



ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 3

Παραδοτέο 3



Τίτλος : Σχεδιασμός πρωτοκόλλων απεικόνισης
ΑΜΣ, βαθμονόμηση ακολουθιών

5 ΑΠΡΙΛΙΟΥ, 2021

ΜΑΡΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΙΚΕ

Φιλονίδου Ζώτου 16, 70014, Λιμένας Χερσονήσου, Κρήτη

3.1 : Υλικομηχανική υποδομή συστήματος Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού

Όλες οι μετρήσεις και τα σχετικά πειράματα ελέγχου θερμοκρασίας έγιναν σε ειδικά ομοιώματα που τοποθετήθηκαν μέσα στο κλινικό σύστημα Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (ΑΜΣ) (Μαγνητικός Τομογράφος) του Πανεπιστημιακού Γενικού Νοσοκομείου Ηρακλείου Κρήτης (Πα. Γ. Ν. Η.)

Το κλινικό σύστημα ΑΜΣ του Πα.Γ.Ν.Η εγκαταστάθηκε το 1998 και αναβαθμίσθηκε το 2003. Από τότε μέχρι σήμερα το σύστημα ΑΜΣ λειτουργεί αδιάλειπτα και παραγωγικά εξυπηρετώντας τόσο κλινικούς και παράλληλα ερευνητικούς σκοπούς. Η προμηθεύτρια εταιρία είναι η εταιρία SIEMENS και το σύστημα αποτελεί μια μοναδική υβριδική υλοποίηση ενός παλαιού μοντέλου (Magnetom Vision) με έτος κατασκευής το 1998 και ενός σύγχρονου για την εποχή του μοντέλου (Magnetom Sonata) με έτος κατασκευής το 2003. Ακόμη και σήμερα ένα βασικό τεχνικό του χαρακτηριστικό (Gradient rise time : 200 msec) σε συνδυασμό με την ομοιογένεια του στατικού μαγνητικού πεδίου, λόγω του μεγάλου μήκους του άξονα του βασικού κυλίνδρου του πεδίου (bore: 2m), είναι μοναδικά στην αγορά των κλινικών συστημάτων ΑΜΣ.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του κλινικού συστήματος ΑΜΣ του Πα.Γ.Ν.Η παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα :

Siemens Magnetom Vision/Sonata Hybrid 1.5 T.

GENERAL DATA

1

Model	Magnetom Vision/Sonata Hybrid
Magnet	Superconducting
Static magnetic field strength, T	1.5 T (isocenter)
Shimming type	Passive, active; 1st order; opt 2nd order
Body coil (Diameter, cm)	60
Head coil (Diameter, cm)	26 Internal Diameter, open sides
Bore features	Lights, ventilation, nurse call, intercom
Line Voltage, VAC	380/400/420/440/480
KVa (Power Needed)	80
A/c, btu/hr (Power Needed)	10.6 peak
Clinical Use	Whole body
Cooling Method	Single cryogen, 2-stage refrigeration
Cryogen type use	Liquid Helium, Gas Helium

Liquid Helium consumption, L/hr	0.075
Magnet Weight, kg	4.050, 5.500 in operation
Dimensions (HXWXD), cm	235 X 215 X 160
Radial/Axial, m (5-Gauss Fringe Field)	2.5 / 4
Spectroscopy	SVS or CSI (optional)

GRADIENT SUBSYSTEM

Strength, mT/m	40
Rise time, μ sec	200
Slew rate, T/m/sec	200

IMAGING

Pulse sequences	GRE, IR, FIR, STIR, TrueIR/FISP, FSE, FLAIR, MT, SS-FSE, MT-SE, MTC, MSE, EPI, 3-D: DESS/CISS/ PSIF, GMR, fat/water sat/exc, others
Repetition time, msec	1.5 @ 256 × 256
Echo time, msec	0.58 @ 256 × 256
Inversion time, msec	22 @ 256 X 256
Slice thickness, mm	0.1 – 200.0 (2D), 0.05 – 20 (3D)
FOV, cm	0.5 - 40
FOV Offsets	±20
Scan orientations	Orthogonal, Oblique (X,Y,Z)
Measuring matrix	64 × 64 to 1024 X 1024
Display matrix	1024 X 1024 full screen
Resolution, mm	0.01 in plane
Single slice, reconstruction time, sec	0.056@ full 256 x 256

Multislice, reconstruction time, sec	0.056/slice @ full 256 x 256
Volume, reconstruction time, sec	0.056/slice @ full 256 x 256

MAIN COMPUTER TECHNICAL DATA

Main computer, Memory size	72 GB HD, 2 GB RAM
Array Processor	Dual Pentium IV
Array Processor, Memory size	5 × 18 GB, 1GB RAM
Storage media/size	CD-ROM
Image Storage Capacity	Approx. 5000

PERIPHERALS / OPTIONS

ECG gating/peripheral gating	Yes/yes
Imaging coils / applications /options	Whole-body integrated panoramic array, applications packages: advanced cardiac, diff/perf, pMRI
Angiography	Yes
Echo Planar Imaging	Yes
Other Attributes (Interference compensation)	3-D shim; 3-D MIP/MPR/SSD; remote diagnostics; dynamic analysis; integrated post processing

DATA MANAGEMENT / MARKETING

DICOM 3.0 Compatibility	Yes
FDA Clearance	Yes
CE Mark (MDD)	Yes
Marketing Region	Worldwide

3.2 : Σχεδιασμός πρωτοκόλλων ποσοτικής Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού για τις μετρήσεις θερμοκρασίας

Σχεδιάσθηκαν και υλοποιήθηκαν από τον φορέα: ΜΑΡΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΙΚΕ, ερευνητικά πρωτόκολλα (ειδικές ακολουθίες παλμών) ποσοτικής Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (πΑΜΣ) για τον έλεγχο της θερμοκρασίας σε ειδικά ομοιώματα. Οι ακολουθίες αυτές εγκαταστάθηκαν στο κλινικό σύστημα Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (ΑΜΣ) του Πανεπιστημιακού Γενικού Νοσοκομείου Ηρακλείου (Πα.Γ.Ν.Η). Διατηρήθηκε η λογική των μεγαλύτερων δυνατών εξεταστικών πεδίων (400 mm X 300 mm) για δυναμική απεικόνιση του σώματος ενός εικονικού εξεταζόμενου στο επίπεδο της άνω κοιλίας με ταυτόχρονη απεικόνιση των οργάνων του ήπατος του παγκρέατος και του σπληνός. Δυναμικά θα μπορούσε να θερμανθεί μια τέτοια μεγάλη ανατομική περιοχή και να ελεγχθεί μέσω του κλινικού συστήματος ΑΜΣ η αύξηση της θερμοκρασίας. Σε όλες τις παρακάτω ακολουθίες χρησιμοποιείται το πηνίο σώματος σαν πηνίο εκπομπής και ο συνδυασμός του πηνίου σπονδυλικής στήλης και των δύο πηνίων κοιλίας σαν επιφανειακά πηνία λήψης. Το σύνολο των καναλιών καταγραφής των σημάτων ήταν 4 (τέσσερα) και το σύνολο των πηνιοστοιχείων λήψης ήταν 8 (οκτώ). Δύο πηνιοστοιχεία ανά κανάλι λήψης. Σε όλες τις ακολουθίες δεν χρησιμοποιούνται τεχνικές παραλληλισμού σημάτων για μείωση των χρόνων λήψης.

