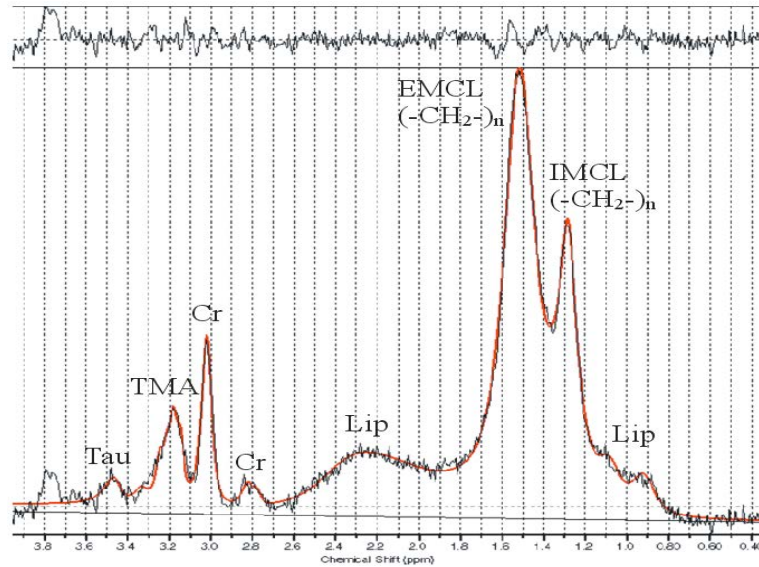




UPPSALA
UNIVERSITET

Kvantifiering av intrakardiomyocytära och intramyocellulära lipider med eko-planar spektroskopisk bildtagning (EPSI)



Jan Weis¹, Morten Bruvold², Francisco Ortiz-Nieto¹, Håkan Ahlström¹

¹ Akademiska sjukhuset, Uppsala

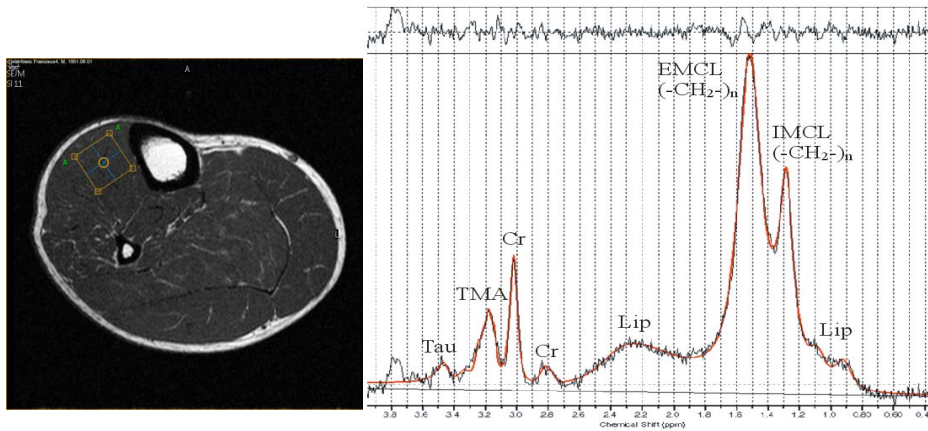
² Philips Healthcare



Inledning

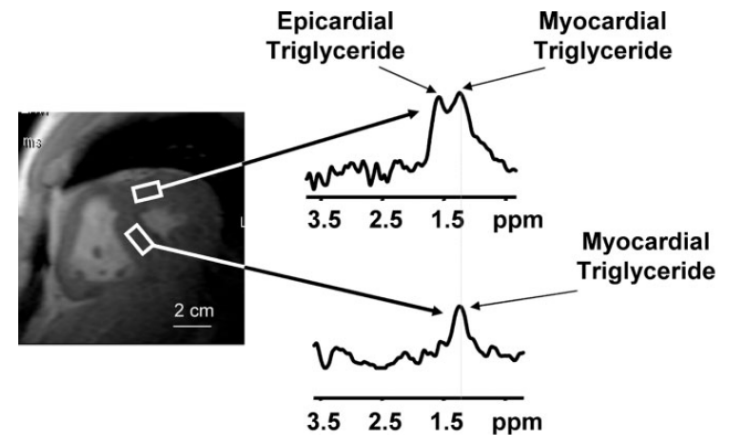
Extra- och intracellulära och intrakardiomyocytära lipider (fett)

Muskler



EMCL = extra-myocellular lipids
IMCL = intra-myocellular lipids
Cr = creatine
TMA = trimethyl ammonium (choline containing compounds)
Tau = taurine

