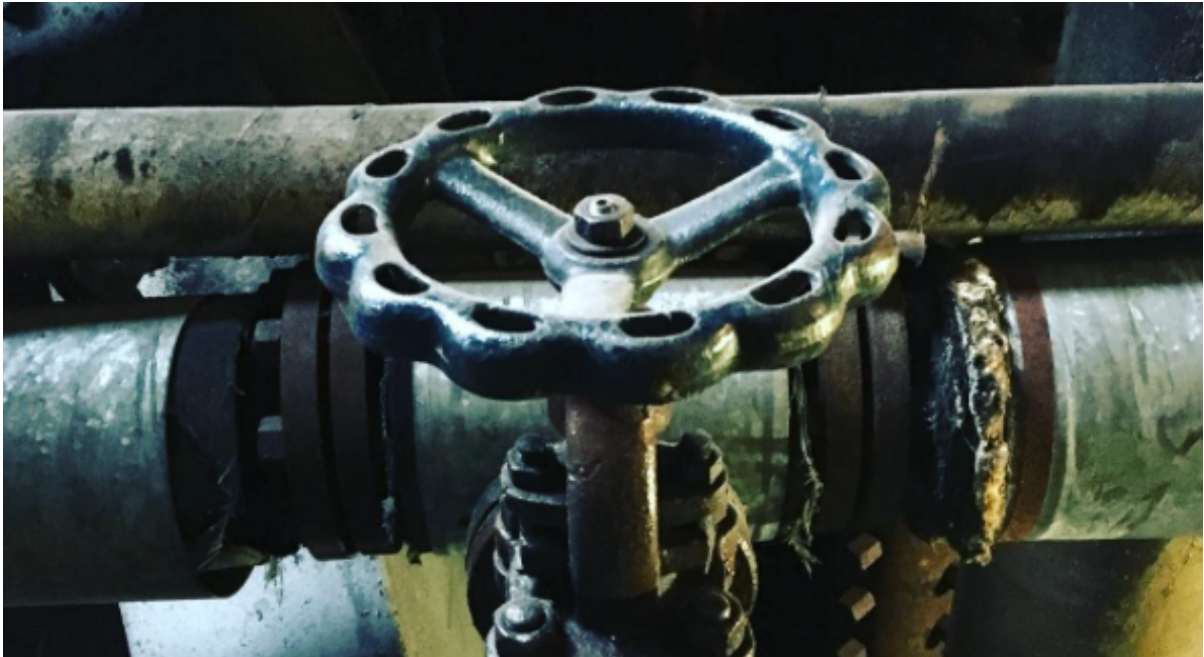


# Nationellt möte om sjukhusfysik 2017



Steam Hotel, Västerås

15-17 november



SVENSKA  
SJUKHUSFYSIKER  
FÖRBUNDET

## Välkommen!

Varmt välkomna till Steam Hotel och årets nationella möte om sjukhusfysik! Vi hoppas att ni ska få några givande, underhållande och trivsamma dagar här. Årets möte är det 10:e i ordningen, och sedan starten har mötet vuxit i både omfattning och deltagarantal. Vi har i år ca 180 deltagare totalt och 20 utställande företag och ett späckat program! Här följer lite praktisk information:

---

### Incheckning och utcheckning

Incheckning till hotellrummen sker i konferensreceptionen en trappa upp från hotellets foajé, och rummen finns tillgängliga från kl 15 på ankomstdagen. Utcheckning av rum ska göras senast kl 9 på avresedagen.

---

### Fika, lunch och middag

Alla fikaraster under mötet hålls i Grand Hall 2, i anslutning till den stora föreläsningssalen där även företags- och posterutställningen finns. Observera att middagstiderna är ganska sena - passa på att fylla magarna ordentligt vid eftermiddagsfikat!

Luncherna under mötet hålls i hotellets restaurang på bottenvåningen och här serveras också middagen på onsdagen. När det är dags för jubileumsmiddagen på torsdag kväll dukas denna upp i föreläsningssalen Grand Hall. Om andan faller på och man blir sugen på att hålla tal under middagen går det bra att kontakta oss i organisationskommittén!

---

### Tipspromenad

Som vanligt har vi även detta år en tipspromenad i företagsutställningen. Passa på att mingla med alla våra trevliga utställare och hör det senaste om deras produkter och tjänster - de är viktiga för oss! Tipspromenadslappen lämnas ifyllt till någon i organisationskommittén senast under kafferasten på fredag förmiddag.

---

### Spa, gym och actionbad

Hotellet har ett trevlig och lite annorlunda spa, The Voltage Lounge, som vi har tillgång till mellan kl 17.00 och 19.30 alla dagar.

Gillar man lite mer fart och tävlingsanda så rekommenderas ett besök på Kokpunkten, Sveriges enda actionbad, som ligger vägg i vägg med hotellet. Vi som vågar har möjlighet att besöka detta innan middagen på onsdagen. Besöket kostar 145 kr inkl moms och betalas i entrén. Ta med egen handduk!

På hotellet finns också ett bra utrustat gym, vilket öppnar kl 06.00. Man kommer in med rumsnyckeln.

Passa också på att besöka hotellets trevliga avkopplingsytor, både i foajén och en trappa upp från restaurangen, där man kan spela olika typer av spel eller bara njuta av en lugn stund.



*Med önskan om ett trevligt och givande möte,*

#### **Organisationskommittén**

Caroline Adestam Minnhagen, Mattias Nickel,  
Jenny Oddstig och Pernilla Norberg

#### **Programkommittén**

Karin Åberg, Sofie Ceberg, Anja Almén,  
Johan Sjöberg och Michael Ljungberg

# Program: Nationellt möte om sjukhusfysik 2017

Steam Hotel, Västerås

## Tisdag 14/11

Kurser enligt separat schema

## Onsdag 15/11

Fortsättning kurser

09.30 - 11.30 Chefsfysikermöte

11.30 - 12.30 Lunch

12.30 - 12.45 **Välkommen!**

**Marie-Louise  
Aurumskjöld och  
Hanna Holstein**

### Session 1 Sjukhusfysik 2007-2017 *The Grand Hall*

12.45 - 14.15	10 år med Nationella mötet	<i>Hans-Erik Källman</i>
	10 år i röntgens tjänst	<i>Anne Thilander-Klang</i>
	10 år i strålterapiens värld	<i>Mikael Karlsson</i>
	10 år inom nuklearmedicin	<i>Cathrine Jonsson</i>

14.15 - 15.00 Kaffe och utställning

### Session 1 Forts: Sjukhusfysik 2007-2017

15.00 - 15.50	10 år med magnetkameran	<i>Freddy Ståhlberg</i>
	10 år med strålskyddsarbete	<i>Lars Jangland</i>

15.55 - 16.45 **Årsmöte: Svenska Sjukhusfysikerförbundet**

16.45 - 20.30 Mingel, spa och Kokpunkten

20.30 - Middag i hotellets restaurang

# Torsdag 16/11 - Parallella sessioner

<p><b>Session 2a: Strålterapi inkl. MRI/RT 08:30-10.00 The Grand Hall</b>  <b>Moderator: Caroline Adestam Minnhagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatic identification of gold fiducial markers without the need for image registration in MRI target delineation images intended for prostate radiotherapy - <b>Christian Gustafsson</b></li> <li>• MR-only prostate radiotherapy excluding CT – experiences from validation to clinical implementation - <b>Emilia Persson</b></li> <li>• Organ motion matters. Some experiences from the first three-and-a-half years of clinical use of adaptive 4D MRI-guided radiotherapy. An update. - <b>Bernt Nordin</b></li> <li>• Intrafractional change of the relationship between internal fiducials and an external breathing signal in pancreatic cancer stereotactic body radiation therapy - <b>Niclas Pettersson</b></li> <li>• A national survey on the use of CT for radiotherapy - <b>Lars Weber</b></li> <li>• Clinical implementation of Monte Carlo QA for volumetric modulated arc therapy - <b>Marcus Krantz</b></li> <li>• Automatisk populationsbaserad kalibrering av CBCT för dosberäkning vid extern strålterapi - <b>Fredrik Nordström</b></li> </ul>	<p><b>Session 2b: Röntgen 08:30-10.00 The Power 2</b>  <b>Moderator: Anja Almén och Johan Sjöberg</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principer för optimering av konventionella barmundersökningar - <b>Anna Årlebrand och Andreas Östlund</b></li> <li>• Organ dose calculations in diagnostic CT using a radiotherapy dose planning system - <b>Hans-Erik Källman</b></li> <li>• Har du koll på alla DT-protokollparametrar? Inte? Linköping har tagit fram en ny rutin. - <b>Ibtisam Yusuf</b></li> <li>• Handdosmätningar - SSM vs. vårdhygien - <b>Karolina Strand</b></li> <li>• Skin dose, effective dose and related risk in transcatheter aortic valve implantation (TAVI) procedures: Is the cancer risk acceptable for younger patients? - <b>Angeliki Karambatsakidou</b></li> <li>• Värdebaserad röntgenfysik - ny organisatorisk modell med subspecialisering för sjukhusfysiker inom diagnostisk och interventionell radiologi - <b>Johan Sjöberg</b></li> </ul>
<p><b>Session 2c: Nuklearmedicin 08:30-10.00 The Power 1</b>  <b>Moderator: Michael Ljungberg</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometriberoende vid mätning av Tc-99m i spruta - <b>Petra Bergström</b></li> <li>• Administration of <sup>177</sup>Lu-octreotate via isolated hepatic perfusion - an experimental pilot study of activity concentration measurements in liver of pig - <b>Viktor Sandblom</b></li> <li>• Comparison of conventional and Si-photomultiplier based PET system regarding image quality and diagnostic performance - a pilot study - <b>Jenny Oddstig</b></li> </ul>	<p><b>Session 2d: MR 09:10-10.00 The Prestige (MRI/RT 08:30-09:10 i RT-sessionen)</b>  <b>Moderator: Karin Åberg</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MRI cartilage quality assessment at 7T: Comparison against 1.5T and evaluation of T<sub>1</sub>-mapping methods - <b>Pernilla Petersson</b></li> <li>• Two point Dixon fat-water separation method with flexible echo times using a graph-cut algorithm - <b>Hadrien van Loo</b></li> <li>• How to improve accuracy of RF homogeneity measurements: A comparison between electrolyte and oil based large ACR phantoms - <b>Yosef Al-Abasse</b></li> </ul>

10.00 - 10.30 Kaffe och utställning

<b>Session 3</b>	<i>The Grand Hall</i>	
10.30 - 11.15	Socialstyrelsen informerar: ST för sjukhusfysiker	Helene Klackenberg Ingrao, mfl

<b>Session 4</b>	<i>The Grand Hall</i>	<b>Moderator: Hanna Holstein</b>
11.15 - 11.45	<i>Holger Sköldbörn-pristagare:</i> Utbildning i radiofysik - förr, nu och i framtiden	Mikael Karlsson

**11.45 - 12.30 Årsmöte: Svensk Förening för Radiofysik**

**12.30 - 13.30 Lunch**

<b>Session 4</b>	<i>The Grand Hall</i>	<b>Moderator: Hanna Holstein</b>
13.00 - 14.45	<i>Kalle Vikterlöf-föreläsare:</i> Erfarenheter från 10 års arbete med kliniska strålbehandlingsstudier	Per Nilsson
	<i>Kurt Lidén-pristagare:</i> Nuclear bomb <sup>14</sup> C - revealing age information of human cells and tissues	Kristina Stenström Eriksson

**14.45 - 15.45 Kaffe och utställning samt posterpresentationer**

<b>Session 5</b>	<b>Posterpresentationer</b> <i>Utställningshallen</i>	<b>Moderator: Johan Sjöberg</b>
15.00 - 15.30	Grupp 1 (3 min presentation, 7 min diskussion) <i>Marcus Söderberg, Anna Ljusberg, Erik Pettersson</i>	
	Grupp 2 (3 min presentation, 7 min diskussion) <i>Markus Fahlström, Niclas Pettersson, Hannie Petersson</i>	
	Grupp 3 (3 min presentation, 7 min diskussion) <i>Henrik Sundström, Erik Pettersson, Albert Sundvall</i>	

<b>Workshops</b>		
15.45 - 17.15	<b>A.</b> Nationell arbetsgrupp inom kvalitetssäkring av röntgenutrustning ( <i>The Power 2</i> )	Albert Sundvall
	<b>B.</b> Workshop for ST-handledare - lägger vi ribban på samma nivå? ( <i>The Power 1</i> )	Agnetha Gustafsson
	<b>C.</b> Framtidens behov av specialister i sjukhusfysik - hearing med socialstyrelsen ( <i>The Grand Hall</i> )	Helene Klackenberg Ingrao, mfl

