

**DIGITAL WORKSHOP I AVANCERAD
MUSKULOSKELETAL RADIOLOGI**

2021-01-18

SEPPÖ KOSKINEN, M.D., Ph.D

Enhet för radiologi
Institutionen för klinisk vetenskap, intervention
och teknik (CLINTEC)
Karolinska Institutet/Karolinska Universitetssjukhus
Radiolog, Terveystalo




DISPOSITION

- MR-SEKVENSER – THE GOOD, THE BAD, THE UGLY
- FRÄMRE KORSBAND, SCANPLAN, ASSOCIERADE SKADOR
- PLC + BROSK + AVANCERADE TEKNIKER

LÄRANDEMÅL

- Förstå och förklara MR sekvensernas för- och nackdelar i klinisk MSK radiologi, ffa ang. leder
- Bedöma och analysera främre korsbandets struktur, funktion, MRT fynd och associerade skador vid trauma
- Förstå varför det är viktigt att diagnostisera skador i posterolaterala hörnan
- Förstå och beskriva broskskadornas MRT utseende och graderingsprinciper, inkl. avancerade tekniker



LEDER

- BRA BILDER
 - Inga rörelseartefakter
 - Bra anatomisk upplösning
 - FOV 8-16 cm
 - Matris > 256
 - Snitt \leq 3 mm
 - Använd en passlig spol
 - Ha rätta sekvenser

2D-FSE

<u>Sekvens</u>	<u>Ekotid (TE)</u>
T2	>60 ms
Intermediär	30-60 ms
PD	10-30ms



2D-FSE

- ETL < 10 för PD/IM annars blir bilderna suddiga/oskarpa
- TE < 40 ms, kom ihåg magisk vinkelartefakt
- TE < 50 ms maximerar SNR
- TR > 3000 ms bra kontrast mellan brosk och ledvätska

FETTSUPPRIMERING

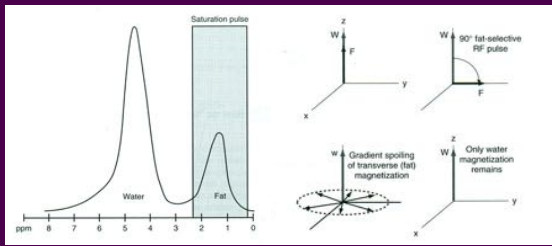
- Att framhäva vätska och ödem för att detektera och karakterisera patologiska förändringar
- Nyckelsekvens i dagens MSK MRT

FETTSUPPRIMERING

- CHEMICAL SHIFT
 - CHESS- chemical shift based fat suppression
 - WATER EXCITATION (DESS, VIBE, COSMIC)
 - DIXON
- INVERSION
 - STIR – short TI inversion recovery
 - SPIR - spectral presaturation with inversion recovery
 - SPAIR – spectral adiabatic inversion recovery

FETTSUPPRIMERING

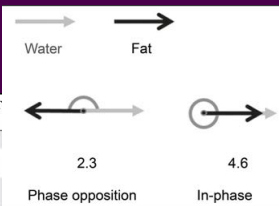
- CHEMICAL SHIFT Kan användas efter Gd
 - CHESS- chemical shift based fat suppression

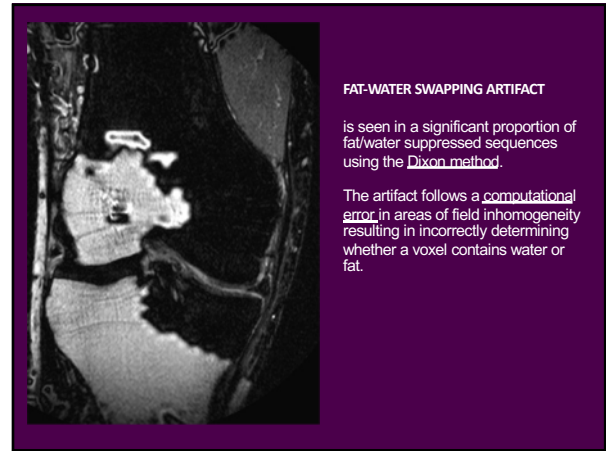


FETTSUPPRIMERING

- CHEMICAL SHIFT
 - CHESS- chemical shift based fat suppression
 - WATER EXCITATION (DESS, VIBE, COSMIC)
 - DIXON (DIXON, IDEAL)
 - $W = (Sip + Sop)/2$
 - $F = (Sip - Sop)/2$

Sequence	TE at 1.5 T (msec)	TE at 3.0 T (msec)
First in-phase sequence	0	0
First opposed-phase sequence	2.2	1.1
Second in-phase sequence	4.4	2.2

