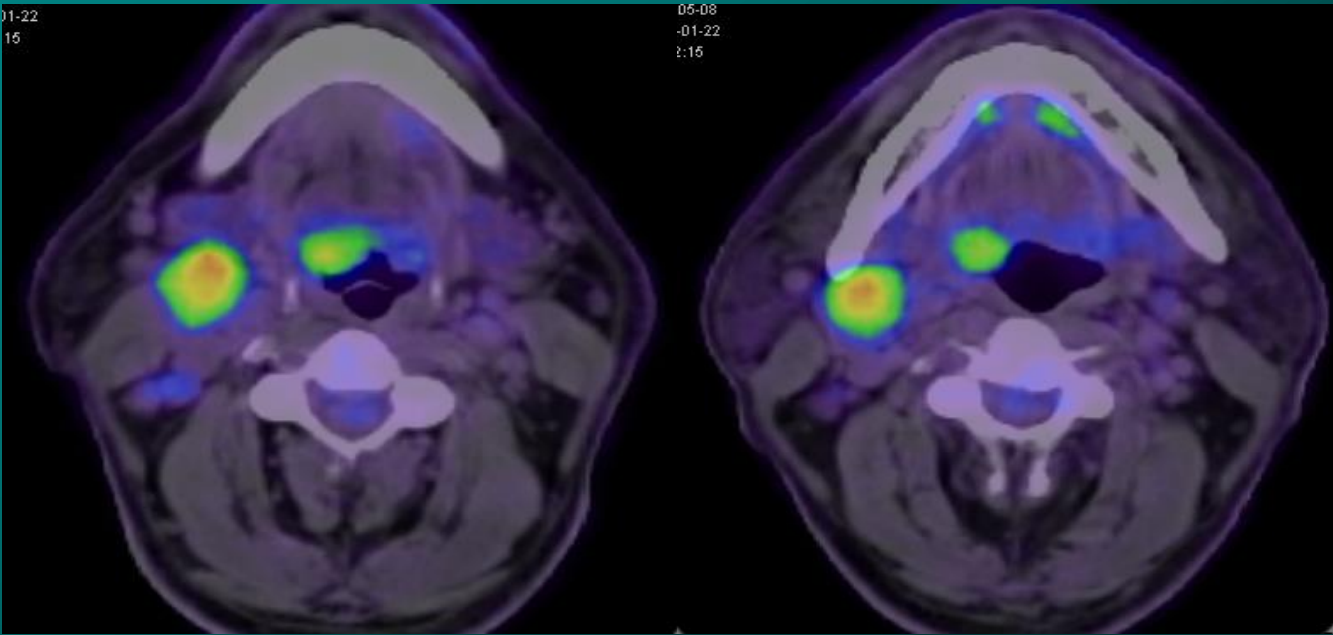
Unbekannten Primärtumor suchen – zB. Bei zervikale
Lymphknotenmetastasen (~30-40% positiv)



Nachteil: Falsch NEGATIVE,
Falsch POZITIVE Ergebnisse,
Strahlenbelastung
Hohe Kosten

