

# Sjukhusfysikern

Information från Svenska Sjukhusfysikerförbundet (SSFF) Sektion inom Naturvetareförbundet

## Nummer 2

Juli 2006

Årgång 29

■■■ Sven-Åke Starck rapporterar från utbildningsdag och vårmöte i Umeå.

Sidan 6

■■■ Inger Ragnhult, sjukhusfysiker under fyra decennier i Göteborg, har gått ur tiden. Ingers gärning som sjukhusfysiker tecknas av Lars-Gunnar Månsson.

Sidan 7

■■■ CPD

Nytt från kursrådet.

Sidan 10

■■■ Aktuella avhandlingar  
”Optimisation and validation of dynamic susceptibility contrast MRI perfusion measurements”

Linda Knutsson

Sidan 11

”Astatine-211 radioimmunotherapy of ovarian cancer therapeutic efficacy, myelotoxicity, and radiation dosimetry in an animal model”

Jörgen Elgqvist

Sidan 12

■■■ Kompetensstege. Hans-Erik ger en lägesrapport.

Sidan 13



Foto: Bosse Alenius, SSI-info

## Tjernobyli - 20 år efter

26 April 1986 inträffade Kärnkraftsolyckan i Tjernobyli. Vad hände sedan? Sören Mattsson beskriver händelseförloppet för 20 år sedan samt sammanfattar vad konsekvenserna blev för befolkningen runt det drabbade området.

Sidan 4

## Sjukhusfysikern

**Utges av:** Svenska Sjukhusfysikerförbundet (SSFF) Sektion inom Naturvetareförbundet

**Adress:** Svenska Sjukhusfysikerförbundet, Box 760, 131 24 Nacka

**Tel:** 08-466 24 80

**Hemsida:** <http://www.sjukhusfysiker.se>

**Redaktion:** Anna-Karin Ågren-Cronqvist, Redaktör  
Hans-Erik Källman, Ansvarig utgivare  
Mikael Gunnarsson, Layout

ISSN 0281-7659

Upplaga: 260

## Sjukhusfysikern

Planerad utgivning 2006: Februari, maj, september, december. Deadline för bidrag till nästa nummer:  
Fredag 15/9

## Styrelsen för Svenska Sjukhusfysikerförbundet 2006

<b>Ordförande:</b>	Hans-Erik Källman Tel: 023/49 26 56 791 82 Falun	Röntgenkliniken Falu lasarett Fax: 023/49 07 79 hans-erik.kallman@ltdalarna.se
<b>Sekreterare:</b>	Agnetha Gustafsson Tel: 013/22 33 57 581 85 Linköping	Radiofysikavdelningen Universitetssjukhuset i Linköping Fax 013/22 47 49 agnetha.gustafsson@lio.se
<b>Kassör:</b>	Henrik Båvenäs Tel: 021/17 40 44 721 89 Västerås	Radiofysik och Röntgenteknik Västerås Centrallasarett Fax: 021/174401 henrik.bavenas@ltvastmanland.se
<b>Redaktör:</b>	Anna-Karin Ågren-Cronqvist  Tel: 08/616 44 35 118 83 Stockholm	Enheten för Strålbehandlingsfysik/Teknik, Karolinska Universitetssjukhuset Fax: 08/616 44 65 anna-karin.agren-cronqvist@karolinska.se
<b>Webb-redaktör:</b>	Eleonor Vestergren Tel: 031/343 52 28 413 45 Göteborg	MFT/ Diagnostik Sahlgrenska Universitetssjukhuset Fax: 031/841605 eleonor.vestergren@vgregion.se
	Michael Ljungberg  Tel: 046/17 35 65 221 85 Lund	Avd för Medicinsk Strålningsfysik, Institutionen för Kliniska Vetenskaper, Lunds universitet Fax: 046/17 85 40 michael.ljungberg@radfys.lu.se

## Medlemsärenden

- Ändrad hemadress och arbetsgivare meddelas Naturvetareförbundet.
  - Ändrad e-postadress meddelas SSFF:s kassör.
  - Ansökan om medlemskap i SSFF sker till Naturvetareförbundet.
  - Begäran om utträde ur SSFF meddelas SSFF:s kassör.
  - Begäran om utträde ur Naturvetareförbundet meddelas Naturvetareförbundet.
- OBS! Utträde ur Naturvetareförbundet medför inte automatisk uteslutning ur SSFF.  
Du kan fortsätta ditt medlemskap under förutsättning att du är ansluten till annat SACO-förbund.

# Ordföranden har ordet

## Äntligen sommar!

Efter två dagars styrelsemöte i japansk glamourmiljö känns det stimulerande att än en gång tränga in styrelsearbetet i vardagsagendan.

Under mötet har vi låtit kompetensstegen ta mycket tid. Du kan läsa mer om detta på annan plats. Titta också in på vår hemsida, där finns förslaget. Observera att innehållet fortfarande har karaktären av arbetsdokument - den fortsatta resan får avgöra vilken form projektet antar.