Hjärta

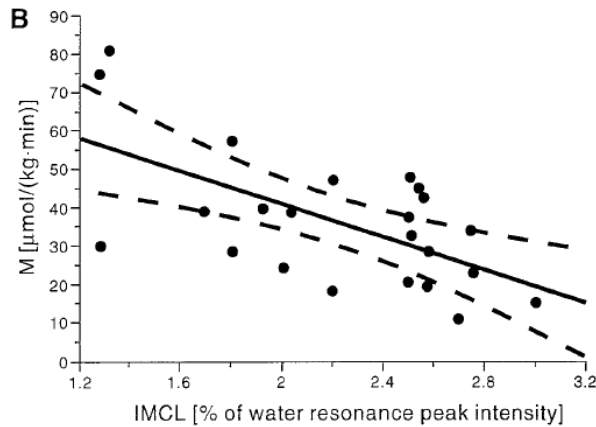


Szczepaniak LS et al, MRM 49:417-423, 2003



Inledning

Intramyocellära lipider (fett)

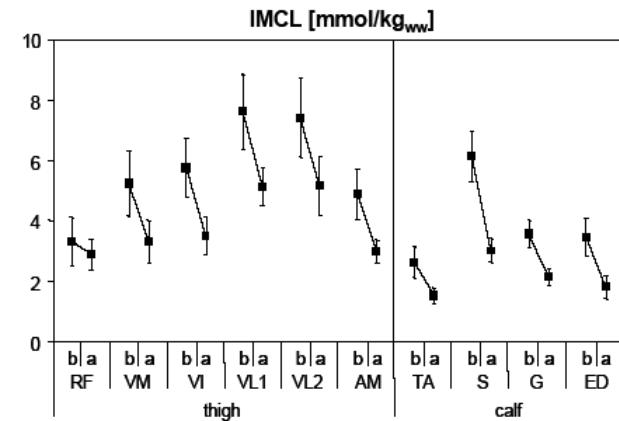
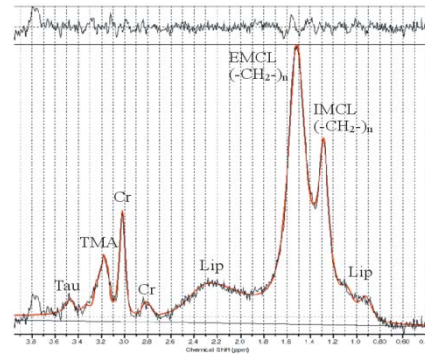


Krssak et al, Diabetes 47:607-610, 2002

Förhållandet mellan insulinkänslighet "M" och koncentration av IMCL för icke diabetiska friska frivilliga.

IMCLs betydelse i patogenesen för typ II diabetes mellitus:

- negativ korrelation mellan IMCL-koncentration och insulin-känslighet



Zehnder et al, Proc. ISMRM, Miami, 2005

Sammanhang mellan IMCL-koncentration och fysisk aktivitet: 3 timmar med "cycling ergometer", 50% of max workload.

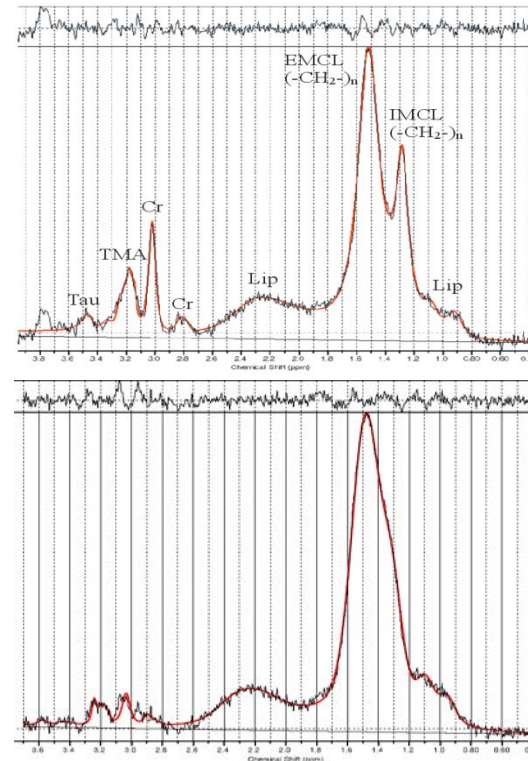
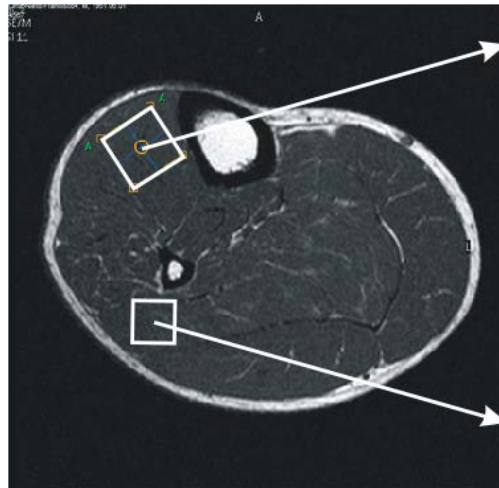
IMCL ändringar:

