



Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität
Commission fédérale de protection contre les radiations et de surveillance de la radioactivité
Commissione federale della radioprotezione e della sorveglianza della radioattività

Radiation Protection of the Patient in Medicine

Strahlenschutz des Patienten in der Medizin

Radioprotection du patient dans le domaine médical

CPR/KSR Radiation Protection Seminar



Bern, January 26th 2007

Secrétariat scientifique KSR/CPR:
Christophe Murith
Office fédéral de la santé publique
3003 Berne

10. February 2007
e-mail: christophe.murith@bag.admin.ch
Téléphone: 031 323 41 55
Fax: 031 322 83 83

Page 1 sur 15

Aim of the seminar

The Swiss Federal Commission for Radiological Protection and Monitoring of Radioactivity in the Environment organizes a seminar each year with the aim of informing people on current topics in radiation protection and offering a platform to share and to exchange knowledge and viewpoints between the various partners involved.

On one hand Medicine is not conceivable without Radiation. On the other hand it contributes to patient and personal exposure. The technological progresses and the increase of the number of examinations have resulted in an increase of the average exposure delivered to the Swiss population. As there is no dose limit in the medical field, the principles of justification and optimization must play a major role to protect the patient with a particular accent on the high dose procedures.

The purpose of the 2007 CPR/KSR seminar is to provide information on recent development and their impact on radiation protection in radiology, nuclear medicine and radiotherapy. The seminar is expected to provide sound scientific basis to stimulate the discussion on the needs of actions helping to keep equilibrium between benefits in the health care and harms due to radiations in the broad medical practices.

Location: Universität Bern, Zahnmedizinische Klinik , Freiburgstrasse 7, 3010 Bern



Zahnmedizinische Kliniken (Fotograf Peter Wegmüller)

Seminar KSR-CPR 2007

Strahlenschutz des Patienten in der Medizin

Datum: 26.01.2007

Ort: Auditorium André Schroeder, ZMK, 3010 Bern

PROGRAMM

- 09.30 Eröffnung des Seminars durch den KSR-Präsidenten
- 09.40 Microarrays, Genomics and Proteomics.
Dr. Ralf Schlapbach, FGCZ, Zürich
- 10.10 Intensitätsmodulierte Radiotherapie (IGRT).
Prof. Uwe Oelfke, DKFZ, Heidelberg
- 10.40 Proton and Ion Radiotherapy.
PD Dr. Tony Lomax, PSI, Villigen
- 11.10 Pause
- 11.30 Der Trend zur bimodalen Bildgebung: Potential und Konsequenzen für
den Strahlenschutz, Dr. Hartwig Newiger, Siemens, Erlangen
- 12.00 PET - Radiopharmaceuticals for Molecular Imaging and Therapy,
Prof. Mats Bergström, Novartis, Basel
- 12.30-13.45 Mittagspause, Stehverpflegung
- 13.45 Médecine et Radioprotection – les niveaux de référence diagnostiques
et autres priorités en 2007.
Prof. Michel Bourguignon, ASN, Paris
- 14.15 CT-Entwicklung und Strahlenschutz. Prof. Peter Vock, Inselspital, Bern
- 14.45 Radiographie digitale, évolution technique et conséquences
pour la radioprotection. PD Dr. Francis Verdun, IRA, Lausanne
- 15.15-15.45 Pause
- 15.45 Rundtischdiskussion, Beantwortung von Fragen der Teilnehmer
- 16.15 Schlusswort des KSR-Sekretär



André Herrmann

Radiation Protection of the Patient in Medicine
Strahlenschutz des Patienten in der Medizin
Radioprotection du patient dans le domaine médical

Bern, 26. Januar 2007

Meine Damen und Herren

Im Namen der gesamten Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität begrüsse ich Sie alle ganz herzlich zum heutigen Seminar. Unsere Kommission hat sich auf die Fahne geschrieben, jährlich eine Fachtagung zu aktuellen Themen im Bereich Strahlenschutz und Überwachung zu organisieren. Wir wollen damit den interessierten Personen im Strahlenschutz eine Plattform zur Weiterbildung und zur Begegnung anbieten.

Wir freuen uns sehr über Ihr zahlreiches Erscheinen. Die Subkommission Medizin unter der Leitung von Prof. Peter Vock hat keine Mühe gescheut, um ein sehr attraktives Programm zu arrangieren. Hochkarätige Fachpersonen, Chefärzte und Direktoren konnten gewonnen werden und wir sind den Referenten sehr dankbar, dass Sie sich für diese Tagung zur Verfügung stellen. Sie werden durch die Moderatoren jeweils vorgestellt. Wir erheben ja auch Anspruch auf Internationalität, sodass die Referate sowohl in Deutsch, als auch in Französisch und in Englisch gehalten werden. Unser wissenschaftlicher Sekretär, Christophe Murith, wird dafür sorgen, dass die Folien der Referate auf unsere Web-Seite bald möglichst aufgeschaltet sein werden.