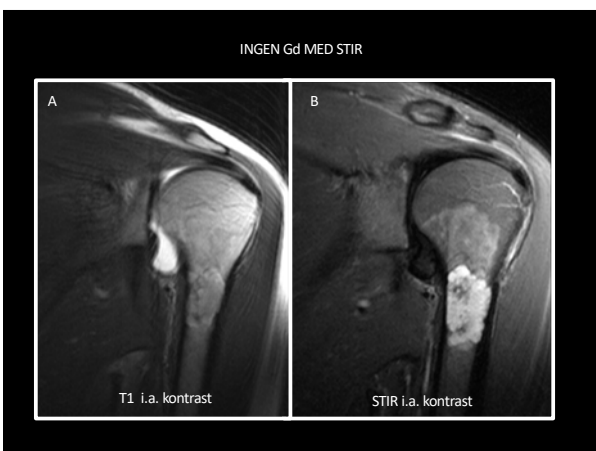




FETTSUPPRIMERING

- INVERSION
 - STIR – short T1 inversion recovery
 - SPIR - spectral presaturation with inversion recovery
 - SPAIR – spectral adiabatic inversion recovery
- STIR – ingen Gd
- SPIR/SPAIR – Gd OK

T1 tiden är ung. 0.7 x fettets T1



Fat suppression techniques

```

    graph TD
      A[Fat suppression techniques] --> B[Chemical shift based]
      A --> C[Inversion based]
      A --> D[Hybrid]
      B --> B1[CHES (fatsat)]
      B --> B2[Water excitation]
      B --> B3[Dixon techniques (fat water separation)]
      C --> C1[STIR]
      D --> D1[SPAIR]
      D --> D2[SPIR]
    
```

Table 1: Advantages and Disadvantages of Different Fat-Suppression Techniques in Musculoskeletal MR Imaging

Technique	Imaging Time	SNR	SAR	Effect of Metal	B ₁ Sensitivity	Sensitivity	Preferred Field Strength
Chemical fat saturation	Short*	High	Medium	Strong	Sensitive	Sensitive	High
STIR	Long	Low	High	Minimal	Insensitive	Insensitive	Indifferent
SPIR	Long	High	High	Strong	Sensitive	Sensitive	High
SPAIR	Long	High	High	Strong	Sensitive	Insensitive	High
Water excitation	Short	High	Low	Strong	Sensitive	Insensitive	Medium?
Dixon	Long	High	Low	Minimal	Insensitive (three- or four-point Dixon)	Insensitive	Medium?

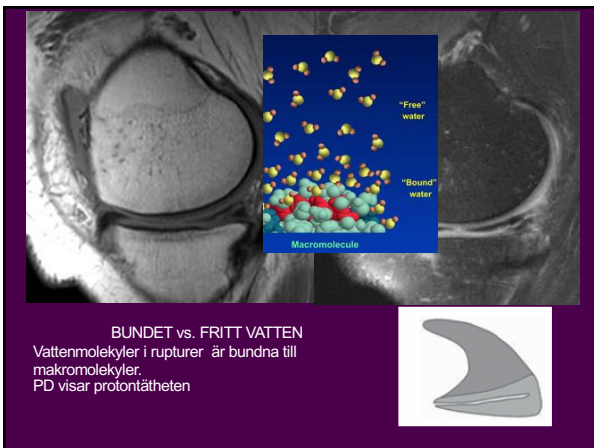
Grande et al. Fat-Suppression Techniques for 3-T MR Imaging of the Musculoskeletal System. RadioGraphics 2014; 34:217-233

MÅL

- Visualisera anatomin (hög upplösning)
- Visualisera patologiska tillstånd (fatsat)
- Beskriva och karakterisera patologiska tillstånd
- I tre plan (AX, SAG, COR)
- För att kunna diagnostisera ledernas patologiska tillstånd

APPROACH

- **PD/T2 fatsat**
 - Brosk, ligament, menisk, benmärg, ödem, vätska
- **T1**
 - benmärg
- **PD**
 - Meniskdegeneration, -ruptur, tendinos
- **T2*** för hemosiderin, kondrokalsinos
- Varför PD är bra för meniskrupturer ?



MRT knä - undersökningsteknik

IM/T2 Fat Sat* FSE x 3

+

T1 / PD / T2

LÄGG TILL

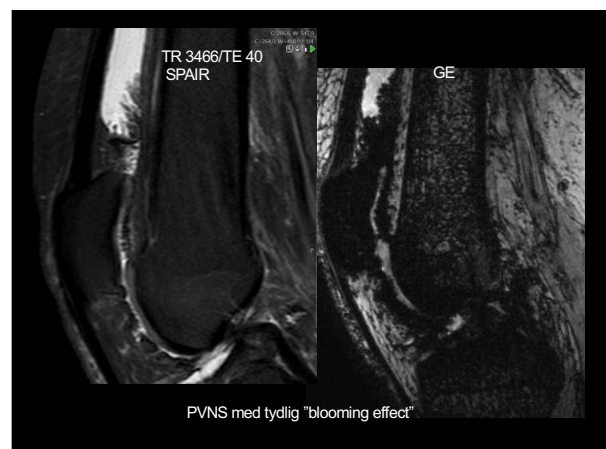
T2* för hemosiderin, kondrokalsinos

*IM FSE 3100/34, T2-viktad FSE 4000/50



MERA SEKVENSER

- 3D FSE (CUBE, SPACE)
 - Isotropiska voxlar
 - Roll i MSK MR är (fortfarande) oklar
 - AI för att minska bruset kan minska us tiden avsevärt
 - DWI ?
 - DESS
 - VIBE
 - FIESTA
 - FSPGR
 - SPGR
 - FLASH
- gradient eko, också i 3D