**17.15 - 19.30 Mingel, spa**

**19:30 - Fördrink i hotellets foajé samt jubileumsmiddag i *The Grand Hall***

## Fredag 14/11

<b>Session 6</b> <i>The Grand Hall</i>		<b>Moderator: Hanna Holstein</b>
08.45 - 09.15	DosReg - ett optimeringsstöd	<i>Stefan Thunberg</i>
09.15 - 09.30	<i>Bästa examensarbete 1:</i> Implementation of new small field dosimetry formalism using various radiation detectors in several radiotherapy treatment rooms at Karolinska University Hospital	<i>Mohammed Ghazal</i>
09.30 - 09.45	<i>Bästa examensarbete 2:</i> Investigation of the prognostic value of CT and PET-based radioman image features in oropharyngeal squamous cell carcinoma	<i>Mohammed Said</i>
09.45 - 10.00	<i>Bästa examensarbete 3:</i> MRI-based quantification of magnetic susceptibility: Assessment of measurement and calculation accuracy	<i>Emma Olsson</i>

**10.00 - 10.45**    **Kaffe och avslutning på tipspromenaden**

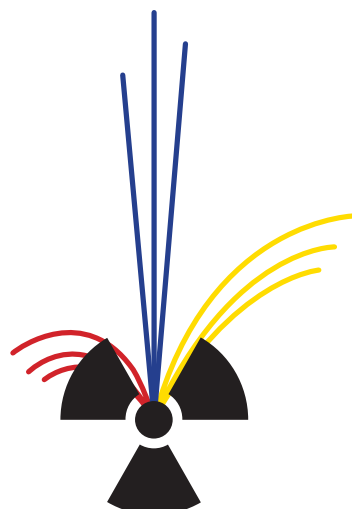
<b>Session 7</b> <i>The Grand Hall</i>		<b>Moderator: Marie-Louise Aurumskjöld</b>
10.45 - 11.45	<i>SSFF:s inbjudne föreläsare:</i> Nanoteknologin driver nästa industriella revolution och ändrar vården, samhället och våra liv	<i>Maria Strömme</i>

<b>Session 8</b> <i>The Grand Hall</i>		<b>Moderator: Marie-Louise Aurumskjöld</b>
<b>11.45 - 12.30</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ECMP 2018</li><li>• Övriga punkter</li><li>• SSFF:s pris till bästa föreläsning</li><li>• Vinnare i tipspromenaden</li><li>• Avslutning</li></ul>	

**12.30 - 13.30**    **Lunch och hemresa**



**SVENSKA  
SJUKHUSFYSIKER  
FÖRBUNDET**



**SVENSK FÖRENING  
FÖR RADIOFYSIK**



Vi tackar våra utställare:



## Automatic identification of gold fiducial markers without the need for image registration in MRI target delineation images intended for prostate radiotherapy

C Gustafsson<sup>\*1,2</sup>, J Korhonen<sup>3,4,5</sup>, E Persson<sup>1,2</sup>, A Gunnlaugsson<sup>1</sup>, T Nyholm<sup>6,7</sup>, and L E Olsson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Hematology, Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital, Lund Sweden

<sup>2</sup>Department of Medical Physics, Lund University, Malmö, Sweden

<sup>3</sup>Department of Nuclear Medicine, Helsinki University Central Hospital, Helsinki, Finland

<sup>4</sup>Department of Radiology, Helsinki University Central Hospital, Helsinki, Finland

<sup>5</sup>Department of Radiation Therapy, Comprehensive Cancer Center, Helsinki University Central Hospital, Helsinki, Finland

<sup>6</sup>Department of Radiation Sciences, Umeå University, Umeå, Sweden

<sup>7</sup>Department of Immunology, Genetics and Pathology, Uppsala University, Uppsala, Sweden

**Purpose:** The superior soft tissue contrast of magnetic resonance imaging (MRI) compared to computed tomography (CT) has urged the integration of MRI and elimination of CT in radiotherapy treatment (RT) for prostate. Intra prostatic gold fiducial markers (GFM) appear hyper intense on CT. On T2w MRI target delineation images GFM appear as small signal voids similar to calcifications and post biopsy fibrosis. It can therefore be difficult to identify the markers without CT. Detectability of GFM can be improved using additional MRI images, which are manually registered to target delineation images. This task requires manual labor, and is associated with inter-operator differences and image registration errors. The aim of this work was to develop and evaluate an automatic method for identification of GFM directly in the target delineation images without the need for image registration.

**Methods:** T2w images, intended for target delineation, and multiple echo gradient echo (MEGRE) images intended for GFM identification, were acquired for prostate cancer patients. Signal voids in the target delineation images were identified as GFM candidates. The GFM appeared as round, symmetric, signal voids with increasing area for increasing echo time in the MEGRE images. These image features were exploited for automatic identification of GFM in a MATLAB model using a patient training data set (n=20). The model was validated on an independent patient data set (n=40). The distances between the identified GFM in the target delineation images and the GFM in CT images were measured. A human observatory study with three observers was conducted to validate the use of MEGRE images.

**Results:** The sensitivity, specificity and accuracy of the automatic method and the observatory study was 84%, 74%, 81% and 98%, 95%, 97% respectively. The mean absolute difference in the GFM distances for the automatic method and observatory study was  $1.28 \pm 1.25$  mm and 1.10 mm, respectively.

**Conclusions:** MEGRE images was shown to be a feasible and reliable way to perform GFM identification. For clinical practice, visual inspection of the results from the automatic method is needed at the current stage.

\* Presenting author: christian.k.gustafsson@skane.se



## MR-only prostate radiotherapy excluding CT – experiences from validation to clinical implementation

Emilia Persson<sup>1,2\*</sup>, Petra Ambolt<sup>1</sup>, Christian Gustafsson<sup>1,2</sup>, Adalsteinn Gunnlaugsson<sup>1</sup>, Sven Bäck<sup>1</sup>, Silke Engelholm<sup>1</sup>, Per Nilsson<sup>1</sup>, Lars E Olsson<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Hematology, Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital, Lund, Sweden

<sup>2</sup>Department of Medical Physics, Lund University, Malmö, Sweden

**Purpose:** Implementation of MRI-only radiotherapy in the clinic demands attention to the complete workflow. Based on our experience from implementing and running an MRI-only workflow, we present a description specifically for MR-only Prostate Radiotherapy Excluding CT (MR-PROTECT). The aim of this study was to create a solid base for implementing MRI-only radiotherapy for prostate cancer patients in the clinic.

**Materials & Methods:** By studies of the present conventional CT/MR based workflow the needed actions for an MRI-only workflow implementation were identified. These actions included MRI-only imaging, CT imaging, target delineation, synthetic CT (sCT), patient positioning and quality assurance (QA). Steps were divided into phases with important milestones.

**Results:** Three phases were identified for the implementation process: phase 1 (prior to implementation), phase 2 (during implementation) and phase 3 (clinical routine). The result is summarized in Table 1 along with important milestones.

Prior to the implementation, MRI-only imaging was adapted to the radiotherapy workflow. Phase 1 included development of methods for image distortion measurements (Gustafsson et al. *Phys Med Biol*, 2017), motion management investigations (Persson et al. *MRinRT*, 2016) adjustment of the MR-protocol to enable sCT generation (Siversson et al. *Med Phys*, 2015), target delineation (Gunnlaugsson et al. *MRinRT*, 2017) and fiducial marker identification (Gustafsson et al. *Med Phys*, 2017). The sCT generation method was validated (Persson et al. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2017) and patient positioning procedures were investigated. Phase 1 was finalized with end-to-end validations of the created workflow. The implementation were considered complete when the CT verification was excluded and a robust QA program was in place.

**Conclusion:** A successful MRI-only implementation relies on a fine detailed work plan with task to be carried out in a well-defined order. During the implementation (phase 2), a thorough QA program should be developed. This program should then be applied and maintained in clinical routine (phase 3). Using the six step program (Table 1) we have completed phase 1 and the corresponding milestones. Presently, we are in phase 2 with 10 patients included in the MR-PROTECT study. This study is a part of the national Swedish consortium “Gentle Radiotherapy”.

\* Presenting author: [Emilia.Persson@skane.se](mailto:Emilia.Persson@skane.se)

**Table 1: Steps in an MRI-only implementation at which an adjustment is needed of the conventional MR/CT workflow to enable clinical implementation of the technique. Controls needed at phase 1 (prior to implementation), phase 2 (during implementation) and phase 3 (clinical routine) is given along with important milestones.**

Identified steps and milestones for an MRI-only implementation			
	Phase 1	Phase 2	Phase 3
<u>MRI for MRI-only RT</u>			
<i>Adaption to radiotherapy</i>	X		
<i>Motion management</i>	X	X	X
<i>Protocol adjustment</i>	X		
<u>CT imaging</u>			
<i>For verification</i>	X	X	
<u>Target delineation</u>			
<i>Validation</i>	X		
<i>Target volume adjustment</i>	X		X
<u>Synthetic CT</u>			
<i>Generation method</i>	X		
<i>Validation</i>	X		
<u>Patient positioning</u>			
<i>Method for verification</i>	X		
<i>Validation</i>	X		
<u>QA procedures</u>			
<i>MR imaging</i>	X	X	X
<i>Synthetic CT</i>	X	X	X
<i>CT verification</i>	X	X	
<i>Verification with CBCT</i>		X	X
<i>Patient positioning</i>	X	X	X
<u>Milestones</u>			
	Phase 1	Phase 2	Phase 3
<u><i>Workflow creation</i></u>	X		
<u><i>End-to-end validation</i></u>	X		
<u><i>Implementation phase</i></u>		X	
<u><i>Implementation complete</i></u>			X
<u><i>QA-program in place</i></u>			X

## Organ motion matters. Some experiences from the first three-and-a-half years of clinical use of adaptive 4D MRI-guided radiotherapy. An update

Bernt Nordin<sup>1</sup>, Charlotta Nordin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LIONESS Therapeutics AB, Stockholm, Sweden

**Background:** Adaptive MRI-guided radiotherapy using the ViewRay MRIdian system is in routine clinical practice at nine institutions in the world and the number is growing. A wide range of disease sites have been treated with enhanced soft tissue visualization, improving the dose delivery accuracy and allowing for smaller margins. Soft tissue visualizations with online MR cine before and during treatment have helped clinicians to better understand the impact of organ motion in radiotherapy and the need for daily adaptive re-optimization of treatment plans. The second-generation MRIdian system with a linear accelerator is now introduced in clinical practice.

**Purpose:** To illustrate the paradigm shift which is occurring in radiotherapy with the introduction of online MRI guidance for adaptive radiotherapy.

**Materials and Methods:** Commercially available MR-IGRT systems<sup>4</sup> consisting of a combination of 4D MRI, Monte Carlo TPS and rotating radiation delivery apparatus have now been in clinical use for 3,5 years. We summarize information presented by physicians and physicists at ESTRO, ASTRO and AAPM for a variety of disease sites where the technology provided improved visualization, tracking and re-planning capabilities to significantly improve the accuracy of dose deliveries.

**Results:** For a number of disease sites the clinical practice have changed. On-line tumor and OAR tracking with continuously updating MR images have allowed smaller margins around the target with less normal tissue in the field. Patient setup and internal organ localization have improved. All treatments are in practice becoming stereotactic and 4D adaptive with on- line soft-tissue visualization during radiation, which is a first in the history of radiation therapy. Multi-institutional clinical studies are now underway to determine how patient outcomes are improved, in for instance pancreatic cancer.

**Conclusion:** Organ motion matters and the ability to see what we treat help clinicians improve the practice of radiotherapy and ultimately patient outcomes.

<sup>4</sup>MRIdian systems and MRIdian Linac systems from ViewRay Inc., USA

Presenting author: [bernt.nordin@lightions.com](mailto:bernt.nordin@lightions.com)

# Intrafractional change of the relationship between internal fiducials and an external breathing signal in pancreatic cancer stereotactic body radiation therapy

Niclas Pettersson<sup>\*1,2</sup>, Todd Atwood<sup>1</sup>, Jona Hattangadi-Gluth<sup>1</sup>, Daniel Simpson<sup>1</sup>, James Murphy<sup>1</sup>, Laura Cerviño<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radiation Medicine and Applied Sciences, University of California San Diego, La Jolla, US

<sup>2</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden

## Purpose

The use of respiratory gating for management of breathing motion during stereotactic body radiation therapy (SBRT) relies on a consistent relationship between the breathing signal and the actual position of the internal target. This consistency was investigated in patients treated for pancreatic cancer.

