

MEDIZINISCHE STRAHLENEXPOSITION WÄHREND DER SCHWANGERSCHAFT:

u^b

b
UNIVERSITÄT
BERN

RECHTFERTIGUNG UND OPTIMIERUNG

Peter Vock, Universität Bern, Schweiz



EINLEITUNG



u^b

^b
UNIVERSITÄT
BERN

- > Rechtfertigung abhängig von Risiko, Untersuchungstyp und Schwangerschaftsstadium
- > Rechtfertigung für Bildgebung ohne bekannte Schwangerschaft
- > Rechtfertigung für Bildgebung bei bekannter Schwangerschaft
- > Optimierung der Untersuchung
- > Schlussfolgerungen

Literatur:

1. ACR practice guide for imaging pregnant or potentially pregnant adolescents and women with ionizing radiation, www.acr.com/, 2008

2. Protection of pregnant patients during diagnostic medical exposures to ionising radiation RCE-9, Advice from the Health Protection Agency, the RCR and the CR, www.hpa.org.uk, 2009

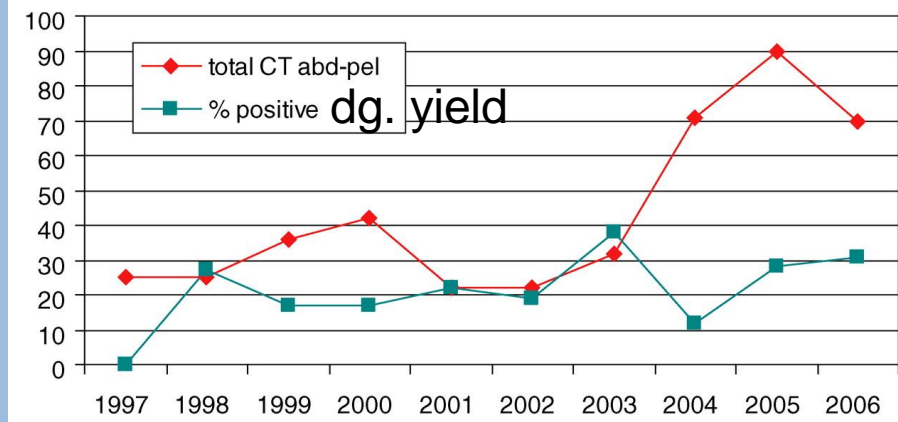
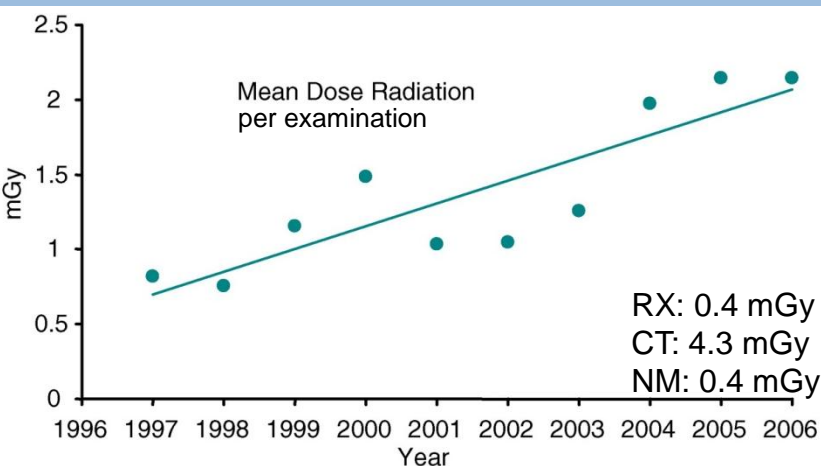
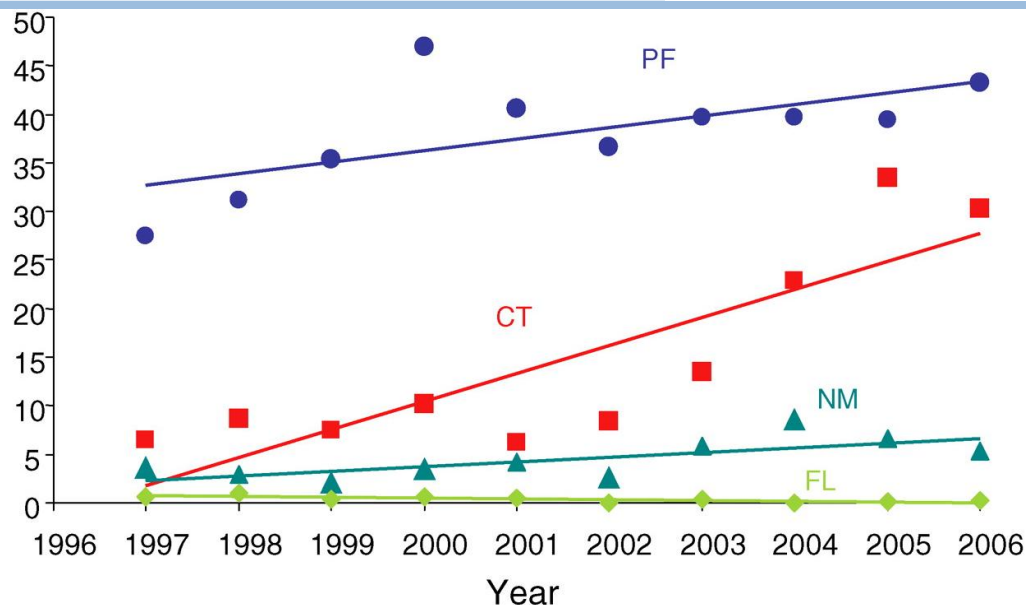
1.