- ökning efter (relativt kort) fet diet
- ökning efter fasta
- ökning efter iv. lipid infusion
- minskning efter fysisk aktivitet



Inledning

Kvantifiering av EMCL och IMCL



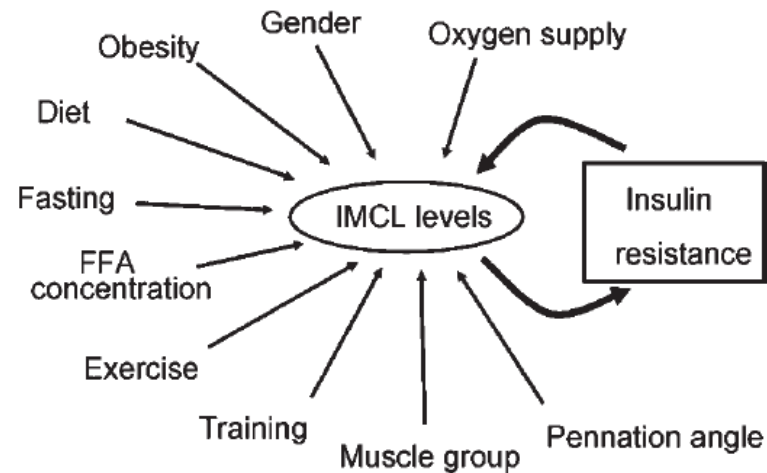
Huvudproblem:

- spektralintensiteten för EMCL (dvs. fettdepåer och interstitiellt fett) är ~ 100 gånger högre än för IMCL
- minsta voxelstorleken är $\sim 1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$ i konventionell spektroskopi



Ändamål

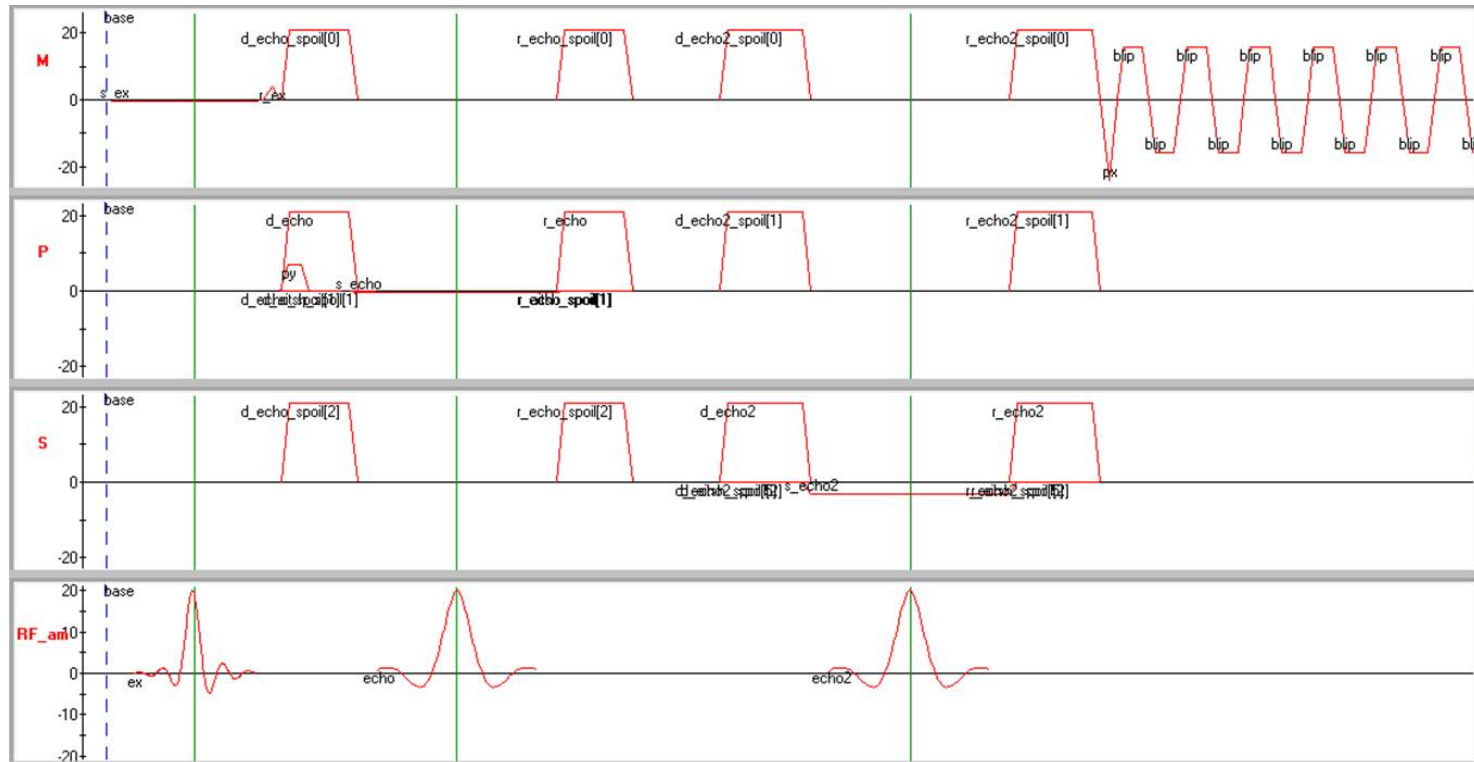
- kvantifiera intramyocellulära lipider i skelettmuskler
- kvantifiera intrakardiomyocytära och intramyocellulära lipider