## Methods

Eleven patients with pancreatic cancer undergoing SBRT that had implanted fiducials in the tumor were included in this study. Treatment plans were generated based on the exhale phases (30-70%) from the pre-treatment 4DCT. The margin between the internal target volume (ITV) and the planning target volume was three mm. After patient setup using cone-beam CT, simultaneous fluoroscopic imaging and breathing motion monitoring were used during at least one complete breathing cycle to verify the fiducial position and to optimize the gating window. After treatment, fluoroscopic images were acquired for verification purposes and exported for retrospective analyses. Images were acquired both in the anterior-posterior (AP) and the lateral direction. Fiducial positions were determined using an in-house template-matching algorithm (Matlab). For each dataset, we established linear relationships between the fiducial positions and the AP breathing signal. The intrafractional relationship change in three orthogonal directions (left-right (LR), AP, and superior-inferior (SI)) as well as the total 3D relationship change were quantified.

## Results

In 33 fractions, complete image data had been acquired. The median time between image acquisitions was 8.5 minutes (range: 5.7-19.9). An average absolute change of  $1.1 \pm 0.8$  mm (range: 0.1-3.6) of the SI fiducial position relative to the external signal was found. Corresponding numbers for the LR and AP fiducial positions were  $1.2 \pm 1.1$  mm (range: 0.0-5.3) and  $0.7 \pm 0.7$  mm (range: 0.1-2.9), respectively. The total average total 3D relationship change was  $1.9 \pm 1.2$  mm (range: 0.4-5.3). In five out of 33 fractions, the total 3D relationship change was larger than 3 mm.

## Conclusions

The average 3D intrafractional relationship change between fiducial positions and an external breathing signal was 2 mm in patients with pancreatic cancer. This uncertainty should be considered when designing treatment protocols.

Presenting author: [niclas.pettersson@vgregion.se](mailto:niclas.pettersson@vgregion.se)

## A national survey on the use of CT for radiotherapy

Lars Weber<sup>\*1,2</sup>, Tommy Knöös<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Strålningsfysik, Skånes universitetssjukhus, Lund, Sverige

<sup>2</sup>Medicinsk strålningsfysik, Lunds universitet, Lund, Sverige

### Introduction

The use of CT is inestimable in radiation therapy as it is used for diagnosis, treatment and follow up. CT as modality can however also be associated with high radiation dose. Although these high dose levels commonly are much lower than the course of radiotherapy it is of interest to pursue practices commonly found in diagnostic radiology in order to minimize the dose to the patient while keeping an acceptable image quality. The current investigation is looking into the possibilities that scanners used in oncologic departments can pursue this goal.

### Methods & Materials

A questionnaire was sent out during spring 2017 to all Swedish radiotherapy departments (n=17) with focus on the technical status of the CT units available as well as current practices used for patient scanning. A focus was given to large patient groups treated for brain, head and neck, thorax, breast and prostate tumours.

### Results

The response rate to the questionnaire was 100%. The vast majority of departments in Sweden have CT equipment with <64 slice, 74%. Two thirds (68%) of the equipment in Sweden are less than eight years old. Newer equipment also include the possibility for lowering doses by using dose modulation (used by 95%) as well as metal artefact reduction algorithms recently introduced (used by 58%) or iterative reconstruction algorithms (used by 26%).

All patient groups were scanned using spiral scanning. Automatic exposure control (AEC) was used to a varying degree while most common for breast, thorax, prostate and to a much lesser degree for brain exams. When fixed tube current was used there was substantial variations within the diagnosis groups.

Newer dose saving algorithms have been implemented to a varying degree. Metal artefact reduction (MAR) has been implemented for prostate where half of the centres use it.

### Discussion

There is a large variation in CT-scanner quality in use. Most of the equipment status is well below what is considered as standard in contemporary diagnostic radiology in developed nations. Equipment is however of fairly low age and with that follows a high degree of technology for reducing exposure levels, *e.g.* AEC, iterative reconstruction and MAR.

\* Presenting author: [lars.weber@skane.se](mailto:lars.weber@skane.se)

## Clinical implementation of Monte Carlo QA for volumetric modulated arc therapy

M. Krantz\*<sup>1</sup>, R. Cronholm<sup>2</sup>, P. Andersson<sup>1</sup>, A. Hallqvist<sup>3</sup>, R. Chakarova<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden.

<sup>2</sup>Department of Radiation Physics, Skåne University Hospital, Lund, Sweden

<sup>3</sup>Department of Oncology, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden

<sup>4</sup>Department of Radiation Physics, Sahlgrenska Academy at the University of Gothenburg, Sweden

### Background/objectives

In our clinic, patient specific volumetric modulated arc therapy (VMAT) quality assurance (QA) involves recalculation of VMAT plans in the treatment planning system (TPS) on a plastic phantom followed by measurements on a homogeneous phantom. This procedure is disadvantageous as the clinical importance of the results is not transparent. Therefore, a Monte Carlo (MC) method has been implemented where an independent dose calculation is performed in the patient geometry as a part of the patient specific VMAT QA. However, there are no clear recommendations on how to perform dose analysis, which dose-volume histogram (DVH) parameters to be accounted for and which tolerance criteria to be applied.

The aim of this work was to determine tolerance criteria for DVH parameters and 3D dose differences in the entire irradiated volume based on comparison between TPS and MC dose distributions.

### Method and materials

VMAT plans for four cancer sites were considered. MC calculations were performed by an automated workflow based on the EGSnrc code package. The MC dose was imported into the TPS for visual- and DVH comparisons for selected structures. Furthermore, the TPS and the MC dose distributions were analyzed by the normalized dose difference method (NDD) in an in-house developed stand-alone module.

### Results

For all four cancer sites, the mean dose difference between TPS and MC for the CTV and PTV was within 1.5%. The typical NDD pass rate was > 94% assuming 2%/3mm and 3%/3mm tolerance criteria. Larger deviations were observed for parameters sensitive to the DVH shape. Lower pass rate was found to correlate with larger deviations in the DVH. Visual inspection of dose distributions discloses that deviations were primarily located in air cavities included in the target volume or caused by artefacts in the CT images due to high density materials such as prosthesis, etc.

### Conclusions

For NDD pass rates < 94%, the evaluation should proceed with analysis of DVH parameters focusing on mean dose to target and organs at risk. If DVH parameter comparisons differs more than 2%; a visual inspection of dose distributions is recommended.

\* Presenting author: [marcus.krantz@vgregion.se](mailto:marcus.krantz@vgregion.se)



## Automatisk populationsbaserad kalibrering av CBCT för dosberäkning vid extern strålterapi

F Nordström<sup>\*1,2</sup>, M Gustavsson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Medicinsk fysik och Teknik, Sahlgrenska universitetssjukhuset, Göteborg, Sverige

<sup>2</sup>Avdelningen för Radiofysik, Göteborgs universitet, Göteborg, Sverige

Cone Beam Computed Tomography (CBCT) är ett viktigt verktyg inom adaptiv strålbehandling. I flera scenarion är det användbart att beräkna absorberad dos baserat på CBCT-underlaget. Det är känt sedan tidigare att CBCT-bilder ej ger tillräckligt tillförlitliga Hounsfieldtal (HU) för att direkt kunna användas för noggranna dosberäkningar. Detta arbete syftar till att utveckla och utvärdera en populationsbaserad kalibreringsmetod. Metoden bygger på att parade CT/CBCT-volymer används för att generera en kalibreringskurva för CBCT enligt:

1. Deformerbar registrering av CT till CBCT.
2. Konvertering av deformerad CT till elektrondensitetskarta med hjälp av uppmätt CT-kalibreringskurva.
3. Segmentering av motsvarande områden i elektrondensitetskartan och CBCT (baserat på tröskelvärden i CT).
4. Generering av kalibreringskurva för CBCT (ett medianvärde per segmenterat område), samt linjärextrapolation vid brist på data för låga respektive höga HU.

Den genererade kalibreringskurvan kan antingen appliceras direkt på den aktuella CBCT-volymen eller ingå i en bank av kurvor för senare bruk, exempelvis vid MR-baserad dosplanering där CT saknas. Utifrån CBCT-volymen och en representativ kalibreringskurva framtagen enligt ovan, kan en elektrondensitetskarta för CBCT-volymen beräknas. Genom att applicera inversen av dosplaneringssystemets CT-kalibreringskurva på elektrondensitetskartan justeras HU-värdena, så att endast denna kalibreringskurva behövs.

Kalibreringskurvor genererades och analyserades för 55 CBCT insamlade från två TrueBeam STx (Varian Medical Systems). Metoden utvärderades genom jämförelse av dosfördelning beräknad på HU-modifierad CBCT och motsvarande deformerad CT för två patienter. Patienten 1 var planerad med tre 15 MV statiska fält mot prostatacancer och patient 2 var planerad med stereotaktisk teknik (fem 6 MV statiska fält) mot en lungmetastas.

Skillnaden i medeldos till CTV, urinblåsan respektive ändtarmen för patient 1 var -0.13, 0.20 respektive -0.40%. Skillnaden i medeldos till GTV och ITV för patient 2 var 0.26 respektive 0.21%. Maxdosen till spinalkanalerna skiljde -0.49% mellan CT- och CBCT-baserad dosberäkning för patient 2.

Metoden möjliggör att olika kalibreringskurvor för olika CBCT-protokoll/objektstorlek kan genereras och användas med minimal administration. Preliminära resultat visar att dosberäkning baserad på CBCT kalibrerad med den föreslagna metoden kan ge resultat nära de som erhålls vid CT-baserad dosberäkning.

\* Presenting author: Fredrik.Nordstrom@vgregion.se

# Principer för optimering av konventionella barnundersökningar

A Ärlebrand\*<sup>1</sup>, A Österlund\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Medicinsk teknik, sjukhusfysik och IT, Region Uppsala, Uppsala, Sverige

<sup>2</sup>Bild- och Funktionsmedicin, Landstinget Dalarna, Falun, Sverige

## Syfte

Syftet med projektet var att göra en översyn av barnprotokollen vid konventionella röntgenutrustningar i Region Uppsala och Landstinget Dalarna för att granska om man på utrustningarna använde strålskyddsprinciper/metodik i enlighet med internationella rekommendationer.

## Metod

Inledningsvis gjordes en litteraturstudie som omfattade europeiska riktlinjer, ICRP- publikationer samt Image Gently-projektet. Dessutom genomfördes ett benchmarkingarbete mellan Landstinget Dalarna och Region Uppsala. Benchmarkingarbetet bestod i att jämföra arbetssättet i de olika länen, vad gäller hur optimeringsarbete utförs, vilka beslutsvägar som finns och hur protokollen för några vanliga undersökningar ser ut.

## Resultat

Genomgång av protokollen visade att parametrar så som kV, mAs, patientindelning, tilläggsfiltrering, användning av dosautomatik och raster varierade mycket mellan olika röntgenutrustningar.

Projektet har resulterat i att ett antal strålskyddsprinciper tagits fram och inkluderats som lokal rutin i strålskyddshandboken, samt förmedlats till personalen i samband med strålsäkerhetsutbildning. Principerna tillämpas hädanefter vid optimeringsarbete av barnprotokoll.

Principerna är i korthet:

- Patienterna delas in efter vikt med 3-5 viktklasser per undersökningstyp.
- För bålundersökningar ska tilläggsfilter på minst 0,2 mmCu eller motsvarande användas.
- För bålundersökningar rekommenderas i Uppsala att raster och dosautomatik ej används på barn < 15 respektive < 30 kg. I Dalarna rekommenderas att raster och dosautomatik ej använd på barn < 20 kg.

Projektet har lett till mer harmoniserade barnprotokoll inom landstinget/regionen och att man följer internationella rekommendationer. Någon signifikant förändring av dosnivåerna efter projektet har ännu inte setts.

## Slutsats

Tydligt fastslagna och vetenskapligt förankrade principer ger smidighet vid optimeringsarbete samt förenklar dialogen med leverantörer vid optimering och installation. Dessutom säkerställs att barnprotokollen sätts upp i enighet med internationella rekommendationer och att de harmoniserar mellan olika utrustningar och utrustningstyper. Riktlinjerna borgar även för ökad patientsäkerhet genom att röntgensköterskorna kan vara tryggare i hur de ska jobba med dessa patienter.

\*Anna Ärlebrand: [anna.arlebrand@akademiska.se](mailto:anna.arlebrand@akademiska.se)

\*Andreas Österlund: [andreas.osterlund@ltdalarna.se](mailto:andreas.osterlund@ltdalarna.se)

## Organ dose calculations in diagnostic CT using a radiotherapy dose planning system.

H-E Källman\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institutionen för immunologi, genetik och patologi, Medicinsk strålningsvetenskap, Uppsala, Centrum för klinisk forskning, Falun, Sverige*

**Purpose:** To verify Computed Tomography (CT) organ dose calculations using a Treatment Planning System (TPS) for radiotherapy by developing a beam model and adapting a patient model that makes automated calculating organ dose calculations feasible.

**Method:** A TPS (RayStation™, RaySearch Laboratories, Stockholm, Sweden) was configured to calculate dose from a CT (GE Healthcare, Wauwatosa, WI, USA). A Monte Carlo source model for the dose calculation was implemented and the resulting dose calculations were verified by comparison with measurements in solid water as well as in an anthropomorphic phantom.