01-22
15

05-08
-01-22
2:16



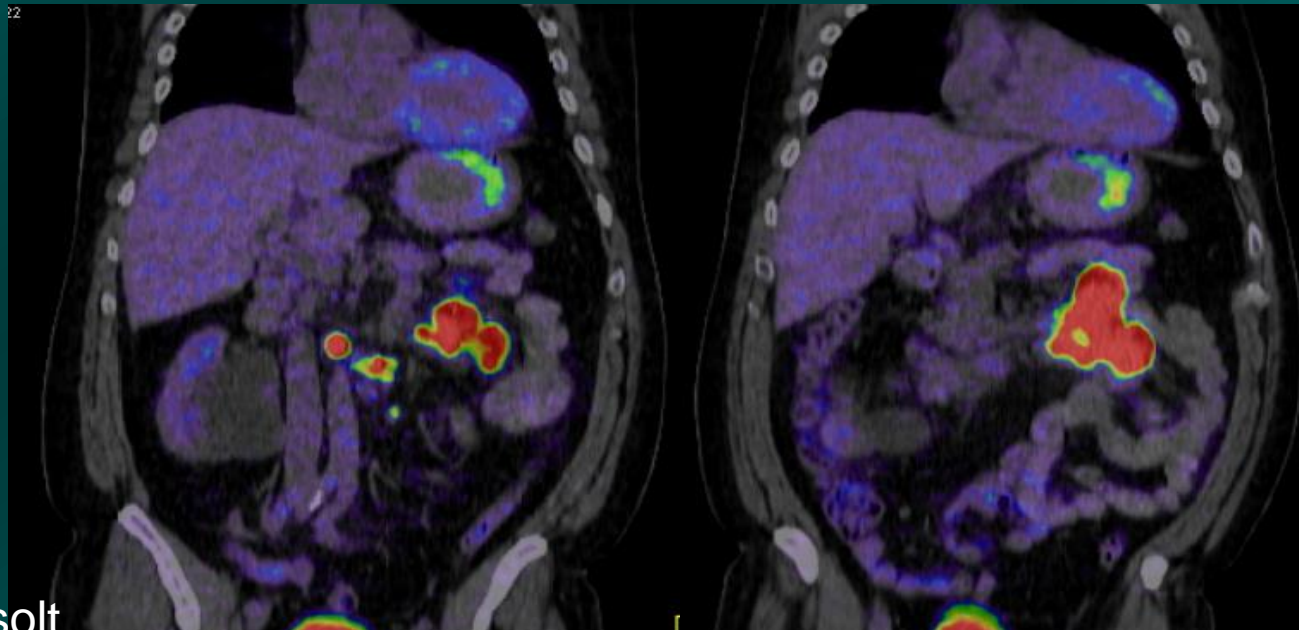
PET/CT

untersuchung

Dualer Tumor

1. Zunge ca + Lymphknoten met
2. Lymphom zwischen den Darm

22



Pozitron KFT,
Courtesy dr Lengyel Zsolt

Interventionelle Radiologie

DIAGNOSE

Onkologisch-diagnostische Indikation für **DSA** ist eingeschränkt

Gesteuerte **Biopsie** mit

- Fluoroskopie
- **US**
- **CT**
- MRT
- Mammographie

THERAPIE

Stenting

Embolisation

Chemoperfusion

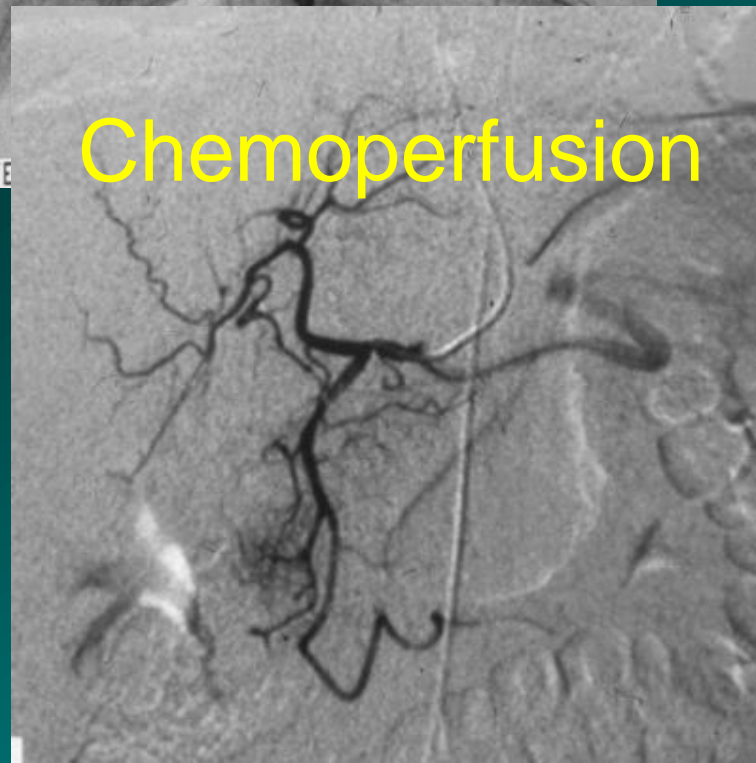
Chemoembolisation

Weichteil Läsionsablation

Drainage- Abszess



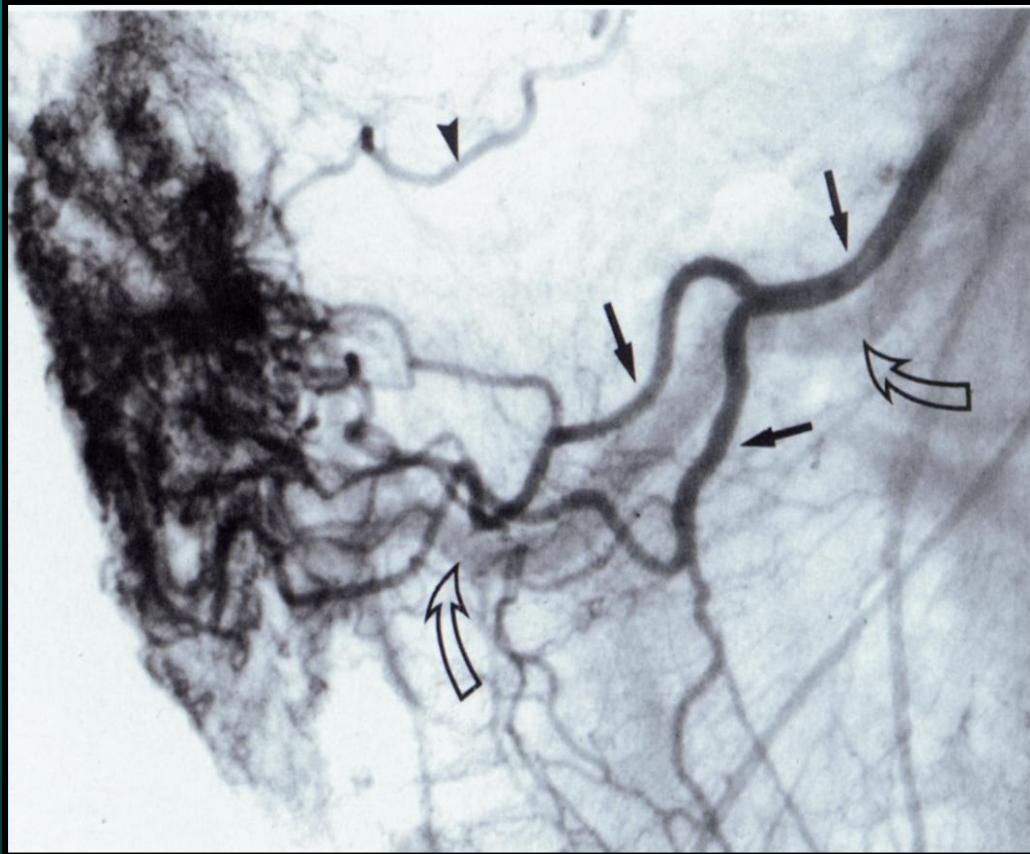
Angiographie DG TH



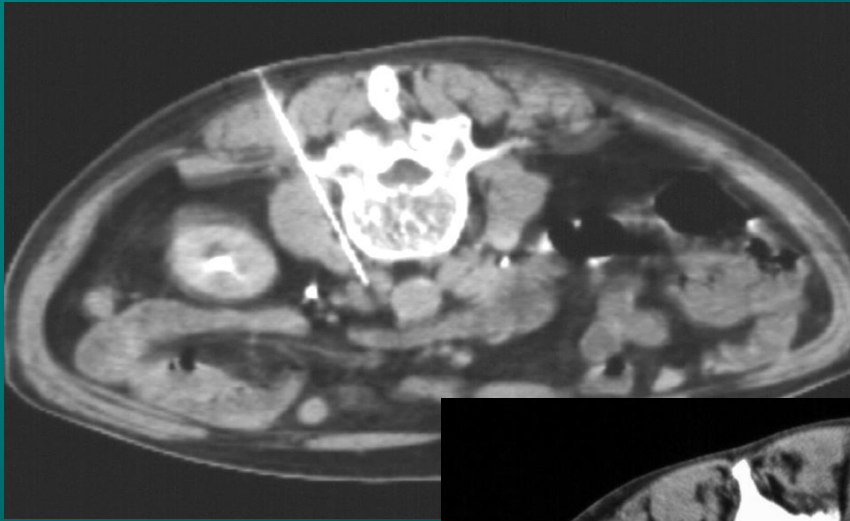
Chemoembolisation

Chemoperfusion

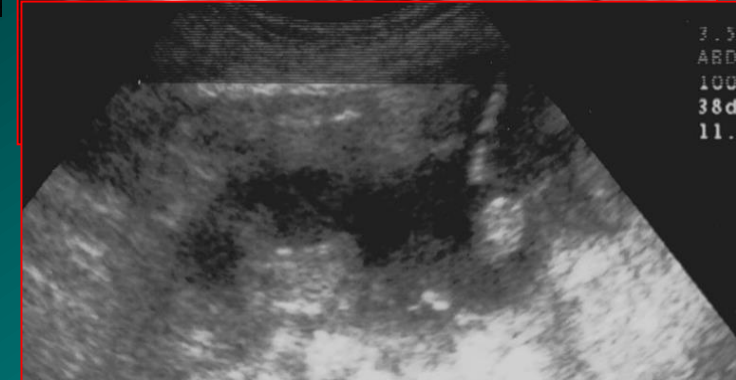
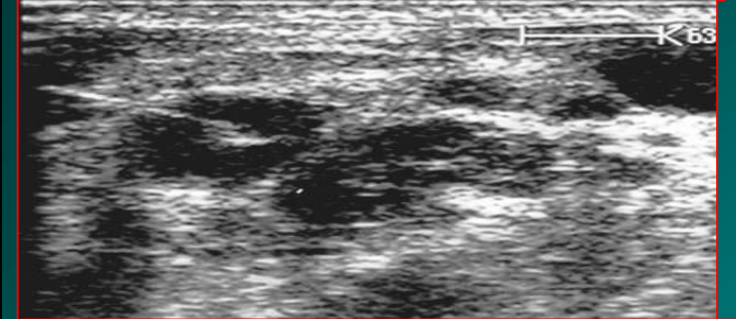
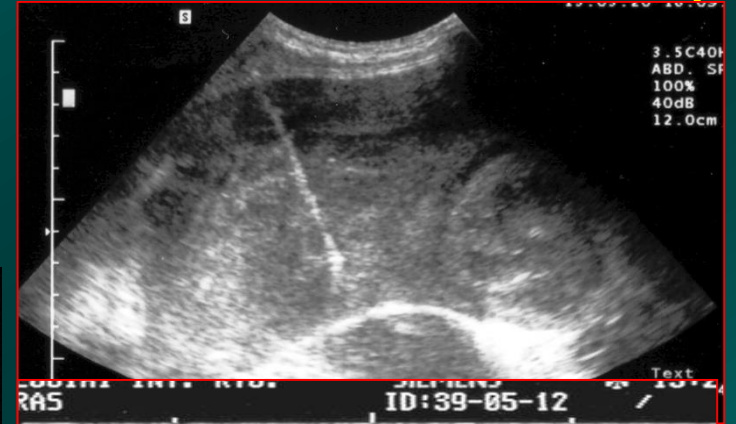
Embolisation- wegen Blutung bei Coecum AV-Malformation