Metod

Eko-planar spektroskopisk bildtagning (EPSI) med hög spatial upplösning 2D PRESS EPSI:





UPPSALA
UNIVERSITET

Metod

FOV = 192 x 192 mm, Flex – L coil
Slice thickness = 15 mm
matrix = **64 x 64**
nominal voxel size = 3 x 3 x 15 mm
TR/TE = 1500/38 ms
NSA = 4
Meas. time = 2 x **6 min 27 s**
and 2 x **1 min 37 s** unsuppressed water
line (NSA = 1).

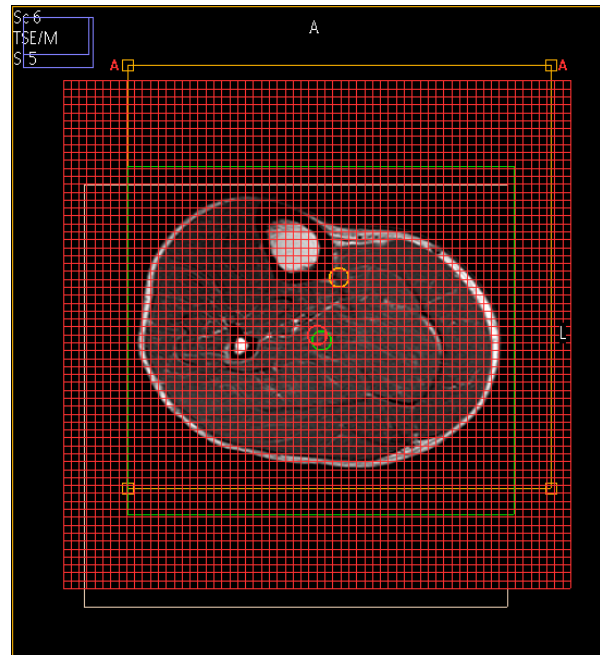
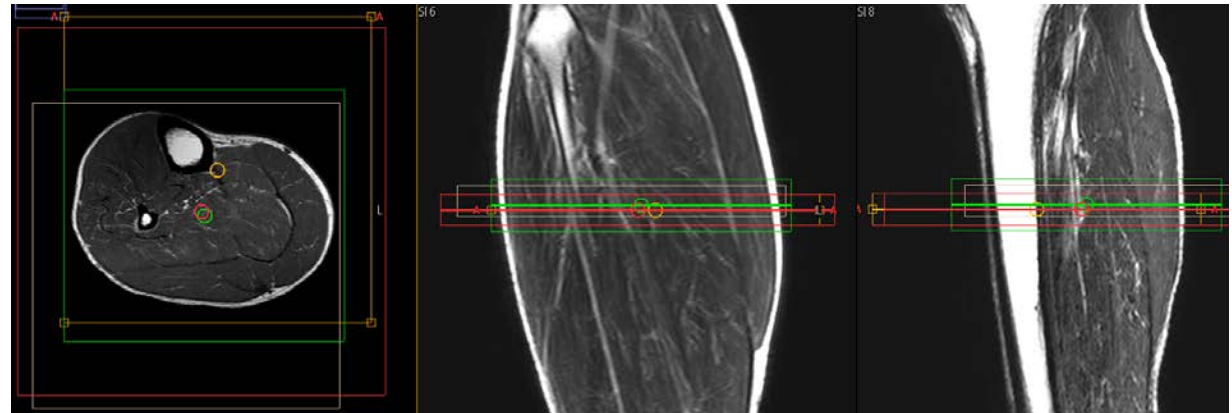
Conventional 2D MRSI

Meas. time = **102.4 min (NSA = 1)**
and **102.4 min** for unsuppressed water line
(NSA = 1).