Κύριο πρόβλημα στον σχεδιασμό ακολουθιών μέτρησης θερμοκρασίας στα κλινικά συστήματα ΑΜΣ αποτελεί ο πραγματικός χρόνος λήψης της συγκεκριμένης ακολουθίας. Σε περίπτωση μάλιστα που προηγείται μια διαδικασία θέρμανσης των ιστών (υπερθερμία) με χρήση κυρίως επαγωγικών θερμαντήρων ο χρόνος λήψης είναι ο σημαντικότερος παράγοντας. Στους βιολογικούς ιστούς η τοπική αύξηση της θερμοκρασίας σε επίπεδα ήπιας υπερθερμίας (τοπικός πυρετός) αντισταθμίζεται σχεδόν άμεσα από την ροή του αίματος. Ο έλεγχος λοιπόν (monitoring) της θερμοκρασίας θα πρέπει να γίνεται αναίμακτα με χρήση μιας όσο το δυνατόν γρήγορης ακολουθίας ελέγχου.

4

Πρωτόκολλα απεικόνισης μετρήσεων θερμοκρασίας:

1. Επωνυμία ακολουθίας : localizer_3PLX3SL

Τύπος : Gradient Echo

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο, Οβελιαίο, Στεφανιαίο, 3 τομές / επίπεδο

Χρήση : Επισκοπική αναγνώριση ανατομικών δομών, έλεγχος σωστής τοποθέτησης του ομοιώματος και σχεδιασμός όλων των υπολοίπων ακολουθιών.

Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας localizer_3PLX3SL:

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\ localizer_3PLX3SL

Scan Time: 0:10 Voxel size: 3.1×1.6×10.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: gre

Routine

Slice group 1

Slices 3

Dist. factor 50 [%]

Position Isocenter

Orientation Transversal

Phase enc. dir. A >> P

Rotation 0 [deg]

Slice group 2

Slices 3

Dist. factor 50 [%]

Position Isocenter

Orientation Coronal

Phase enc. dir. R >> L

Rotation 0 [deg]

Slice group 3

Slices 3

Dist. factor 50 [%]

Position L0.0 P0.0 H35.0 [mm]

Orientation Sagittal

Phase enc. dir. A >> P

Rotation 0 [deg]

Phase oversampling 0 [%]

FoV read 400 [mm]

FoV phase 100.0 [%]

Slice thickness 10 [mm]

TR 12 [ms]

TE 4.05 [ms]

Averages 1

Concatenations 9

Filter Elliptical filter

Coil elements BC

Contrast

TD 0 [ms]

MTC 0

Magn. preparation None

Flip angle 40 [deg]

Fat suppr. None

Water suppr. None

Averaging mode Short term

Reconstruction Magnitude

Measurements 1

Resolution

Base resolution 256

Phase resolution 50 [%]
Phase partial Fourier 6/8
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV Off
Filter 3
Normalize Off
Filter 4
Elliptical filter On
Filter 5
Image Filter Off
Trajectory Cartesian
Interpolation 1
PAT mode None
Geometry
Multi-slice mode Sequential
Series Interleaved
Saturation mode Standard
Special sat. None
System
Save uncombined 0
Scan at current TP 1
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H
CP Spine Array / SP3 0
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 0
CP Body Array / BO2 0
CP Body Array / BO1 0
Body 1
Shim mode Tune up
Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position Isocenter
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]

R >> L 350 [mm]
A >> P 263 [mm]
F >> H 350 [mm]
Physio
1st Signal/Mode None
Segments 1
Tagging None
Dark blood 0
Resp. control Off
Inline
Subtract 0
Std-Dev-Sag 0
Std-Dev-Cor 0
Std-Dev-Tra 0
Std-Dev-Time 0
MIP-Sag 0
MIP-Cor 0
MIP-Tra 0
MIP-Time 0
Save original images 1
Wash - In 0
Wash - Out 0
TTP 0
PEI 0
MIP - time 0
Sequence
Introduction 0
Dimension 2D
Phase stabilisation 0
Asymmetric echo Off
Contrasts 1
Bandwidth 180 [Hz/Px]
Flow comp. No
RF pulse type Fast
Gradient mode Normal
Excitation Slice-sel.
RF spoiling 1

Ομάδα Α : Ακολουθίες μέτρησης χρόνων μαγνητικής αποκατάστασης (T2* , T2 και T1)

- 2. Επωνυμία ακολουθίας : t2s_SNPMEGRE_1sl_5mm**
Τύπος : Gradient Echo, (Multi Echo GRadient Echo, MEGRE)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με πολλαπλού τύπου σκιαγραφική αντίθεση έμφασης PD-T2* (PD-T2* weighted). Η ακολουθία μπορεί και να λαμβάνεται με τεχνική κρατήματος αναπνοής (χρόνος λήψης : 23 sec). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε 1 εγκάρσια τομή πάχους 5 mm τοποθετημένη στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 12 gradient echoes τοποθετημένες αυστηρά στα 12 χρονικά σημεία Opposed-phase και In-phase που καταλήγουν τελικά σε 12 εικόνες χρονικής εξέλιξης ή δυναμικές εικόνες με 12 διαφορετικά TE (TE: 2.4, 4.8,...28.8) ms. Από την μαθηματική προσαρμογή των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 12 δυναμικών εικόνων [Signal = f (TE)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες τιμών T2* (pixel by pixel) που συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση η μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές T2* των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν μία τομή στο ήπαρ, σε 23 sec.

Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας t2s_SNPMEGRE_1sl_5mm:

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\t2s_SNPMEGRE_1sl_5mm

Scan Time: 0:23 Voxel size: 1.6×1.6×5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: gre

Routine

Slice group 1

Slices 1

Dist. factor 0 [%]

Position R1.7 A12.4 H34.3 [mm]

Orientation Transversal

Phase enc. dir. A >> P

Rotation 0 [deg]

Phase oversampling 0 [%]

FoV read 400 [mm]

FoV phase 75.0 [%]

Slice thickness 5 [mm]

TR 120 [ms]

TE[1] 2.4 [ms]

TE[2] 4.8 [ms]

TE[3] 7.2 [ms]

TE[4] 9.6 [ms]

TE[5] 12 [ms]

TE[6] 14.4 [ms]

TE[7] 16.8 [ms]

TE[8] 19.2 [ms]