WARUM BEDEUTET DIES EIN PROBLEM?

Nutzung der Bildgebung bei Schwangeren

Lazarus, Radiology 2009:251:517,
Providence RI, USA)

Utilization rate (ex./1000 deliveries):
increase 107%/10y



WARUM BEDEUTET DIES EIN PROBLEM?

WAHRNEHMUNG DES TERATOGENEN RISIKOS EINER RÖ./CT-UNTERS. IN DER FRÜHSCHWANGERSCHAFT

Ratnapalan S, AJR 2004;182:1107,

UMFRAGE: 400 Hausärzte, 100 Gynäkologen (*Ontario, Canada*)

Vor-Information: **Basis-Risiko für wichtige Missbildungen =1-3%**

Fragen: 1. fötales Risiko infolge Abdomen-Rö-Leerbild in Frühschwangerschaft?
2. fötales Risiko infolge Abdomen-CT-Unters. in Frühschwangerschaft?
3. ist ein therapeutischer Abort indiziert?

Resultate: 50/69% Rücklauf

>5% f.-Risiko infolge Abdomen-Rö./CT

therapeutischer Abort indiziert nach Rö./CT

Hausärzte Gynäkologen

44%/61% 11%/34%

1% / 6% 0% / 6%

Schlussfolgerung: Wissensdefizite unter denjenigen Ärzten, welche

Schwangere behandeln → erhöhte **Angst** unter Schwangeren

→ **verzögerte Behandlung** d. Schwangeren

RISIKEN ABHÄNGIG VOM STADIUM DER SCHWANGERSCHAFT

Konzept.-Alter (=Menstr.alter-2w)	deterministische Effekte			stochastische Effekte
	<50mGy	50-100mGy	>100mGy	
vor Konzeption	- [?]	-	-	tiefer
1-2 w	-	wahrsch. -	Spontanabort	
3-8 w	-	ungewiss zu subtil	Missbildungen f(Dosis)	wahrsch. < 0.06%/10mGy
9-15 w	-	ungewiss zu subtil	IQ Defizit, ment. Retardation , f(d)	
16-25 w	-	-	kein IQ-Defizit b. diagnost. Dosen	
>25 w	-	-	keine b. Diagn.	
(Neugeborenes)				

STRAHLENEXPOSITION UND SCHW.SCHAFT: WANN MUSS MAN BESORGT SEIN?

Möglicherweise besserer Weg zur Patienteninformation:

Wahrscheinlichkeit einer Geburt ohne Missbildung und einer Kindheit ohne Krebs (K-Krebs)

Dosis	keine Missbildung	kein K-Krebs	weder Missb. noch K-Krebs
0 mGy	96.0%	99.9%	95.9%
1 mGy	96.0%	99.9%	95.9%
10 mGy	96.0%	99.8%	95.8%
100 mGy	95.8%	99.1%	94.9%

RECHTFERTIGUNG ABHÄNGIG VOM RISIKO UND UNTERSUCHUNGSTYP

> Risiko-Kategorie:



Risiko den Test nicht vorzunehmen
Risiko den Test vorzunehmen

undefiniertes Risiko ?