Green = shimming volume

Yellow = Lac/Lip PRESS box
(excitation volume)

White = Cho PRESS box





UPPSALA
UNIVERSITET

Metod

Forskningsprojektet med Philips: Echo Planar Spectroscopic Imaging

Philips: puls-sekvens

Akademiska/Uppsala univ.: experiment och data-behandling (rekonstruktion metoder & algoritmer/mjukvara)

Philips utställning i ISMRM





Metod

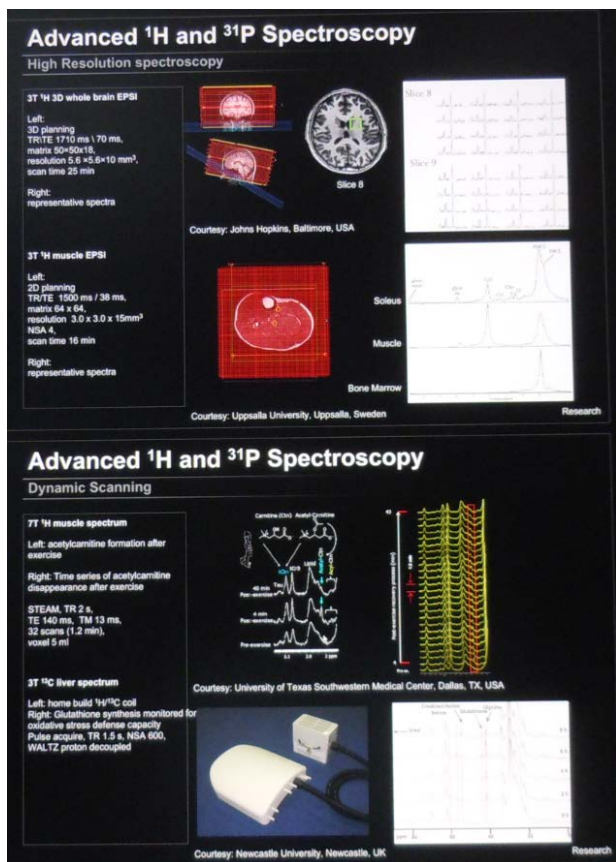
Philips utställning i ISMRM 2012 (Melbourne) och 2013 (Salt Lake City):

Baltimore Univ.
(J. Hopkins)

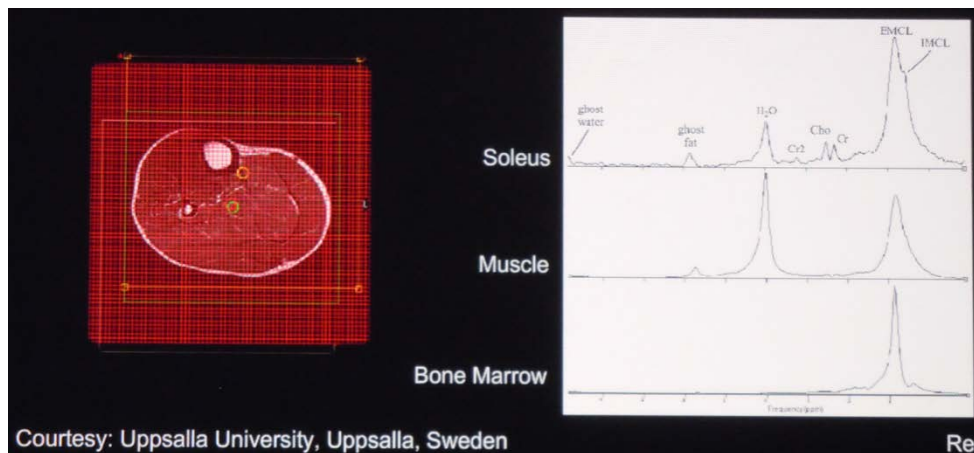
Uppsala Univ.
(Akademiska)

Univ. of Texas
(Dallas)

New Castle Univ.
(UK)



2D EPI, spectral matrix (64 x 64) !!!
Measurement time: 8 (4) minutes
Conventional MRSI: 102 minutes





