

1

HUS

MAGNEETTIKUVAUKSEN KÄYTTÖ PÄÄN JA KAULAN ALUEEN TUUMOREIDEN SÄDEHOIDON SUUNNITTELUSSA

Kauko Saarilahti 16.4.2015





MRI-KUVAUS- EDUT

- parempi pehmytudosmuutosten erotuskyky kuin CT:llä
- pienten imusolmukemetastaasien hyvä erotuskyky (DW), sensitiivisyys 84-100%, spesifisyys 88-97%
- Iuuinvaasion herkkä erotuskyky
- tuumorin duraalisen ja muun inrakraniaalisen levinneisyyden selvittely
- amalgaamipaikat ei häiritse tulkintaa
- hoitovasteen ennustaminen (DW-kuvauksessa respondereilla matalammat pretreatment ADC-arvot)
- hoitovasteen arviointi hoidon aikana (respondereilla 1. hoitoviikon aikana normaalistunut ADC-arvo ennustaa varsin tarkasti hyvän hoitovasteen)
- hypoksemia, perfuusio ja metaboliset MRI-kuvaukset-dose painting?



PÄÄN JA KAULAN ALUEEN SÄDEHOITO: ONGELMAT

- Potilailla usein runsaasti muita samanaikaisia sairauksia (tupakka, alkoholi)
- Noin 80 % Stage III-IV syöpiä: Laajat hoitokentät
- Tarvittavat sädeannokset varsin suuria, mistä aiheutuu sivuvaikutuksia
- Hoitoalueella runsaasti sädeherkkiä elimiä:
 - -limakalvot
 - -sylkirauhaset
 - -nielulihakset
 - -kurkunpää
 - -leukaluu
 - -selkäydin
 - -näköhermot, kiasma
- Liitännäislääkehoidot lisäävät etenkin akuuttien sivuvaikutusten esiintyvyyttä



SÄDEHOIDON SUUNNITTELU

Potilaan fiksaatio

-tehdään ennen annossunnittelukuvausta -fiksaatiomaski (ORFIT)

Annossuunnittelukuvaus

-tietokonetomografia

-annos-mri

-PET

-kuvat fuusioidaan annossuunnittelutietokoneella ja suunnittelussa käytetään hyväksi kaikista kuvasarjoista saatavaa informaatiota -annoslaskentaohjelmat tietokonetomografiapohjaisia



PÄÄN JA KAULAN ALUEEN TUUMOREIDEN SÄDEHOIDON SUUNNITTELU

- Annos-TT
- MRI
- PET
- Kliininen tutkimus (huom. myös skopioiden yhteydessä otetut kuvat)

Kohdealueen määritys

- GTV=gross tumor volume
- CTV=clinical target volume
- PTV=planning target volume

Kohdealueen sädehoitoannosten määritys

-Makroskooppinen tuumori: 66 - 72 Gy / 2 Gy (gray = absorboituneen energian määrä J / kg) -Elektiiviset imusolmukealueet: 50 Gy / 2 Gy

Säästettävien normaalikudosten annosten määritys

 OAR=organ at risk
 Selkäydin, näköhermot, kiasma, sylkirauhaset, mandibula, terve limakalvo, nielulihakset, larynx

















Kela	GEM RT Open Array (pöytälevyn alla) 6Ch Neuroflex (pään/kaulan sivuilla) GEM Flex coil 16-L Array (rintakehän päällä)
Kontrastiaine	Dotarem 279,3 mg/ml Annostus: 0.2mg/kg Ruiskutusnopeus: 1ml/s
Kuvaussarjat	 1.Localizer 2.Calibration 3.Ax T2 FRSE FATSAT 4.Ax T1 5.Ax T1 FS+C 6.DW

Kela	GEM RT Open Array (pöytälevyn alla) 6Ch Neuroflex (pään/kaulan sivuilla) GEM Flex coil 16-L Array (rintakehän päällä)
Kontrastiaine	Dotarem 279,3 mg/ml Annostus: 0.2mg/kg Ruiskutusnopeus: 1ml/s
Kuvaussarjat	 1.Localizer 2.Calibration 3.Ax T2 FRSE FATSAT 4.Ax T1 5.Ax T1 FS+C 6.DW



Figure 1 Overall workflow for integrating MRI into a CT-based treatment planning process.

Kristy K. Brock , Laura A. Dawson

Point: Principles of Magnetic Resonance Imaging Integration in a Computed Tomography–Based Radiotherapy Workflow

Seminars in Radiation Oncology, Volume 24, Issue 3, 2014, 169 - 174

IMRT: kohdealueen määritys





GTV=gross tumor volume CTV=clinical target volume PTV=planning target volume OAR=organ at risk IMRT: kohdealueen ja normaalikudosten tavoiteannokset







Fig. 5 Computed tomography image (left) of a patient with a T2N2bM0 hypopharyngeal carcinoma, compared with a Gd-enhanced T1-weighted MR image (right) at the same location.