Risiko f. Mutter/Kind den Test nicht vorzunehmen
Risiko f. Mutter/Kind den Test vorzunehmen

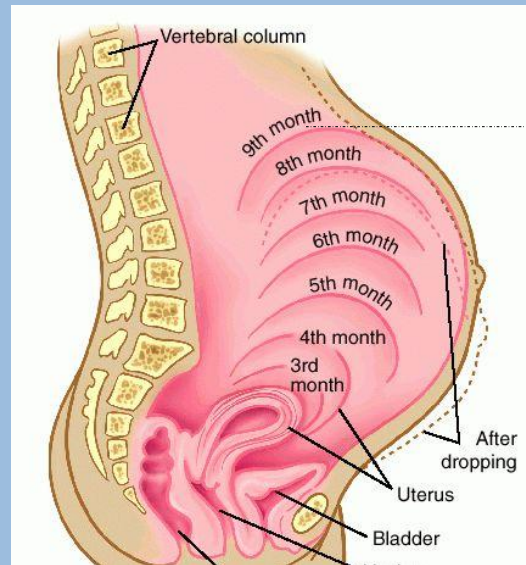
> Rechtfertigung für spezifische Untersuchung:

- geringe Exposition: Extremitäten-, Kopf-, Thorax-Röntgen
- mittlere Exposition: Körperstamm ohne Primärstrahlung auf Uterus
- hohe Exposition: Primärstrahlung auf Uterus
- (Nuklearmedizinische Untersuchungen)

RECHTFERTIGUNG ABHÄNGIG V. RISIKO, UNTERS.TYP UND SCHW.SCH.-STADIUM

> Rechtfertigung abhängig vom Schwangerschafts-Stadium

- Organogenese: v.a. 3-15 w post conceptionem
- Grösse und Lage d. Uterus: letztes Trimester -Thorax

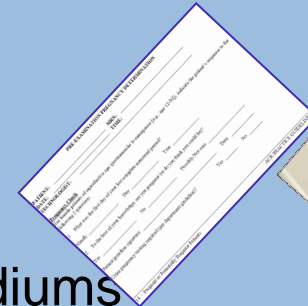


> Patienten-Information → Konsens (stets wenn foetale Dosis >1 mGy)

RECHTFERTIGUNG FÜR BILDGEBUNG OHNE BEKANNTE SCHWANGERSCHAFT

- > Schw.sch.-Screening [Frauen von Menarche bis Menopause]
 - es gibt kein Verfahren mit 100% Nachweisgarantie!
 - ca. 2.9% d. Traumabildgebungs-Pat. sind schwanger, 0.3-1% unwissentlich)
- Regel: Schw.sch.status muss bestimmt werden, wenn Uterus im Primärstrahl!

- > Befragung vs. Schwangerschaftstest:
 - Standard-Fragebogen vs. Test
 - Einfluss d. Untersuchungstyps und d. Schw.sch.Stadiums
 - Konsequenzen einer bestätigten / ausgeschlossenen Schw.sch.
f(Untersuchung, Dringlichkeit)



- > Minderjährige unter 18 Jahren
 - cave Patientenrechte vs. Elternrechte, Pat.-Einwilligung zu Schw.sch.-Test

BEFRAGUNG VS. SCHW.SCHAFTSTEST

> Fragebogen

PRE-EXAMINATION PREGNANCY DETERMINATION

PATIENT: _____ MRN: _____
DATE: _____ TIME: _____
TECHNOLOGIST: _____

Pregnancy Check

For female patients of reproductive age (postmenarche to menopause [e.g., age 12-50]), indicate the patient's response to the following 2 questions:

1. 1. Tag d. letzten vollst. Menstruationsblutung.

Month _____ Year _____

2. n. bestem Wissen: sind Sie schwanger oder könnten Sie schwanger sein?