Under de närmaste åren kommer styrelsen att fokusera på några huvudfrågor:

**Kompetensstegen ska förankras vidare och introduceras.** Detta kommer att ta lång tid och kräva mycket arbete.

**Löneenkäten ska överföras till Naturvetareförbundets lönesök.**

Vi har under ett antal år bearbetat Naturvetareförbundet i syfte att åstadkomma en enkät anpassad till våra behov. Vår egen löneenkät har, med hjälp av Leif Karlssons tålmodiga arbetet, blivit en välkommen hjälp vid lönesamtal landet över. Problemet med N's lönesök har varit att vi saknat relevant kategorisering samt att våra statistikgrupper har varit för små för att medge uttag ur databasen. Nu har alltså N tillmötesgått dessa behov vilket innebär att kontaktpersonerna (och Leif) kan andas ut. För din del innebär det att du kommer att känna igen statistikgrupperna när du skickar din personliga löneenkät från N i höst. För att kunna sprida även små statistikgrupper, som vi ju nästan alla tillhör, måste du ange i enkäten om du är villig att dela med dig av dina löneuppgifter till andra. Om du gör det kommer du att få en sammanställning hemsänd av samma typ som vår gamla löneenkät. Om du inte medger N möjligheten att dela med dig av dina uppgifter blir du hänvisad till de sökmöjligheter som finns inbyggda i lönesök, dvs du kommer bara att kunna ta fram uppgifter för större statistikgrupper. Uppgifterna kommer att vara avidentifierade och vi hoppas såklart att du är villig att dela med dig.

**Det konkreta arbetet kring lönesättning och förhandlingar ska ses över.**

Vi har som målsättning att under 2007 försöka utveckla det stöd som krävs vid löneförhandlingar enligt den nya avtalsmodellen. Vi hoppas att lokalt förhandlingsansvariga och/eller SSFF's kontaktpersoner kan delta i det arbetet. Naturvetareförbundet är en bidragsgivare i detta arbete och mycket av arbetet kan tänkas cirkulera kring att tillämpa den information som N redan bistår med på sjukhusfysikers arbetssituation. Har du idéer eller behov är vi i styrelsen som vanligt lyhörda och intresserade.

Vårt hem har under de två månaderna varit en permanent byggarbetsplats. Nu är alla toaletter på plats och den nya balkongdörren är insatt. Balkongen är ännu inte byggd, lite ska ju vara kvar att göra till hösten... Alla är hjärtligt trötta på att väckas av motorsågar och frågvisa elektriker. Rörmokaren har varit kanon, men det är svårt att genomföra en diskret rivning av en avloppsstam i gjutjärn. Nu tar vi semester.

Ha det gott i solen!  
**Hans-Erik Källman**  
**Ordf.**

# Aktuellt ämne

## Tjernobyl – 20 år efter

**M**ånga av oss minns dramatiken under måndagen den 28 april 1986; rapporterna från Forsmarks kärnkraftverk om misstänkta utsläpp därifrån, insikten om att de radioaktiva ämnena kom från källor utanför verket, SMHI:s, FOA:s och SSI:s arbete med att spåra och karakterisera källan, många enskilda laboratoriers och personers mätningar och till slut Sovjets bekräftelse av vad som hänt över 2 dygn tidigare och som inte längre gick att hemlighålla för omvärlden. Vi glömmar aldrig upplevelsen av att se gammaspektrum från strykprover utomhus växa upp – snabbt och med 20-30 nya linjer, spektra som vi inte sett sedan de stora kärnvapenproven i atmosfären, men nu med skillnaden att andelen kortlivade produkter var större och att det den här gången var en stor andel  $^{134}\text{Cs}$  i förhållande till  $^{137}\text{Cs}$ , vilket indikerade att källan inte var ett kärnvapen utan en reaktor.

Det var den 26 april 1986, strax efter midnatt som två kraftiga explosioner totalt demolerade reaktor nr 4 vid det stora kärnkraftverket i Tjernobyl i dåvarande Sovjetunionen. Katastrofen hade föregåtts av ett antal experiment vid vilka några av reaktorpersonalen åsidosatt ett flertal säkerhetsrutiner. Utsläppet från Tjernobylreaktorn varade i 10 dagar. Vi minns de svenska insatserna. Vi minns Gunnar Bengtsson, som föredömligt tog befälet. Vi minns utgångsförbud för mjölkkor, rekommendationer beträffande utomhusvistelse och grönsakskonsumtion, gränsvärden för radioaktivt cesium och jod i livsmedel, flygmätningar, fältgammalspektrometrins elddop, improvisationerna när det gällde olika typer av mätningar på universitetsinstitutioner, sjukhus och kärnkraftverk, exportproblemen, kontrollmätningarna och exportcertifikaten.

I efterhand ha vi förstått att Sverige tillsammans med Norge, Finland och inte minst Östersjön tillhörde de mest drabbade områdena. Cirka 5 % av allt det cesium som lämnade den helt demolerade reaktorn hamnade t ex i Sverige – och fick här en mycket ojämn fördelning som liksom på andra ställen hängde samman med hur mycket det regnade när de olika molnen från Tjernobyl passerade - styrda av

vinden. Det pågår fortfarande studier av hur nedfallet från Tjernobyl omfördelas och hur höga stråldoserna till människor och natur blivit och kan tänkas bli i framtiden. Den värst drabbade befolkningsgruppen i Sverige blev renskötarna i Västerbottens län, dels med hänsyn till bidraget till deras årliga stråldos, dels med hänsyn till att stora mängder renkött inledningsvis måste kasseras innan mera realistiska gränsvärden införts. Trots allt fick befolkningen i Sverige och övriga nordiska länder så låga stråldoser att det hittills inte varit möjligt att se några sjukdomsökningar som kan förklaras av strålningen från Tjernobylhaveriet.

