

Automatyczne oznaczanie zawartości tłuszczu wewnątrzmięśniowego z obrazów Dixona

Agnieszka Sabisz

Włodzimierz Bzyl

Piotr Artukowicz

Beata Brzeska

Arkadiusz Szarmach

Gdańsk, 6–8 czerwca 2019

Monitorowanie zmian zawartości tłuszczu

Tłuszcz w mięśniach szkieletowych:

- więcej u osób starszych
- może być skutkiem choroby (Duchenne'a, sarkopenia)

Celem jest program do:

- automatycznego oddzielenia mięśni uda z obrazu MR (moduł 1 [thigh])
- precyzyjnego oznaczania zawartości tłuszczu wewnątrzmięśniowego (moduł 2)

Dlaczego obrazy Dixona?

4 obrazy: in-phase, out-phase, water (W), fat (F).

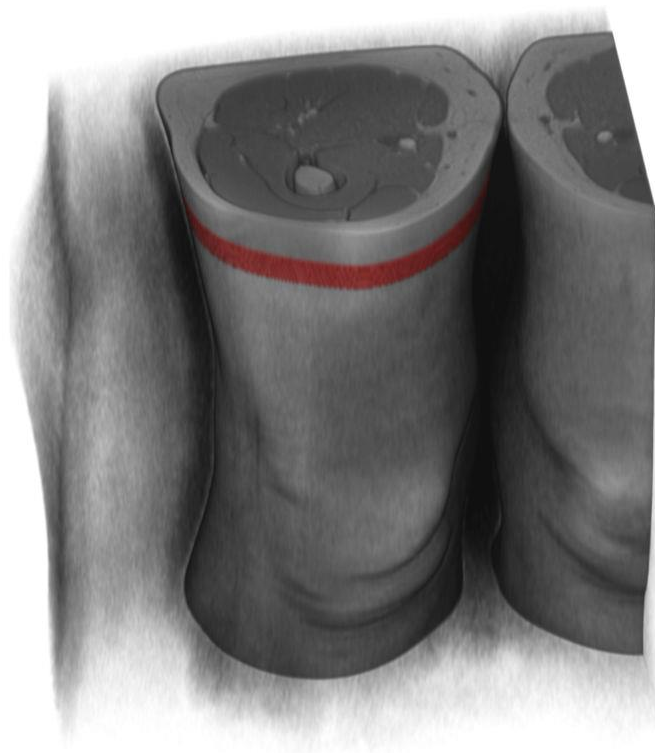
Intensywność sygnału w obrazach W i F reprezentuje gęstości protonów pochodzących od $-\text{CH}_2-$ i $-\text{CH}_3$, odpowiednio.

$$\text{signal fat-fraction} \equiv \frac{S_F}{S_W + S_F}$$

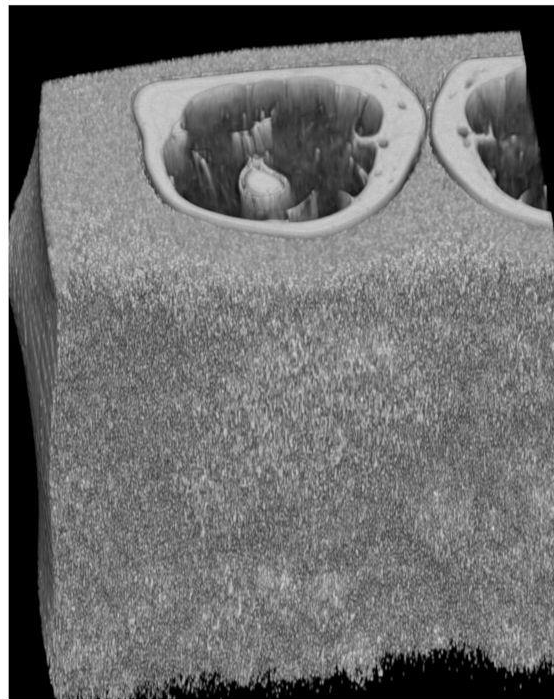
$$\text{true fat-fraction} \approx \text{signal fat-fraction}$$

(dla małego *flip angle*)