Yes _____ Not sure _____

Patient/guardian signature: _____ Date: _____

Urine pregnancy testing required (per department guideline)? Yes _____ No _____

Dokumentation:
Schwangerschaftstest
Ort, Datum, Resultat

BEFRAGUNG VS. SCHW.SCHAFTSTEST

> Schwangerschaftstest aus Urin

- in Frühschwangerschaft (<28/35.Zyklustag) zum Schw.sch.ausschluss nicht geeignet, da Sensitivitätsschwelle [25mIU/ml HCG] > physiolog. Konz.
- Labortest sensitiver aber zeitaufwändiger und teurer
 - potentiell nützlich aber ersetzt direkte Befragung nicht



SCHWANGERSCHAFT BEI BERUFLICH EXPONIERTE MITARBEITERN

Legale Regelung

bis 1 mGy professionelle Exposition des Embryo/Fötus ab Zeitpunkt der Schwangerschaftsmeldung an den Arbeitgeber bis zum Ende der Schwangerschaft erlaubt

(Embryo-/Fötus-Dosis: i.d.R. <25% des Wertes des Personendosimeters)

Praktische Lösungen

3 Optionen: Wahl nach Information und Diskussion (Mitarbeiterin mit Experten):

- *keine Änderung im Pflichtenheft*
- *Wechsel in einen anderen Bereich mit tieferer Strahlenexposition*
- *Wechsel in eine Funktion ohne berufliche Exposition*
(3% spontane kongenitale Anomalien)

die richtige Antwort gibt es nicht (erhebliche Variation in Europa)

EMBRYONALE/FÖTALE DOSIS BEI MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Untersuchung	Dosis	Risiko Kind Ca
Extremitäten, HWS, Kopf-CT	<0.001 mGy	<10 ⁻⁶
Thorax pa/lateral (ausser letztes Trimester)	<0.002 mGy	
Schilddr.szintigr.(Anf./Ende 1.Trimester)	0.1/0.2 mGy	<10 ⁻⁵
CT Thorax	0.2 mGy	
Abdomen ap (21[33] cm Durchmesser)	1[3] mGy	
Lumbal-WS ap/lateral	>1 mGy	10 ⁻⁴ -10 ⁻³
Kno.szintigraphie (Anfang/Ende 1.Trimest.)	5/4 mGy	
abgekürzte IV-Urographie (4Bilder)	6 mGy	
Dünndarm- od. Kolon-Kontrast –Unters.	7 mGy	
GanzkörperPET (Anf./Ende 1. Trimester)	15/10 mGy	10 ⁻³ -0.5x10 ⁻²
CT Abdomen-Becken (Stein, reduz. Dosis)	10 mGy	
CT Abdomen standard (ohne/mit Becken)	4/25 mGy	
CT-Angio Thorax-Becken	34 mGy	
		<i>25 mGy: natürl. Rate x2</i>

RECHTFERTIGUNG FÜR BILDGEBUNG BEI BEKANNTER SCHWANGERSCHAFT

> Untersuchungen mit geringer Exposition:

- Rö. d. Extremitäten (exkl. Hüfte), Kopf, Thorax (1.-2. Trimester)
- Uterusdosis < 0.1 mGy

→ *Untersuchung jederzeit*

> Untersuchungen mit mittlerer Exposition:

- Darstellung Körperstamm ohne Direktstrahlung auf Uterus
- Primärstrahlung nahe am Uterus
- (nuklearmedizin. Untersuchungen)
- Uterusdosis ≤ 1 mGy

→ *Unters. hinterfragen, adaptieren*

RECHTFERTIGUNG FÜR BILDGEBUNG BEI BEKANNTER SCHWANGERSCHAFT

> Untersuchungen mit höherer Exposition:

- Darstellung Körperstamm mit Direktstrahlung auf Uterus , (Nuk.med.)
- Uterusdosis >1 mGy
- Becken-Durchleuchtung 20-100 mGy, Becken-CT 1 Phase <50 mGy

→ *Verschieben ausser hohe Dringlichkeit, planen/adaptieren*

*immer mit Konsensus und
schriftlicher Dokumentation!*

IN UNKENNTNIS D. SCHWANGERSCHAFT DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNG

> kein adaptiertes Protokoll verwendet

> Vorgehen gestuft:

- geringe Exposition: Ø
- mittlere / höhere Exposition → *Dosisberechnung!*

<100mGy Ø Abort,

>100mGy w2-16 Risiko für Malformationen (↑>150mGy)

