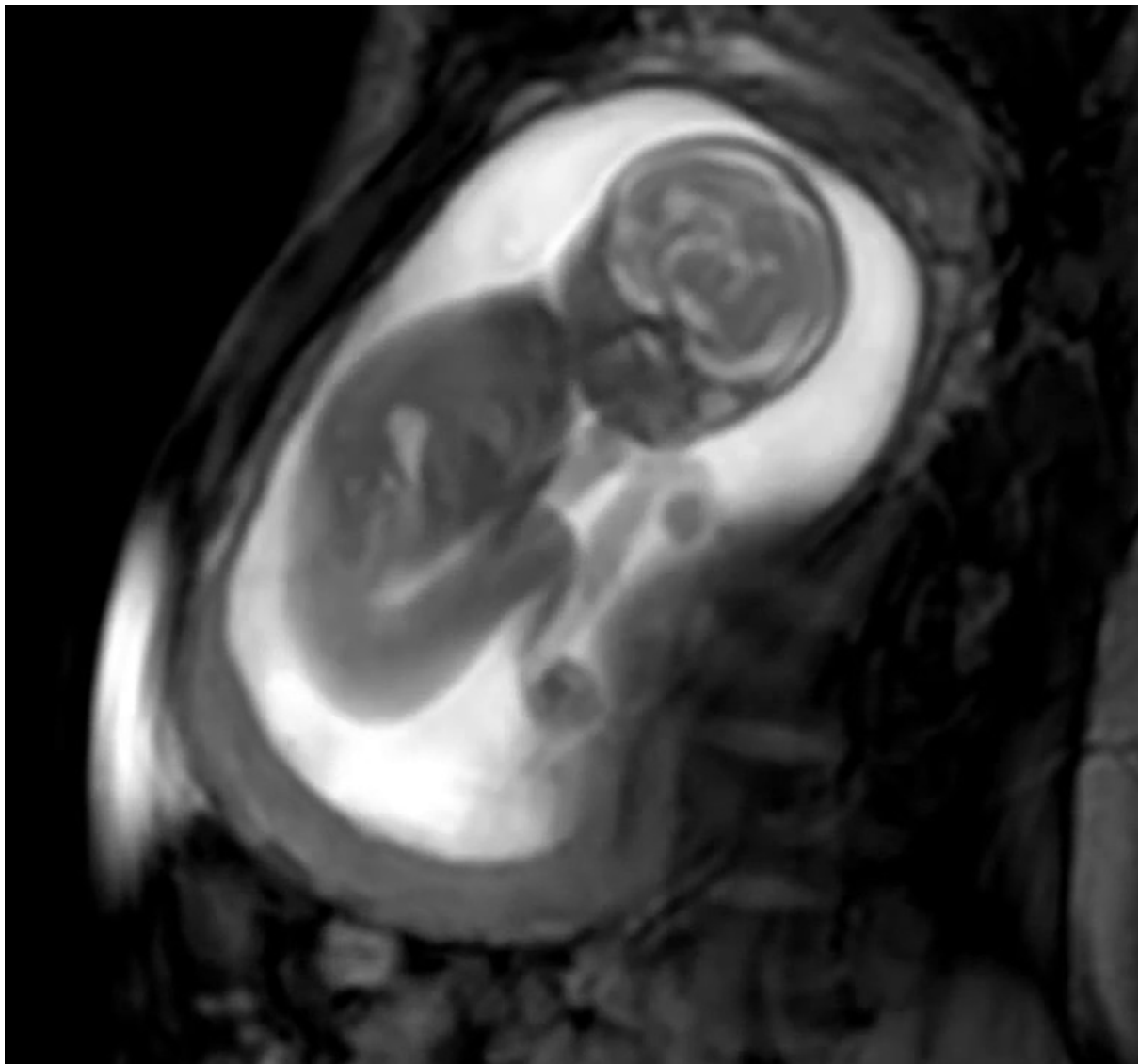


---

# MRI-MÅLT FOSTER OXYGENERINGSGRAD

STTBDP Eksamen F18

---



# Introduktion

Før fødsel forsynes fostret med ilt og næringsstoffer via moderkagen; placenta. I nogle tilfælde kan denne blodforsyning imidlertid kompromitteres, hvorfor fostret ikke modtager tilstrækkeligt med ilt og er i risiko for at udvikle hjerneskader som følge heraf. Såfremt dette opdages i tide kan man beslutte at igangsætte fødsel før tid eller udføre et kejsersnit og derved undgå disse komplikationer.