Problemen vid reaktorn och i Tjernobyls närområde var självfallet mycket större. Av de personer som svarade för de initiala räddnings- och släckningsinsatserna dog 28 av akut strålsjuka inom fyra månader efter att ha fått helkroppsdoserna på upp till 20 Gy. Av de över en halv miljon (!) personer, sk ”liquidators”, som kommenderades till reaktorområdet för att röja upp och bygga en provisorisk inneslutning av reaktortorresterna fanns 240 000, som fick stråldoser på upp till 500 mGy och med ett medelvärde på 100 mGy. Cirka 5 miljoner innevånare i nuvarande Ukraina, Vitryssland och Ryssland (i områden med en  $^{137}\text{Cs}$  deposition som översteg  $37 \text{ kBq/m}^2$ ) fick medeldoser på ca 10 mSv. Därav fanns 400 000 i mer kontaminerade områden ( $>555 \text{ kBq/m}^2$   $^{137}\text{Cs}$ ), som fick medeldoser på 50 mSv.

Det som kommit som en fullständig överraskning är det dramatiskt ökade antalet fall av sköldkörtelcancer hos de personer som var barn under 1986. I Ukraina, Vitryssland och Ryssland är man nu uppe i ca 5 000 extra fall av denna för barn och ungdomar ovanliga tumörform och man får räkna med ytterligare fall. Dödligheten är visserligen låg, 15 döda hittills, men sjukdomen innebär ett stort trauma för de drabbade och deras anhöriga. Det tragiska är att praktiskt taget alla dessa fall av sköldkörtelcancer kunnat undvikas om Sovjetmyndigheterna delat ut stabil jod till barnen (som man t ex gjorde i Polen) och informerat om att man skulle undvika att dricka mjölk och ytvatten den första tiden efter nedfallet. Det vi nu ser är en påminnelse om nödvändigheten att – förutom en öppen och snabb kommunikation

- ha en effektiv beredskap när det gäller utdelning av jodtabletter, i första hand till barn och ungdomar, efter ett utsläpp av radioaktiv jod.

En annan erfarenhet, som har direkt betydelse för vårt dagliga arbete som sjukhusfysiker, är att antalet skador på ögonlinsen (sk katarakter eller linsgrumlingar) ökat mer än förväntat i de områden där nedfall var högt. Andra resultat pekar i samma riktning och vi måste skärpa våra rutiner och öka våra mätinsatser när det gäller ögondoser till sjukvårdspersonal som arbetar med t ex röntgengenomlysning.

När det gäller andra tumörsjukdomar än sköldkörtelcancer, har man sett en fördubbling av leukemierna hos grupper av ryska räddnings- och uppröjningsarbetare, som fått mer än 150 mSv. Ingen säker ökning har däremot kunnat konstateras hos allmänheten. När det gäller solida tumörer finns ingen säkerställd ökning hos vare sig uppröjningsarbetare eller allmänhet, utom för sköldkörtelcancer hos barn. Man diskuterar och följer noga utvecklingen beträffande antalet bröstcancerfall i de mest kontaminerade områdena. Utifrån dosuppskattningar och gängse risksiffror räknar man med att mellan 4 000 och 10 000 personer kan ha dött eller kan komma att dö som en följd av strålningen från reaktorhaveriet i Tjernobyl. Dessa tal drunknar dock helt i den ”normala” cancerstatistiken.

Evakueringar och omflyttningar har medfört stora psykiska, mentala och sociala problem. Att ha varit likvidator i Tjernobyl eller vara bosatt i områden med ökad strålning från Tjernobyl innebär ofta att man blir isolerad och övergiven. För hundratusentals människor har evakueringarna och omflyttningarna varit väldigt traumatiska och medfört stor stress, depression och oro. Mycket stora markområden (800 000 hektar jordbruksmark - motsvarande 30 % av Sveriges jordbruksareal) har tagits ur produktion på grund av det höga nedfallet. Skogen och sjöarna kan inte längre utnyttjas på traditionellt vis. Arbetet i 700 000 hektar skog ligger nere.

Allt detta har medfört stor fattigdom för hundratusentals människor, särskilt på landsbygden. De sociala problemen är på sina håll mycket stora. Många känner sig utstötta och totalt övergivna. Här finns många som tveklöst måste betecknas som ”Tjernobyloffor”.

Nästa radiologiska/nukleära katastrof blir inte som Tjernobyl. För att samhället ska kunna möta den på ett vettigt sätt behövs öppenhet och information samt träning och åter träning att mäta, att uppskatta strål-

doser och med dessa som stöd ge en balanserad och vederhäftig information inklusive begripliga riskjämförelser och perspektiv.

**Malmö i maj 2006**

**Sören Mattsson**

**Radiofysikavdelningen, UMAS och Medicinsk strålningsfysik, Malmö, LU**

(Artikeln sammanfattar ett seminarium som hölls vid avd för radiofysik vid Göteborgs universitet och avd för Medicinsk fysik och teknik vid Sahlgrenska universitetssjukhuset den 19 maj 2006. För den som är intresserad av fler detaljer finns sådana i ”The Chernobyl Forum Report”, som kan hämtas på IAEA:s hemsida, [www.iaea.org](http://www.iaea.org)).