The TPS offers the possibility to convert the Hounsfield (HU) value of a voxel to an elemental composition for use in MC calculations. The conversion function from HU value to elemental composition was adapted to the beam quality of the actual CT using a reference material phantom in combination with an optimization process. A female patients organs were rendered according to the ICRP 110 female Adult Reference Computational Phantom and two dose calculations were performed in the same organ configuration using replacement materials from the ICRP 110 phantom or the calibrated conversion function from HU value to elemental composition. The rendering functionalities of the TPS were used to evaluate the feasibility of automated organ definitions.

**Major findings:** In verifying the MC source model, the deviations between measured and calculated doses were in the order of the measurement uncertainties, 10%. The organ doses calculated with the calibrated HU conversion and the organ doses calculated with the ICRP replacement materials, shows differences in the same order. The organ rendering functionality of the TPS shows promising possibilities to eliminate manual organ rendering.

**Conclusions:** The TPS can be configured to calculate dose from a diagnostic CT scan, including features such as Tube Current Modulation, from measurements and accessible product information on the MSCT. Organ dose can be calculated and evaluated using the HU conversion function and organ rendering functionality and of the TPS.

\* *Presenting author: [hans-erik.kallman@ltdalarna.se](mailto:hans-erik.kallman@ltdalarna.se)*

## Har du koll på alla DT-protokollparametrar? Inte? Linköping har tagit fram en ny rutin.

Ibtisam Yusuf\*<sup>1</sup>, Jonas Nilsson Althén<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radiofysikavdelningen, Region Östergötland, Linköping, Sverige

Hantering av DT-protokoll är komplicerat då varje DT kan innehålla hundratals undersökningsprotokoll med många olika rekonstruktionsserier samt 50-tal olika parametrar. Detta innebär svårigheter att upptäcka felprogrammerade protokoll, men också att det är svårt att följa upp förändringar över tid och jämföra protokoll mellan tomografer. Risken för feldokumentation är också påtaglig, då det mesta dokumenteras manuellt.

Flertalet rutiner finns på plats för att kvalitetssäkra DT-undersökningar, dock saknas det en rutin för kvalitetssäkring av DT-protokoll.

En applikation för jämförelse och strukturering av DT-protokoll har tagits fram med hjälp av Matlab. Applikationen kan jämföra olika versioner av en protokollbok (en sammanställning av alla inprogrammerade protokoll i XML-format) från en tomograf samt jämföra mellan protokollböcker från olika tomografer. Applikationen kan i nuläget endast användas på Siemenstomografer.

En ny rutin för kvalitetsäkring av DT-protokoll där applikationen används testas nu på Motala Lasarett. I den lokala optimeringsgruppen, bestående av DT-ansvariga sköterskor, DT-ansvarig Radiolog, RLF samt sjukhusfysiker, diskuteras och beslutas det om protokollförändringar. Den nya rutinen innebär att det halvårsvis och vid varje förändring av DT-protokoll matas ut en protokollbok som jämförs med tidigare version. Applikationen genererar en Excel-rapport med alla förändrade parametrar och en ny version av protokollbok med uppdaterade revisionsdatum för förändrade protokoll. Rapporten granskas på efterföljande optimeringsgruppsmöte, där fastställs också den nya versionen av protokollboken och läggs upp på SharePoint (Röntgenklinikens gemensamma dokumenthanteringssystem).

Med denna rutin så minimeras risken för oavsiktligt felprogrammerade protokoll och överskådliga revisionsdatum erhålls. Det blir enklare att följa upp och se var optimeringsåtgärder har utförts och var de behöver göras härnäst. Protokollboken som applikationen genererar är lättöverskådlig och lättillgänglig, vilket medför att man enklare kan hitta och diskutera eventuella skillnader mellan olika protokoll. Applikationen gör det även enklare att jämföra och upptäcka skillnader mellan *olika* tomografer, vilket underlättar vid harmoniseringsarbete.

Med den nya rutinen ökas kvalitetssäkringen av DT-protokoll vilket leder till ökad patientsäkerhet och diagnostisk bildkvalité. Dessutom kan applikationen bli ett verktyg i optimeringsarbetet, speciellt vid uppföljning av förändringar samt vid harmonisering mellan labb.

\* Presenting author: [Ibtisam.yusuf@regionostergotland.se](mailto:Ibtisam.yusuf@regionostergotland.se)

## Handdosmätningar – SSM vs. Vårdhygien

K. Strand\*<sup>1</sup>, L. Jangland<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sjukhusfysik, MSI, Akademiska sjukhuset, Uppsala, Sverige

### Syfte

SSM har krav på att utföra handdosmätningar på personal som arbetar med strålningsrelaterade ingrepp på patienter, där personalen riskerar att hamna i strålfältet med händerna. Vårdhygien på Akademiska sjukhuset bestämde dock under 2014 att handdosimetrar i form av ringar inte får användas vid sterila ingrepp på patienter.

Syftet med projektet var att komma på en lösning som uppfyller både SSMs och vårdhygiens krav.

### Metod

Projektet delades upp i 3 steg. Steg 1 gick ut på att verifiera att TLD-dosimetrarna inte på något sätt påverkas av den lågtempererade sterilisering (SterRad) de ska genomgå. Vi använde 12 tomma ringar samt 8 med TLD, varav 4 förexponerades för att kunna bestämma effekten av steriliseringen på utläsningen. Under steg 2 ska dosimetrar förexponeras med en bestämd dos innan steriliseringsprocessen, både exponering och sterilisering upprepas 24 gånger för att motsvara antal ingrepp per mätperiod i vår testverksamhet och effekten av upprepad sterilisering på utläsningen ska bestämmas. I steg 3 ska det testas om arbetsflödet på ett smidigt sätt kan implementeras i den dagliga verksamheten.

### Resultat

Steg 1 visade att varken plasten eller avläsningen av TLDn påverkades av steriliseringen. Däremot visade första försöken i steg 3 att dosimetrarna behöver diskas innan sterilisering för att avlägsna blodrester och annan smuts, vilket inte gjordes i steg 1. Diskningen innebär en upphettning till 90 °C och är ett krav för att man ska kunna genomföra steriliseringen. Steg 2 och 3 har därför inte kunnat genomföras fullt ut.

### Slutsats

Varken plasten eller TLDn påverkades av steriliseringsprocessen, men vi inser att hela processen i sig är för komplicerad för att kunna tas i kliniskt bruk, därför omvärderar vi nu hela projektet.

Men projektet har fått oss att tänka på hur andra gör i Sverige, det kan inte bara vara vi som står inför detta problem?

Fler som stött på samma problem, har ni funnit en lösning?

Ett aktuellt problem som kräver att det bildas en nationell grupp?

\* Karolina Strand: karolina.lindskog@akademiska.se

## Skin doser, effective dose and related risk in transcatheter aortic valve implantation (TAVI) procedures: Is the cancer risk acceptable for younger patients?

A. Karambatsakidou<sup>1,\*</sup>, A. Omar<sup>1</sup>, B. Chehrazi<sup>1</sup>, A. Rück<sup>2</sup>, J. Scherp Nilsson<sup>1</sup> and A. Fransson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Physics, Karolinska University Hospital, S-171 76 Stockholm, Sweden

<sup>2</sup>Department of Cardiology, Karolinska University Hospital, S-171 76 Stockholm, Sweden

**Purpose:** Transcatheter treatments of valve disease are almost solely performed in elderly patients where the skin injury is the main issue, as regard to radiation effects. The aim of this study was to estimate conversion factors for both maximum entrance skin dose (MESD) and effective dose for patients undergoing transcatheter aortic valve implantation (TAVI) procedures at Karolinska University Hospital in Stockholm. The risk of exposure-induced cancer death (REID) for prospectively younger patients subjecting the same procedures has been evaluated as well.

**Material and method:** The effective dose and the risk estimations were performed with the software PCXMC 2.0 together with Euro-American mortality and cancer incidence data taken from ICRP 103, for 22 patients (11 female, 11 male). The REID was determined at 40-, 50-years and at age of exposure, respectively. Further, the skin dose was estimated for a subgroup of 15 patients with gafchromic films, which in turn were calibrated on site.

**Results:** The conversion factor for skin dose ( $CF_S = \text{MESD} / \text{kerma area-product (KAP)}$ ) was  $9.7 \pm 1.5 \text{ mSv/Gycm}^2$  and the corresponding conversion factor for effective dose ( $CFE = \text{effective dose} / \text{KAP}$ ) was  $0.24 \pm 0.02 \text{ mSv/Gycm}^2$ . The REID for this patient cohort was between 1:9900 and 1:1400. Furthermore, decreasing the age at exposure to 40- and 50 years will result in the increase of REID by 91% and 84% in females and 45% and 43% in males, respectively.

**Conclusions:** Currently, the REID is not an issue due to the relatively high patient age but so is the radiation induced skin injury and may require patient follow-up. The risk of cancer induction has to be highlighted when these procedures pass to the next level, when examining younger and lower-risk patients.

\* Presenting author: [Angeliki.karambatsakidou@sll.se](mailto:Angeliki.karambatsakidou@sll.se)



## Värdebaserad Röntgenfysik – ny organisatorisk modell med subspecialisering för Sjukhusfysiker inom diagnostisk och interventionell radiologi

J Sjöberg<sup>1</sup>, P Nowik<sup>1</sup>, R Bujila<sup>1</sup> and A Sundvall<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Medicinsk Strålningsfysik och Nuklearmedicin, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm, Sverige

### Syfte

I Stockholms Läns Landsting implementeras en helt ny organisation för länets sjukvårdssystem utifrån konceptet med Värdebaserad vård. För vårt nya sjukhus Nya Karolinska har en tematisk organisation byggts upp och sjukhuset har fått uppdraget att bedriva högspecialiserad vård. Samtidigt är Radiologin ett område där utvecklingstakten är hög och metodernas komplexitet ökar samtidigt som mer avancerade verktyg används. För att möta dessa förändringar i vår omvärld har ett arbete att utveckla Röntgenfysikens arbetssätt och organisation därför påbörjats.

### Metod

Att leverera en högspecialiserad kompetens kräver fördjupad specialistkompetens hos medarbetarna. Vi har utifrån idén med Värdebaserad vård därför byggt en tematisk organisation som utifrån vår verksamhets perspektiv är centrerad kring multidisciplinära KOM-grupper (Kvalitet, Optimering, Metodutveckling), där varje KOM-grupp är specifikt inriktad mot en viss typ av kombination av verksamhet och utrustningsmodalitet, t.ex. Barnröntgen – CT. Varje medarbetares tidigare kompetensområde har legat till grund för placeringsfördelningen i KOM-grupperna, och Radiologiska ledningsfunktioner (RALF'ar) har intervjuats om behoven för sina respektive verksamheter.

### Resultat

Samtliga intervjuer visar på ett klart behov för Röntgenfysik att arbeta närmare verksamheterna. En ny, tematisk organisation är därför implementerad där Röntgenfysiker subspecialiserar sig mot en eller ett fåtal KOM-grupper. I varje KOM-grupp som har etablerats samarbetar Röntgenfysiker, RALF och metodansvarig Röntgensjuksköterska för respektive verksamhet i syfte att optimera metoder, protokoll samt utveckla verksamheten och prioritera utbildnings- och forskningsinsatser. Modellen erbjuder möjlighet att kontinuerligt övervaka resursbehoven för alla verksamheter och identifiera områden som saknar adekvat stöd.

### Slutsats

Genom att begränsa omfattningen av varje Röntgenfysikers verksamhetsområde skapas förutsättningar för fördjupad expertis, vilket är en förutsättning för att kunna erbjuda excellent högspecialiserad vård. I de verksamheter där KOM-grupper är etablerade finns stort stöd för arbetssättet och Röntgenfysiker som är aktiva i dessa forum arbetar närmre och mer integrerat i respektive verksamhet.

\* Presenting author: [albert.sundvall@sll.se](mailto:albert.sundvall@sll.se)

## Geometriberoende vid mätning av $^{99m}\text{Tc}$ i spruta

P Bergström\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Diagnostisk strålningsfysik/Medicinsk fysik och teknik, Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Göteborg, Sverige

### Bakgrund och syfte

När verksamheten med beredning av radiofarmaka flyttade till nya lokaler (Radiofarmakacentralen) på Sahlgrenska Universitetssjukhuset 2016 togs nya doskalibratorer i bruk. Man började mäta aktiviteten i sprutor med  $^{99m}\text{Tc}$  hängande i doskalibratorns leverantörsspecifika dipper. Tidigare användes ett egentillverkat plaströr att placera sprutorna i.

Syftet med denna studie var att undersöka om samma aktivitetsmängd gav samma mätvärden då aktiviteten mättes i en spruta hängande i dippert i jämförelse med att mäta aktivitet i en vial stående i den lägre hållaren på dippert, samt att jämföra dessa värden med aktiviteten mätt med sprutan hängande i en modifierad dipper.