PLANUNG / ADAPTATION / ZEITLICHE FESTLEGUNG DER UNTERSUCHUNG

1. Zeitwahl

- **10 d Regel**: vor Konzeption (Risiko↓, 1 Zelle, keine Proliferation)
wenn >10 d und >10mGy am Uterus: Verschiebung diskutieren
→ für Hochdosisunters. (>10mGy; CT, Kolon-KM); RCR
- **28 d Regel**: in den ersten 3-4 w Risiko wahrsch. tiefer = „Regel d. ausgebliebenen Periode“: wenn >28 d + kein Grund: ev. verschieben
→ für Unters. mit mittl. Dosis (>1mGy, <10mGy)
- **Verschiebung bis nach w 15**: zu diskutieren bei Hochdosisuntersuchg.
um Exposition während Organogenese zu vermeiden
→ für Hochdosisunters. nach Sicherung d. Schw.schaft

2. Untersuchungsplanung

immer wenn > 1mGy am Uterus → exakte Planung

>10mGy am Uterus → exakte Planung, Med.-Physiker-Zuzug

OPTIMIERUNG DER EXPOSITION

> Allgemeine Regeln

- Planung: alternative nicht-/weniger ionisierende Verfahren, Zeitwahl (>15w)

> Optimierung:

- Primärstrahlung auf Uterus vermeiden
- möglichst wenige Aufnahmen / kurze Durchleuchtung, Einblendung
- CT: nur 1 abdominale Phase, tiefer CTDI, tiefe kVp, Uterus meiden
- Pb-Schutz (verhindert interne Streuung nicht): Linse, [Schilddrüse, Mamma]

> Protokolle in typischen klinischen Situationen:

- Lungenembolie
- Appendicitis
- Harnwegskonkremente

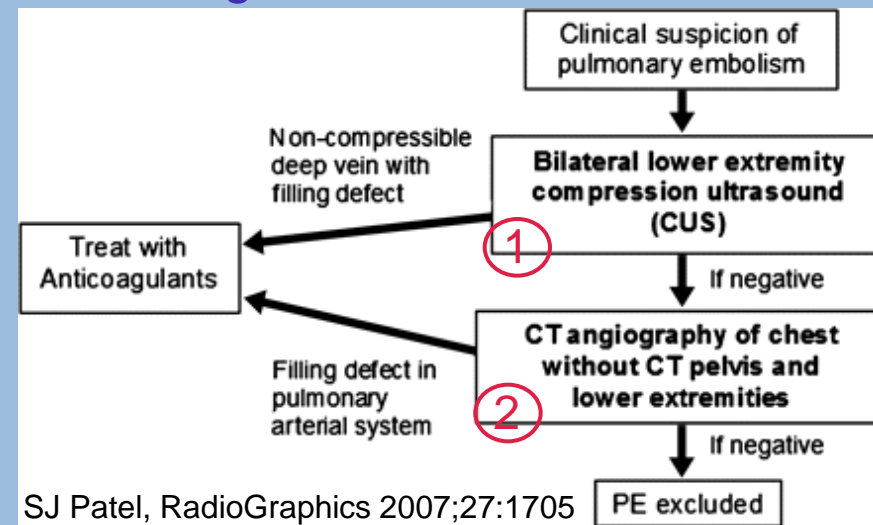
> Dokumentation, Qualitätskontrolle



OPTIMIERUNG DER EXPOSITION BEI LUNGENEMBOLIE-VERDACHT

- > erhöhte Prävalenz (x5) und Mortalität, Morbidität d. Antikoagulation
- > Symptome und Zeichen unspezif., D-Dimer-Anstieg in normaler Schw.schaft
- > 1. Kompressions-US (Becken-Venen?)

- > 2. pulm.CTA (Sens.>81%, Spez.>93%)
Expo. 1st/2nd/3rd Trimester .02/.08/.13mSv
[~VQ Scan 0.4mSv am Embryo/Foetus]
Vorteil: DD, Nachteil: Brustdrüsen-Exposition
Protokoll: Scanlänge ↓, pitch ↑, mAs ↓, kV ↓



- > Gegenmeinung: CTA weniger zuverlässig (nicht-contrast. Blut aus V.cava inf., +Mammaexpo.): Th.Rö.+VQ CA Ridge, AJR 2009;193:1223
- > MRI: nicht genug Daten (Sensitivität?)