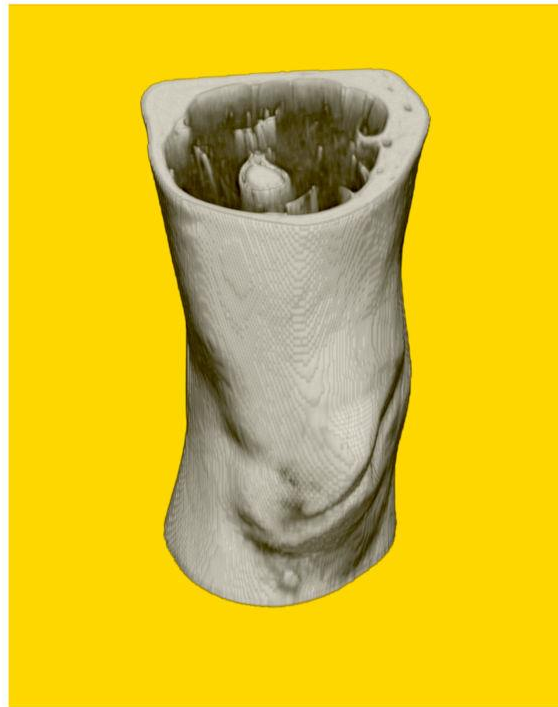
Dane: obrazy Dixona, wybrane warstwy **Program**



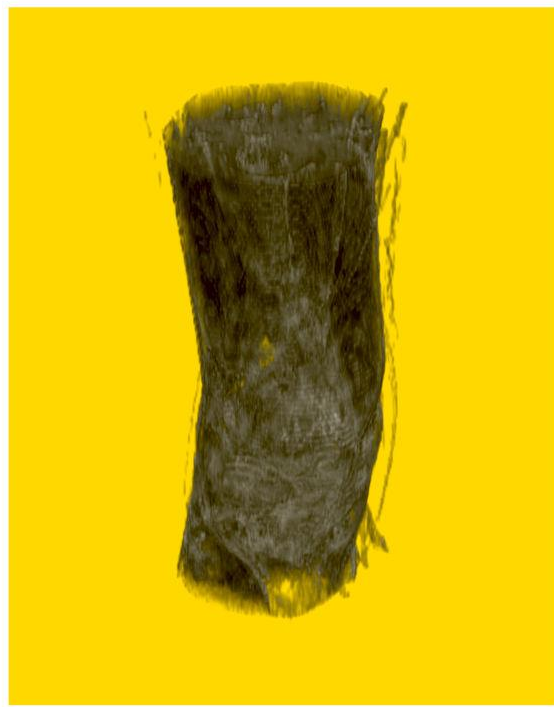
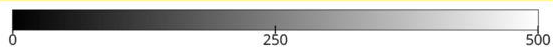
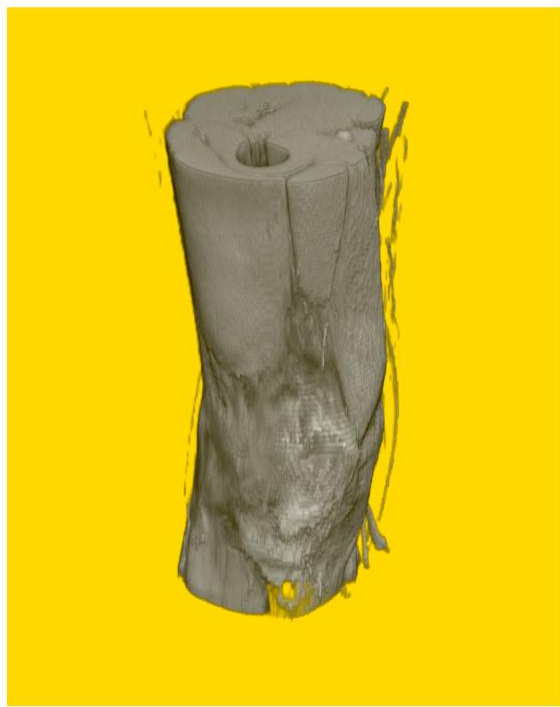
Tłuszcz na obrazach in-phase i fat-fraction