### Material och Metod

$^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetat drogs från en vial i olika volymer (0,2 – 5 ml) med olika sprutstorlekar av märket CODAN (1 och 2 ml) och Emeralds (5 ml). Aktiviteten i sprutorna mättes i doskalibratort (Comecers VIK 202 med mjukvara IBC\_LITE 1.20) med sprutan placerad i leverantörsspecifik dipper respektive i en modifierad dipper. Hållaren för spruta på den modifierade dippert är sänkt, så att sprutan hamnar i jonkammarens mest känsliga mätområde. Aktiviteten i vialen mättes med vialen placerad i den lägre hållaren på dippert före och efter aktiviteten drogs upp i sprutan.

För att bestämma geometriberoendet mellan mätmetoderna beräknades den procentuella skillnaden mellan uppmätt aktivitet från spruta och vial. Procentuell skillnaden mellan mätning i de två olika dipprarna beräknades också.

### Resultat

Procentuell avvikelse ökar med storleken på sprutan (i ml) och uppdragen volym i sprutan. Värdet på uppmätt aktivitet blev 1 – 10 % lägre från spruta hängande i leverantörsspecifik dipper mot vial och 0 – 5 % lägre med den modifierade dippert. Med den modifierade dippert mätte man 0 - 6% högre värden än med leverantörens dipper.

### Slutsats

Aktivitet uppmätt från en spruta hängande i leverantörsspecifik dipper visar på lägre värden än att mäta i vial placerad i hållaren på dippert eller med sprutan placerad lägre i dippert. Enligt uppgifter i manualen hänger en del av sprutan ovan det aktiva mätområdet i leverantörens dipper, vilket kan förklara skillnaderna. En diskussion pågår med leverantören.

\* Presenting author: [petra.bergstrom@vgregion.se](mailto:petra.bergstrom@vgregion.se)

## Administration of $^{177}\text{Lu}$ -octreotate via isolated hepatic perfusion – an experimental pilot study of activity concentration measurements in liver of pig

V Sandblom<sup>\*1</sup>, I Ståhl<sup>1,2</sup>, C Hansson<sup>3</sup>, R Olofsson Bagge<sup>4</sup>, and E Forssell-Aronsson<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiation Physics, Institute of Clinical Sciences, Sahlgrenska Cancer Center, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, SE-413 45 Gothenburg, Sweden

<sup>2</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, SE-413 45 Gothenburg, Sweden

<sup>3</sup>Department of Cardiothoracic Surgery, Sahlgrenska University Hospital, SE-413 45 Gothenburg, Sweden

<sup>4</sup>Department of Surgery, Institute of Clinical Sciences, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, SE-413 45 Gothenburg, Sweden

### Purpose

Systemic  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate treatment for metastatic neuroendocrine tumours is restricted by uptake in and exposure of organs at risk, mainly bone marrow and kidneys. By administering  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate during isolated hepatic perfusion (IHP), the uptake in organs at risk might be strongly reduced. For this proposed treatment strategy, activity concentration in tissues needs to be accurately determined, possibly using an intraoperative gamma detector (IGD). The aim of this study was to investigate the feasibility to use the combination of IHP and radionuclide therapy *in vivo* in a relevant animal model.

### Method

To simulate IHP, the liver of a healthy pig was placed in a bowl for *ex vivo* perfusion. Blood containing 490 MBq  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate was circulated through the liver for 60 minutes, and then the liver was rinsed with Ringer's solution. During IHP, two detectors were used to monitor the activity content in the circulation tube and in the liver, respectively. After IHP, the liver was examined by SPECT/CT. Lastly, an IGD was used to determine  $^{177}\text{Lu}$  activity concentration in the liver and results were compared with the activity concentration in collected liver biopsies.

### Major findings

The measurements over the liver during the IHP showed a fast increase with a maximum after approximately 10-15 minutes. After IHP, about 75% of the  $^{177}\text{Lu}$  in the liver could be washed out by the Ringer's solution. The SPECT/CT images revealed a relatively inhomogeneous distribution. Nevertheless, the  $^{177}\text{Lu}$  activity concentration values in the liver tissue obtained with the IGD showed in general an acceptable agreement with the values in corresponding biopsies.

### Conclusions

Our results in pig show that it could be possible to administer  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate via IHP in order to treat patients with neuroendocrine liver metastases. However, an inhomogeneous distribution of  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate in normal liver tissue is expected, and in order to determine the activity concentration with satisfactory accuracy using an intraoperative gamma probe, measurements need to be performed at several positions over the liver.

\* Presenting author: viktor.sandblom@gu.se

## Comparison of conventional and Si-photomultiplier based PET system regarding image quality and diagnostic performance – a pilot study

Jenny Oddstig<sup>1</sup>, Sigrid Leide Svegborn<sup>1</sup>, Helen Almquist<sup>2</sup>, Ulrika Bitzén<sup>2</sup>, Sabine Garpered<sup>2</sup>, Fredrik Hedeer<sup>2</sup>, Cecilia Hindorf<sup>1</sup>, Jonas Jögi<sup>2</sup>, Lena Jönsson<sup>1</sup>, David Minarik<sup>1</sup>, Richard Petersson<sup>2</sup>, Annika Welinder<sup>2</sup>, Per Wollmer<sup>2</sup>, Elin Trägårdh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Radiation physics, Skåne University Hospital and Lund University, Lund and Malmö, Sweden

<sup>2</sup>Clinical physiology and nuclear medicine, Skåne University Hospital and Lund University, Lund and Malmö, Sweden

A new generation of positron emission tomography with computed tomography (PET-CT) was recently introduced, using silicon-photomultiplier based technology. The aim was to evaluate the image quality and diagnostic performance of a novel digital PET platform compared with a conventional analogue PET system in phantom and in patients undergoing PET-CT with <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose (FDG).

**Methods:** Imaging of the NEMA IEC body phantom and 16 patients was carried out on two PET-CT systems, a digital Discovery MI (GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA) using 1.5 min/bed and an analogue Gemini TF (Philips Healthcare, Cleveland, OH, USA) using 2 min/bed. Images were analysed regarding image quality (recovery coefficients for the phantom), signal-to-noise in liver, standardized uptake values (SUV) in lesions, and interpreted regarding number of lesions and metabolic TNM classification in patients.

**Results:** For phantom studies, the accurate activity level was measured for spheres  $\geq 17$  mm for Discovery MI, whereas The Gemini TF reached an accurate measured activity level for the 37 mm sphere. For patient studies, metabolic TNM classification changed to a worse stage for images obtained from Discovery MI compared to Gemini TF in 27% of the patients. There was a trend towards a higher number of malignant, reactive and unclear lesions found with images obtained with Discovery MI compared to Gemini TF (although not statistically significant:  $p=0.16$ ,  $p=0.091$  and  $p=0.027$ , respectively). Lesion-to-blood-pool SUV ratios were significantly higher for Discovery MI compared to Gemini TF for lesions less than 1 cm ( $p<0.0001$ ) but not for lesions larger than 1 cm ( $p=0.053$ ). Signal-to-noise ratio in liver was similar for both PET platforms ( $p=0.52$ ).

**Conclusions:** Better image performance was found for Discovery MI compared with Gemini TF in phantom studies. Four of 15 of the patients were upstaged. There was a trend towards a higher number of lesions found with images obtained with Discovery MI compared to Gemini TF. Lesion SUV ratios were significantly higher for Discovery MI for lesions smaller than 1 cm. Although no gold standard was available in the patient study, the results indicate a potentially better diagnostic performance for the new digital PET-CT generation despite a reduced acquisition time.

*Presenting author: Jenny Oddstig*

## MRI cartilage quality assessment at 7 T: Comparison against 1.5 T and evaluation of T<sub>1</sub>-mapping methods

P Peterson<sup>\*1,2</sup>, CJ Tiderius<sup>3</sup>, E Olsson<sup>1</sup>, LE Olsson<sup>1,2</sup>, and J Svensson<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Medical Radiation Physics, Department of Translational Medicine, Lund University, Malmö, Sweden

<sup>2</sup>Department of Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital, Malmö, Sweden

<sup>3</sup>Orthopedics, Department of Clinical Sciences, Lund University, Lund, Sweden

<sup>4</sup>Department of Medical Imaging and Physiology, Skåne University Hospital, Lund, Sweden

**Introduction:** dGEMRIC (delayed Gadolinium Enhanced Magnetic Resonance Imaging of Cartilage) is a well-established technique for cartilage quality assessment in osteoarthritis at clinical field strengths. The method is robust, but requires injection of contrast agent and a cumbersome examination procedure. New non-contrast-agent-based techniques for cartilage quality assessment are currently being developed at 7 T. However, dGEMRIC remains an important reference technique during this development.

**Purpose:** The aim of this work was to establish dGEMRIC as a method at 7 T by a field strength comparison with 1.5 T and evaluation of three different T<sub>1</sub> mapping methods at 7 T – inversion recovery (IR), variable flip angle (VFA), and look locker (LL).

**Methods:** One knee of 10 healthy volunteers and 9 patients with early signs of osteoarthritis as observed during arthroscopy were examined at both 1.5 T (Philips Ingenia) and 7 T (Philips Achieva AS). The examinations started from 120 minutes after injection (0.2 mmol/kg, Magnevist) and the time between scans was kept as short as possible. At both field strengths, a series of IR acquisitions were used to measure a single sagittal slice in each femoral condyle. At 7 T, either 3D VFA or LL T<sub>1</sub> mapping was additionally performed and a DREAM B<sub>1</sub>-mapping sequence was acquired. T<sub>1</sub> maps were reconstructed from all three methods, and the average T<sub>1</sub> was estimated in a single region- of-interest drawn in each lateral and medial data set, respectively, covering the load- bearing part of the femoral cartilage.

**Results:** As expected, longer T<sub>1</sub> values were estimated in all subjects at 7 T and there was a strong correlation ( $r=0.80$ ) between the T<sub>1</sub> values at the two field strengths. The LL method agreed fairly well with IR, but poor agreement was seen for the VFA method.

**Conclusion:** We conclude that dGEMRIC is feasible at 7 T and have for the first time validated its use against a clinical field strength. Out of the three T<sub>1</sub>-mapping methods tested, single-slice IR is the preferred approach. If 3D data is desired, LL is a better alternative compared to VFA.

\* Presenting author: [pernilla.peterson@med.lu.se](mailto:pernilla.peterson@med.lu.se)

## Two point Dixon fat-water separation method with flexible echo times using a graph-cut algorithm

H Van Loo\*

*MR Physics/Karolinska University hospital, Stockholm, Sweden*

There is a clinical interest in suppressing the signal from fat tissue in magnetic resonance imaging as underlying pathologies or contrast medium uptake can be masked by hyperintense fat signal. Phase differences between fat and water signals due to chemical shift can be exploited to achieve separation of the two species. The original method proposed by Dixon relies on dual echo acquisitions at in and out of phase times. However, this method is very sensitive to local inhomogeneities of the  $B_0$  field.

The present paper uses a two point signal model that features flexible echo time choice, periodic wrapping of the  $B_0$  inhomogeneity field and a constriction of the initial phase of the water and fat signals. Least-square minimization led to two distinct solutions identified as 'true' and 'water-fat swapped'. This fundamental ambiguity was solved by imposing a condition of slow variation of the static field across the field of view, expressed as a cost function. Quadratic Pseudo Boolean Optimisation (QPBO) was used to reconstruct water and fat images, as well as the  $B_0$  field inhomogeneity map.

A Python implementation of the reconstruction method was written, which includes additional options such as multi-peak fat modeling, multiscale graph-cut optimisation and ICM fine-tuning. GRE datasets from the ISMRM 2012 challenge on fat-water separation, as well as GRE and SE datasets acquired on volunteers were reconstructed with this method, covering different anatomical regions, 1.5T and 3T field strengths and a large range of echo times.

The main factor affecting reconstruction quality was found to be the choice of echo times. A small Python script was written in order to simulate residue functions and predict the quality of the reconstructions accurately. In particular the choices of in-phase and out-of-phase, redundant or conjugate redundant echo times led to poor reconstructions, whereas in-phase and partially-out-of-phase echo times generally led to accurate results.

A rough method to demodulate magnetic susceptibility effects at air/tissue interfaces was implemented to further increase reconstruction quality but could not be used reliably due to the need for careful case-by-case manual thresholding.