Im Laufe des Seminars werden wichtige und aktuelle Aspekte rund um das Thema „Strahlenschutz der Patienten in der Medizin“ vorgetragen. Jüngste Ereignisse mit Überbestrahlung von Patienten (Epinal, Lyon, Münsterlingen) haben verdeutlicht, wie wichtig eine nachhaltige Qualitätssicherung im Strahlenbereich ist und dass sie auf keinen Fall vernachlässigt werden darf. Vor allen Dingen ist es wichtig, dass die Lehren aus solchen Ereignissen gezogen werden und dass die Fachwelt darüber informiert wird. Es erscheint uns, dass die Rolle der Medizinphysiker in der Radiotherapie aber auch in der Radiologie sowie in der Nuklearmedizin sehr bedeutsam ist. Wir werden über einzelne Ereignisse etwas mehr erfahren. Wir wollen aber insbesondere uns über die neuesten Technologien und Strategien in der Strahlenmedizin unterhalten.

Intensitätsmodulierte Strahlung, Protonentherapie, Bildbearbeitungs- und Analysesysteme, PET, CT und Diagnostische Referenzwerte sollen zu Gunsten der Patienten möglichst optimal eingesetzt werden. Diese neuen Verfahren, wie alle neuen Technologien, bergen Chancen und Gefahren. Beides muss erkannt und eingesehen werden, damit nichts verpasst wird bzw. nichts Schlimmes passieren kann.

Insbesondere verfolgt die KSR die Entwicklung der Strahlungsexposition in der Medizin umso aufmerksamer, als die mittlere medizinische Dosis um 20% (von 1.0 mSv auf 1.2 mSv) gestiegen ist. Diese Zunahme steht in Zusammenhang mit dem häufigeren Einsatz von Computertomographien (+70%) und der höheren abgegebenen Dosis (+20%) pro Untersuchung.

In Zusammenhang mit der abgeschlossenen Vernehmlassung zur Revision der Strahlenschutzverordnung erlaube ich mir zwei Bemerkungen:

1. Rechtfertigung und Optimierung sind die Schlüsselemente des Strahlenschutzes, auch in der Medizin, wo grundsätzlich keine Dosislimite vorgeschrieben ist. Als Richtgrösse für eine Therapie sollen die erprobten Dosisreferenzwerte generell eingeführt werden, welche zum Teil bereits jetzt schon in Anwendung sind, bzw. mit der revidierten Strahlenschutzverordnung zur Pflicht erklärt werden sollen. Die KSR hat diese Absicht ausdrücklich begrüsst.
2. Im Bezug auf die Fachausbildung besteht der Bedarf das heutige Angebot an die aktuellen Bedürfnisse anzupassen. Die Revision der Strahlenschutzverordnung hat hierzu bereits Ansätze gelegt. Die Ausbildungspflicht muss möglicherweise punktuell noch weiter angepasst werden, wie zum Beispiel bezüglich der Teleradiologie, welche heute vermehrt zum Einsatz kommt. Es ist zu überlegen, inwiefern für diese Anwendung ein besonderer Ausbildungsgang erforderlich wäre.

Der Weiterbildung muss eine hohe Priorität eingeräumt werden. Wir hoffen in diesem Sinn einen wertvollen Beitrag mit unserem heutigen Seminar zu leisten.

Morning session

	Chairman U. Schneider
	Ralph Schlapbach Microarrays, Genomics and Proteomics
	Uwe Oelfke IGRT and Adaptive Radiotherapy
	Tony Lomax Proton and Ion therapy
	Hartwig Newiger Der Trend zur bimodalen Bildgebung
	Mats Bergström PET-radiopharmaceuticals for molecular imaging and drug therapy optimization

PET Radiopharmaceuticals for Molecular Imaging and Drug Therapy Optimization

Prof. Mats Bergström, Director of PET programme, Novartis Pharma AG, Basel

Positron Emission Tomography (PET) is a radionuclide based imaging method whereby biomolecules are labeled with short-lived positron emitting radionuclides such as ^{15}O , ^{11}C , ^{18}F , ^{64}Cu or ^{68}Ga with half-lives of 2 and 20 minutes, 2 and 13 hours respectively 68 minutes. Except for ^{68}Ga which is produced in a generator, the other radionuclides require a cyclotron for their production. The radionuclides are incorporated into a selected molecule by a specific synthesis procedure allowing the generation of a very large variety of labeled molecules whose kinetic behavior in the body can be recorded by external detection.

By labeling drug candidates or drugs under development, their distribution in humans can be recorded and thereby contribute with information important for understanding drug action or side effects. Typical information include evaluation of drug entry to the brain across the blood-brain-barrier. Such distribution studies can be made with very low amounts of drug compound, and EMEA and FDA have introduced simplified toxicity requirements which gives the option of using PET studies for candidate selection.

By labeling compounds with high affinity and specificity for a drug target, the expression of this target in-between patients can be evaluated as a means for patient stratification. PET studies before and after drug administration allows evaluation of degree and duration of interaction of drug with its molecular target, information which can be of major value for decisions on dosing and dosing regimes.