TE[9] 21.6 [ms]
TE[10] 24 [ms]
TE[11] 26.4 [ms]
TE[12] 28.8 [ms]
Averages 1
Concatenations 1
Filter Normalize, ...
Coil elements BO1, BO2, SP3, SP4
Contrast
MTC 0
Magn. preparation None
Flip angle 25 [deg]
Fat suppr. None
Water suppr. None
Averaging mode Short term
Reconstruction Magnitude
Measurements 1
Resolution
Base resolution 256
Phase resolution 100 [%]
Phase partial Fourier Off
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV Off
Filter 3
Normalize On
Intensity Medium
Width 4
Cut off 20
Unfiltered images 0
Filter 4
Elliptical filter On
Filter 5
Image Filter Off
Trajectory Cartesian
Interpolation 0
PAT mode None
Geometry
Multi-slice mode Interleaved
Series Interleaved
Saturation mode Standard
Special sat. Parallel F/H
Gap 3 [mm]
Thickness 100 [mm]

System
Save uncombined 0
Scan at current TP 0
Scan region position H
Scan region position 0 [mm]
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H
CP Spine Array / SP3 0
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 0
CP Head Array / HE 0
Body 1
Shim mode Standard
Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position R1.7 A12.4 H34.3 [mm]
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]
R >> L 400 [mm]
A >> P 300 [mm]
F >> H 10 [mm]
Physio
1st Signal/Mode None
Segments 1
Tagging None
Dark blood 0
Resp. control Off
Inline
Subtract 0
Std-Dev-Sag 0
Std-Dev-Cor 0
Std-Dev-Tra 0
Std-Dev-Time 0
MIP-Sag 0
MIP-Cor 0
MIP-Tra 0
MIP-Time 0

Save original images 1
Wash - In 0
Wash - Out 0
TTP 0
PEI 0
MIP - time 0
Sequence
Introduction 0
Dimension 2D
Phase stabilisation 1
Asymmetric echo Allowed
Contrasts 12
Bandwidth[1] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[2] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[3] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[4] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[5] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[6] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[7] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[8] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[9] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[10] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[11] 500 [Hz/Px]
Bandwidth[12] 500 [Hz/Px]
Flow comp.[1] No
Flow comp.[2] No
Flow comp.[3] No
Flow comp.[4] No
Flow comp.[5] No
Flow comp.[6] No
Flow comp.[7] No
Flow comp.[8] No
Flow comp.[9] No
Flow comp.[10] No
Flow comp.[11] No
Flow comp.[12] No
Readout mode Bipolar Readout mode
RF pulse type Fast
Gradient mode Fast
Excitation Slice-sel.
RF spoiling 1

3. Επωνυμία ακολουθίας : *t2s_fl2d8e_5sl_5mm*

Τύπος : Gradient Echo, (Multi Echo GRAdient Echo, MEGRE)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με πολλαπλού τύπου σκιαγραφική αντίθεση έμφασης PD-T2* (PD-T2* weighted). Η ακολουθία μπορεί και να λαμβάνεται με τεχνική κρατήματος αναπνοής (χρόνος λήψης : 14 sec). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε 5 εγκάρσιες τομές πάχους 5 mm και μεσοδιάστημα 3 mm τοποθετημένες στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 8 gradient echoes τοποθετημένες αυστηρά στα 8 χρονικά σημεία Opposed-phase και In-phase που καταλήγουν τελικά σε 8 εικόνες χρονικής εξέλιξης ή δυναμικές εικόνες με 8 διαφορετικά TE (TE: 2.4, 4.8,...19.2) ms. Από την μαθηματική προσαρμογή των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 8 δυναμικών εικόνων [Signal = f (TE)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες τιμών T2* (pixel by pixel) που συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση η μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές T2* των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Η ακολουθία επαναλαμβάνεται τρεις φορές και κάθε φορά σε συμπληρωματικές θέσεις ομάδων τομών. 3 εγκάρσιες ομάδες των 5 τομών με μεσοδιάστημα τομών 3mm. Σύνολο 15 τομές των 5 mm σε εγκάρσιο επίπεδο με συνολική κάλυψη φυσικού όγκου 120 mm [(5 + 3)mm X 15]. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν ολόκληρο το ήπαρ, το πάγκρεας και ο σπλήνας σε μόλις 42 sec.

Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας t2s_fl2d8e_5sl_5mm :

12

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\t2s_fl2d8e_5sl_5mm

Scan Time: 0:14 Voxel size: 2.1x2.1x5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: gre

Routine

Slice group 1

Slices 5

Dist. factor 60 [%]

Position Isocenter

Orientation Transversal

Phase enc. dir. A >> P

Rotation 0 [deg]

Phase oversampling 0 [%]

FoV read 400 [mm]

FoV phase 75.0 [%]

Slice thickness 5 [mm]

TR 130 [ms]

TE[1] 2.4 [ms]

TE[2] 4.8 [ms]

TE[3] 7.2 [ms]

TE[4] 9.6 [ms]

TE[5] 12 [ms]
TE[6] 14.4 [ms]
TE[7] 16.8 [ms]
TE[8] 19.2 [ms]
Averages 1
Concatenations 1
Filter Normalize, ...
Coil elements BO1, BO2, SP3, SP4
Contrast
MTC 0
Magn. preparation None
Flip angle 25 [deg]
Fat suppr. None
Water suppr. None
Averaging mode Short term
Reconstruction Magnitude
Measurements 1
Resolution
Base resolution 192
Phase resolution 100 [%]
Phase partial Fourier 6/8
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV Off
Filter 3
Normalize On
Intensity Medium
Width 4
Cut off 20
Unfiltered images 0
Filter 4
Elliptical filter On
Filter 5
Image Filter Off
Trajectory Cartesian
Interpolation 0
PAT mode None
Geometry
Multi-slice mode Interleaved
Series Interleaved
Saturation mode Standard
Special sat. None
System
Save uncombined 0

Scan at current TP 0
Scan region position H
Scan region position 0 [mm]
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H
CP Spine Array / SP3 0
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 0
CP Head Array / HE 0
Body 1
Shim mode Standard
Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position Isocenter
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]
R >> L 400 [mm]
A >> P 300 [mm]
F >> H 10 [mm]
Physio
1st Signal/Mode None
Segments 1
Tagging None
Dark blood 0
Resp. control Off
Inline
Subtract 0
Std-Dev-Sag 0
Std-Dev-Cor 0
Std-Dev-Tra 0
Std-Dev-Time 0
MIP-Sag 0
MIP-Cor 0
MIP-Tra 0
MIP-Time 0
Save original images 1
Wash - In 0

Wash - Out 0
TTP 0
PEI 0
MIP - time 0
Sequence
Introduction 0
Dimension 2D
Phase stabilisation 1
Asymmetric echo Allowed
Contrasts 12
Bandwidth[1] 450 [Hz/Px]
Bandwidth[2] 450 [Hz/Px]
Bandwidth[3] 450 [Hz/Px]
Bandwidth[4] 450 [Hz/Px]
Bandwidth[5] 450 [Hz/Px]
Bandwidth[6] 450 [Hz/Px]
Bandwidth[7] 450 [Hz/Px]
Bandwidth[8] 450 [Hz/Px]
Flow comp.[1] No
Flow comp.[2] No
Flow comp.[3] No
Flow comp.[4] No
Flow comp.[5] No
Flow comp.[6] No
Flow comp.[7] No
Flow comp.[8] No
Readout mode Bipolar Readout mode
RF pulse type Fast
Gradient mode Fast
Excitation Slice-sel.
RF spoiling 1