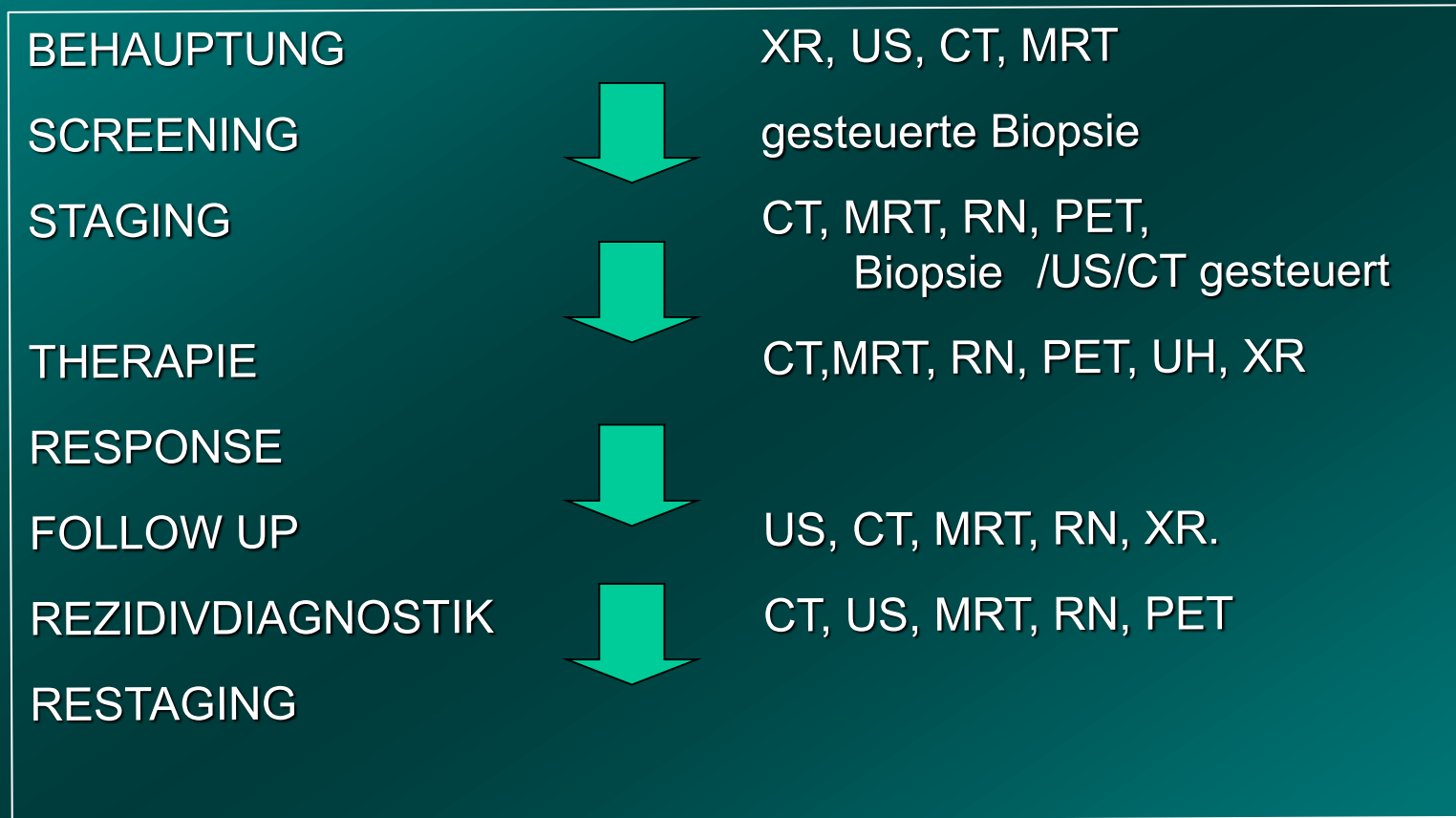
CT, US – Steuerung (Probenentnahme)



Biopsie
Drainage



Onkodiagnostischer Algorithmus



SCREENING Bedingungen

Frühe Diagnose – in der präklinischen Phase
asymptomatische Personen mit hohem
Tumorenrisiko finden

Verringerung der Krebssterblichkeit in der
Gruppe

*Mit früher Diagnose und geeigneter Therapie werden 90%
von Brustkrebspatientinnen geheilt*

Die Empfindlichkeit der Röntgenmammographie

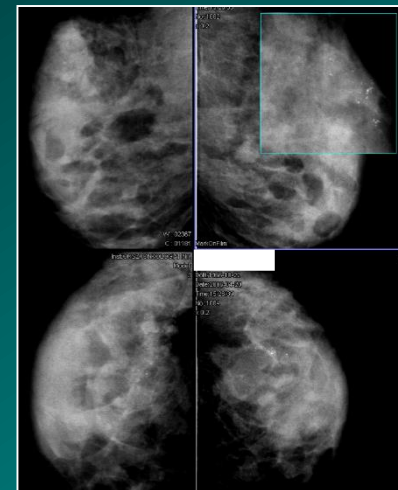
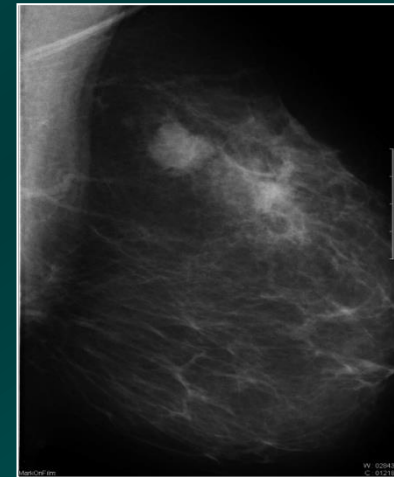
Durchschnitt : 85%

In adiposer Brust: 99%

Grundlegende Verfahren für Screening:

MAMMOGRAPHY

Wenn sich die Brust-Dichte erhöht,
lässt die Empfindlichkeit nach.



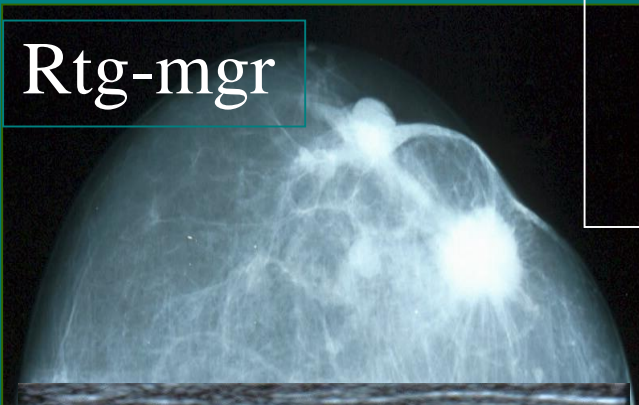
Bildgebende Verfahren bei Brustkrebs

- **Mammographie** (Analog / Digital)
 - Tomosynthesis – neue Methode
 - CAD (Computer Assisted Diagnosis)
- **US**
- **Gesteuerte Biopsie** (FNAB cyt., core-, vacuum biopsie hyst.)
 - US
 - Mammographie, Stereotaxie
- **Multiparametrische MRT** (MP-MRT, DCE-MRT, DW-MRT)
- Tumor lokalisierung (ROLL+SLNB, Hookwire)
- Specimenmammografie
- PET-CT

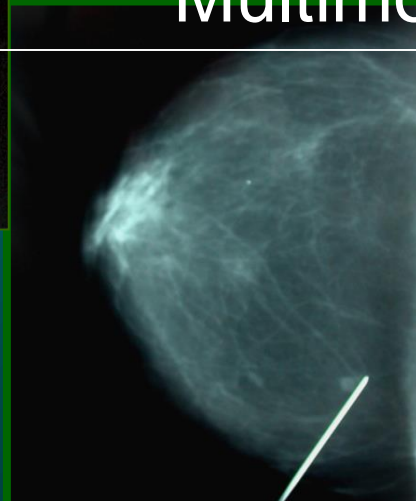
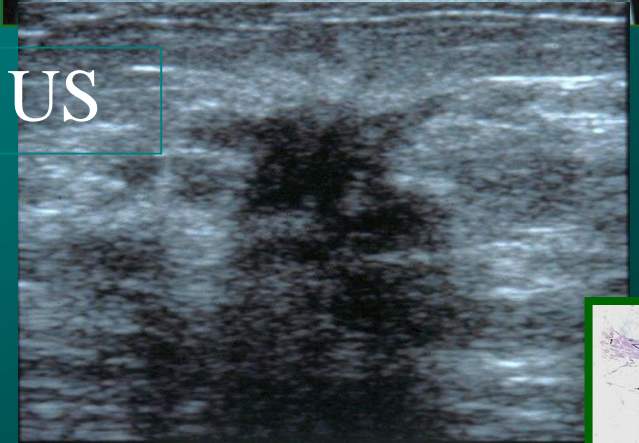
Brustkrebs