Hvorvidt blodforsyningen er kompromitteret eller ej har man imidlertid ikke særligt gode muligheder for at opdage idag, hvor beslutningen omkring igangsættelse af tidlig (præmatur) fødsel/kejsersnit i høj grad er bestemt af den kliniske tilstand snarere end på direkte måling af ilttingsgrad (oxygeneringsgrad).

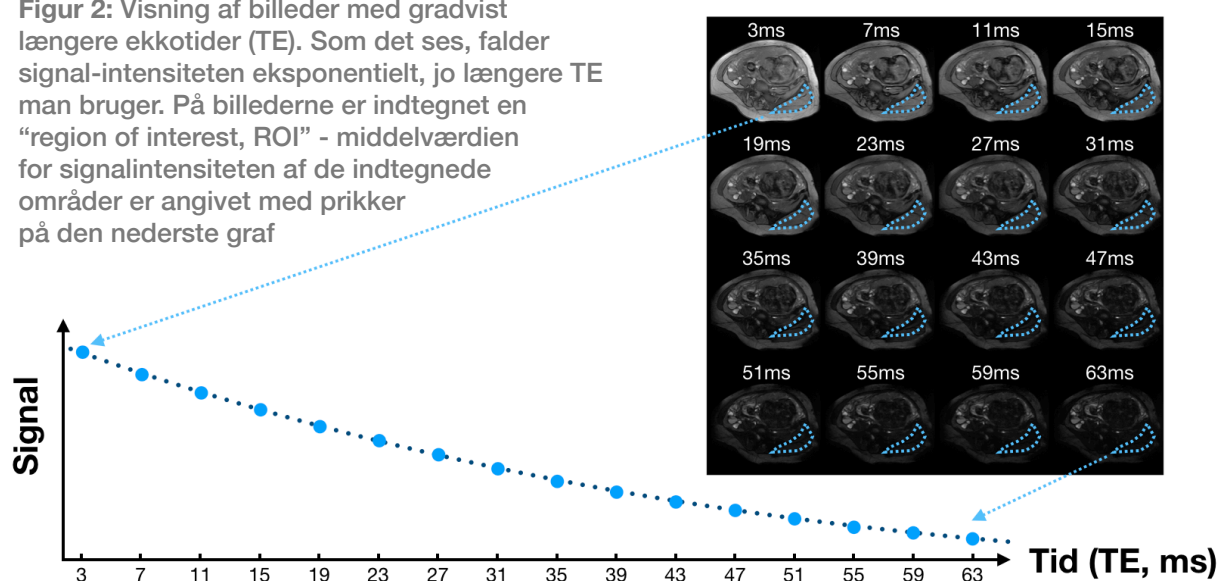
Magnetisk Resonans Imaging (MRI) en en billedemodalitet, der blandt andet kan udføre T2\* skanninger, hvor signalet bl.a. er påvirket af oxygeneringsgraden. Danske forskere er således ved at undersøge hvorvidt brugen af T2\* billeder hos fostre, der mistænkes for at have utilstrækkelig iltforsyning, kan forbedre udvælgelsen af hvilke fostre, som skal have igangsat præmatur fødsel/kejsersnit (1).

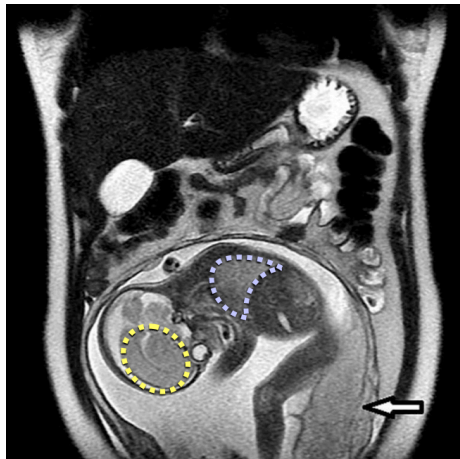
Målingen af T2\* går meget simplificeret ud på at udlæse billeder med varierende "ekkotid (TE)", som er en parameter man kan indstille på MRI-skannere. Signalstyrken vil henfalde eksponentielt med en hastighed, der vil være proportionel med oxygeneringsgraden (figur 1). Kan man beregne den eksponentielle henfaldskonstant (formel 1), kan man dermed karakterisere fostrets iltforsyning og afgøre om der skal iværksættes præmatur fødsel eller kejsersnit (figur 2).