# Rapport från utbildningsdag och vårmöte i Umeå

**D**en 10-12 maj arrangerade Diagnostisk radiologi i Umeå utbildningsdag och vårmöte i samarbete med Svensk förening för nuklearmedicin. Mötet ordnades av professor Katrine Åhlström Riklund och hennes medarbetare på avdelningarna för radiologi och radiofysik. Mötet var förlagt till Umeå Folkets hus, centralt i staden med korta promenadavstånd till hotell och festlokal.

På utbildningsdagen gjorde Hans Lundqvist på IMANET i Uppsala en utmärkt översikt om strålskyddet vid PET, från cyklotronproduktionen till patienthanteringen. Genom utbyggnaden av PET/CT-verksamheten i Sverige är detta en viktig fråga att hantera redan i planeringsstadiet, så kontakter med IMANET i Uppsala rekommenderas, likaså CPD-kursen om PET/CT i oktober i samma stad. Lite strålskyddsnytt från bl.a. SSI presenterades av Sven Richter och Lennart Johansson. ICRP 60 kommer bl.a. att ersättas med en ny strålskyddsfilosofi vilket blir mycket intressant. Reviderade diagnostiska referensnivåer inom nukleärmedicinen kommer framledes med tydligare nivåer på bl.a. myokardscintigrafi.

Det vetenskapliga innehållet på själva Vårmetet var också mycket bra med föreläsningar inom kvantitativ skelettscintigrafi (en översikt) av Sven-Åke Starck och Anna Karlberg (i samband med terapi). Kvantitativ skelettscintigrafi utförs sällan i rutin men frågan uppkommer ofta vid uppföljning av behandling av bl.a. prostata- och bröstcancer. Så här finns en hel del att utveckla. Med utvecklingen av nya kombinationer av diagnostisk utrustning fick vi också lära oss värdet av SPECT/CT vid skelettscintigrafi av Torsten Kuwert från Erlangen.

Hjärnabbildning togs upp på flera sätt av fem föredragshållare från Umeå med cerebrala blodflödesstudier inom minne och demens och pre- och postsynaptiska dopaminer för Parkinsondiagnostik. Tumördiagnostik med somatostatinreceptorscintigrafi med Tc-99m depreotid, In-111 pentetretid och Ga-68 DOTA-TOC togs upp av Rimma Danielsson och Heiner Bihl. Ga-68 är en generatorproducerad positronstrålande nuklid vilket medför att man alltid har tillgång till nukliden på avdelningen (jämför med kortlivade F-18, C-11 etc.). Problemet med denna nuklid verkar dock vara produktionen av Ge-68.

Mötet avslutades med föredrag om njurar där Captoprilrenogram vid njurartärstenos ifrågasattes av

Hampus Eklöf, Uppsala, använd istället CT- eller MR-angio. Hjärtinfarktavbildning med SPECT och MR m.m. förevisades av Martin Ugander Lund. Det sistnämnda temat fortsätter med ett sektionssymposium på riksstämman i Göteborg i SFNMs regi.

Utvecklingen går genom SPECT/CT och PET/CT och funktionell MR mot ett ökat samarbete inom de diagnostiska disciplinerna och ligger i god paritet med den nya specialiteten Bild- och funktionsmedicin som införs den 1 juli.

Posterpriset på 5000:- erhöll sjukhusfysiker Anna Olsson och medarbetare för "Finger- och handdoser vid hantering av isotoper i nuklearmedicinsk verksamhet, Linköpings universitetssjukhus".

Festmiddagen avnjöts, efter samvaro i Strålpuben, i Rådhuset med skönsång av en gedigen manskör som underhållning under middagen. Därefter vidtog den sedvanliga dansen i den ljusa norrländska natten.

**Sven-Åke Starck**

## Inger Ragnhult 1925 - 2006

**I**nger Ragnhult, sjukhusfysiker under fyra decennier i Göteborg, har gått ur tiden. För oss arbetskamrater föds många tankar. Vilket avtryck i tiden har Inger lämnat? Vilka idéer och arbetsinsatser lever kvar?

I vår värld möter vi Inger första gången i ett tidigt femtiotal. Här dyker Inger upp i tredje volymen av Bo Lindells mastodontverk om strålningens, radioaktivitetens och strålskyddets historia: Herkules storverk. Rolf Sievert hade den 1 mars 1950 anställt en ung kvinnlig fysikstudering vid namn Inger Ragnhult för en mycket speciell uppgift i det nyligen invigda emanationslaboratoriet vid Radiofysiska institutionen i Stockholm. I detta avsåg man att mjölka radon från radiumpreparat för att skapa radonpreparat för cancerbehandling med samma aktivitet som radium men med avsevärt kortare halveringstid för att minska riskerna vid hanteringen. Syftet var tydligt och något som kom att prägla Ingers hela fortsatta yrkesliv: Ett idogt och målmedvetet arbete för ökat strålskydd för såväl personal som patienter.

Sieverts enda instruktion till Inger när hon började var ”Var försiktig!” Och arbetet var verkligen inte riskfritt. Utrustningen läckte och Inger fick ibland ta promenader i Hagaparken för att vädra ut den radioaktiva gasen ur kläder och lungor.

Den 1 februari 1951 tog Inger sin filosofie magisterexamen och anställdes som 1:e assistent vid Radiofysiska institutionen. Hon ville nog bli strålskyddsinspektör men den konservativa Rolf Sievert menade att det av sedlighets skull vore olämpligt med kvinnor på tillsynsresorna över landet.