Multimodale Bewertungen

Rtg-mgr



US



Mammographia + US + biopsie

Empfindlichkeit (Sv):85%,
Spezifität (Sp):92-95%

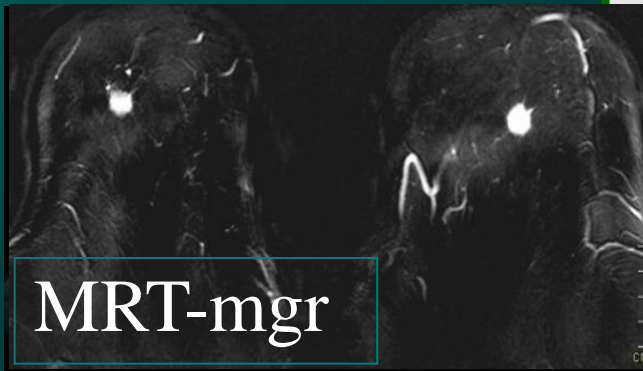
MR mammographie: Sv 95%, Sp 67%

Sentinel-Lymphknoten

Lymphoscintigraphy
+ blauer Farbstoff
+ Histologie

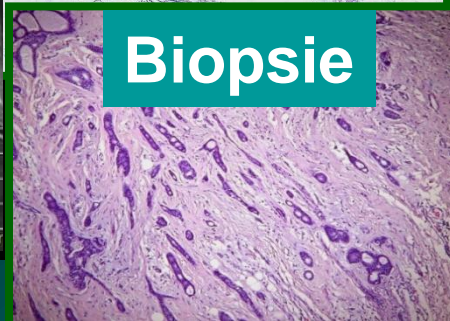
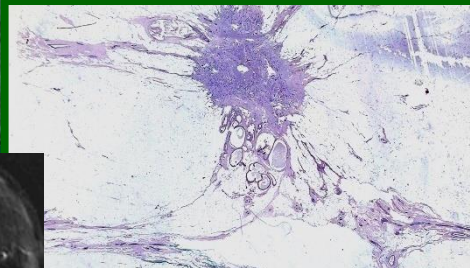
Richtigkeit (Acc): >90%

MRT-mgr



PET/CT

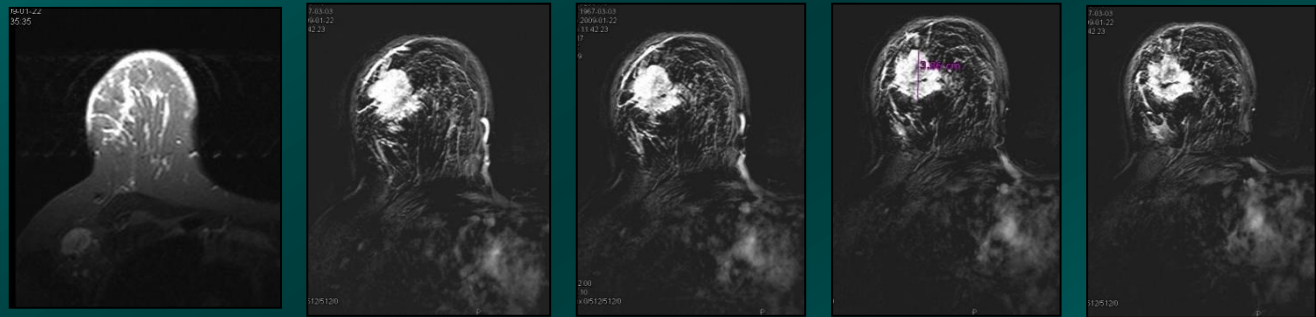
Biopsie



Bedeutung der MRT im fortgeschrittenem Stadium vom Brustkrebs

- *Überwachung der Wirksamkeit der preoperativen Therapie*

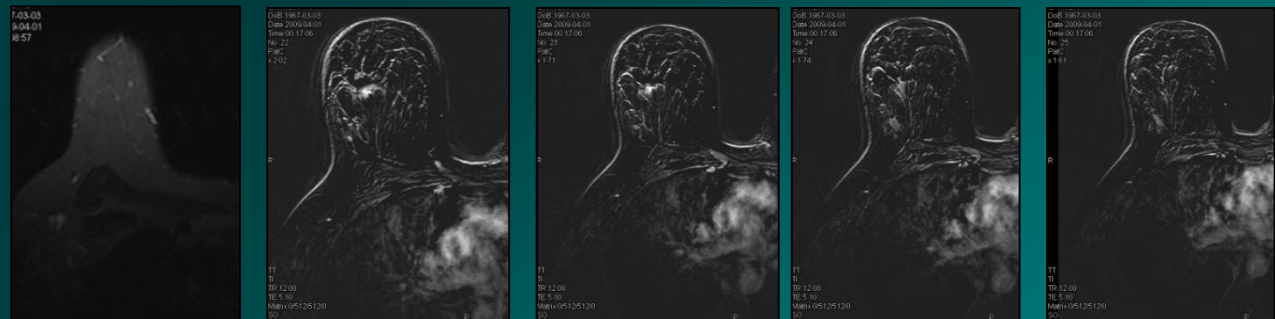
MRT ist das beste Verfahren für Tumorvolumen Bestimmung



Nach 10 Wochen

01.04.2009.

Messung der Wirksamkeit einer Therapie



Lungenkrebs

Die **führende Todesursache** bei bösartigen Tumoren

1,3 Millionen Todesfälle / Jahr in der Welt

USA >157,423 Todesfälle – 2012

Bei ca. 70% der Fälle ist zum Zeitpunkt der Erkennung unheilbar, metastasierend und lokal fortgeschritten

14% - durchschnittliche 5-Jahres Überlebensrate

Lungenkrebs-Screening

- CT hat hohe Empfindlichkeit in Detektion von kleinen Lungenknoten
- CT findet mehr Knötchen als herkömmliche Thoraxaufnahme
- Lungenkrebsmortalität kann man mit CT Screening reduzieren
 - NSCLC Stage IA > 65% Mortalität
 - Small < 1 cm Stage IA > 80% Mortalität
- Low dose CT 20-25% weniger als die Standarddosis
- Jährliche low dose CT-Untersuchung
- Noninvasive management-follow up, der Wachstumskurs folgen
 - CAD
 - Volumetric/Maßanalyse
- Gruppe mit hohem Risiko Rauchen
 - 26 mal höheres Krebsrisiko, für die, die 15 bis 24 Zigaretten pro Tag rauchen

LUNGENKREBS

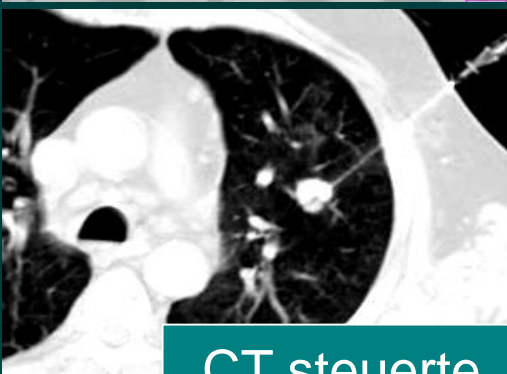
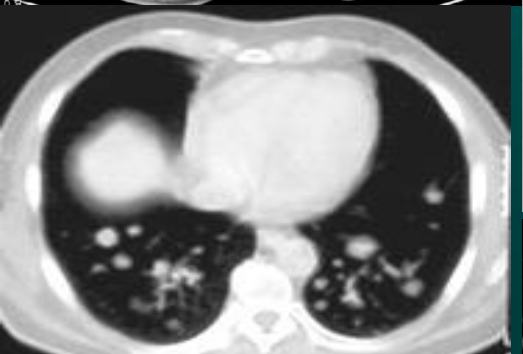
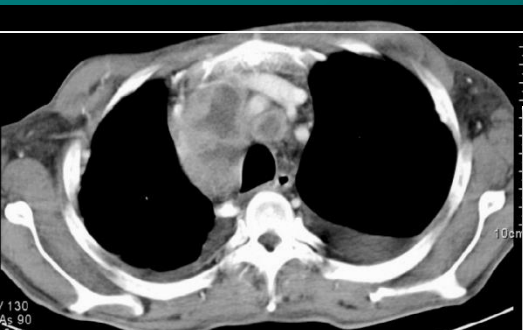
klinische Untersuchung, Bronchoskopie