Signalet ( $I_t$ ) vil henfalde efter følgende formel 1, hvor  $t$  er TE og  $I_{t=0}$  er signalet ved målingens start:

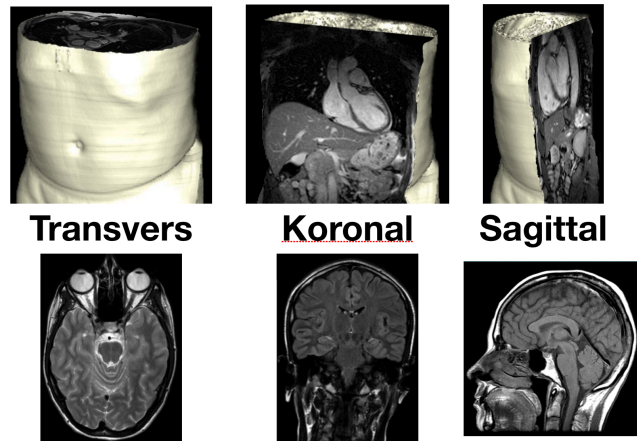
$$I_t = I_{t=0} \cdot e^{-t/T2^*} = I_{t=0} \cdot e^{-(1/T2^*) \cdot t} \quad [1]$$

**Figur 2:** Visning af billeder med gradvist længere ekkotider (TE). Som det ses, falder signal-intensiteten eksponentielt, jo længere TE man bruger. På billederne er indtegnet en "region of interest, ROI" - middelværdien for signalintensiteten af de indtegnede områder er angivet med prikker på den nederste graf





**Figur 3:** Et MRI billede af et foster, hvor placenta (moderkagen) er markeret med en pil, hjerne med stiplede gult og lever med stiplede blå



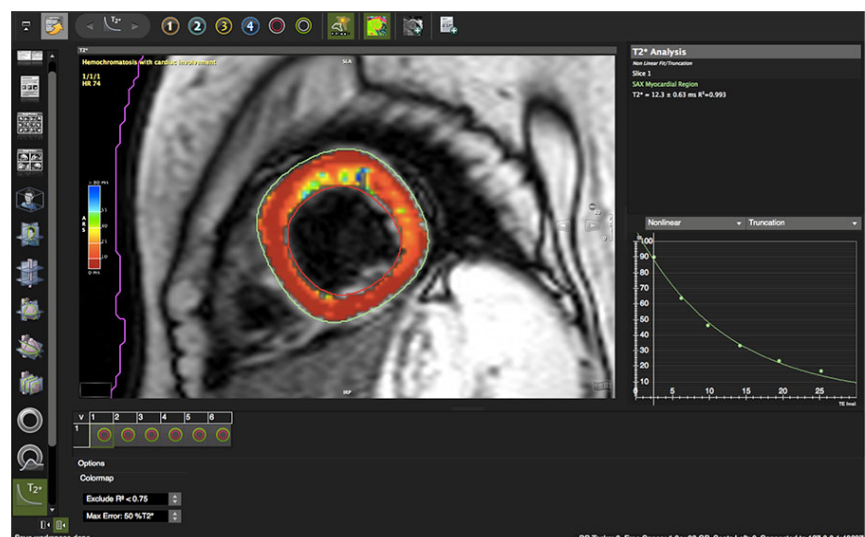
**Figur 4:** De tre kardinale retninger, man bruger i en Localizer skanning til at give et overblik over patientens geometri og til at planlægge orienteringen af de efterfølgende skanninger

T2\* signalet vil variere for forskellige væv. Hvorvidt det vil være moderkagen (placenta) eller selve fostrets organer (lever, hjerte, hjerne mv.), som vil være mest sensitivt i forhold til at detektere kompromitteret oxygeneringsgrad vides ikke (figur 3).

Til opgaven får I udleveret DICOM billeder fra MRI skanninger af 7 gravide kvinder via ZIP-fil på Digital Eksamen. Hver kvinde har fået foretaget en indledende Localizer-skanning, som benyttes til at give et overblik over kvindens geometri. I denne skanning optages billeder i de tre såkaldte kardinale planer (figur 4); transvers (på tværs af kroppen), koronal (frontalplanet) samt sagittalplanet (fra ryg til mave). Derudover er der vedlagt en T2\*-måling på 2-5 snit. Hvert snit har en række billeder med varierende ekkotider tilknyttet. Ekkotiden er tilgængelig via DICOM tagget “**EchoTime**” og snittets lokalisering via DICOM tagget “**SliceLocation**”.