VIKTIGT



- En sekvens som är ödemsensitiv / vattensensitiv/ water sensitive

MRA - magnetresonansartrografi

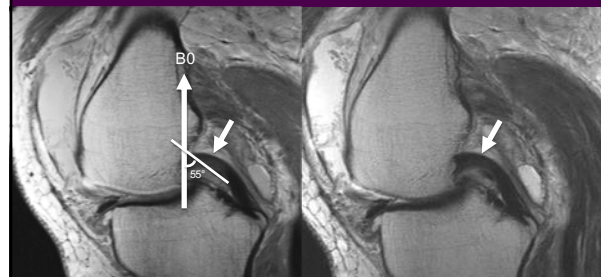
- = intra-artikulärkontrast med utspätt Gd
 - Bättre diagnostik och med större konfidens
 - T1 fatsat x 3 + 1 vattensensitiv sekvens
 - T1/T1 fs + IM sekvenser
 - Indikationer bl.a.
 - Axel, höft labrumrupturer
 - Cuff-rupturer
 - TFCC, SL, LT rupturer i handled
 - Postoperativ menisk
 - Ligamentskador i armbåge
 - Intra-artikulära fria fragment
 - Komplikationsfrekvensen är extremt låg (6/13300)

Hugo PC, Newberg AH, Newman JS, Weizner SM. Complications of arthrography. *Semin Musculoskelet Radiol* 1998;2(4):345-8.

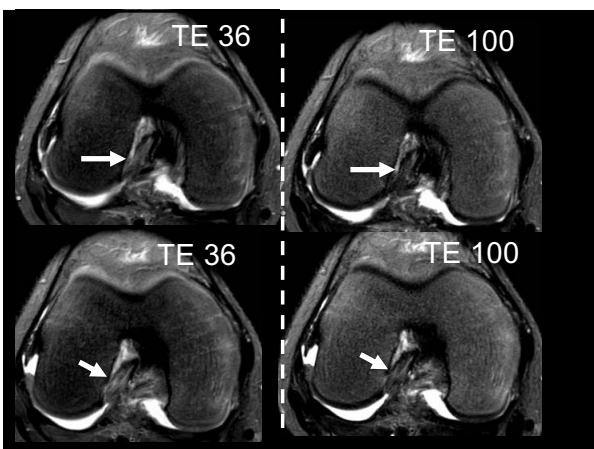
FALLGROPAR MED (FÖR) KORT TE

TE 10

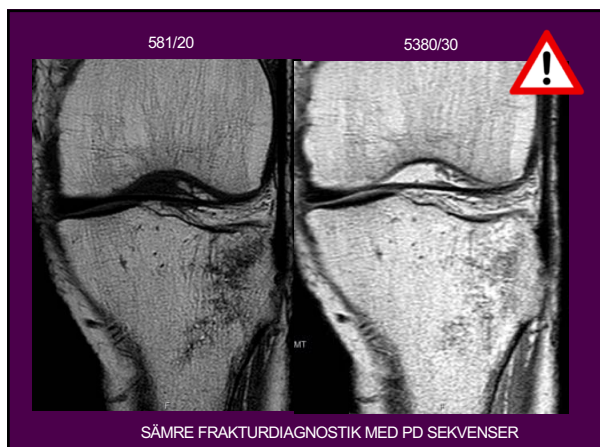
TE 100



Senor och ligament har kort T2-relaxationstid som ökar om vinkel mellan senan och B0 är 55°
TE-beroende (< 37 ms) "THE MAGIC ANGLE"



FALLGROPAR MED PD



OPTIMERA DIN PD



METALL I KNÄ

- Susceptibilitet = hur mycket ämnet blir magnetiserat i magnetfältet
- Precessionsfrekvensen ändras och snabbare T2*-relaxation
- Minska artefakter
 - B_0 ↓ bandbredd ↑
 - tunnare snitt
 - FSE/TSE
 - parallel imaging
- Kommersiella tekniker

METALL I KNÄ

- ANVÄND SPECIFIKA SEKVENSER FÖR METALARTEFAKTREDUCERING
 - MAVRIC
 - SEMAC
 - WARP
- ELLER DECT utan eller med i.v. / i.a. kontrast

I.V. KONTRAST

- Tumörer
- Infektion
- STIR- ingen Gd
- T1 v. fs FSE utan och med Gd