Gerda M. Verduijn , Lambertus W. Bartels , Cornelis P.J. Raaijmakers , Chris H.J. Terhaard , Frank A. Pameijer , Co...

Magnetic Resonance Imaging Protocol Optimization for Delineation of Gross Tumor Volume in Hypopharyngeal and Laryngeal Tumors

International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics, Volume 74, Issue 2, 2009, 630 - 636

http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrobp.2009.01.014

GTV:n määritys eri kuvantamenetelmiin ja kliiniseen tutkimukseen perustuen



Fig. 6 Respective contributions of magnetic resonance imaging (MRI), positron emission tomography (PET), and physical examination to gross tumor volume (GTV) delineation. Green line denotes GTV derived from CT and PET (*i.e.*, GTVctp...

Anuradha Thiagarajan, Nicola Caria, Heiko Schöder, N. Gopalakrishna Iyer, Suzanne Wolden, Richard J. Wong, E...

Target Volume Delineation in Oropharyngeal Cancer: Impact of PET, MRI, and Physical Examination

International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics, Volume 83, Issue 1, 2012, 220 - 227

http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrobp.2011.05.060

Vihreä viiva=CT+PET Sininen viiva=CT+MRI Keltainen viiva=CT, PET, MRI + kliininen tutkimus

Volumetric comparisons and comparisons of concordance between GTV datasets

	GTVctpet mean volume (mL)	GTVctmr mean volume (mL)	GTVref mean volume (mL)	Statistics
Primary tumor	33.9	34.9	50.1	F (2,117) = 3.945, <i>p</i> = 0.022
Nodes	34.9	34.4	40.9	F (2,108) = 0.307, <i>p</i> = 0.73
	Cl (ctpet vs. ref)	CI (ctmr vs. ref)	CI (ctpetmr vs. ref)	Statistics
Primary tumor	CI (ctpet vs. ref) 0.54	CI (ctmr vs. ref) 0.55	CI (ctpetmr vs. ref) 0.62	Statistics F (2,117) = 7.597, <i>p</i> = 0.001



Fig. 2 (A) Image degradation on computed tomography simulation scan resulting from dental artifacts. (B) Magnetic resonance imaging permitting better definition of extent of right-sided oropharyngeal cancer from lack of interference from dental artifact.

Anuradha Thiagarajan, Nicola Caria, Heiko Schöder, N. Gopalakrishna Iyer, Suzanne Wolden, Richard J. Wong, E...

Target Volume Delineation in Oropharyngeal Cancer: Impact of PET, MRI, and Physical Examination

International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics, Volume 83, Issue 1, 2012, 220 - 227

http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrobp.2011.05.060



Fig. 3 (A) Barely perceptible left base of tongue tumor on computed tomography (CT) simulation scan. (B) Magnetic resonance imaging demonstrating superior soft-tissue contrast and better appreciation of left base of tongue malignancy (arrow heads) barely v...

Anuradha Thiagarajan, Nicola Caria, Heiko Schöder, N. Gopalakrishna Iyer, Suzanne Wolden, Richard J. Wong, E...

Target Volume Delineation in Oropharyngeal Cancer: Impact of PET, MRI, and Physical Examination

International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics, Volume 83, Issue 1, 2012, 220 - 227

http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrobp.2011.05.060



Fig. 4 (A) Large necrotic node seen on computed tomography. (B) T2-weighted magnetic resonance imaging demonstrating fluid density within the same cervical node in keeping with necrosis. (C) Positron emission tomography scan in the same patient showing no ...

Anuradha Thiagarajan, Nicola Caria, Heiko Schöder, N. Gopalakrishna Iyer, Suzanne Wolden, Richard J. Wong, E...

Target Volume Delineation in Oropharyngeal Cancer: Impact of PET, MRI, and Physical Examination

International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics, Volume 83, Issue 1, 2012, 220 - 227

http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrobp.2011.05.060

•Table 2.