Denne eksamensopgave går ud på at konstruere et GUI, som tillader forskeren at indtegne et eller flere ROIs pr. snit, udregne T2\* via en eksponentiel fitting af billedeintensiteterne indenfor ROI’et og visualisere resultaterne, ligesom data skal kunne gemmes i et hensigtsmæssigt format. Til inspiration er vedlagt et GUI (figur 5) af et kommercielt værktøj til samme formål.

**Figur 5:** Et kommercielt værktøj, hvor hjertet er markeret med ROIs og T2\* værdierne er præsenteret, dels med farvemarkeringer på selve billedet, og dels med en fittet kurve nederst th.



# Opgave

Jeres program skal kunne:

- ❖ Indlæse DICOM billeder og opdele dem i *Localizer* og  $T2^*$  billeder
  - ❖ Om I vil vise *Localizer* billederne er valgfrit, men ofte anvendes de til at give brugeren et overblik over billederne og de kan fx bruges til at se hvor  $T2^*$  billederne er optages - information omkring lokalisering og vinkling af billederne er tilgængelig i DICOM tags
  - ❖ Tillade brugeren at blade imellem de forskellige snit og de forskellige ekkotider og få vist hvert enkelt billede
- ❖ Tillade brugeren at indtegne et eller flere ROIs pr. snit. For hver ROI skal den gennemsnitlige signalintensitet beregnes, som skal bruges til at lave en eksponentiel fitning (**fit** med input parameteren '**exp1**').
  - ❖ Fittet sker på formen  $Y = a \cdot \exp(b \cdot x)$  hvor  $b = -1/T2^*$ , som kan bruges til at beregne  $T2^*$ 
    - ❖ a parameteren skal ikke bruges til noget i denne opgave
- ❖ Visualisere den eksponentielle kurve samt de gennemsnitlige signalintensiteter den er baseret på (se kurven nederst th. på figur 5)
- ❖ Visualisere en fitning, hvor hver enkelt pixel indenfor de markerede ROIs fittes separat og farvekodes efter  $T2^*$  værdien (se hovedbilledet på figur 5).
  - ❖ I selve fitningen kan I bede om såvel et fit som output som et Goodness of Fit (fx sum of square errors (SSE) eller Root Mean Square Error (rmse)) estimat af hvor god fitningen er i den enkelte pixel. Forskerne har en mistanke om, at der vil være pixels indenfor ROIs, der fitter meget dårligt til en eksponentiel kurve, som derfor med fordel kunne udelukkes fra analyserne. Derfor skal I indbygge en mulighed for at kunne ekskludere pixels med et dårligt fit og beregne den gennemsnitlige  $T2^*$  værdi for de resterende pixels, som skal sammenlignes med fittet baseret på middelværdierne af samtlige signalintensiteter indenfor ROIs
- ❖ Gemme resultaterne i et hensigtsmæssigt format, herunder at kunne gemme og genoptage analysen på et senere tidspunkt

Ved vurdering af opgaven vil der blive lagt vægt på brugervenlighed og hastighed i forbindelse med de opgivne opgaver ovenfor, ligesom den tekniske rapport også vejer tungt i den endelige bedømmelse.

Opgaven skal afleveres **BÅDE** som pdf-fil med en teknisk rapport, der motiverer jeres arbejde og beskriver de valgte parametre ifm. databehandling, samt en tilhørende zip-fil med selve jeres program senest **tirsdag den 29. maj** kl. 12:00 via Digital Eksamen. **LAD VÆRE** med at pakke billedefilerne med i afleveringen - det gør den meget, meget stor og vi har allerede billederne tilgængelige.

Opgaven må gerne afleveres i grupper op til maksimalt 3 personer. Afleverer I i en gruppe vil I også blive bedømt i gruppen via en gruppeeksamen.

## Litteraturliste

(1) M. Sinding et al.: Placental magnetic resonance imaging  $T2^*$  measurements in normal pregnancies and in those complicated by fetal growth restriction, *Ultrasound Obstet Gynecol* 2016; 47: 748–754