*\*vanloo.hadrien.ks@gmail.com*



# How to improve accuracy of RF homogeneity measurements: A comparison between electrolyte and oil based large ACR phantoms

Y. Al-Abasse\*<sup>1</sup>, A. Mohammad<sup>1</sup>, A. Tisell<sup>1,2</sup>, P. Lundberg<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiation Physics, Department of Medicine and Health, Linköping University, Linköping, Sweden

<sup>2</sup>Centre for Medical Image Science and Visualization (CMIV), Linköping University, Linköping Sweden

## Purpose

The uniformity of MR-images at high and ultra-high magnetic field strengths (i.e.,  $\geq 3$  T) is strongly disturbed when using an electrolyte ACR large phantom due to the influence of strong dielectric resonance effects [1]. The aim of this study was to investigate the feasibility of using an oil filled ACR phantom in different MRI scanners from three major manufactures.

## Materials and Methods

Experiments were performed using six MR-scanners; GE Discovery MR750 3 T (**MR1**), GE Optima MR450W 1.5 T (**MR2**), Philips Ingenia 3 T (**MR3**), Philips Achieva 1.5 T (**MR4**), Philips Ingenia 3 T (**MR5**) and Siemens Prisma 3 T (**MR6**), using a standard head receive coil. Two separate large ACR phantoms, (J M Speciality Parts, USA), electrolyte (A) and oil-based (B) (containing Sealtite 82 'teknisk vitolja') respectively, were used in these experiments. The measurements were repeated five times on each scanner and ACR phantom respectively. Three separate series of images were acquired, i.e. sagittal localizer, T1w and T2w [2]. Data from the two ACR phantoms were analyzed using Radia Diagnostic V1.8 (Radiological Imaging Technology Inc, USA) based on the phantom test guidance for the ACR large phantom [2].

## Results

The oil filled ACR phantom (B) showed up to +8 % improved 'percent integral uniformity' (PIU) compared to the electrolyte based phantom (A) in T1-weighted images, and +16 % in T2-weighted images (Figure 1A and B). There were no differences with respect to other quality parameters. At 1.5 T, no differences were observed between the phantoms.

## Discussion

The dielectric constant of water is larger than for oil, i.e.  $\epsilon_r = 80$  vs.  $\epsilon_r = 2.2$ , respectively. Thus, a shorter RF wavelength leads to increased field inhomogeneity at  $\geq 3$  T.

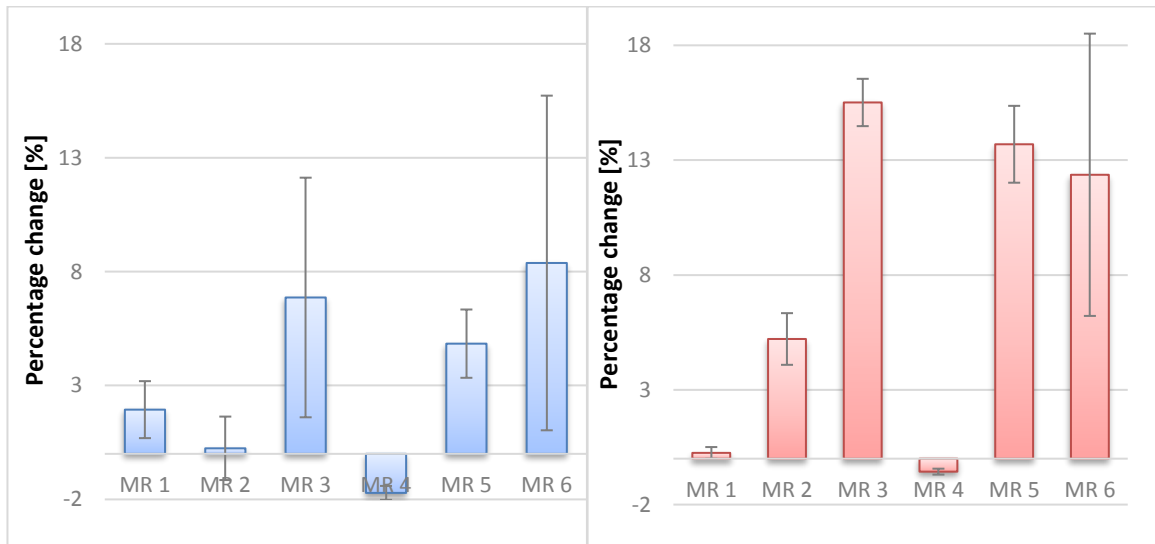
## Conclusion

Using an ACR phantom filled with oil (Sealtite 82) is recommended at high magnetic fields in order to achieve a better image uniformity (i.e., PIU).

## References

1. Qing X. Yang, Jinghua Wang, Christopher M. Collins, Michael B. Smith, Xiaoli-ang Zhang, Kamil Ugurbil, and Wei Chen, *Phantom Design Method for High-Field MRI Human Systems*. Magn Reson Med, 2004. **52**(5): 1016-1020.
2. The American College of Radiology, *Phantom Test Guidance for the ACR MRI Accreditation Program*. 2005, [www.acr.org](http://www.acr.org)

\* Presenting author: [yosef.al-abasse@regionostergotland.se](mailto:yosef.al-abasse@regionostergotland.se)



**Figure 1:** The percentage change between the oil and electrolyte based large ACR phantoms in PIU based on A) T1-weighted and B) T2-weighted images. SD of the population is represented by error bars.

## Evaluation of an iterative model based reconstruction of paediatric abdominal CT with regard to image quality and radiation dose

M L Aurumskjöld<sup>1</sup>, M Söderberg\*<sup>1</sup>, F Stålhammar<sup>2</sup>, K Vult von Steyern<sup>2</sup>, A Tingberg<sup>1</sup> and K Ydström<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Translational Medicine, Medical Radiation Physics, Lund University, Skåne university hospital, Malmö, Sweden

<sup>2</sup>Department of Medical Imaging and Physiology, Skåne University Hospital, Lund, Sweden

**Background:** In pediatric patients, computed tomography (CT) is important in the medical chain of diagnosing and monitoring various diseases. Because children are more radiosensitive than adults, they require minimal radiation exposure. One way to achieve this goal is to implement new technical solutions, like iterative reconstruction.

**Purpose:** To evaluate the potential of a new, iterative, model-based method for reconstructing (IMR) pediatric abdominal CT at a low radiation dose and determine whether it maintains or improves image quality, compared to the current reconstruction method.

**Material and Methods:** Forty pediatric patients underwent abdominal CT. Twenty patients were examined with the standard dose settings and 20 patients were examined with a 32% lower radiation dose. Images from the standard examination were reconstructed with a hybrid iterative reconstruction method (iDose<sup>4</sup>), and images from the low-dose examinations were reconstructed with both iDose<sup>4</sup> and IMR. Image quality was evaluated subjectively by three observers, according to modified EU image quality criteria, and evaluated objectively based on the noise observed in liver images.

**Results:** Visual grading characteristics analyses showed no difference in image quality between the standard dose examination reconstructed with iDose<sup>4</sup> and the low dose examination reconstructed with IMR. IMR showed lower image noise in the liver compared to iDose<sup>4</sup> images. Inter- and intra-observer variance was low: the intraclass coefficient was 0.66 (95% confidence interval=0.60–0.71) for the three observers.

**Conclusion:** IMR provided image quality equivalent or superior to the standard iDose<sup>4</sup> method for evaluating pediatric abdominal CT, even with a 32% dose reduction.

\* Presenting author: [marcus.soderberg@med.lu.se](mailto:marcus.soderberg@med.lu.se)

## Jämförelse av dosverifiering med TLD och dioder för helkroppsbestråling

A. Ljusberg\*<sup>1</sup>, F Dohlmar<sup>1</sup> and D Josefsson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radiofysikavdelningen, Linköpings universitetssjukhus, Region Östergötland, Linköping, Sweden

Under många år har TLD använts för att verifiera den absorberade dosen till patienten vid helkroppsbestråling. Det har fungerat bra, men utrustningen är gammal och tidsmässigt är det en ineffektiv metod då utläsningen tar lång tid och ger resultatet med flera timmars fördröjning. Istället finns tankar om att byta metod till att verifiera dosen med dioder. Inför ett eventuellt byte av metod valdes det att mäta med båda teknikerna för att jämföra dem.

Dioderna som har använts är EDE-5, Scanditronix och har kontrollerats och kalibrerats enligt METHODS FOR IN VIVO DOSIMETRY IN EXTERNAL RADIOTHERAPY, ESTRO, 2006 samt AAPM REPORT no. 87.

Vid helkroppsbehandlingar ordinerar 2 Gy x 6, fördelat på fyra fält. Bestrålning sker med ett framfält, bakfält och två sidfält, alla med SSD 425 cm. Vid bestrålning framifrån och bakifrån används blyavskärmning, för att hålla nere den absorberade dosen till lungorna (9 Gy).

Under varje fraktion placeras TLD på huvud, hals, lungor, midja och fötter. I vanliga fall sitter TLD kvar på samma position, t ex pannan, och mäter ingångsdos från framfältet samt utgångsdos från bakfältet. För sidfälten används sedan andra TLD. För jämförande mätningar med dioder har TLD flyttats så att en TLD bara mäter ingångsdos och en TLD utgångsdos för fram/bakfält samt sidofälten, detta för att kunna jämföra med diodvärden uppmätta under samma fraktion.

För varje patient (4 st) har dosen till huvudet, halsen, lungorna och midjan mätts för en fraktion med TLD och dioder. Skillnaderna mellan metoderna har i samtliga fall utom ett varit inom  $\pm 10\%$  då man summerat mätvärdena för fälten för ett specifikt område. Störst avvikelse har erhållits för mätningar bakom blyavskärmning, en anledning till detta är att det är svårt att placera diod och TLD så att de både på ingångs- och utgångssida ligger i skugga från lungblyet samt att bidraget från spridd strålning beror på placeringen.

Ifall TLD-utläsaren går sönder är dioder en användbar teknik men innan en metodförändring är aktuell behövs ytterligare mätningar.

\* Presenting author: [anna.ljusberg@regionostergotland.se](mailto:anna.ljusberg@regionostergotland.se)

## Proton stopping power ratio determination with basis material decomposition

E. Pettersson\*<sup>1</sup>, M. Gustafsson<sup>2,3</sup>, A. Bäck<sup>2,3</sup>, A. Thilander-Klang<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Department of Radiation Physics, Institute of Clinical Sciences. Sahlgrenska Academy at the University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden

<sup>2</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden

<sup>3</sup>Skandionkliniken, Uppsala, Sweden

### Objective

Dual energy CT (DECT) scanners with projection-based material decomposition can produce material density (MD) images. Here, the photon attenuation of an arbitrary material is represented as a combination of two materials (e.g. water and iodine) [Alvarez & Macovski 1976]. This work investigates the accuracy of a quadratic parameterization from theoretical MDs of human reference tissues to their proton stopping-power-ratios (SPRs).

### Materials and Methods

The water and iodine MD combination for 73 human reference tissues [White et al. 1987] were determined by linear fits of the mass attenuation coefficients of water and iodine to the attenuation coefficients of each reference tissue for 9 photon energies between 60 and 140 keV. The attenuation coefficients were calculated using their tabulated physical densities, elemental composition and elemental photon attenuation cross-sections. SPR values for 226 MeV protons in the tissue were calculated with the Bethe formula. Two quadratic fits between the MDs and the SPRs were performed for soft tissues and bone tissues, respectively.

### Results

The root mean square errors (RMSE) of the SPRs fitted from the MDs are within 0.09% of the calculated SPRs, the maximal and minimal values are 0.22% and -0.34% for “skeleton red marrow” and “eye lens”, respectively

### Conclusion

Given perfect MD accuracy, the SPRs of soft tissues and bone can be determined to within  $\pm 0.4\%$ .

### References

Alvarez R.E. and Macovski A., Phys. Med. Biol., 1976;21(5):733-744.

White D.R., Woodard H.Q. and Hammond S.M. Br J Radiol 1987;60(717):907-13.

\* Presenting author: erik.a.pettersson@vgregion.se

# Magnetic resonance imaging – a useful imaging modality even in patients with Cardiac Implantable Electronic Devices – a review of the latest developments

M. Fahlström<sup>1,2</sup>, K. Åberg<sup>2</sup>, T. Bjerner<sup>1</sup>, P. Teder<sup>3</sup>, J. Olsrud<sup>4</sup>, C. Blomstrom-Lundqvist<sup>3</sup>, E-M. Larsson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kirurgiska Vetenskaper, Uppsala Universitet, Uppsala

<sup>2</sup>Sjukhusfysik, Akademiska Sjukhuset, Uppsala

<sup>3</sup>Kardiologi, Akademiska Sjukhuset, Uppsala

<sup>4</sup>Diagnostisk Radiologi, Lund Universitet, Lund

## Introduction

The softening of regulatory requirements from authorities concerning Magnetic resonance imaging (MRI) -conditionality combined with device and electrode backward MR-compatibility are both strong contributors to the expanding market of MR-conditional cardiac implantable electronic devices (CIED). The radiological constraints vary depending on manufacturer, device and electrode combination [1]. Current recommendations from the European Society of Cardiology (ESC) state that MR-examinations of patients with MR-conditional CIEDs **should be performed** and patients with conventional CIEDs **may be performed**, if clinically indicated and based on a risk-benefit assessment [2]. This should, in theory, result in a more liberal and widespread use of MRI for this category of patients, however a greater awareness of these new perspectives is needed [3, 4].