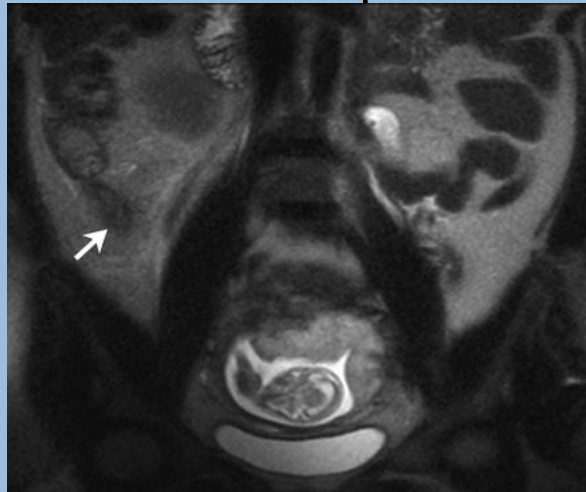
OPTIMIERUNG DER EXPOSITION BEI APPENDICITIS-VERDACHT

> häufigster nicht-geburtshilflicher chirurgischer Notfall während Schw.schaft (fötale Morbidität, Dg.Verzögerung→höhere Perf.rate v.43%vs<20%)

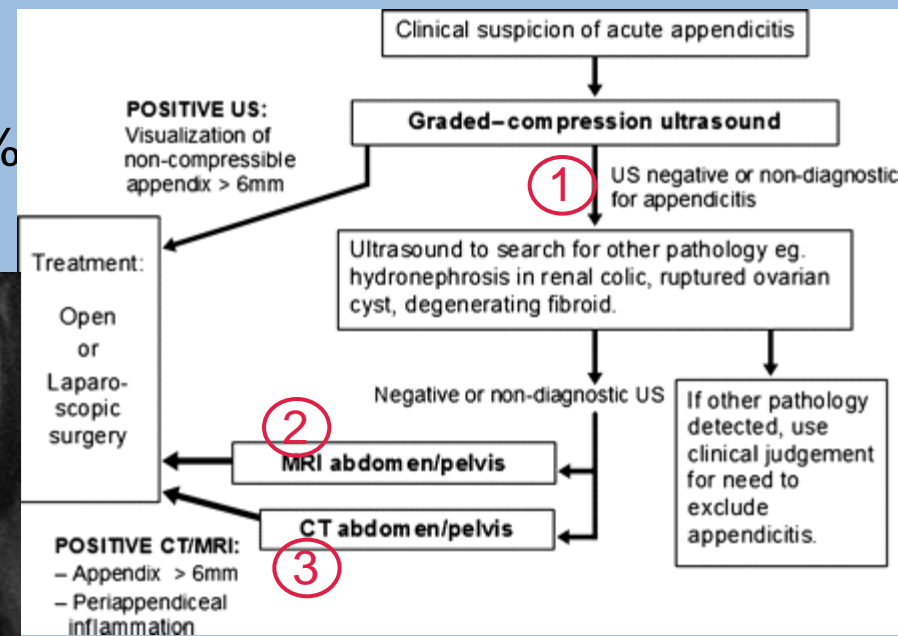
> 1. Kompressions-US (>6mm)
 (Sens.66-100%[1st/2nd Trimester], Spez.96%)

> 2. MRT hohe Sens.~100%/Spez.94%

I Pedrosa,
 Radiology
 2006;238:891



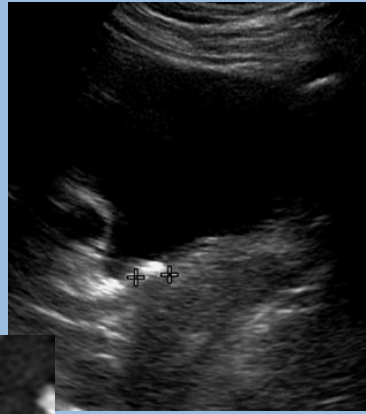
> 3. CT hohe Sens./Spez. ~MRT, stochast. Risiko