4. Επωνυμία ακολουθίας : t2_se_tra_32e_te6.7_5mm

Τύπος : Spin Echo, (Multi Echo Spin Echo, MESE)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με πολλαπλού τύπου σκιαγραφική αντίθεση έμφασης PD-T2 (PD-T2 weighted). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε 1 εγκάρσια τομή πάχους 5 mm τοποθετημένη στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 32 spin echoes τοποθετημένες αυστηρά σε 32 συμμετρικά χρονικά σημεία που καταλήγουν τελικά σε 32 εικόνες χρονικής εξέλιξης ή δυναμικές εικόνες με 32 διαφορετικά TE (TE: 6.7, 13.4,...214.5) ms. Από την μαθηματική προσαρμογή των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 32 δυναμικών εικόνων [Signal = f (TE)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες τιμών T2 (pixel

by pixel) που αναφέρονται κυρίως σε συμπαγείς δομές ($50 < T2 < 100$ ms) και που συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση ή μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές T2 των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν μία τομή στο ήπαρ, σε χρόνο (3m 32sec).

Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας t2_se_tra_32e_TE6.7_5mm :

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\t2_se_tra_32e_TE6.7_5mm

Scan Time: 3:32 Voxel size: 1.6.1.6.5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: se_mc

Routine

Slice group 1

Slices 1

Dist. factor 100 [%]

Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]

Orientation Transversal

Phase enc. dir. A >> P

Rotation 0 [deg]

Phase oversampling 0 [%]

FoV read 400 [mm]

FoV phase 75.0 [%]

Slice thickness 5 [mm]

TR 2000 [ms]

TE[1] 7.3 [ms]

TE[2] 14.6 [ms]

TE[3] 21.9 [ms]

TE[4] 29.2 [ms]

TE[5] 36.5 [ms]

TE[6] 43.8 [ms]

TE[7] 51.1 [ms]

TE[8] 58.4 [ms]

TE[9] 65.7 [ms]

TE[10] 73 [ms]

TE[11] 80.3 [ms]

TE[12] 87.6 [ms]

TE[13] 94.9 [ms]

TE[14] 102.2 [ms]

TE[15] 109.5 [ms]

TE[16] 116.8 [ms]

TE[17] 124.1 [ms]

TE[18] 131.4 [ms]

TE[19] 138.7 [ms]
TE[20] 146 [ms]
TE[21] 153.3 [ms]
TE[22] 160.6 [ms]
TE[23] 167.9 [ms]
TE[24] 175.2 [ms]
TE[25] 182.5 [ms]
TE[26] 189.8 [ms]
TE[27] 197.1 [ms]
TE[28] 204.4 [ms]
TE[29] 211.7 [ms]
TE[30] 219 [ms]
TE[31] 226.3 [ms]
TE[32] 233.6 [ms]
Averages 1
Concatenations 1
Filter Large FoV, ...
Coil elements BO1,BO2,SP2,SP3
Contrast
MTC 0
Magn. preparation None
Flip angle 180 [deg]
Fat suppr. None
Fat sat. mode Strong
Water suppr. None
Averaging mode Long term
Reconstruction Magnitude
Measurements 1
Resolution
Base resolution 256
Phase resolution 100 [%]
Phase partial Fourier 4/8
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV On
Filter 3
Normalize Off
Filter 4
Elliptical filter On
Filter 5
Image Filter Off
Trajectory Cartesian
Interpolation 0
Geometry

Multi-slice mode Interleaved
Series Interleaved
Special sat. None
System
Save uncombined 0
Scan at current TP 0
Scan region position H
Scan region position 0 [mm]
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H
CP Spine Array / SP3 1
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 1
CP Body Array / BO2 1
CP Body Array / BO1 1
Body 0
Shim mode Standard
Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]
R >> L 400 [mm]
A >> P 300 [mm]
F >> H 5 [mm]
Physio
1st Signal/Mode None
Dark blood 0
Inline
Subtract 0
Std-Dev-Sag 0
Std-Dev-Cor 0
Std-Dev-Tra 0
Std-Dev-Time 0
MIP-Sag 0
MIP-Cor 0
MIP-Tra 0

MIP-Time 0
SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40
Save original images 1
Sequence
Introduction 1
Contrasts 32
Bandwidth 781 [Hz/Px]
Allowed delay 30 [s]
RF pulse type Normal
Gradient mode Fast

5. Επωνυμία ακολουθίας : t2_se_tra_32e_TE50_5mm
Τύπος : Spin Echo, (Multi Echo Spin Echo, MESE)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με πολλαπλού τύπου σκιαγραφική αντίθεση έμφασης PD-T2 (PD-T2 weighted). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε 1 εγκάρσια τομή πάχους 5 mm τοποθετημένη στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 32 spin echoes τοποθετημένες αυστηρά σε 32 συμμετρικά χρονικά σημεία που καταλήγουν τελικά σε 32 εικόνες χρονικής εξέλιξης ή δυναμικές εικόνες με 32 διαφορετικά TE (TE: 50, 100, 150...1600) ms. Από την μαθηματική προσαρμογή των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 32 δυναμικών εικόνων [Signal = f (TE)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες τιμών T2 (pixel by pixel) που αναφέρονται κυρίως σε υγρικές δομές (T2 > 1000 ms) και που συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση η μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές T2 των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν μία τομή στο ήπαρ, σε χρόνο (3m 32sec).

19

Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας t2_se_tra_32e_TE50_5mm :

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40
\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\t2_se_tra_32e_TE50_5mm

Scan Time: 3:32 Voxel size: 1.6.1.6.5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: se_mc

Routine
Slice group 1
Slices 1
Dist. factor 100 [%]
Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
Orientation Transversal
Phase enc. dir. A >> P
Rotation 0 [deg]

Phase oversampling 0 [%]
FoV read 400 [mm]
FoV phase 75.0 [%]
Slice thickness 5 [mm]
TR 2000 [ms]
TE[1] 50 [ms]
TE[2] 100 [ms]
TE[3] 150 [ms]
TE[4] 200 [ms]
TE[5] 250 [ms]
TE[6] 300 [ms]
TE[7] 350 [ms]
TE[8] 400 [ms]
TE[9] 450 [ms]
TE[10] 500 [ms]
TE[11] 550 [ms]
TE[12] 600 [ms]
TE[13] 650 [ms]
TE[14] 700 [ms]
TE[15] 750 [ms]
TE[16] 800 [ms]
TE[17] 850 [ms]
TE[18] 900 [ms]
TE[19] 950 [ms]
TE[20] 1000 [ms]
TE[21] 1050 [ms]
TE[22] 1100 [ms]
TE[23] 1150 [ms]
TE[24] 1200 [ms]
TE[25] 1250 [ms]
TE[26] 1300 [ms]
TE[27] 1350 [ms]
TE[28] 1400 [ms]
TE[29] 1450 [ms]
TE[30] 1500 [ms]
TE[31] 1550 [ms]
TE[32] 1600 [ms]
Averages 1
Concatenations 1
Filter Large FoV, ...
Coil elements BO1,BO2,SP2,SP3
Contrast
MTC 0
Magn. preparation None
Flip angle 180 [deg]