The intent of this work is to present an overview of MR-conditional CIEDs associated limitations and to identify key radiological constraints that regulate the number of MR-examinations accessible, and to raise the awareness of the new possibilities to perform MRI in patients with MR-conditional CIEDs.

## Cases

Current valid information regarding MRI procedure for MR-conditional CIEDs was reviewed and accessed from relevant manufacturers' European websites [5-9]. Manufacturers of MR-conditional CIED:s were included from *the Swedish ICD and Pacemaker Registry, annual report 2015* [10]. A total of 115 MR-conditional CIEDs and 39 different MR-conditional electrodes were included. Five key radiological constraints and two MR-Conditional CIEDs classes were identified. A full summary is shown in table 1.

## Discussion

MR-examinations with minimal risk can be performed when the manufacturers' recommendations are followed and should thus be performed at hospitals where required expertise is available. The large number of MR-conditional CIEDs on the market has been divided into two groups. Information about radiological constraints and possible MR-examinations can easily be read. Adequate diagnostic quality, for most MR-examinations with minimal risk for the patient can be achieved at 1.5 T with 2.0 W/kg whole-body SAR (normal operating mode) [11-13]. However, some CIEDs are limited by positioning restrictions (excluding thorax examinations) and time constraints. Therefore, off-label examinations **should be** considered if indicated [14]. MR-Conditional high-field systems exist, which give patients access to 3.0 T and advanced imaging of the brain or other body parts depending on if the CIEDs has positioning restrictions.

However, due to a rapidly developing field, this overview represents the currently available systems and more MR-conditional whole-body high field approved systems will most certainly be available in the near future. Thus, it is important to continuously update the overview of available MR-conditional CIEDs and their radiological constraints so that patients with such devices can be examined with MRI when necessary.



## References (Abstract submission system)

1. Jung, W. Curr Opin Cardiol, 2015
2. 2013 ESC European Guidelines, Rev Esp Cardiol, 2014
3. Sommer, T. Rofo, 2015
4. Nordbeck, P. Eur Heart J, 2015
5. 1.5 AND 3T MRI CHECKLIST, Medtronic. 2017 May, [wwwp.medtronic.com/mrc](http://wwwp.medtronic.com/mrc)
6. ProMRI®, Biotronik. 2017 May, [manuals.biotronik.com](http://manuals.biotronik.com)
7. MRI Procedure Information, St Jude Medical. 2017 May, [manuals.sjm.com](http://manuals.sjm.com)
8. MRI Technical Guide, Boston Scientific. 2017 May, [www.bostonscientific.com/manuals](http://www.bostonscientific.com/manuals)
9. MRI Solutions, Sorin. 2017 May, [www.sorinmanuals.com](http://www.sorinmanuals.com)
10. Annual Statistical Report, Swedish ICD and Pacemaker Registry. 2017 April, [www.pacemakerregistret.se](http://www.pacemakerregistret.se)
11. Gimbel, J.R. Heart Rhythm, 2013
12. Naehle, C.P. J Am Coll Cardiol, 2009
13. Nazarian, S. Heart Rhythm, 2009
14. Fahlström, M. Läkartidningen, 2017

# Automatic patient positioning and gating window thresholds for respiratory-gated pancreatic cancer stereotactic body radiation therapy using fiducial markers and orthogonally acquired fluoroscopic images

Niclas Pettersson<sup>\*1,2</sup>, Daniel Simpson<sup>1</sup>, James Murphy<sup>1</sup>, Laura Cerviño<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radiation Medicine and Applied Sciences, University of California San Diego, La Jolla, US

<sup>2</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden

## Purpose

In linac-based respiratory-gated stereotactic body radiotherapy (SBRT) of the pancreas, both the patient position and gating window thresholds are manually set and are therefore user-skill dependent. We present an automatic setup method and compare the clinically used setups to the automatic setups by our method.

## Methods

We retrospectively analyzed 15 setup procedures in five pancreatic cancer patients with implanted fiducials. During clinically used setup, fluoroscopic images in anterior-posterior (AP) and lateral (LR) directions had been acquired simultaneously with the breathing amplitude.

In-house developed template-based fiducial tracking (Matlab) is used to find the fiducial positions on the acquired images. The actual fiducial positions are then compared to their ideal positions as defined by the fiducial contours in the treatment plan. We calculate the required table shifts and gating window thresholds with the objective to accurately position all fiducials at beam-on (gating accuracy, GA) while maximizing the duty cycle (DC).

## Results

The differences between the clinically used patient setups and the automatic setups were  $-0.4 \pm 0.8$  mm,  $-1.0 \pm 1.1$  mm, and  $1.8 \pm 1.3$  mm in the LR, AP, and superior-inferior (SI) direction, respectively, with an associated 3D shift of  $2.6 \pm 1.1$  mm. Typical patient fraction-to-fraction variations for the clinical setups were 1-2 mm in the LR and AP directions, and 2-3 mm in the SI direction.

The overall GA for the clinical setups was  $90.4 \pm 10.7\%$  compared to  $99.7 \pm 0.9\%$  for the automatic setups. In four fractions, the DC had to be lowered, in six fractions with  $GA > 95\%$ , the GA could be maintained with increased DC, and in five fractions the GA and the DC could be simultaneously improved.

## Conclusions

Our automatic setup method has the potential to increase accuracy and decrease user dependence of setup for patients with implanted fiducials treated with respiratory-gated SBRT. If deemed necessary, it could be used at any time during treatment delivery.

Presenting author: [niclas.pettersson@vgregion.se](mailto:niclas.pettersson@vgregion.se)

## Towards determination of individual glandular dose

H Petersson\*<sup>1</sup>, M Dustler<sup>1</sup>, D Förnvik<sup>1</sup>, P Timberg<sup>1</sup>, S Zackrisson<sup>2</sup> and A Tingberg<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Medical Radiation Physics Malmö, Department of Translational Medicine, Lund University, Skåne University Hospital Malmö, 205 02 Malmö, Sweden

<sup>2</sup>Diagnostic Radiology, Department of Translational Medicine, Lund University, Skåne University Hospital Malmö, 205 02 Malmö, Sweden

The radiation risk in mammography and breast tomosynthesis (BT) is traditionally evaluated using the mean glandular dose (MGD). MGD may be useful for population statistics and to compare exposure techniques, but it is not a good measure of the individual glandular dose due to difference in glandularity and glandular distribution. Three-dimensional imaging techniques such as BT could provide the required 3D-localisation of glandular tissue for estimation of the individual glandular dose.

The aim of this work was to use a method for volumetric localization of dense breast tissue from BT data, and a simulation routine based on the Penelope Monte Carlo code system, to estimate the local energy absorption in software breast phantoms with different amount and distribution of glandular tissue. Projection images were generated and used for reconstruction of BT image volumes for seven breast phantoms. Assuming the true glandularity to be known, the glandular tissue was segmented by changing the threshold value while identifying the connected components in the volume. The segmented image volumes were converted into voxel volumes with the same dimensions as the original breast phantoms. The simulation routine was used to estimate the energy absorption in glandular tissue in the seven breast phantoms and in the corresponding phantoms recreated from reconstructed BT image volumes.

As expected, the normalized glandular dose was found to differ significantly with glandular tissue distribution. Preliminary results showed good accuracy for estimation of normalized glandular dose with breast phantoms recreated from reconstructed BT image volumes (relative differences between -14.1% and +4.65%). With access to BT image data and a priori knowledge of glandularity, the method could become a useful tool for estimates of the individual glandular dose or other quantities related to breast dosimetry.

(This work has been submitted to SPIE Medical Imaging 2018. Results are preliminary and may be subject to change before the presentation.)

\* Presenting author: [hannie.petersson@med.lu.se](mailto:hannie.petersson@med.lu.se)

## Design, konstruktion och erfarenhet av blytunna för strålskärmning av c- båge vid utbildning, optimering och QA

H Sundström\*, H Ohlsson

*Röntgenavdelningen, Region Jämtland Härjedalen, Östersund, Sverige*

Sjukhusfysikerns, MT-ingenjörers och leverantörsrepresentanters arbete med c-bågar vad avser utbildning av större grupper, optimering genom fantomtester, service och årliga kontroller kan utföras på ett ur strålskyddssynpunkt säkert sätt genom att innesluta c-bågen i en blytunna istället för att använda blyförkläde.

Blytunnan har utformats efter ett profilsystem av aluminiumramar för museimontrar (Aluscand ERTE profilsystem) tillsammans med aluminiumplåt och bly (1 mm 99.7% renhet). Tunnan vilar på hjul monterade på utdragna ramar förstärkt med aluminiumplåt vilka agerar ben för utrustningen. Tunnan kan öppnas genom kantgångjärn monterade på baksidan och låses ihop genom excenterlås på framsidan.

Ramskarvar och öppning har förstärkts med överlappande klarlackerat bly vilket enligt mätningar med fantom upp till 4 mm Cu och fullt utblandat fält gör tunnan helt tät ifrån spridd strålning vid användning av dosautomatik. Testerna har utförts på Siemens Cios Alpha, Philips BV Pulsera och Philips BV Libra.

Genom inneslutning av bildförstärkare/detektor blockeras spridd strålning och inget blyförkläde krävs vid genomlysning/exponering av fantom vilket underlättar arbetet för samtliga parter som jobbar med service eller utbildning som avser c-bågar.

Blytunnan har underlättat arbetet med optimering av kärl-program för c-båge med detektor då stora plexifantom använts tillsammans med kateter. Radiologen kan stå precis intill tunnan och spruta kontrast utan att bekymra sig över spridd strålning.

Årliga kontroller, service och utbildning utförs nu utan blyförkläden som ofta upptas av verksamheten och problemet med att finna rätt storlek elimineras. Arbetet blir även mer skonsamt för rygg och axlar. Både leverantörsrepresentanter och ingenjörer som frekvent lånar blytunnan är mycket positiva till det alternativa strålskyddet.

\* Presenting author: [henrik.sundstrom@regionjh.se](mailto:henrik.sundstrom@regionjh.se)

## Validation of proton stopping power ratios for tissue surrogates in an electron density phantom

M. Gustafsson<sup>1,2</sup>, E. Pettersson<sup>\*1,3</sup>, A. Thilander-Klang<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiation Physics, Institute of Clinical Sciences. Sahlgrenska Academy at the University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden

<sup>2</sup>Skandionkliniken, Uppsala, Sweden

<sup>3</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden

### Objective

To validate the calculated proton stopping power ratios (SPRs) for the inserts of the electron density phantom used by our institution in the conversion of Hounsfield units to SPR (when using the stoichiometric method).

### Material and Methods

Eight tissue surrogate inserts of an electron density phantom (062A, CIRS) were evaluated. Their mass density, relative electron density and chemical composition were provided by the manufacturer.

The mass densities of the inserts were carefully validated with a calliper and a scale. The SPRs were calculated for 226 MeV protons using expressions from Schneider [1].

The residual ranges for the tissue surrogates were measured with an ionization chamber (Bragg peak 34070, PTW) for a 226 MeV single spot proton beam using the cyclotron (Proteus PLUS, IBA) at the Skandionkliniken in Uppsala, Sweden. Five additional well-known materials were also measured and compared to calculated and tabulated data [2] for validation purposes.

### Results

The mass densities given by the manufacturer were incorrect with up to 10.8% and the calculated SPRs were hence also incorrect. The measured SPRs agreed within 1.0% of SPRs calculated with the measured mass densities. The measured SPRs of the well-known materials agreed within 1.3% of tabulated data.

### Conclusion

The mass densities provided by the manufacturer were not correct for some materials. Using measured mass densities, the agreement between calculated and measured SPRs were within 1.0%.

### References

[1] Schneider U, Pedroni E and Lomax A, 1996, Phys.,Med.Biol.,41,111-124.

[2] PSTAR, National Institute of Standards and Technology (NIST), <http://www.nist.gov>.

\* Presenting author: [erik.a.pettersson@vgregion.se](mailto:erik.a.pettersson@vgregion.se)

## Ny kompetens- och lönestege för Sjukhusfysiker vid Karolinska Universitetssjukhuset

A Sundvall\*<sup>1</sup>, J. Sjöberg<sup>1</sup> and A Fransson Andreo Hernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Medicinsk Strålningsfysik och Nuklearmedicin, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm, Sverige

### Syfte

Karolinska Universitetssjukhuset får i Stockholm Läns Landstings nya sjukvårdsorganisation ansvaret att bedriva högspecialiserad sjukvård. För att skapa bättre förutsättningar för att utveckla och upprätthålla kompetens samt tydliggöra kompetens- och ansvarsfördelning inom verksamheten behöver grunderna för lönesättning förtydligas för att motsvara det högspecialiserade uppdraget. Genom en reviderad kompetens- och lönestege förtydligas också medarbetarens roll i verksamhetsutvecklingen genom att skapa incitament för aktivt engagemang i sin egen kompetensutveckling.