MRT

zusätzliche
Untersuchung

CT Grundlagenstudie

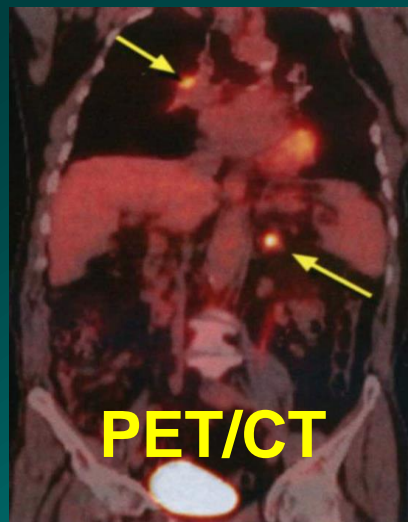
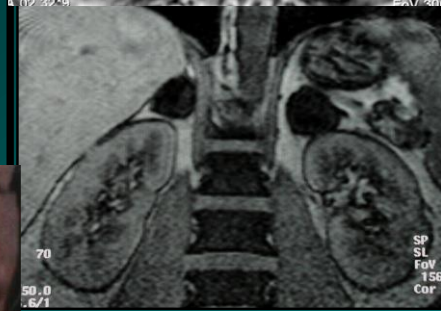
Genauigkeit der Bestimmung des Stadiums : 90%



CT steuerte
Biopsie



RTG
entdeckt



PET/CT

Lymphknoten
Nebennieren
Metastase

Bildgebende Verfahren in der Kopf-Hals-Tumoren

US Untersuchung der Struktur der tastbaren Masse im Hals

- solid / cystic ?
- Schilddrüse
- große Speicheldrüsen
- Halsgefäße
- gesteuerte Biopsie

CT Bewertung des Schädel und Hals-Region von Schädelbasis bis zur Trachea-Bifurkation

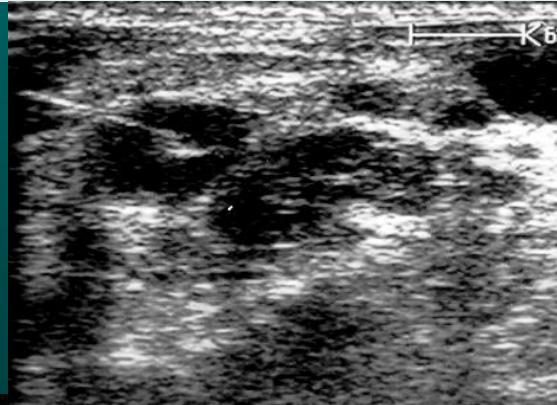
 **MP-MRT** Verfahren liefert die meisten Informationen

PET/CT Ganzkörper-Informationen
Erkennung von Fernmetastasen
Therapiewirksamkeitsprüfung,
Rezidivdiagnostik

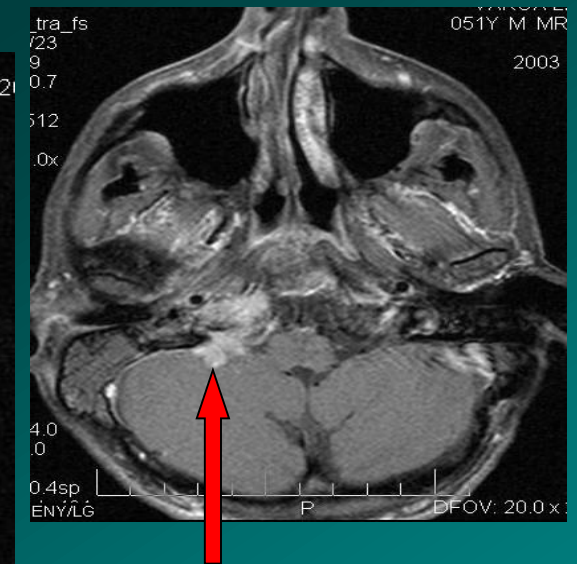
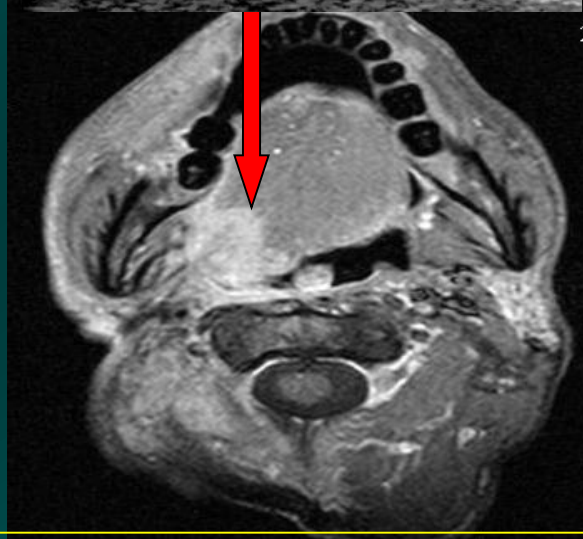
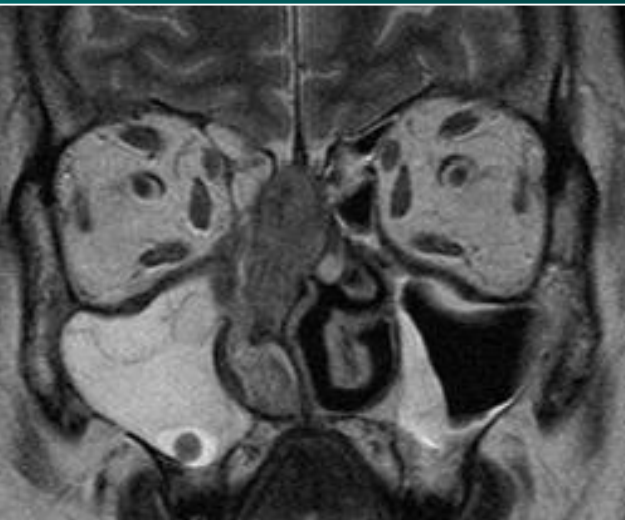
CT