Ja, det var verkligen en annan tid. Inger deltar som enda kvinna i ett möte om det välutrustade bibliotekets användning på institutionen. Mötet handlade om huruvida ingenjörer som saknade akademisk examen skulle kunna få komma in och fritt läsa i böckerna. En fara för arbetet, tyckte Sievert!

Senare under 1950-talet flyttar Inger till Göteborg och började som 1:e assistent vid Radiofysiska laboratoriet på Sahlgrenska sjukhuset den 1



november 1956. Innan dess hade hon hunnit vara med om att tillsammans med en kollega konstruera världens första helkroppsscintigraf vid Isotoplaboratoriet på Karolinska sjukhuset. Detta var en av många pionjärinsatser i Ingers rika yrkeskarriär.

Som ny på Sahlgrenska sjukhuset under andra halvan av 50-talet måste Inger ha haft allt emot sig: 50-talets värderingar i stort, hon var kvinna, hon var liten, hon var relativt tystlåten och hon var inte läkare. Men med sitt skarpa intellekt och sitt goda omdöme kom hon ganska snart att sätta tydliga avtryck i verksamheten. Personalen fick höga stråldoser i hanteringen av radioaktiva preparat för strålbehandling och Inger jobbade målmedvetet och kreativt för att minska dessa stråldoser. Hon gjorde dosmätningar, konstruerade tillsammans med verkstadspersonal sinnrika strålskyddsanordningar och undervisade personalen. Och resultaten kom. Inger skriver själv lakoniskt: ”Persondoserna reducerades men låg fortfarande högt.” Bättre borde vi kunna, kan vi se att Inger tyckte.

En annan och viktig insats under denna tid var arbetet tillsammans med läkaren Sture Lindberg att försöka stoppa strålbehandlingen av barn med godartade ytliga blodkärlstumörer - hemangiom. Dessa kunde vara tämligen misspydande men de försvann oftast av sig själva och den vanliga strålbehandlingen med radiumapplikatorer, som pågått på tiotusentals barn ända sedan 1900-talets

början, visade sig efterhand alltså inte bara vara onödig utan naturligtvis riskabel för dessa små barn. Återigen lönar sig gott omdöme och hårt arbete och Sture och Inger kunde 1959/60 övertyga Professor Strandqvist vid Jubileumskliniken om att upphöra med dessa behandlingar. I ett brev till Sture Lindberg i september 1960 kommenterar Inger det fortsatta arbetet med detta patientmaterial och skriver: ”Man kan nog inte för ofta framhålla olämpligheten av att behandla benigna åkommor med strålning.”

Från 60-talets början och till sin pensionering arbetar Inger nu nästan uteslutande med strålbehandling, ofta med särskilt fokus på behandlingsmetoderna för gynekologisk cancer. Under 60-talets början visar Inger återigen sin kreativitet och unika pionjärande. 1962 arbetar hon med Jubileumsklinikens första koboltkanon för cancerbehandling och blir en av de absolut första i världen som använder datorer för planering av stråldosfördelningen i patienten. Sahlgrenska hade naturligtvis ingen egen dator. Det blev många turer med hålkort och hålremsa till Chalmers' ALWAC-dator och till Medicinarebergets SAAB-D21. Internationellt väckte Ingers arbeten stor uppmärksamhet - hon höll föredrag i Wien, Glasgow och senare Chicago. Vi är nog inte medvetna om Ingers stora internationella ryktbarhet vid den här tiden. (Inger skriver att läkarna klagade på hennes vokabulär. Det borde hon ju veta att digital betyder ”med fingret” och motsvaras av manuell = ”med handen”.) Digital teknik och datorer 1962 - nog var Inger en pionjär. Först 10 år senare - 1972 - fick Inger och dosplaneringen vid Jubileumskliniken en egen dator i kylskåpsstorlek - PDP-8, där 8:an stod för den imponerande minneskapaciteten 8 kB!

Efter att ha arbetat som ”klinisk fysiker” vid Jubileumskliniken ett antal år förordnades Inger den 1 januari 1964 som sjukhusfysiker vid det nyinrättade Radiofysiska centrallaboratoriet vid Sahlgrenska, bl.a. med uppgiften att förestå dess dosimetriavdelning.

Under 70- och 80-talen är tekniken och fysiken mogen för att fullfölja Ingers arbete och målsättning med radium sedan 50-och 60-talen: Nu kan radiumbehandlingar av t.ex. gynekologisk cancer helt enkelt tas bort och ersättas med efterladdningsteknik med små koboltpreparat. Detta ger som vi vet mycket säkrare och effektivare strålbehandling för patienten och praktiskt taget ingen stråldos till personalen. Inger påpekar mycket senare det fantastiskt roliga samarbetet mellan arbetskamrater inom Radiofysik

som ledde fram till detta resultat. Som vanligt är hon ödmjuk och framhåller sina medarbetare framför sig själv. Hon skriver också kort och kärnfullt: ”Jo, jag försökte tala om för läkarna vad vi gjorde. De flesta var intresserade!”. Men äras den som äras bör: Långt senare fick Inger Göteborgs sjukvårds arbetsmiljöpris för sitt arbete med denna teknik.

Med efterladdningstekniken införde Inger ett nytt sätt att dosplanera, så att säga omvänt mot tidigare metoder. Hon ville ”ordinera” stråldosen från början i ett antal bestämda punkter och sedan med datorns hjälp räkna ut strålkällornas position och tid i varje position så att man får ett resultat som överensstämmer med den ordinerade dosen. Det kallar vi idag ”invers dosplanering”, och vi ser än en gång att Inger varit oerhört tidigt ute. Hennes idéer är idag långt senare klinisk rutin.