Overview of Trials Examining the Potential of DWI for Detection of Lymph Node Involvement in Head and Neck Cancer

Study	Lesion size (cm)	Mean ADC N+, (× 10 ⁻³ mm ² /s)	Mean ADC N−, (× 10 ⁻³ mm²/s)	P Value	Threshol d (× 10 ⁻³ mm²/s)	Sensitivit y (%)	Specificit y (%)	
Wang et al ^{<u>32</u>}	>1.0	1.13 ± 0.43	1.56 ± 0.51	0.002	1.22	84	91	
Sumi et al ^{<u>35</u>}	>1.0	0.41 ± 0.11	0.30 ± 0.06	<0.01	0.4	52	97	
Abdel Razek et al ^{<u>34</u>}	0.9-1.5	1.09 ± 0.11	1.64 ± 0.16	<0.04	1.38	98	88	
Sumi et al ^{<u>35</u>}	>1.0	1.17 ± 0.45	0.63 ± 0.10	<0.001	0.74	86	94	
Vandeca veye et al ^{<u>31</u>}	0.4-1.5	0.85 ± 0.27	1.19 ± 0.22	<0.0001	0.94	84	94	
de Bondt et al ³⁶	0.5-3.0	0.85 ± 0.19	1.2 ± 0.24	<0.05	1.0	92	84	
Holzapfe l et al ^{<u>37</u>}	>1.0	0.78 ± 0.09	1.24 ± 0.16	<0.05	1.02	100	87	
Perrone et al ^{<u>38</u>}	NA	0.85	1.45					



MUISTA MYÖS KLIININEN TUTKIMUS JA VALOKUVAT







MRI JA PÄÄN JA KAULAN ALUEEN KASVAIMIEN Adaptiivinen sädehoito

- primaarituumori ja metastaattiset imusolmukkeet pienenevät sädehoitojakson aikana
- potilas usein laihtuu ja kehon ääriviivat muuttuvat
- normaalielimien kuten sylkirauhasten ääriviivat niinikään muuttuvat
- tarve s\u00e4dehoitosuunnitelman tarkistukseen hoitojakson aikana
- MRI:llä parempi kuva tuumorivasteesta (myös sädeannoksen adaptaatio)





Figure 2 Typical diagrammatic representation of an adaptive treatment strategy The main difference between adaptive and classic treatment strategies is that images acquired during treatment may be used for set-up and dose re-calculation. The diagram relie...

Vincent Grégoire, Robert Jeraj, John Aldo Lee, Brian O'Sullivan

Radiotherapy for head and neck tumours in 2012 and beyond: conformal, tailored, and adaptive?

The Lancet Oncology, Volume 13, Issue 7, 2012, e292 - e300

http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(12)70237-1



ADAPTIIVINEN SÄDEHOITO

• missä kohdin uusintakuvaukset?

-HPV+ vs HPV- tuumorit

hoitovasteen arviointi?

-hoitovasteen ennustaminen (DW-kuvauksessa respondereilla matalammat pretreatment ADC-arvot)
-hoitovasteen arviointi hoidon aikana (respondereilla 1. hoitoviikon aikana normaalistunut ADC-arvo ennustaa varsin tarkasti hyvän hoitovasteen)

 voidaanko volyymin lisäksi myös suunniteltua sädeannosta muokata vasteen mukaisesti?



NORMAALIKUDOSTEN SÄDEHOIDON JÄLKEISEN FUNKTION MITTAAMINEN

- sylkirauhasfunktio (DW)
- volyymi- ja rakennemuutokset



DIFFUUSIOPAINOTTEINEN MRI: AIKASARJAT





Figure 1 (A) An EPR oxygen imaging of tumor bearing mice. The EPRI method allows the pO 2 map from deep in tissue of healthy mouse to be obtained. (B) T2-weighted anatomical image of a representative SCCVII tumor-bearing mouse. The large yellow line indic...

Masayuki Matsuo, Shingo Matsumoto, James B. Mitchell, Murali C. Krishna, Kevin Camphausen

Magnetic Resonance Imaging of the Tumor Microenvironment in Radiotherapy: Perfusion, Hypoxia, and Metabolism

Seminars in Radiation Oncology, Volume 24, Issue 3, 2014, 210 - 217



Figure 2 Tumor pO 2 and blood volume imaging before and after the treatment with antiangiogenic agents was initiated at the later stage of tumor. (A) Initiation of treatment with antiangiogenic agents at the later stage of tumor improved tumor oxygenation...

Masayuki Matsuo, Shingo Matsumoto, James B. Mitchell, Murali C. Krishna, Kevin Camphausen

Magnetic Resonance Imaging of the Tumor Microenvironment in Radiotherapy: Perfusion, Hypoxia, and Metabolism

Seminars in Radiation Oncology, Volume 24, Issue 3, 2014, 210 - 217



Figure 2 Schematic design of the combined MRI-linac system. (Color version of figure is available online.)

Jan J.W. Lagendijk , Bas W. Raaymakers , Marco van Vulpen

The Magnetic Resonance Imaging–Linac System

Seminars in Radiation Oncology, Volume 24, Issue 3, 2014, 207 - 209