Kopf- und Halskrebs : MRT/CT/US

klinische Untersuchung, endoskopie

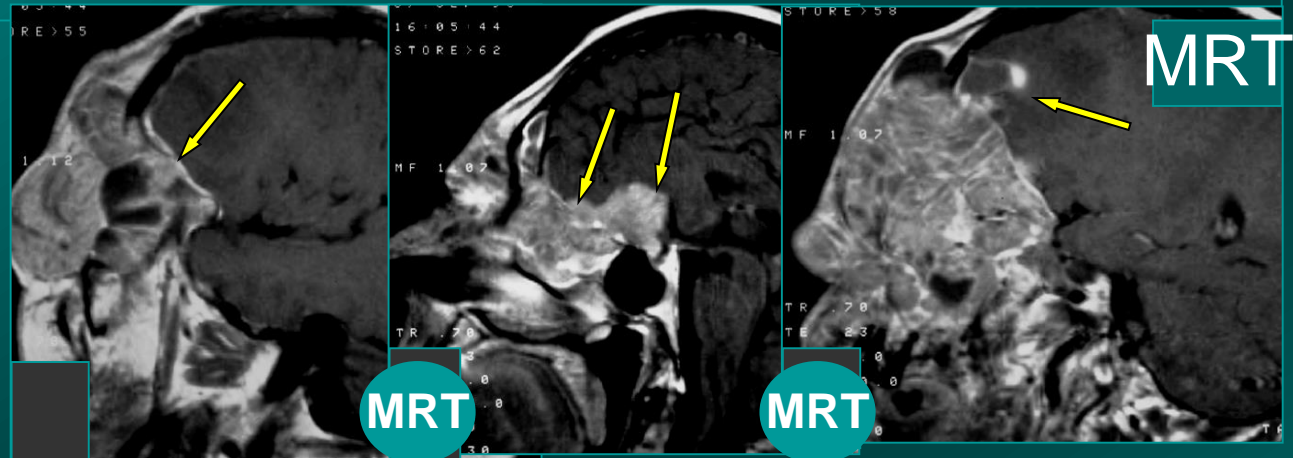
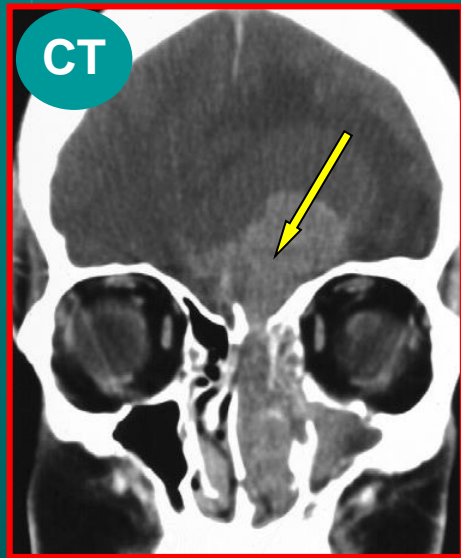


US
Gesteuert
Asp. Zytologie
Lymphkn. Genauigkeit >90%



CT / MRT Genauigkeit : >90%

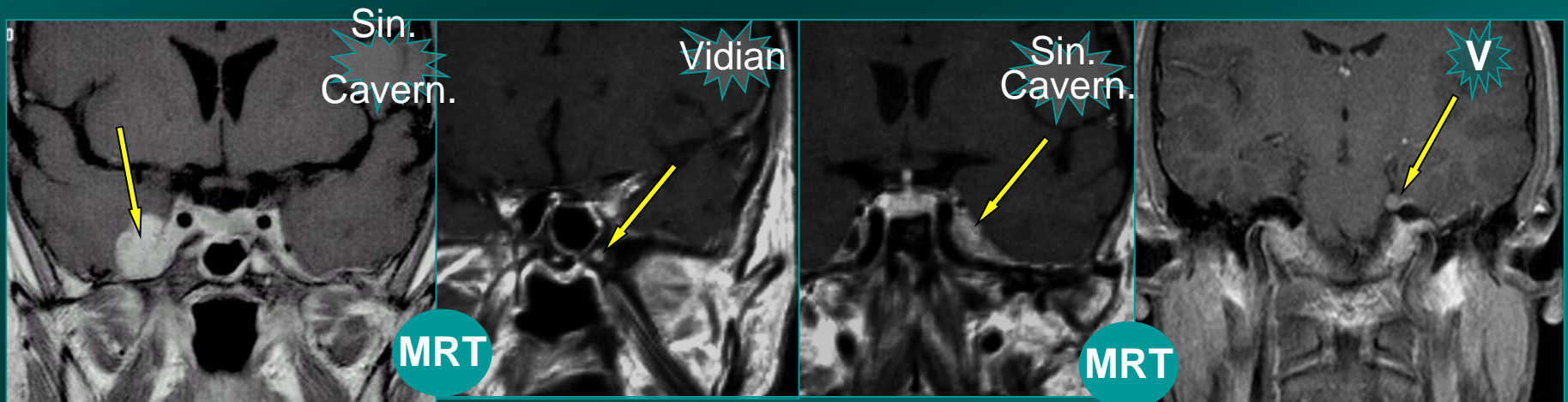
Intrakranielle TU Erweiterung - CT/ MRT



epidural

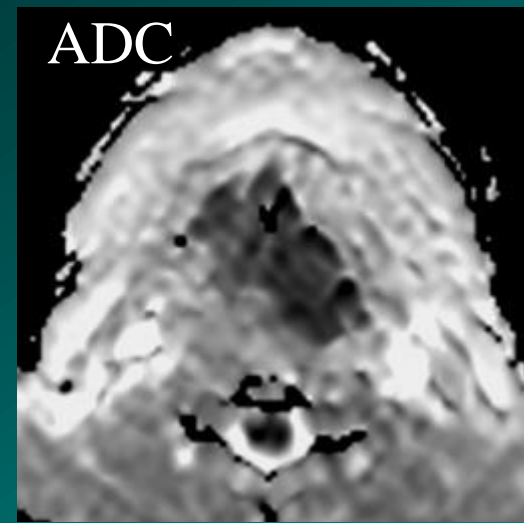
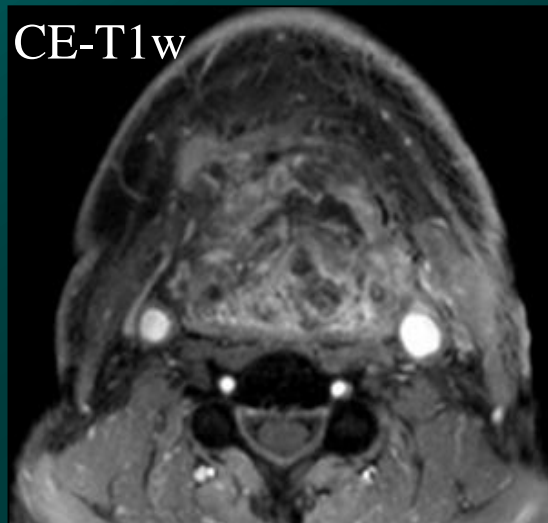
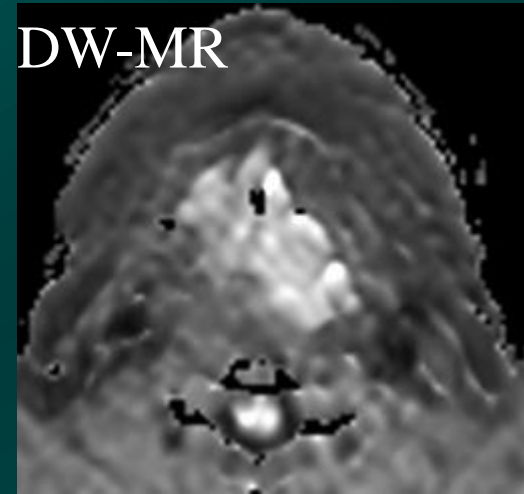
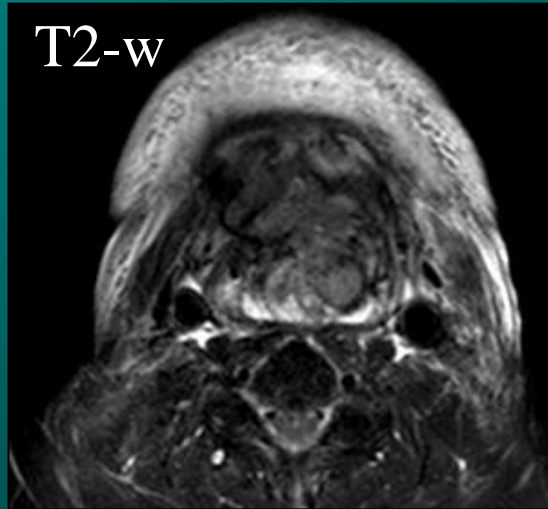
dural

intracerebral



Perineural TU Erweiterung

Supraglottischen Rest ca – multiparametrische-MRT *verminderte Diffusion im Resttumor*



Bildgebende Verfahren beim Rektumkarzinom

US Transabdominal US - allgemeine Orientierung über das Leber, und andere Bauchbeziehungen
* Endorektal US – Tumorausbreitung in der Wand

* **MP-MRT** Tumorausbreitung über der Darmwand hinaus, Tumorbeziehung zu den umliegenden Organen, Lymphe Regionen, Leber