Tłuszcz na obrazach in-phase i fat-fraction bez tła

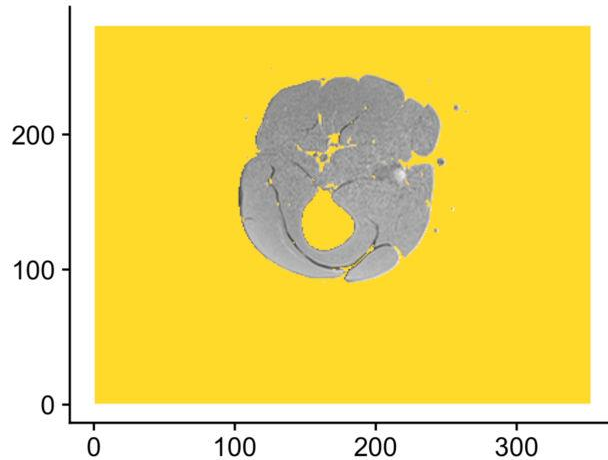


Mięśnie na obrazach in-phase i fat-fraction bez tła



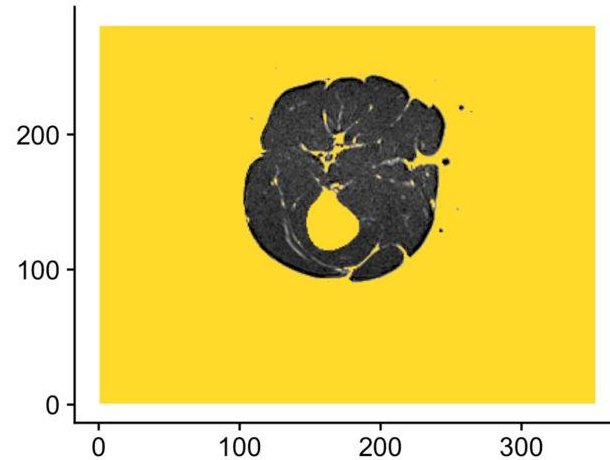
1 warstwa z mięśniami z wyciętą kością udową

muscle from in-phase image



muscle = 20.1cm^3

fat fraction within muscle



intramuscular fat = 1.6cm^3

Informacja o obrazach Dixona

Aparat MRI: 1.5T Siemens Magnetom Aera.

Cewki: automatyczny wybór elementów cewki
(dwie cewki body coil oraz cewka kręgosłupowa).

Zakres badania: od początku stawu kolanowego do końca stawu biodrowego.

Pole obrazowania podzielono na dwa obszary tak by objąć cały badany zakres.

Protokół badania.

1. Sekwencja T2-zależna space – woksel 0.8mm x 0.8mm x 3.0mm;
2. Sekwencja T1-zależna vibe dixon – woksel 0.7mm x 0.7mm x 2.5mm

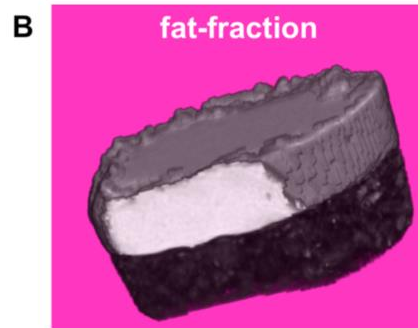
Extras

misconceptions, bugs, algorithm pathologies

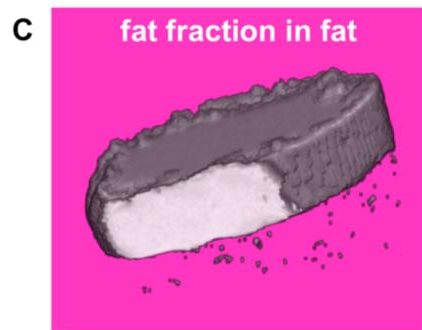
True Fat Fraction \approx Fat Fraction w obrazie fat-fraction fantomu F1