Fat suppr. None
Fat sat. mode Strong
Water suppr. None
Averaging mode Long term
Reconstruction Magnitude
Measurements 1
Resolution
Base resolution 256
Phase resolution 100 [%]
Phase partial Fourier 4/8
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV On
Filter 3
Normalize Off
Filter 4
Elliptical filter On
Filter 5
Image Filter Off
Trajectory Cartesian
Interpolation 0
Geometry
Multi-slice mode Interleaved
Series Interleaved
Special sat. None
System
Save uncombined 0
Scan at current TP 0
Scan region position H
Scan region position 0 [mm]
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H
CP Spine Array / SP3 1
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 1
CP Body Array / BO2 1
CP Body Array / BO1 1
Body 0
Shim mode Standard

Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]
R >> L 400 [mm]
A >> P 300 [mm]
F >> H 5 [mm]
Physio
1st Signal/Mode None
Dark blood 0
Inline
Subtract 0
Std-Dev-Sag 0
Std-Dev-Cor 0
Std-Dev-Tra 0
Std-Dev-Time 0
MIP-Sag 0
MIP-Cor 0
MIP-Tra 0
MIP-Time 0
SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40
Save original images 1
Sequence
Introduction 1
Contrasts 32
Bandwidth 781 [Hz/Px]
Allowed delay 30 [s]
RF pulse type Normal
Gradient mode Fast

6. Επωνυμία ακολουθίας : t2_2Dhst_4e_1X1.4X5mm

Τύπος : HASTE, Sinle Shot Turbo Spin Echo, (Multi Echo HASTE)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με πολλαπλού τύπου σκιαγραφική αντίθεση έμφασης PD-T2 (PD-T2 weighted). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε 1 εγκάρσια τομή πάχους 5 mm τοποθετημένη στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 4 spin echoes τοποθετημένες σε 4 ασύμμετρα χρονικά σημεία που καταλήγουν τελικά σε 4 εικόνες χρονικής εξέλιξης ή δυναμικές εικόνες με 4 διαφορετικά TE (TE: 41, 428, 815 και 1250) ms. Από την μαθηματική προσαρμογή των

τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 32 δυναμικών εικόνων [Signal = f (TE)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες τιμών T2 (pixel by pixel) που αναφέρονται σε μέτρια συμπαγείς και υγρικές δομές (T2 > 300 ms) και που συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση η μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές T2 των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν μία τομή στο ήπαρ, σε χρόνο μόλις 2.3 sec !!!). Με τις τεχνικές HASTE ο χρόνος λήψης είναι απλά συνάρτηση του αριθμού των τομών. Η λήψη κάθε τομής διαρκεί 2.3 sec.

*Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας **t2_2Dhst_4e_1X1.4X5mm** :*

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\t2_2Dhst_4e_1X1.4_5mm

+ Scan Time: 2.3 [s] Voxel size: 1.6.1.6.5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: haste

Routine

Slice group 1

Slices 1

Dist. factor 0 [%]

Position R2.7 P3.0 F7.4 [mm]

Orientation Transversal

Phase enc. dir. A >> P

Rotation 0 [deg]

Phase oversampling 0 [%]

FoV read 400 [mm]

FoV phase 75.0 [%]

Slice thickness 5 [mm]

TR 2290 [ms]

TE[1] 41 [ms]

TE[2] 428 [ms]

TE[3] 815 [ms]

TE[4] 1250 [ms]

Averages 1

Concatenations 1

Filter Large FoV

Coil elements BO1,BO2,SP2,SP3

Contrast

MTC 0

Magn. preparation None

Flip angle 180 [deg]

Fat suppr. None

Fat sat. mode Strong

Water suppr. None
Restore magn. 1
Averaging mode Long term
Reconstruction Magnitude
Measurements 1
Resolution
Base resolution 256
Phase resolution 100 [%]
Phase partial Fourier 4/8
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV On
Filter 3
Normalize Off
Filter 4
Elliptical filter Off
Filter 5
Image Filter Off
Trajectory Cartesian
Interpolation 0
PAT mode None
Geometry
Multi-slice mode Single shot
Series Interleaved
Special sat. None
System
Save uncombined 0
Scan at current TP 0
Scan region position H
Scan region position 0 [mm]
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H
CP Spine Array / SP3 1
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 1
CP Body Array / BO2 1
CP Body Array / BO1 1
Body 0
Shim mode Tune up

Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position Isocenter
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]
R >> L 350 [mm]
A >> P 263 [mm]
F >> H 350 [mm]
Physio
1st Signal/Mode None
Dark blood 0
Resp. control Off
Inline
Subtract 0
Std-Dev-Sag 0
Std-Dev-Cor 0
Std-Dev-Tra 0
Std-Dev-Time 0
MIP-Sag 0
MIP-Cor 0
MIP-Tra 0
MIP-Time 0
Save original images 1
Sequence
Introduction 0
Dimension 2D
Contrasts 4
Bandwidth 673 [Hz/Px]
Flow comp. No
Allowed delay 0 [s]
Echo spacing 3.72 [ms]
Turbo factor 192
RF pulse type Normal
Gradient mode Fast

7. Επωνυμία ακολουθίας : T1_2DIRhst_VTI25-3970_TR10KR

Τύπος : HASTE, Sinle Shot, (Inversion Recovery HASTE)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με πολλαπλού τύπου σκιαγραφική αντίθεση έμφασης T1 (T1 weighted). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε 1 εγκάρσια τομή

πάχους 5 mm τοποθετημένη στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 15 τιμές T1 που καταλήγουν τελικά σε 15 εικόνες με διαφορετικές τιμές T1 (T1: 25, 50, 100, 150, 300, 500, 750, 1000, 1300, 1500, 1800, 2000, 3000, 3500 και 3970) ms. Εδώ απλά η ακολουθία επαναλαμβάνεται 15 φορές. Από την μαθηματική προσαρμογή των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 15 εικόνων διαφορετικών –T1 [Signal = f (T1)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες τιμών T1 (T1 map) σε βάση (pixel by pixel). Οι μετρούμενες τιμές T1 αναφέρονται σε μέτρια συμπαγείς έως υγρικές δομές με κλίμακα τιμών T1 (100 – 4000) ms. Οι τιμές αυτές συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση ή μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Κατά κανόνα, η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές T1 των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν 1 τομή στο ήπαρ, σε χρόνο 12 sec / T1. Ο συνολικός και τελικός χρόνος λήψης θα ήταν (12 sec x 15 T1) = 180 sec ή 3 mins.

Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας T1_2DIRhst_VTI25-3970_TR10KR :

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\T1_2DIRhst_VTI25-3970_TR10KR

+ Scan Time: 0:12 Voxel size: 1.6.1.6.5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: haste

Routine

Slice group 1

Slices 1

Dist. factor 0 [%]

Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]

Orientation Transversal

Phase enc. dir. A >> P

Rotation 0 [deg]

Phase oversampling 0 [%]

FoV read 400 [mm]

FoV phase 75.0 [%]

Slice thickness 5 [mm]

TR 10000 [ms]

TE 26 [ms]

Averages 1

Concatenations 1

Filter Large FoV, ...

Coil elements BO1,BO2,SP2,SP3

Contrast

MTC 0

Magn. preparation Slice-sel. IR

TI 25 [ms] ; One TI-value at a time by repeating the whole sequence

TI 50 [ms] ; Sequence time : 12 sec / TI

TI 100 [ms] ;

TI 150 [ms] ;

TI 300 [ms] ;

TI 500 [ms] ;

TI 750 [ms] ;

TI 1000 [ms] ;

TI 1300 [ms] ;

TI 1500 [ms] ;

TI 1800 [ms] ;

TI 2000 [ms] ;

TI 3000 [ms] ;

TI 3500 [ms] ;

TI 3970 [ms] ;

Flip angle 180 [deg]

Fat suppr. None

Fat sat. mode Strong

Water suppr. None

Restore magn. 1

Averaging mode Long term

Reconstruction Magnitude

Measurements 1

Resolution

Base resolution 256

Phase resolution 100 [%]

Phase partial Fourier 4/8

Filter 1

Raw filter Off

Filter 2

Large FoV On

Filter 3

Normalize Off

Filter 4

Elliptical filter On

Filter 5

Image Filter Off

Trajectory Cartesian

Interpolation 0

PAT mode None

Geometry

Multi-slice mode Single shot

Series Interleaved

Special sat. None

System
Save uncombined 0
Scan at current TP 0
Scan region position H
Scan region position 0 [mm]
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H
CP Spine Array / SP3 1
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 1
CP Body Array / BO2 1
CP Body Array / BO1 1
Body 0
Shim mode Standard
Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]
R >> L 400 [mm]
A >> P 300 [mm]
F >> H 5 [mm]
Physio
1st Signal/Mode None
Dark blood 0
Resp. control Off
Inline
Subtract 0
Std-Dev-Sag 0
Std-Dev-Cor 0
Std-Dev-Tra 0
Std-Dev-Time 0
MIP-Sag 0
MIP-Cor 0
MIP-Tra 0
MIP-Time 0
Save original images 1

Sequence
Introduction 1
Dimension 2D
Contrasts 1
Bandwidth 781 [Hz/Px]
Flow comp. No
Allowed delay 0 [s]
Echo spacing 3.3 [ms]
Turbo factor 192
RF pulse type Fast
Gradient mode Fast

Ομάδα Β : Ακολουθίες μέτρησης μοριακής διάχυσης μέσω υπολογισμού του προφανούς συντελεστή διάχυσης (Apparent Diffusion Coefficient, ADC)

8. Επωνυμία ακολουθίας : *ep2d_diff_5b_bw3000*

Τύπος : EPI, Sinle Shot, (EPI Diffusion)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με σκιαγραφική αντίθεση έμφασης μοριακής διάχυσης (Diffusion Weighted Imaging DWI). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε

5 εγκάρσιες χωροπληρωτικές τομές πάχους 5 mm τοποθετημένες στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 5 b-values που καταλήγουν τελικά σε 5 εικόνες με 5 διαφορετικές τιμές b (b: 0, 300, 500, 1000 και 1500) sec/mm². Από την μαθηματική προσαρμογή των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 5 εικόνων διαφορετικών -b [Signal = f (b)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες τιμών του προφανούς συντελεστή διάχυσης (Apparent Diffusion Coefficient ADC) σε βάση (pixel by pixel). Οι μετρούμενες τιμές ADC αναφέρονται σε μέτρια συμπαγείς έως υγρικές δομές με κλίμακα τιμών ADC (50 – 4000) X 10⁻⁵ mm² / sec. Οι τιμές αυτές συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση η μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Κατά κανόνα, η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές ADC των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν 5 χωροπληρωτικές τομές στο ήπαρ, σε χρόνο 13 sec.

*Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας **ep2d_diff_5b_bw3000** :*

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\ep2d_diff_5b_bw3000

+ Scan Time: 0:13 Voxel size: 3.1.3.1.5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: ep2d_diff

Routine
Slice group 1
Slices 5
Dist. factor 0 [%]
Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
Orientation Transversal
Phase enc. dir. A >> P
Rotation 0 [deg]
Phase oversampling 33 [%]
FoV read 400 [mm]
FoV phase 75.0 [%]
Slice thickness 5 [mm]
TR 900 [ms]
TE 108 [ms]
Averages 1
Concatenations 1
Filter Large FoV, ...
Coil elements BO1,BO2,SP2,SP3
Contrast
MTC 0
Magn. preparation None
Fat suppr. Fat sat.
Averaging mode Long term
Reconstruction Magnitude
Measurements 1
Delay in TR 0 [ms]
Resolution
Base resolution 128
Phase resolution 100 [%]
Phase partial Fourier 7/8
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV On
Filter 3
Normalize Off
Filter 4
Elliptical filter On
Trajectory Cartesian
Interpolation 1
PAT mode None
Geometry
Multi-slice mode Interleaved
Series Interleaved
Special sat. None

System
Scan at current TP 0
Scan region position H
Scan region position 0 [mm]
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H
CP Spine Array / SP3 1
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 1
CP Body Array / BO2 1
CP Body Array / BO1 1
Body 0
Shim mode Standard
Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]
R >> L 400 [mm]
A >> P 300 [mm]
F >> H 25 [mm]
Physio
1st Signal/Mode None
Diff
Diffusion mode 3-Scan Trace
Diff. weightings 5
b-value[1] 0 [s/mm²]
b-value[2] 300 [s/mm²]
b-value[3] 500 [s/mm²]
b-value[4] 1000 [s/mm²]
b-value[5] 1500 [s/mm²]
Diff. weighted images 0
Trace weighted images 1
Average ADC maps 1
Individual ADC maps 0
Noise level 15
Diff. directions 3

Sequence
Introduction 0
Bandwidth 3004 [Hz/Px]
Free echo spacing 0
Echo spacing 0.7 [ms]
EPI factor 96
RF pulse type Normal
Gradient mode Fast

9. Επωνυμία ακολουθίας : *haste_diff_slice_dg_b0_500_1000*

Τύπος : HASTE, Sinle Shot, (HASTE Diffusion)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με σκιαγραφική αντίθεση έμφασης μοριακής διάχυσης (Diffusion Weighted Imaging DWI). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε

5 εγκάρσιες χωροπληρωτικές τομές πάχους 5 mm τοποθετημένες στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 3 b-values που καταλήγουν τελικά σε 3 εικόνες με 3 διαφορετικές τιμές b (b: 0, 500 και 1000) sec/mm². Εδώ απλά η ακολουθία επαναλαμβάνεται 3 φορές. Από την μαθηματική προσαρμογή των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 3 εικόνων διαφορετικών -b [Signal = f (b)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες τιμών του προφανούς συντελεστή διάχυσης (Apparent Diffusion Coefficient ADC) σε βάση (pixel by pixel). Οι μετρούμενες τιμές ADC αναφέρονται σε μέτρια συμπαγείς έως υγρικές δομές με κλίμακα τιμών ADC (50 – 4000) $\times 10^{-5}$ mm² / sec. Οι τιμές αυτές συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση η μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Κατά κανόνα, η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές ADC των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν 5 χωροπληρωτικές τομές στο ήπαρ, σε χρόνο 10 sec / b-value. Ο συνολικός και τελικός χρόνος λήψης θα ήταν (10 sec x 3 b-values) = 30 sec.