Metod

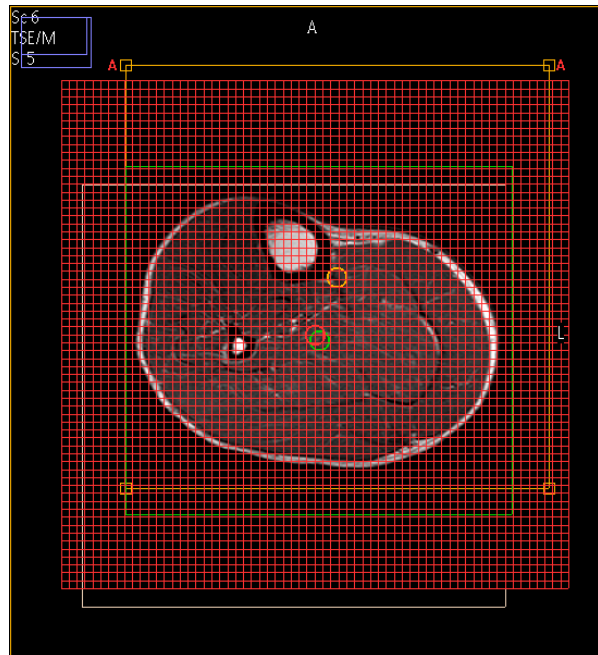
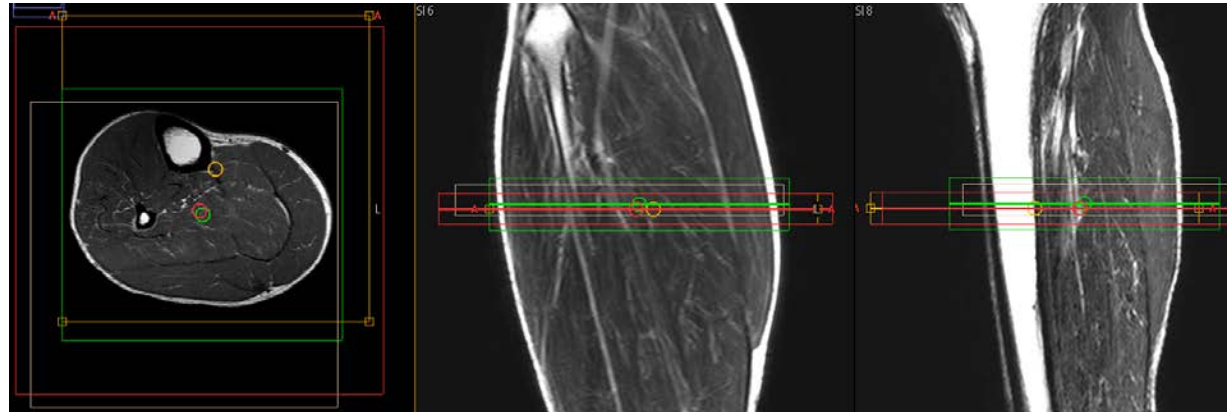
FOV = 192 x 192 mm, Flex – L coil
Slice thickness = 15 mm
matrix = **64 x 64**
nominal voxel size = 3 x 3 x 15 mm
TR/TE = 1500/38 ms
NSA = 4
Meas. time = 2 x **6 min 27 sec**
and 2 x **1 min 37 sec** unsuppressed water
line (NSA = 1).

Conventional 2D MRSI
Meas. time = **102.4 min (NSA = 1)**
and **102.4 min** for unsuppressed water line
(NSA = 1).

Green = shimming volume

Yellow = Lac/Lip PRESS box
(excitation volume)

White = Cho PRESS box





Metod

ECG & respiratory triggering !!!

Respiratory trigger delay = 350 ms

ECG trigger delay = mid diastole, Td = 740 ms

FOV = 192 x 192 mm, Flex – L coil

Slice thickness = 15 mm, matrix = 64 x 64

nominal voxel size = 3 x 3 x 15 mm

TR = ca 5000 ms, TE = 35 ms, NSA = 3

Meas. time = ca 2 x **16 min**

and 2 x **1 min 37 sec** unsuppressed water line
(NSA = 1).