Patienten stod alltid i fokus för Ingers arbete, sin roll som fysiker till trots, och denna tydliga inriktning för det sjukhusfysikaliska arbetet har Inger fört vidare till oss alla kollegor som arbetat nära henne genom åren. Under en arbetsmarknadskonflikt på 70-talet plågades Inger av tanken på att behöva strejka och därmed överge sina patienter. Det blev ingen strejk och Inger var mycket nöjd.



Inger hjälpte många kollegor till doktorsexamen men tog ingen själv, vilket nog var typiskt Inger. Detta rättades till 2003 då hon utsågs till hedersdoktor vid Göteborgs universitet för sina insatser.



I motiveringen står bl.a.: ”I allt detta arbete har Inger Ragnhult arbetat med stor stringens och vetenskaplig attack.” Det är Inger i ett nötskal.

Inger kämpade målmedvetet och framgångsrikt under hela sitt yrkesliv på sitt milda, lågmälda sätt för de idéer hon trodde på - ofta mot rådande strömningar. Hon var alltid vänlig och hjälpsam - prestigelös i allt - men ingav ändå genom sitt kunnande och sin erfarenhet alltid stor respekt. Hennes noggrannhet och kvalitetstänkande lever kvar inom sjukhusfysiken i Göteborg och hon är fortfarande en förebild för oss alla kollegor och arbetskamrater genom sitt säkerhetstänkande och tydliga patientperspektiv på allt strålningsfysikaliskt arbete.

Ingers trogna medarbetare genom alla år här i Göteborg - Birgitta Ohlsson - har berättat om deras samtal under senare tid om att bli en stjärna i rymden efter vårt liv på jorden. Inger höll nog med om att eftersom vi kom till genom en stjärnsmäll, varför skulle vi inte hamna där ute som en stjärna igen? För Inger är det speciellt, eftersom hon var en stjärna redan under sitt liv. En stjärna som blev en stjärna, så vill vi minnas Inger.

### **Lars Gunnar Månsson**

Källor:

Bo Lindell: Herkules storverk

Ingers egna historiska sammanställningar, brev och mail till kollegor

Samtal med tidigare arbetskamrater

# CPD

## Nytt från kursrådet

### Anpassning av programmet

Kursrådet fortsätter oförtrutet sitt arbete med organisation av CPD-systemet och kursutbudet. Vi gjorde i januari en revision av systemet för att anpassa det efter synpunkter från EFOMP. Aktiviteterna är t.ex. numera indelade i bara två kategorier ”eget arbete” och ”deltagande i aktivitet”. Den nya versionen är alltså tämligen lik de program som finns i flera andra europeiska länder. I några länder är dessutom programmet kopplat till de kompetensnivåer som EFOMP föreslagit och som förutom den nivå som motsvaras av vår legitimerade sjukhusfysiker även innehåller en specialistnivå.

### CPD-deltagarna

För närvarande finns 39 personer registrerade som anmälda i systemet. Kursrådet har gått igenom de sammanställningar av kompetensutveckling som skickats in och tagit ställning till vilka aktiviteter som är CPD-poäng grundande och vilka som inte är det. Dessa kriterier finner du i slutet av CPD-programmet ([www.sjukhusfysiker.se/catalog](http://www.sjukhusfysiker.se/catalog)). Den genomsnittliga rapporterade CPD-poängen för deltagarna i programmet är ca 90 p per år. Enligt programmet skall man ha aktiviteter motsvarande 50 p per år i fem år.

### Anslagstavla

Vi har också börjat använda den anslagstavla som finns i CPD-katalogen. Där ges information om aktiviteter som inte är CPD-kurser. Om du har sådan information som du vill få uppsatt på anslagstavlan så skall du kontakta kursrådets sekreterare ([bertil.axelsson@ltkronoberg.se](mailto:bertil.axelsson@ltkronoberg.se)).

### Kursavgift

Kursrådet har också diskuterat hanteringen av våra CPD-kurser i förhållande till deltagare som inte är sjukhusfysiker. Baserat på att vi tror att på sikt de flesta sjukhusfysiker är registrerade som deltagare i programmet har rådet bestämt att den som anordnar CPD-kurs skall erbjuda deltagare i CPD-programmet 20 % rabatt på deltagaravgiften.

### Nationellt möte

Kursrådet har diskuterat med styrelserna i Sjukhusfysikerförbundet och Svensk Förening för Radiofysik om möjligheterna att anordna ett nationellt möte för sjukhusfysiker. Mötet skulle vända sig till alla specialitetsinriktningar och även innehålla moment av allmänt intresse. Liknande möten anordnas t.ex. i Danmark med stor framgång. Styrelserna i Förbund och Förening arbetar vidare med detta.

### Nordiskt samarbete

Det finns ambitioner att utveckla ett nordiskt samarbete för planering och genomförande av vidareutbildningskurser. NACP har bildat en arbetsgrupp för detta. Aktiviteten i gruppen har dock hittills varit begränsad.