CT in fortgeschrittenem Tumorstadium komplexe Brust / Abdomen / Becken (ganzkörper) Informationen

US/CT gesteuerte Biopsie (Leber)

PET/CT Ganzkörper-Informationen–Fernmetastasen, Rezidivdiagnostik

EUS

Rektum TU
Genauigkeit : 90%

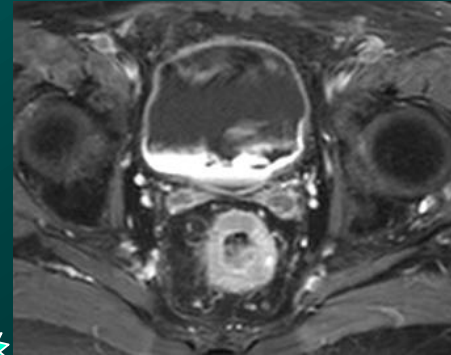


Kolorektaler Krebs

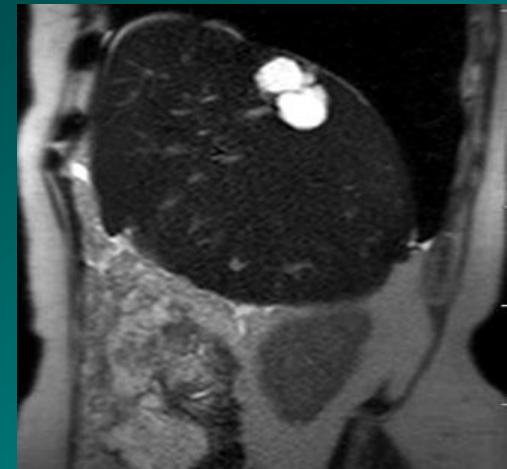
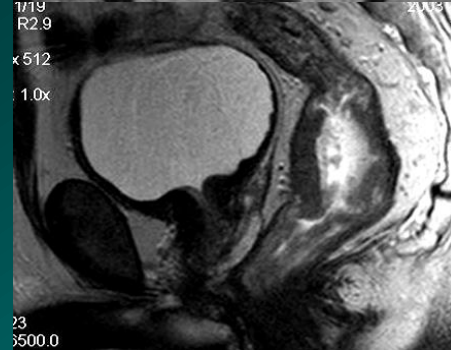
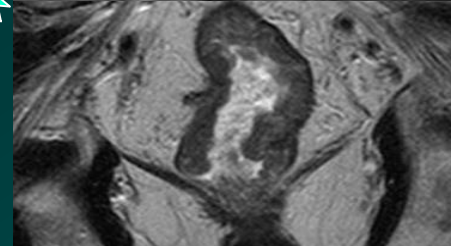
Klinische Untersuchung, Rectoscopy,
* *Colonoscopie*

MR

Rektum TU
Genauigkeit >90%

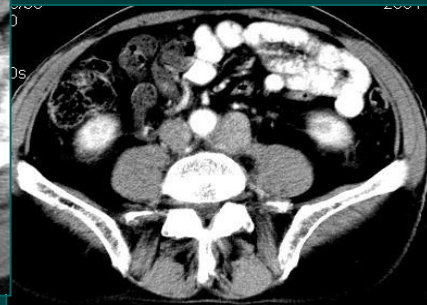
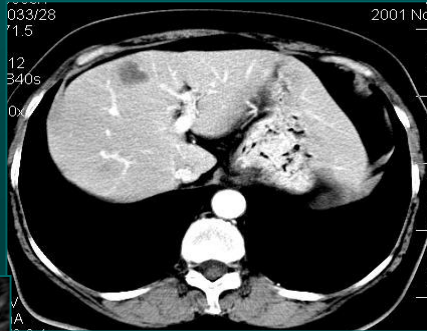


Leber metastase
Genauigkeit >90%



CT

Dickdarm TU
Genauigkeit: 70-85%



Bildgebungsverfahren des Prostatakarzinoms

US

allgemeine Bauch-, Becken- Informationen
Transabdominal US
Endorektal US – Schwerpunkt auf Prostata
Color- Doppler US

MP – MRT

genaue Beurteilung der Beckenstatus, Schwerpunkt auf Prostata T, N status Bestimmung, Rezidivdiagnostik



Knochenscan

Knochenmetastasen

CT

in einem fortgeschrittenen Stadium der Beurteilung der ferneren Regionen

PET/CT

Ganzkörper-Informationen
Fernmetastasen
Rezidivdiagnostik

¹⁸F-Fluorocholine

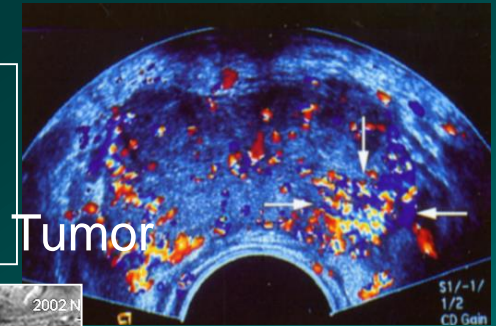
Prostatakarzinom

Screening - PSA (Prostata-spezifisches Antigen)

Diagnose: **Transrectal US** - color Doppler -
TRUS- gesteuerte Biopsie



Color Doppler
Verbessert die
Beurteilung des Tumor

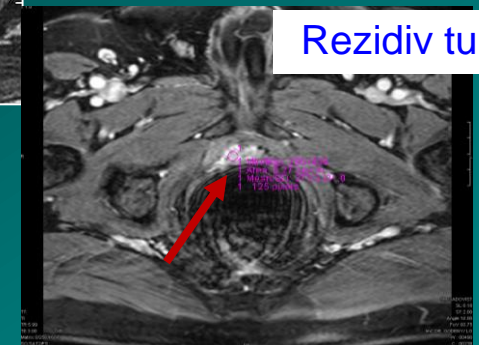


Staging, **MRT** : Kapsel Durchbruch,
verbreiten in der Samenblase, Blase,
Rektum, Lymphknoten,
Beckengurt bildenden Knochen Status



capsel Durchbruch,
T3a std.

Rezidivdiagnostik, restaging: **MRT, PET/CT**



Rezidiv tu

Prostatakrebs Wiederkehr

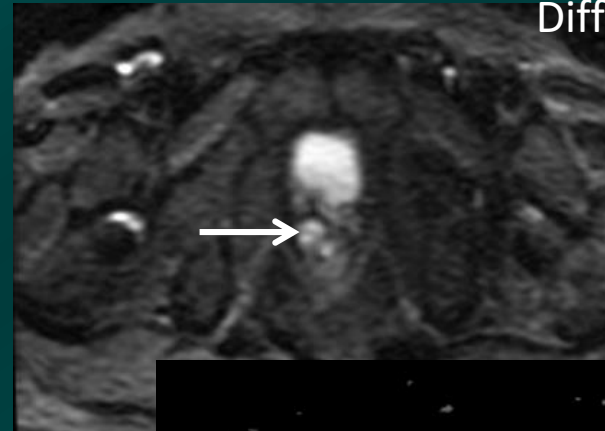
Adenocarcinoma, Postop., Preirrad. Status, Multiparametrische MRT

Funktionelle MR Messungen: DW-MRI, DCE-MRI

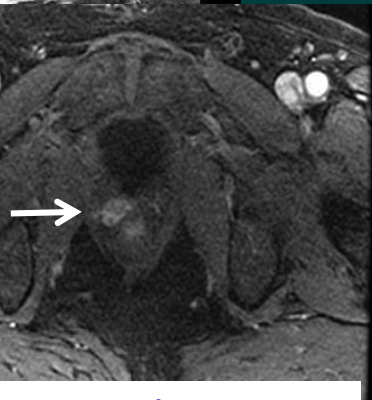
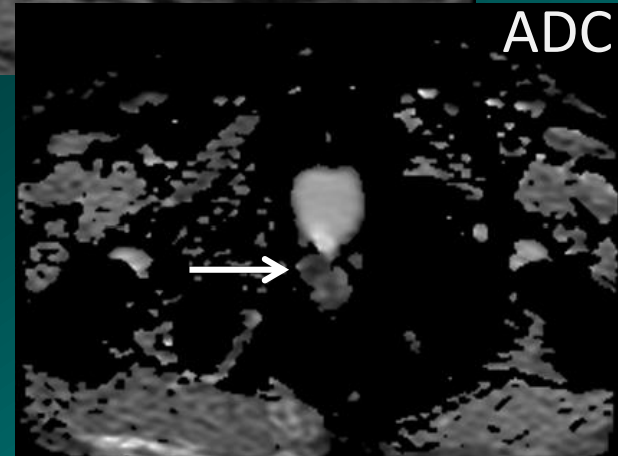
T2-w