Conventional 2D MRSI

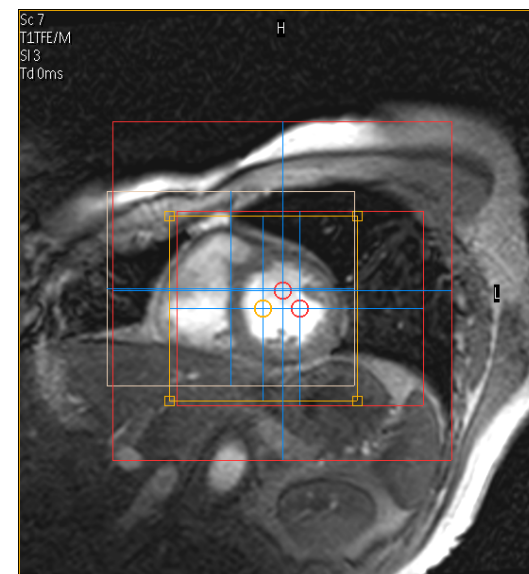
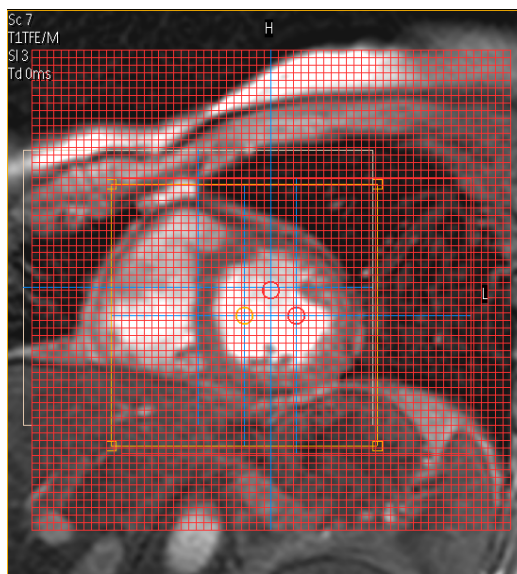
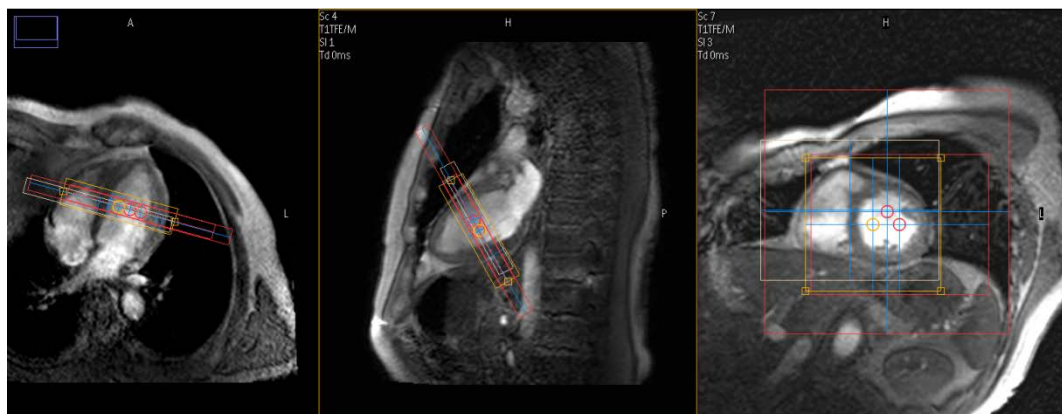
Meas. time = ca **5.7 hours** (NSA = 1)

and ca **5.7 hours** for unsuppressed water line
(NSA = 1).

Yellow = shimming volume

Red = Lac/Lip PRESS box
(excitation volume)

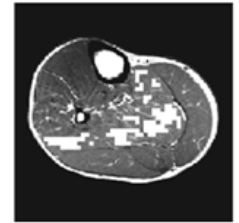
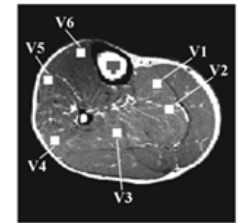
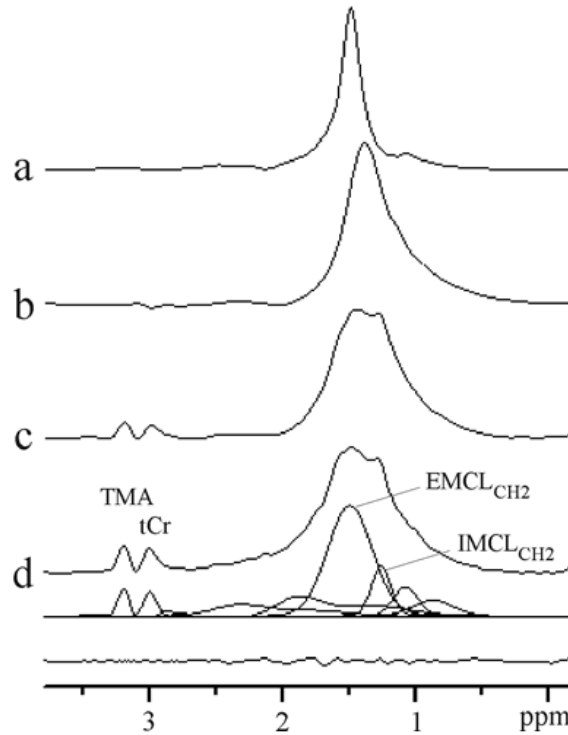
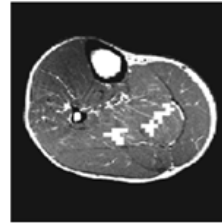
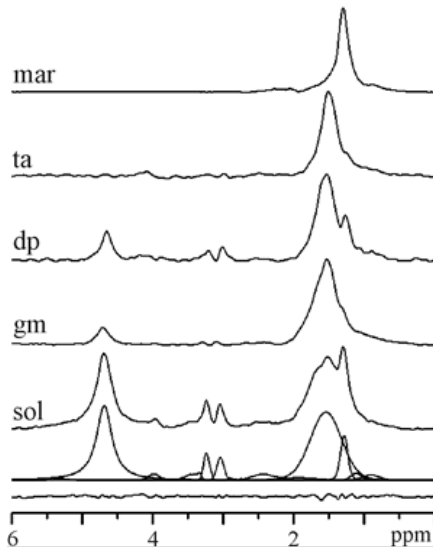
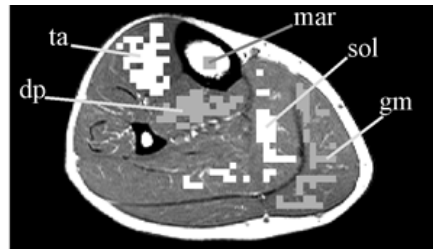
White = Cho PRESS box