32

*Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας **haste_diff_slice_dg_b0_500_1000** :*

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM

SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\haste_diff_slice_dg_b0_500_1000

Scan Time: 0:10 Voxel size: 1.6.1.6.5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: haste_diff

Routine

Slice group 1

Slices 5

Dist. factor 0 [%]

Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
Orientation Transversal
Phase enc. dir. A >> P
Rotation 0 [deg]
Phase oversampling 0 [%]
FoV read 400 [mm]
FoV phase 75.0 [%]
Slice thickness 5 [mm]
TR 2000 [ms]
TE 108 [ms]
Averages 1
Concatenations 1
Filter Large FoV, ...
Coil elements BO1,BO2,SP2,SP3
Contrast
MTC 0
Magn. preparation None
Flip angle 180 [deg]
Fat suppr. None
Fat sat. mode Strong
Water suppr. None
Averaging mode Long term
Reconstruction Magnitude
Measurements 1
Resolution
Base resolution 256
Phase resolution 100 [%]
Phase partial Fourier Off
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV On
Filter 3
Normalize Off
Filter 4
Elliptical filter On
Trajectory Cartesian
Interpolation 0
PAT mode None
Geometry
Multi-slice mode Single shot
Series Interleaved
Special sat. None
System
Save uncombined 0

Scan at current TP 0
 Scan region position H
 Scan region position 0 [mm]
 MSMA S - C - T
 Sagittal R >> L
 Coronal A >> P
 Transversal F >> H
 CP Spine Array / SP3 1
 CP Spine Array / SP4 0
 CP Spine Array / SP5 0
 CP Spine Array / SP6 0
 CP Spine Array / SP1 0
 CP Spine Array / SP2 1
 CP Body Array / BO2 1
 CP Body Array / BO1 1
 Body 0
 Shim mode Standard
 Adjust with body coil 0
 Confirm freq. adjustment 0
 Assume Silicone 0
 Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
 Adjust volume
 Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
 Orientation Transversal
 Rotation 0 [deg]
 R >> L 400 [mm]
 A >> P 300 [mm]
 F >> H 25 [mm]
 Physio
 1st Signal/Mode None
 Dark blood 0
 Diff
 Diffusion mode 3D Diagonal
 b-value[1] 0 [s/mm²] ; One b-value at a time by repeating the whole sequence
 b-value[2] 500 [s/mm²] ; Sequence time : 10 sec / b-value
 b-value[3] 1000 [s/mm²] ;
 Diff. weighted images 1 (X3) ;
 Sequence
 Introduction 0
 Dimension 2D
 Contrasts 1
 Bandwidth 300 [Hz/Px]
 Allowed delay 0 [s]
 Echo spacing 5.38 [ms]
 Turbo factor 192

RF pulse type Fast
Gradient mode Fast

Ομάδα Γ : Ακολουθίες μέτρησης διαφοράς φάσης από τις αναδιπλούμενες εικόνες φάσεων (Unwrapped Phase images) μέσω τεχνικών GRadient Echo.

Επωνυμία ακολουθίας : GFM_FA20_TR130_DTE9.59

Τύπος : GRE, (GRE Field mapping)

Επίπεδα λήψης : Εγκάρσιο

Χρήση : Ποσοτική ακολουθία με σκιαγραφική αντίθεση έμφασης στην διαφοροποίηση της φάσης μεταξύ δύο διαδοχικών εικόνων τεχνικής GRE με TE: (9.59 και 14.35) ms. (ΔTE : 4.76 ms). Επιτρέπει την απεικόνιση ανατομικών δομών σε 5 εγκάρσιες χωροπληρωτικές τομές πάχους 5 mm τοποθετημένες στην μεσότητα του ειδικού ομοιώματος. Με την ακολουθία αυτή λαμβάνονται 2 TE που καταλήγουν τελικά σε 2 εικόνες με 2 διαφορετικές τιμές TE (TE: 9.59 και 14.35) ms. Από την μαθηματική προσαρμογή των τιμών των εικονοστοιχείων (pixel) των 2 εικόνων διαφορετικών TE [Signal = f (TE)], υπολογίζονται τελικά οι παραμετρικοί χάρτες διαφοράς φάσης με η χωρίς τεχνικές αναδίπλωσης (phase unwrapping) σε βάση (pixel by pixel). Οι μετρούμενες τιμές διαφοράς φάσης αναφέρονται σε μέτρια συμπαγείς έως υγρικές δομές με κλίμακα τιμών $\Delta\phi$: (0 – 4000) deg : (11 X 360 deg). Οι τιμές αυτές συνδέονται άμεσα με την μεταβολή (αύξηση η μείωση) της θερμοκρασίας στην επιλεγμένη ανατομική περιοχή. Κατά κανόνα, η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τις τιμές $\Delta\phi$ των διαλυμάτων ελέγχου στο ειδικό ομοίωμα. Σε κλινική βάση θα καλύπτονταν 5 χωροπληρωτικές τομές στο ήπαρ, σε χρόνο 52 sec.

35

Κώδικας και στοιχεία ελέγχου της ακολουθίας GFM_FA20_TR130_DTE9.59 :

SIEMENS MAGNETOM SonataVision syngo MR A40

\\USER\TOM SEQUENCES\Temperature_Measurements\LFOV\GFM_FA20_TR130_DTE9.59

Scan Time: 0:52 Voxel size: 1.6.1.6.5.0 [mm] Rel. SNR: 1.00 SIEMENS: gre_field_mapping

Routine

Slice group 1

Slices 5

Dist. factor 0 [%]

Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]

Orientation Transversal

Phase enc. dir. A >> P

Rotation 0 [deg]

Phase oversampling 0 [%]

FoV read 400 [mm]

FoV phase 75.0 [%]
Slice thickness 5 [mm]
TR 130 [ms]
TE[1] 9.59 [ms]
TE[2] 14.35 [ms]
Averages 1
Concatenations 1
Filter Large FoV
Coil elements BO1,BO2,SP2,SP3
Contrast
MTC 0
Flip angle 20 [deg]
Fat suppr. None
Averaging mode Long term
Reconstruction Magn./Phase
Measurements 1
Resolution
Base resolution 256
Phase resolution 100 [%]
Phase partial Fourier Off
Filter 1
Raw filter Off
Filter 2
Large FoV On
Filter 3
Normalize Off
Filter 4
Elliptical filter Off
Filter 5
Image Filter Off
Trajectory Cartesian
Interpolation 0
Geometry
Multi-slice mode Interleaved
Series Interleaved
Special sat. None
System
Save uncombined 0
Scan at current TP 0
Scan region position H
Scan region position 0 [mm]
MSMA S - C - T
Sagittal R >> L
Coronal A >> P
Transversal F >> H