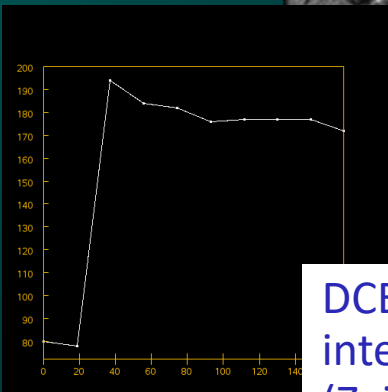
DW-
Diffusionsbeschränkung



ADC



DCE-MRI – time-intensity curve
(Zeitintensitätskurve)



Bildgebende Verfahren bei gynäkologischen Krebserkrankungen

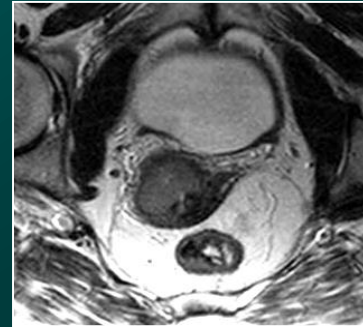
US für Orientierung
Abdomensonographie
Vaginaler Ultraschall
Color - Doppler

CT Beurteilung von
Metastatisierung in
fortgeschrittenem
Tumorstadium

MR – STAGING

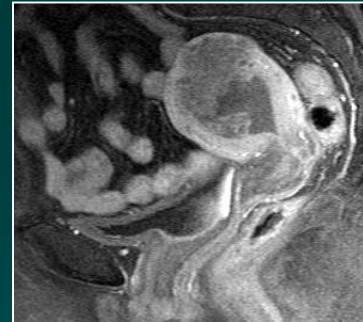
Gesteuerte /US, CT/ biopsie

PET/CT – Fernmetastasen,
Rezidivdiagnostik

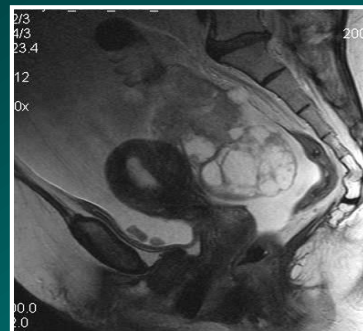


Gebärmutterhalskrebs
MRT-ACC:>95%

Nycs: 70-80%



Gebärmutterkrebs
MRT-ACC:> 90%



Eierstockkrebs
MRT-ACC: 89-99%

Schlussfolgerungen

Bei Beurteilung der Tumoren haben konventionellen Röntgenuntersuchung nur einen begrenzten Wert

US: ausgezeichnetes Testverfahren für Weichgewebe, für oberflächliche Weichteile, für die Beurteilung der parenchymatösen Organen, für Probenahme steuerung



MRT/ CT: GRUNDLEGENDE Verfahren zur untersuchung von Tumoren

CT und MRT: komplementäre Methoden

MRT Vorteil bessere Weichteilauflösung, Multi-Planar-Bildgebung, molekulare Informationen von Funktionsmessungen

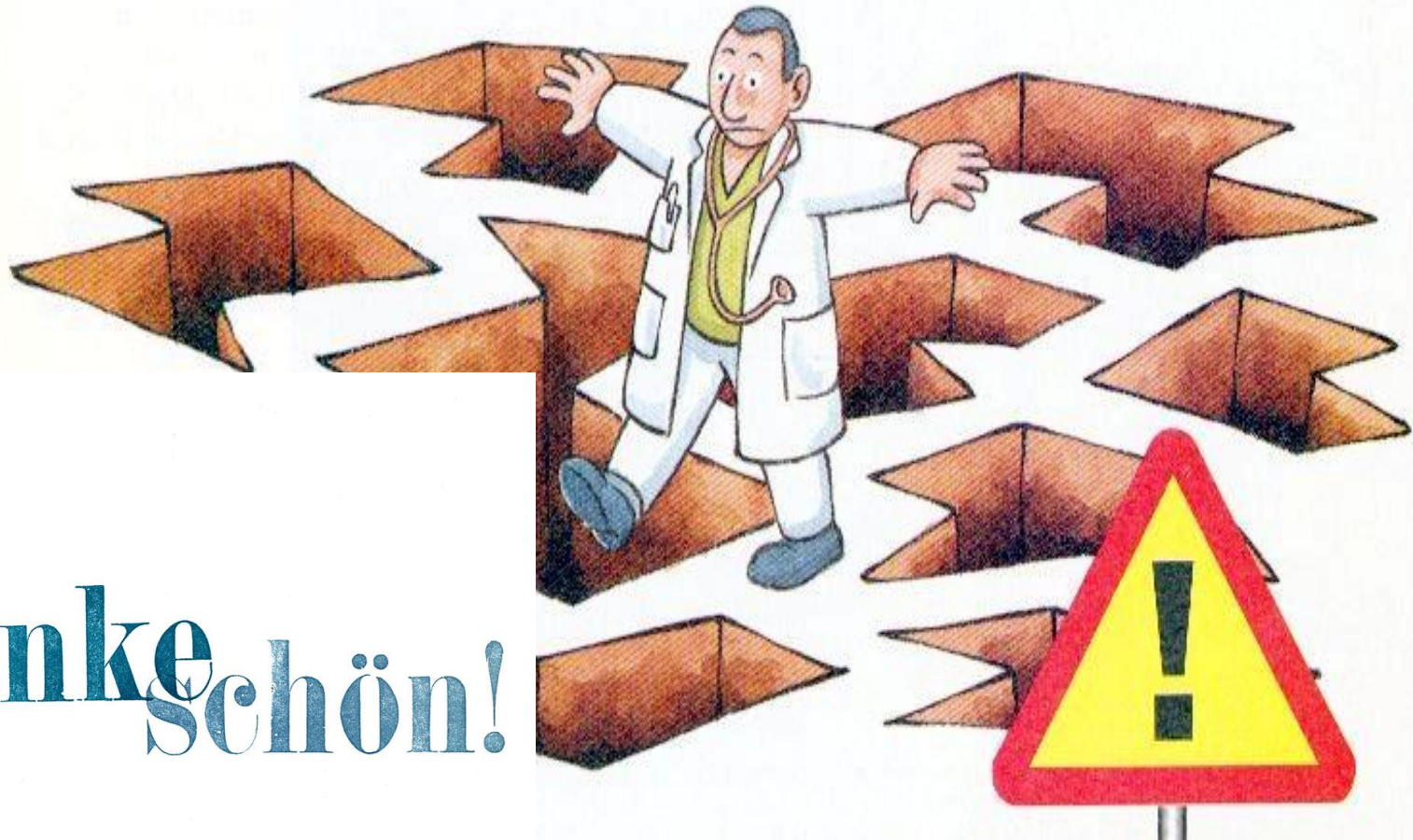
CT Vorteil, schneller als MRT, weniger Bewegungsartefakten, Informationen über den ganzen Körper, bessere Beurteilbarkeit von Kortikalen von Knochen

PET/CT: Beurteilen von Krebserweiterung und Fernmetastasen
Therapieeffizienzanalyse, Rückfälle zu beurteilen

Eine Optimale Patiententherapie wird aufgrund **multidisziplinärer Entscheidungen** durchgeführt.

Die **hohe Qualität der Bildgebung** steuert die onkologische Behandlung

Pitfalls in Medicine



Danke
Schön!