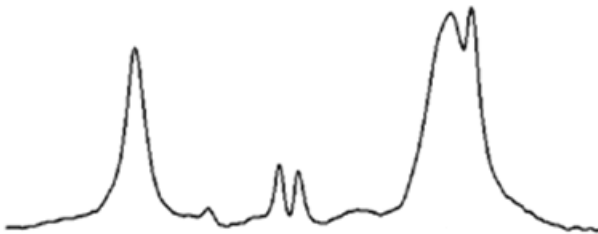
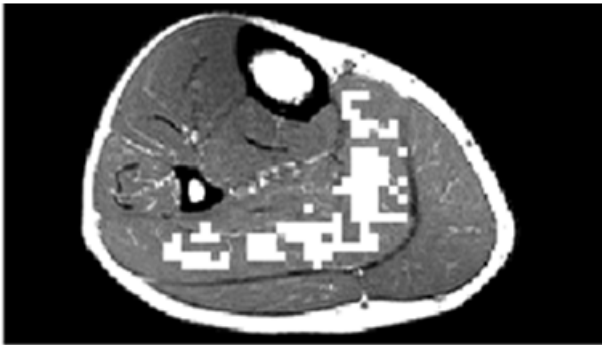
Resultat

Volume of interests: oregelbunda former, icke kontinuerliga





Resultat



Sex normala friska frivilliga

Median-ålder: 30.5 år (intervall: 22-61)

Body mass index: 23.3 ± 1.5 kg/m² (intervall: 21-25.5)

IMCL-koncentration i soleus-muskel:

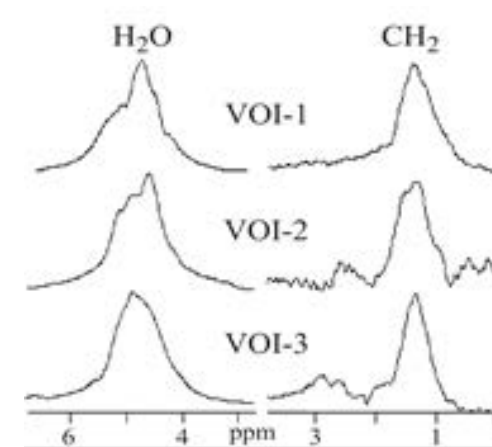
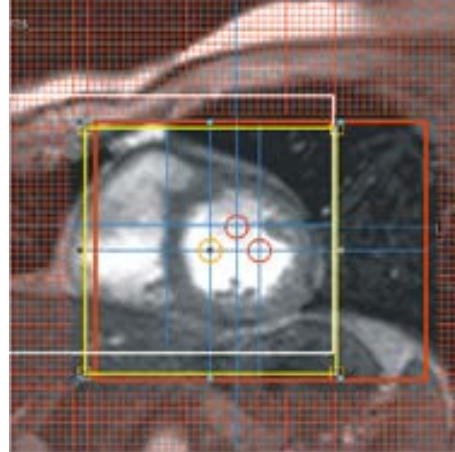
0.30 ± 0.1 volym % (intervall: 0.18-0.46) eller

3.6 ± 1.2 mmol/kg wet weight (intervall: 2.1-5.4).



Resultat

Spatial matrix 64x64

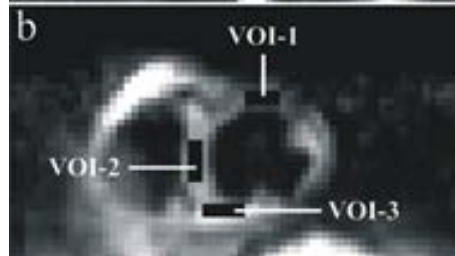


(a) Fett-bild (epikarial fett) –
integral av spektral linje av fet



(a) Vatten-bild - integral av
vatten-linje.

Svarta rutor visar VOI-ar.



En normal frisk frivillig

Innehåll av myokardiell-fett :

VOI-1: 4.5% (% av vatten signal)

VOI-2: 0.7%

VOI-3: 1.8%



Sammanfattning

- 2D PRESS EPSI implementerades i 3T Philips Achieva magnetkamera.
- Data-bearbetning utvecklades.
- 2D PRESS EPSI av lipider med hög spatial upplösning är genomförbar i klinisk magnetkamera.
- 2D PRESS EPSI är ett effektivt verktyg för kvantifiering av små mängder av intrakardiomyocytära och intramyocellulära lipider.