Bertil Axelsson  
Sekreterare, Kursrådet

# Aktuella Avhandlingar

## ”Optimisation and Validation of Dynamic Susceptibility Contrast MRI Perfusion Measurements”

Linda Knutsson, Radiation Physics, Lund

**Abstract:** The studies presented in this thesis concern the optimisation and evaluation of the dynamic susceptibility contrast magnetic resonance imaging (DSC-MRI) technique for the assessment of perfusion-related parameters of the brain, such as cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV) and mean transit time (MTT). Several methodological factors influence these measurements, for example, contrast-agent administration, arterial input function (AIF) registration, choice of deconvolution algorithm and the choice of pulse-sequence parameters.

In the first study, a comparison of two different deconvolution techniques was made, i.e., one based on the fast Fourier transform (FT) and the other on singular value decomposition (SVD). The primary result of this study was that CBF estimates obtained by FT-based deconvolution were lower than the CBF values resulting from SVD-based deconvolution. This is in agreement with the results presented in previous publications, demonstrating that the use of FT-based deconvolution underestimates high blood-flow rates (at short MTT).

In the second study, perfusion parameters were calculated from simulated data corresponding to different experimental conditions. For example, variations in signal-to-noise ratio (SNR), temporal resolution, AIF shape, signal drop and cut-off level in the truncated SVD deconvolution were investigated. The main conclusions were that the echo time requires optimisation to ensure sufficient signal drop in combination with reasonable baseline SNR, and that a broad input function can lead to underestimation of the CBF.

Regional AIFs (rAIFs) were the subject of the third investigation. By using factor analysis of dynamic studies in combination with principal component analysis, rAIFs were obtained and the CBF was calculated by using the rAIF located closest to each tissue voxel. The conclusions drawn from the study were that the use of rAIFs reduced dispersion effects which can lead to CBF underestimation.

In the fourth study, CBF was measured in absolute terms in 20 volunteers using Xe-133 SPECT and DSC-MRI. An AIF time-integral correction was introduced in order to improve the absolute CBF quantification in DSC-MRI. Average whole-brain estimates as well as regional CBF values in grey matter (GM) and white matter (WM) were obtained, and the results from the two modalities were compared. For the whole-brain average, the linear relationship was found to be  $CBF(MRI) = 2.4 \cdot CBF(Xe) - 7.9$  [CBF given in units of ml/(min 100 g)], with a correlation coefficient of  $r = 0.76$ .

**Abstract:** Med magnetkamera (magnetresonans, MR) kan utmärkt morfologisk information erhållas men tekniken är även användbar för funktionella studier. En funktionell tillämpning är att mäta perfusion (kapillära blodflöden). Perfusionsrelaterad information kan åskådliggöras på flera sätt med MR, ofta via signalförändringar orsakade av spårämnen eller kontrastmedel i blodet.

Den teknik som huvudsakligen använts och utvecklats i det aktuella avhandlingsarbetet är ett exempel på en kvantitativ eller semi-kvantitativ metod för bedömning av cerebral perfusion. Metoden bygger på att man under kort tid injicerar kontrastmedel i en ven (s.k. bolusinjektion) och under snabb bildtagning (c:a 1 bild/sekund under 1-1,5 minut) följer dess förstapassage i vävnad och artär med dynamisk MR. Via lokal störning av magnetfältet (s.k. susceptibilitetseffekter) orsakar kontrastmedlet en temporär signalförlust i MR-bilden under passagen. Graden av signalförlust återspeglar perfusionen i vävnaden, och utifrån de erhållna signalkurvorna kan kinetiska spårämnesmodeller användas för beräkning av perfusionsparametrar

som blodflöde, blodvolym och medelpassagetid i varje bildelement.

Syftet med denna doktorsavhandling var att optimera och validera den dynamiska MR-metoden för perfusionsmätning. Olika matematiska s.k. dekonvolutionsmetoder som krävs för beräkningen av blodflöde och medelpassagetid har utvärderats. Datorsimuleringar där olika bildtagningsparametrars betydelse för beräkningen av perfusionsparametrarna har analyserats, och en algoritm för automatisk identifikation av lokala arteriella signalkurvor har utvecklats. För validering och förbättring av absolutkvantifieringen genomfördes en jämförelse mellan den dynamiska MR-metoden och en etablerad nukleärmedicinsk metod, Xe-133 SPECT. Denna jämförelse visade en tillfredsställande linjär korrelation mellan metoderna, men de MR-baserade blodflödesvärdena var systematiskt högre.

---

## **”Astatine-211 Radioimmunotherapy of Ovarian Cancer Therapeutic Efficacy, Myelotoxicity, and Radiation Dosimetry in an Animal Model”**

**Jörgen Elgqvist, Avdelningen för Radiofysik  
Sahlgrenska Akademin vid Göteborgs Universitet, 2006**

### **ABSTRACT**

Alpha-particle emitting radionuclides have recently obtained an increased attention when considering new strategies for treating disseminated cancer. Astatine ( $^{211}\text{At}$ ), that emits alpha-particles with a mean path length of 62  $\mu\text{m}$ , a mean linear energy transfer (LET) of 111 keV/ $\mu\text{m}$ , and a half-life of 7.2 hours, is one among the most promising nuclides in this respect. We have used  $^{211}\text{At}$  for evaluating the therapeutic efficacy, myelotoxicity, and radiation dosimetry in the treatment of intraperitoneally disseminated micrometastatic ovarian cancer in nude mice. In order to specifically irradiate the tumor cells  $^{211}\text{At}$  was labeled to monoclonal antibodies (mAbs), targeting certain cell surface epitopes.