CP Spine Array / SP3 1
CP Spine Array / SP4 0
CP Spine Array / SP5 0
CP Spine Array / SP6 0
CP Spine Array / SP1 0
CP Spine Array / SP2 1
CP Body Array / BO2 1
CP Body Array / BO1 1
Body 0
Shim mode Standard
Adjust with body coil 0
Confirm freq. adjustment 0
Assume Silicone 0
Ref. amplitude [1H] 180.000 [V]
Adjust volume
Position R2.7 P11.0 F7.4 [mm]
Orientation Transversal
Rotation 0 [deg]
R >> L 400 [mm]
A >> P 300 [mm]
F >> H 25 [mm]
Sequence
Introduction 1
Dimension 2D
Asymmetric echo Off
Contrasts 2
Bandwidth 501 [Hz/Px]
Flow comp. Yes
RF pulse type Fast
Gradient mode Fast

Ακολουθίες μέτρησης θερμοκρασίας (πλεονεκτήματα μειονεκτήματα)

Πίνακας (1)

Ομάδα (Α) Μετρήσεις T2*, T2, T1	Χρόνος λήψης	Χρόνος Ανάλυσης	Χωρική Διακριτική Ικανότητα (mm)	Χωροπλήρωση (SI/Gap/Total Vol) (mm)	Πολλαπλότητα λήψεων
t2s_SNPMEGRE_1sl_5mm	0 m, 23s	2 m	1.6 x 1.6 x 5	1 / 0 / 5	1 λήψη
t2s_fl2d8e_5sl_5mm	0 m, 14s	2 m	2.1 x 2.1 x 5	5 / 3 / 40	1 λήψη
t2_se_tra_32e_te6.7_5mm	3 m, 32s	2 m	1.6 x 1.6 x 5	1 / 0 / 5	1 λήψη
t2_se_tra_32e_te50_5mm	3 m, 32s	2 m	1.6 x 1.6 x 5	1 / 0 / 5	1 λήψη
t2_2Dhst_4e_1X1.4X5mm	0 m, 2.3s	2 m	1.6 x 1.6 x 5	1 / 0 / 5	1 λήψη
T1_2DIRhst_VTI25-3970_ TR10KR	0 m, 12s Tot:(3 m)	4 m	1.6 x 1.6 x 5	1 / 0 / 5	15 λήψεις
Ομάδα (Β)					
Μετρήσεις Διάχυσης					
ep2d_diff_5b_bw3000	0 m, 13s	2 m	3.1 x 3.1 x 5	5 / 0 / 25	1 λήψη
haste_diff_slice_dg_ b0_500_1000	0 m, 10s Tot:(30 s)	3 m	1.6 x 1.6 x 5	5 / 0 / 25	3 λήψεις
Ομάδα (Γ)					
Μετρήσεις διαφοράς φάσης					
GFM_FA20_TR130_DTE9.59	0 m, 52s	2 m	1.6 x 1.6 x 5	5 / 0 / 25	1 λήψη

Σε όλες τις παραπάνω ακολουθίες θεωρούμε ότι η ευαισθησία μέτρησης των θερμοκρασιών στις κλίμακες ήπιας υπερθερμίας (39-45 °C) παραμένει σταθερή και ικανοποιητική από όλες τις ακολουθίες.

Από τον παραπάνω συνοπτικό πίνακα (Πίνακας 1) αναδεικνύεται η ακολουθία : t2_2Dhst_4e_1X1.4X5mm που βασίζεται σε τεχνικές HASTE, η πλέον συμφέρουσα για μετρήσεις θερμοκρασίας σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Διατηρεί το απόλυτο πλεονέκτημα της ταχύτητας (2.3 sec) για την λήψη μιας τομής και 2 mins επιπλέον για μετα-επεξεργασία

και ανάλυση. Ο χρόνος μετα-επεξεργασίας και ανάλυσης εξαρτάται πάντοτε από την μεθοδολογία και την ταχύτητα επεξεργασίας των υπολογιστικών συστημάτων.

Σε κάθε περίπτωση η ακολουθία: t2_2Dhst_4e_1X1.4X5mm που βασίζεται σε τεχνικές HASTE θα αποτελέσει την βασική ακολουθία μέτρησης θερμοκρασιών στα επόμενα πειράματά μας

3. 3 Λογισμικό μετα-επεξεργασίας εικόνων ΑΜΣ

Σε όλες τις παραπάνω ακολουθίες πρέπει εκτός από τον καθαρό χρόνο λήψης να υπολογισθεί και ο χρόνος μετα-επεξεργασίας εικόνων ΑΜΣ που αναφέρεται πρακτικά στους αλγόριθμους σταθμισμένης γραμμικής προσαρμογής για τους υπολογισμούς των έγχρωμων παραμετρικών χαρτών T2*, T2, T1 και ADC. Η εταιρία ΜΑΡΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΙΚΕ στα πλαίσια του παρόντος ερευνητικού έργου έχει αναπτύξει μια ειδική λογισμική εφαρμογή για τον υπολογισμό των παραπάνω παραμετρικών χαρτών. Ο χρόνος που απαιτείται για τον υπολογισμό κάθε παραμετρικού χάρτη είναι περίπου 2 mins. Στον χρόνο αυτόν συμπεριλαμβάνεται και η μεταφορά των εικόνων από το κλινικό σύστημα ΑΜΣ σε ένα ειδικό σταθμό εργασίας/εξυπηρετήσεων (workstation Server), όπου γίνεται η τελική ανάλυση και η απαιτούμενη μετα-επεξεργασία. Η πρόσβαση στον ειδικό σταθμό εργασίας/εξυπηρετήσεων μπορεί και να γίνεται άμεσα από το κλινικό σύστημα ΑΜΣ χωρίς να χρειάζεται μετακίνηση του χρήστη σε γειτονικό σταθμό εργασίας.

Η λογισμική εφαρμογή της εταιρίας ΜΑΡΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΙΚΕ στην οποία θα αναφερθούμε και διεξοδικά παρακάτω φέρει τους διακριτικούς τίτλους :

(T)ranscription (E)nhancement (S)tructure (L)evel (A)ccreditation Software in Radiology :
TESLA Software in Radiology

quantitative Magnetic Resonance Imaging Utilities - eXtended :
(qMRI utilities - X)

Το λογισμικό αυτό αποτελεί από μόνο του μια πλατφόρμα υλοποίησης ερευνητικών δραστηριοτήτων με χρήση εικόνων ΑΜΣ όχι μόνο για το συγκεκριμένο ερευνητικό έργο, αλλά και για μια πληθώρα σχετικών εφαρμογών.