### Metod

En ny kompetens- och lönestege är utarbetad. Den består av två parallella spår; ett kliniskt och ett akademiskt. Den kliniska stegen består av två grundnivåer och fyra avancerade nivåer, och den akademiska av tre nivåer. Varje steg är kopplat till definierade krav på både formell behörighet och reell kompetens. Chefsgruppen bedömer gemensamt huruvida en medarbetare har tillräckliga meriter finns för att uppgraderas till en högre nivå. Detta för att tillse att bedömningarna görs enhetligt över hela verksamheten. Till varje nivå finns ett löneintervall definierat och placeringen i intervallet bestäms individuellt.

### Resultat

Vid övergången till den nya kompetens- och lönestegen inventerades samtliga medarbetares aktuella meriter utifrån kriterierna för de nya nivåerna. En harmonisering med den nya lönestegen sker stegvis och diskuteras i medarbetarsamtal. Som stöd för kontinuerlig kartläggning av medarbetarnas kompetensnivåer används KOLL/Pro Competence som stödsystem i processen. Verksamheten ansvarar för att revidera, komplettera och uppdatera kompetenser i februari varje år och skicka alla uppdateringar till HR. Lönenivåer justeras därefter årligen.

### Slutsats

Den nya kompetens- och lönestegen ger tydligare incitament för medarbetaren att engagera sig aktivt i sin egen kompetensutveckling. Dessutom möjliggörs en tydligare lönedifferentiering som är förankrad i såväl formell som reell kompetens. Modellen ligger i linje med verksamhetens syfte och mål, genom att erbjuda fler och tydligare lönesteg med koppling till både kliniska och akademiska meriter.

\* Presenting author: [albert.sundvall@sll.se](mailto:albert.sundvall@sll.se)



## Nationellt möte om sjukhusfysik inkl kurser 14-17 november 2017, Steam Hotel Västerås

Afrak Mamour	Södra Älvsborgs sjukhus	Eva Norrman	Universitetssjukhuset Örebro
Agnetha Gustafsson	Linköpings universitetssjukhus	Fatma Rahma	Karolinska Universitetssjukhuset
Albert Sundvall	Karolinska Universitetssjukhuset	Freddy Ståhlberg	Lunds Universitet
Alexander Englund	Akademiska sjukhuset	Fredrik Nordström	Sahlgrenska Universitetssjukhuset
Alexander Hanga	Region Västmanland	Fredrik Wellman	Landstinget Blekinge
Alf Ahlberg	Comfort Medical AB	Gary Schmidt	YourRad AB
Anders Adolfson	ScandiDos AB	Gustav Alfredsson	Mediel AB
Anders Frank	Strålsäkerhetsmyndigheten	Göran Alm	Mallinckrodt Radiopharmaceuticals AB
Anders Olsson	Tesika Teknik AB	Hadrien Van Loo	Karolinska Universitetssjukhuset
Anders Tingberg	Region Skåne	Hanna Holstein	Lunds Universitet
André Søndergaard	Vision RT	Hannie Petersson	Lunds Universitet
Andreas Engström	Skaraborgs sjukhus	Hans-Erik Källman	Landstinget Dalarna
Andreas Forsberg	Region Norrbotten	Hans-Olov Rosenbrand	Strålbehandlingsenheten Karlstad
Andreas Johansson	Varian Medical Systems Finland Oy	Hector Silva Vidal	Universitetssjukhuset Örebro
Andreas Österlund	Landstinget Dalarna	Helena Lizana	Norrlands universitetssjukhus
Angeliki Karambatsakidou	Karolinska Universitetssjukhuset	Henrik Eriksson	Scanflex Medical AB
Anja Almén	Skånes universitetssjukhus	Henrik Karlsson	Landstinget i Kalmar län
Anja Taschner	IBA Dosimetry	Henrik Sundström	Östersunds sjukhus
Anna Carlander	Unilabs AB	Håkan Hedtjärn	Linköpings universitetssjukhus
Anna Krzymowska	Socialstyrelsen	Ibtisam Yusuf	Linköpings universitetssjukhus
Anna Ljusberg	Linköpings universitetssjukhus	Ingrao Klackenber	Socialstyrelsen
Anna Ärlebrand	Akademiska sjukhuset	Jakob Eriksson	Länsjukhuset Ryhov
Anne Thilander Klang	Sahlgrenska Universitetssjukhuset	Jakobína Grétarsdóttir	Sahlgrenska Universitetssjukhuset
Annelie Johansson	RaySearch Laboratories	Janne Backman	Spectronic Medical AB
Annika Melinder	Praktikertjänst Röntgen AB	Jenny Edelhård	Socialstyrelsen
Aris Tilikidis	Karolinska Universitetssjukhuset	Jenny Granström	Elekta Instrument AB
Axel Larsson	Skaraborgs sjukhus	Jenny Oddstig	Skånes universitetssjukhus
Barbara B. Balwa	Lanstinget Sörmland	Jerker Edén Strindberg	Södersjukhuset
Barbro Vikhoff Baaz	Sahlgrenska Universitetssjukhuset	Jessica Billberg	Region Västmanland
Bea Jutemark Kvam	Region Skåne	Jimmy Börjesson	Hallands sjukhus
Bernt Nordin	LIONESS Therapeutics AB	Johan Knutsson	Mälarsjukhuset Eskilstuna
Carina Norberg	Akademiska sjukhuset	Johan Olsrud	Skånes universitetssjukhus
Caroline Adestam Minnhagen	Sahlgrenska Universitetssjukhuset	Johan Renström	Landstinget i Värmland
Cathrine Jonsson	Karolinska Universitetssjukhuset	Johan Sjöberg	Karolinska Universitetssjukhuset
Chahed Yacoub Gabro	Linköpings universitetssjukhus	Johanna Karlsson	Region Kronoberg
Christian Andersson	Region Skåne	Johanna Kramar	Lanstinget Sörmland
Christian Gustafsson	Region Skåne	Johnny Kallin	NU-sjukvården
Christian Göransson	Mälarsjukhuset Eskilstuna	Jonas Andersson	Norrlands universitetssjukhus
Christian Kloska	PTW-Freiburg	Jonas Nilsson Althén	Linköpings universitetssjukhus
Christina Palm	Mediel AB	Jonas Söderberg	Landstinget i Värmland
Christoffer Andersén	Region Västmanland	Jonna Wilén	Umeå universitet
Cissi Lundmark	Södersjukhuset	Josef Lundman	Västerbottens Läns Landsting
Crister Ceberg	Lunds Universitet	Jörgen Fällman	Karolinska Universitetssjukhuset
Dan Josefsson	Linköpings universitetssjukhus	Karin Nygård	Akademiska sjukhuset
Dina Tamras Skårfors	Danderyd sjukhus	Karin Sandqvist	Praktikertjänst AB
Disa Åstrand	Karolinska Universitetssjukhuset	Karin Åberg	Akademiska Sjukhuset
Edelhård, Jenny	Socialstyrelsen	Karolina Strand	Akademiska Sjukhuset
Eleonor Ståhl Vestergren	Sahlgrenska Universitetssjukhuset	Kerstin Ledenius	Skaraborgs sjukhus
Elin Martinsson	NU-sjukvården	Klas Eriksson	Visby Lasarett
Elina Lilliesköld	Landstinget Västernorrland	Kristina Eriksson Stenström	Lunds Universitet
Emilia Persson	Region Skåne	Kristina Ydström	Region Skåne
Emma Olsson	Lunds Universitet	Krzybowska, Anna	Socialstyrelsen
Erik Pettersson	Sahlgrenska Universitetssjukhuset	Lars E. Olsson	Lunds Universitet
Erik Tesselaar	Region Östergötland	Lars Jangland	Akademiska sjukhuset
Erik van Rijn	Agfa HealthCare	Lars Lilja	C-Rad AB
Erik Wählin	Karolinska Universitetssjukhuset	Lars Weber	Region Skåne

## Nationellt möte om sjukhusfysik inkl kurser 14-17 november 2017, Steam Hotel Västerås

Laura Antonovic	RaySearch Laboratories	Stefan Mårtensson	Gammadata Instrument AB
Lina Andersson	Landstinget Sörmland	Stefan Thunberg	Strålsäkerhetsmyndigheten
Linnéa Andersson	Sahlgrenska Universitetssjukhuset	Sture Eklund	Region Västmanland
Love Kull	Region Norrbotten	Susanna Crafoord-Larsen	Länsjukhuset Ryhov
Magnus Forss	YourRad AB	Sven Bäck	Region Skåne
Marcus Krantz	Sahlgrenska Universitetssjukhuset	Sven-Åke Stark	Länsjukhuset Ryhov
Marcus Söderberg	Region Skåne	Søren Møller	Varian Medical Systems Scandinavia AS
Marie-Louise Aurumskjöld	Region Skåne	Timo Leivo	Region Västmanland
Markus Fahlström	Akademiska Sjukhuset	Titti Owman	Skånes universitetssjukhus
Martin Lundmark	Akademiska sjukhuset	Tobias Hellstrand	YourRad AB
Martin Schmid	MAVIG, München	Tobias Pommer	Karolinska Universitetssjukhuset
Mats Nilsson	Skånes universitetssjukhus	Tony Patrén	Mallinckrodt Radiopharmaceuticals AB
Mats Stenström	Landstinget Dalarna	Tu Mai	Region Västmanland
Mattias Nickel	Landstinget i Kalmar län	Ulf Granlund	Universitetssjukhuset Örebro
Mattias Sandström	Akademiska sjukhuset	Ulf Isacsson	Akademiska sjukhuset
Michael Ljungberg	Lunds Universitet	Ulrika Dahlén	Södersjukhuset
Mikael Bergfjord	Södra Älvsborgs sjukhus	Ulrika Estenberg	Karolinska Universitetssjukhuset
Mikael Karlsson	Umeå Universitet	Ulrika Lindencrona	Sahlgrenska Universitetssjukhuset
Mikael Segersten	Agfa HealthCare	Ulrika Svanholm	Landstinget i Kalmar län
Mohammed Ghazal	Karolinska Universitetssjukhuset	Viktor Hansson	Comfort Medical AB
Mohammed Said	Skånes universitetssjukhus	Viktor Sandblom	Göteborgs universitet
Morgan Nyberg	Landstinget Västernorrland	Ylva Hammarström Larsson	Landstinget Dalarna
Narine Geghamyan	Aleris Diagnostik AB	Ylva Lindgren	Mälarsjukhuset Eskilstuna
Nayef Idrissi	Brainlab Sales GmbH	Ylva Surac	Sahlgrenska Universitetssjukhuset
Niclas Pettersson	Sahlgrenska Universitetssjukhuset	Yosef Al-Abasse	Linköpings universitetssjukhus
Nils Andrae	Gävle Sjukhus	Zelga Malke	Karolinska Universitetssjukhuset
Nils Kadesjö	Karolinska Universitetssjukhuset	Åsa Ärlig	Länsjukhuset Ryhov
Ole Høj	HOY Scandinavian		
Patrik Dalsjö	Mallinckrodt Radiopharmaceuticals AB		
Patrik Nowik	Karolinska Universitetssjukhuset		
Per Hällström	Gävle Sjukhus		
Per Munck af Rosenschöld	Region Skåne		
Per Nilsson	Skånes universitetssjukhus		
Per-Erik Åslund	Akademiska sjukhuset		
Pernilla Norberg	Linköpings universitetssjukhus		
Pernilla Peterson	Region Skåne		
Peter Sjölander	Länsjukhuset Ryhov		
Petra Bergström	Sahlgrenska universitetssjukhuset		
Pontus Timberg	Region Skåne		
Ragnar Kullenberg	Hallands sjukhus		
Ragnhild Mogren	Socialstyrelsen		
Rassul Yunussov	Karolinska Universitetssjukhuset		
Richard Odh	Karolinska Institutet		
Robert Eklund	Scanflex Medical AB		
Robert Forsberg	Radeq		
Sara Olsson	Region Kronoberg		
Sara Svensson	Region Västmanland		
Sergio Pena Munoz	Brainlab Sales GmbH		
Shahla Mobini Kesheh	Karolinska Universitetssjukhuset		
Simone Eriksson	Siemens Healthineers		
Sofia Jonsson	Östersunds sjukhus		
Sofia Kopf Bäckström	Region Västmanland		
Sofia Åkerberg	Region Kronoberg		
Sofia Åström	Region Norrbotten		
Sofie Wickström	Södersjukhuset		
Sonny La	Landstinget Blekinge		