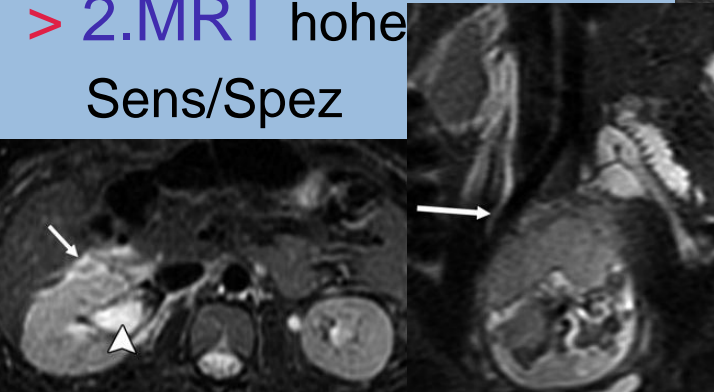
OPTIMIERUNG DER EXPOSITION BEI UROLITHIASIS-VERDACHT

> Nicht-geb.hilflicher Schmerz: Urolithiasis > Appendicitis, Diverticulitis ↔ Plazenta-Lösung
DD: physiolog. Harnwegsdilatation; 70-80% d.Steine: Spontanabgang

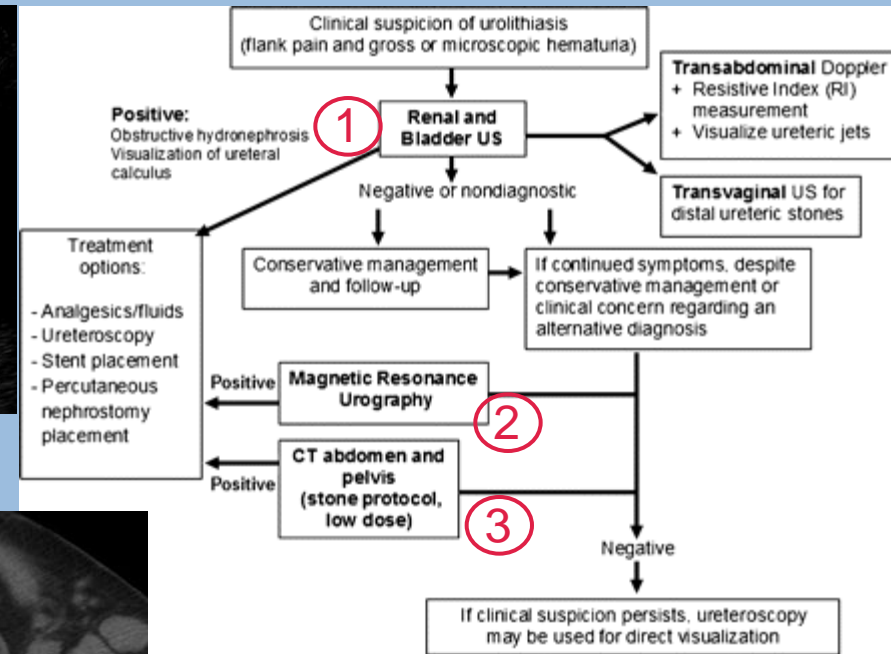
> 1. US Sens. 34(-95)%
RI (>0.7, >0.04
>kontralat.), kein „Jet“



> 2. MRT hohe
Sens/Spez



> 3. Niedrig-Dosis-CT
Sens. >95%, Spez. >98%
4-12 mGy



SCHLUSSFOLGERUNGEN (1)

1. Bildgebung während Schwangerschaft ist wichtig

2. Das Risiko ist in vielen Fällen vernachlässigbar im Vergleich zum Risiko im Falle des Verzichts auf die Bildgebung

v.a. stochast. [Kanzerogenese >> hereditäre Effekte]

w3-15 determinist. [hohe Uterus-Dosis >75-150 mGy]

→ „*Risiko abschätzbar*“



3. Die Bildgebung der Extremitäten, des Kopfes und des Thorax soll nicht eingeschränkt werden (Uterusdosis \ll 1 mGy)

SCHLUSSFOLGERUNGEN (2)



u^b

^b
UNIVERSITÄT
BERN

4. Wenn Uterusdosis $>1/ >10\text{mGy}$: Verifikation d. Schw.schaft
 - strikte Rechtfertigung, Planung (10/28d Regel) inkl. Disk. d. Verschiebung / US-MRT (abhängig v. Nutzen-Risiko-Verhältnis)
 - Optimierung obligat(kaum je medizinisch indizierter Abort, ausser Dosis $\gg 100\text{mGy}$)

5. Information, Konsens, Dokumentation

6. Ausbildung des Personals