tissue = 453.7cm^3



fat = 218.6cm^3



fat in fat = 202.8cm^3



fat in muscle = 21.5cm^3

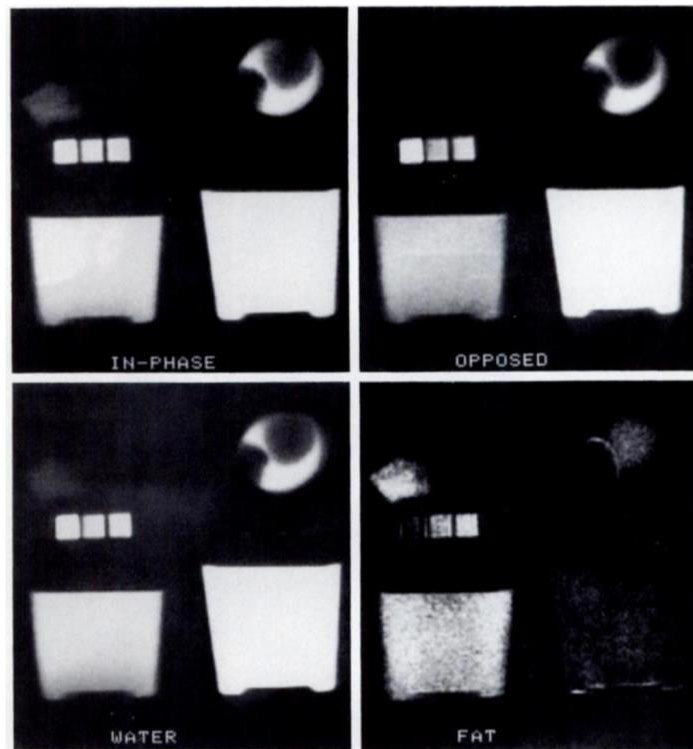
Featured Extras

W. Thomas Dixon – pierwsze obrazy MR (1984)

Arithmetic on Dixon Images

Schemat działania programu

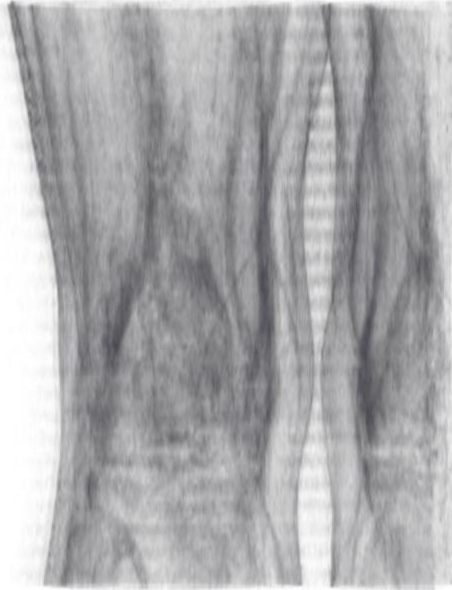
W. T. Dixon, Simple Proton Spectroscopic Imaging



$$\text{abs}(\text{in-phase} - (\text{water} + \text{fat})) = 0 \text{ (from definition)}$$



$$\text{abs}(A - B) = 0$$



$$\begin{aligned} A &= \sqrt{\text{in_phase}^2 + \text{out_phase}^2} \\ B &= \sqrt{2} * \sqrt{\text{water}^2 + \text{fat}^2} \end{aligned}$$

$$\text{abs}(C - 2 * \text{water}) = 0$$



```
A = (in_phase + out_phase) * (water >= fat)
B = (in_phase - out_phase) * (water < fat)
C = A + B
```


$$(\text{in-phase} - \text{out-phase}) / (2 * \text{in_phase}) = \text{fat-fraction}$$



Schemat działania programu

Dane: *wybrane warstwy z obrazów*

in-phase, water, fat, fat-fraction \leftarrow fat / (water + fat)

Stage 1a: *liczymy maski dla uda i kości udowej*

tissue-mask \leftarrow z obrazu *in-phase* liczymy maskę dla całego uda

femur-mask \leftarrow wykorzystujemy maskę *tissue-mask* do policzenia maski dla kości udowej

Stage 1b: *liczymy maskę dla mięśni*

muscle-mask \leftarrow (water > fat) * (tissue-mask - femur-mask)

Stage 2a: *obliczamy objętość mięśnia*

sumujemy objętości wszystkich wokseli w **muscle-mask**

Stage 2b: *obliczamy objętość tłuszczu wewnątrzmięśniowego*

sumujemy wartości wszystkich wokseli w obrazie

fat-fraction * muscle-mask; otrzymaną sumę mnożymy przez objętość jednego woksela