The myelotoxicity for alpha-particles was studied in non-tumor bearing mice and compared with low-LET irradiation for relative biological effectiveness (RBE) determination. Animals were injected intraperitoneally or intravenously with  $^{211}\text{At}$ - or  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -mAbs. Myelotoxicity was measured as suppression of white blood cell (WBC) counts. A nadir of the WBC counts at 4-7 days after injection was observed. Normal tissue activity concentration and whole-body retention were measured with a NaI(Tl) detector and the absorbed dose was calculated for alpha-particles, electrons, and gammas. A mean value for the bone marrow-to-blood ratio of 0.58 was observed for the  $^{211}\text{At}$ -mAbs. The in vivo RBE for alpha-particles was  $3.4 \pm 0.6$  when compared to electrons from  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  and  $5.0 \pm 0.9$  when compared to external  $^{60}\text{Co}$  irradiation.

The in vivo therapeutic efficacy as well as the mean absorbed dose to tumors was studied in different settings for both intact and fragmented mAbs (MX35, MX35 F(ab')<sub>2</sub>, or MOv18). Animals were inoculated with  $\sim 1 \times 10^7$  OVCAR-3 cells. At 1, 3, 4, 5, or 7 weeks after inoculation, the animals were intraperitoneally treated with 400-1,200 kBq  $^{211}\text{At}$ -MX35 or with 25-400 kBq  $^{211}\text{At}$ -MX35 F(ab')<sub>2</sub>. Eight weeks after treatment the animals were sacrificed and the tumor-free fraction (TFF), defined as percent of animals with no macro- and microscopic tumors and no ascites, was determined. The mean TFF was 64% after treatment with 400-1,200 kBq  $^{211}\text{At}$ -MX35. The mean absorbed dose was  $>6$  Gy for tumor radii ( $r_{\text{tumor}}$ )  $<71$   $\mu\text{m}$ . A significant increase in the TFF was observed between 50 (TFF = 22%) and 100 kBq (TFF = 50%)  $^{211}\text{At}$ -MX35 F(ab')<sub>2</sub>. This was in agreement with a model of the metastatic cure probability. The TFF was 95% for  $r_{\text{tumor}} = 30$   $\mu\text{m}$  when 400 kBq  $^{211}\text{At}$ -MX35 F(ab')<sub>2</sub> was intraperitoneally injected. The TFF was significantly higher for  $^{211}\text{At}$ -MX35 F(ab')<sub>2</sub> compared to  $^{211}\text{At}$ -Rituximab F(ab')<sub>2</sub> (non-specific mAb) (with odds ratios increasing exponentially) at later time points, i.e. at 4, 5, or 7 weeks after inoculation.

The therapeutic efficacy and myelotoxicity was also studied for fractionated treatment compared to single treatment. A total of 50, 400, or 800 kBq intraperitoneally injected  $^{211}\text{At-MX35 F(ab')}_2$  was administered as single or fractionated treatments. The TFF was 17%, 39%, and 56% for single treatments with 50, 400, and 800 kBq, respectively. The TFF was 22%, 28%, and 41% for  $3 \times 17$ ,  $3 \times 133$ , and  $3 \times 267$  kBq (4 days between each injection), respectively. No significant difference between single and fractionated treatment was noticed ( $P > 0.5$ ). Alleviation in the myelotoxicity was noticed for the fractionated treatment compared to the single treatment in terms of a decreased suppression (from 46% to 19%) and delayed nadir (from day 4 to day 11) of the WBC counts.

Keywords: astatine, alpha-particles, monoclonal antibodies, radioimmunotherapy, ovarian cancer, myelotoxicity, therapeutic efficacy, radiation dosimetry, fractionation

ISBN 978-91-628-6876-5

---

## Kompetensstege - Specialistkompetens

Arbetet med den kliniska kompetensstegen för sjukhusfysiker går vidare. Styrelsen har justerat innehållet med utgångspunkt från de remissvar som inkommit från medlemmarna. Vi har fått möjlighet att beskriva dokumentet vid det senaste chefsmötet i Eskilstuna samt för nationella kursrådet under deras arbetsmöte i Falun. Såväl chefer som kursråd uppfattar arbetsmaterialet som väl genomarbetat och förnuftigt. Vi anser själva att dokumentet räcker som utgångspunkt för vidare arbete.

Bearbetningen av underlaget har varit lärorik och väckt många viktiga frågor. En av de mest brännande frågorna är hur vår kliniska kompetensstege och specialistkompetensen ska formaliseras och förankras vidare, bland medlemmar, myndigheter och andra intressenter. Konsekvensen av den resan är att vi måste konstatera att frågan inte lämpar sig för att ges ut i form av ett policydokument. Utan vidare bearbetning och konkretisering riskerar initiativet att bli ett slag i luften. Detta är orsaken till att vi rubricerar texten Arbetsmaterial.

Nästa steg i vårt arbete blir att försöka samla en grupp med bredare representation som kan ta itu med det fortsatta arbetet.

Arbetsmaterialet finns tillgängligt på vår hemsida för den som vill läsa, kommentera och begrunda.

EFOMP

En mer detaljerad jämförelse mellan vår legitimeringsprocess och den tänkta specialistkompetensen och våra europeiska grannars motsvarande strukturer är nödvändig. Styrelsen kommer att påbörja detta arbete under hösten som stöd för det fortsatta arbetet.

**Hans-Erik Källman**