PET tracers which sense cellular physiology can be of great value for assessment of functional effects of treatment. E.g. in oncology this may allow an early recording of antitumoral effects, observed long before a potential effect on tumor size.

The lecture will present the technical aspects of PET and illustrate the different modes of its utilization in drug development. Additionally aspects of radiation exposure to patients will be covered.

Afternoon session



Chairman P. Vock



Michel Bourguignon

[Radiation therapy accidents in France: a review](#)
[Application of diagnostic reference level in medical practice](#)



Peter Vock

[CT Development and Radiation Protection](#)



Francis R. Verdun

[Radiography, technical progress and consequences for radiation protection](#)

CT-Development and Radiation Protection

Peter Vock, University of Berne/Inselspital Bern

Radiation protection in CT is closely related to the development of CT. CT was introduced to clinical medicine in the seventies of the last century and it underwent two major changes: The introduction of spiral (helical) volume scanning instead of axial 2D scanning in 1989 and the switch from one to several detector rows ten years later. Meanwhile, 64 rows are used in clinical medicine and there is even a machine using two x-ray tubes for faster scanning. This technical development can be applied to shorten exams, to cover a larger volume or to scan thinner slices. All of these potentials are used in clinical practice and they have significantly improved the results of CT, opening new referral indications such as coronary artery CT. CT is delivering around 2 to 20 mSv of effective dose per examination, creating a stochastic but no deterministic risk. As a consequence of the technical development, the number of CT examinations has increased significantly worldwide and in Switzerland as well. A growth of around 40% per 4 years was observed in Swiss university hospitals.

This development asks for an active approach to radiation protection which includes:

1. Rigorous justification of examinations, e.g. following the European Referral Guidelines for Imaging,
2. Patient preparation including all measures to calm the patient and avoid pain related motion artefacts.
3. During protocol selection, noise should be accepted as long as a scan is diagnostic. The combination of parameters (kVp, mAs, rotation time, table speed) is reflected by the CTDI vol. For volume coverage, the body area scanned should be minimised according to clinical needs and z-axis as well as xy-plane dose modulation should be used (automatic exposure control). Repeated scanning of an identical area should be avoided unless clear reasons ask for more than one scanning step. Dose reference levels help to control radiation exposure of the whole patient population at the local, national or international level. Reflecting the 75% of a representative group, they should be specific both for the imaging method, the body area and the clinical question.

In conclusion, CT is characterised by a rather high individual effective dose. At the population level, it is the largest contributor to medical exposure (40 to 60%). Since many reasons have caused and still cause an important growth of CT examination rates, active radiation protection is absolutely needed.

Conclusion: KSR scientific secretary

L'utilisation des rayonnements ionisants en médecine a connu ces dernières années une forte évolution technique et technologique. Voulant s'assurer que ces évolutions sont prises en compte du point de vue de la radioprotection, la CPR a organisé son séminaire 2007 sur le thème de "la radioprotection du patient dans le domaine médical". Certes les applications médicales des rayonnements ionisants recherchent le bénéfice du patient, soit parce qu'elles fournissent une information diagnostique ou facilitent la réalisation d'actes chirurgicaux, soit parce qu'elles permettent de détruire les tissus malades. Comme il n'existe pas de limite pour les doses au patient, sa protection doit être optimisée par un système de mesures de radioprotection adapté à l'essor et à la complexité des nouvelles technologies médicales impliquant des rayonnements ionisants ainsi qu'en prévision du nombre croissant de patients qu'il faudra traiter à l'avenir. A ce titre le recours aux physiciens médicaux en diagnostique et en thérapie ainsi que la formation adéquate des professionnels de la santé forment la base de la démarche d'optimisation des doses aux patients.



Christophe Murith

Résumé des points forts du séminaire:

- R. Schlapbach a présenté les progrès réalisés en biologie moléculaire. D'une part la génomique qui vise l'analyse moléculaire et physiologique du matériel héréditaire permet actuellement une identification et une classification des tumeurs et de la susceptibilité génomique en se basant sur le profil des gènes. D'autre part la protéomique qui s'intéresse à l'ensemble des protéines constituant un compartiment cellulaire ouvre la voie à l'étude du métabolisme pour caractériser l'effet des rayonnements ionisants au niveau de la cellule. L'obtention des profils génomiques et protéomiques des pathologies cancéreuses a pour objectif d'aider à sélectionner le traitement à appliquer à partir de la connaissance de l'impact des rayonnements ionisants. Ces disciplines de compréhension de la cancérogénèse ouvrent des perspectives considérables dans les domaines de la radiopharmaceutique et de la médecine.

- Dans le domaine de la radiothérapie U. Oelfke a montré que l'utilisation des techniques d'imagerie permet de réduire l'incertitude de l'effet du rayonnement due à la non reproductibilité du positionnement et au mouvement des organes lors du traitement. Ainsi la position déterminée lors de la planification peut s'avérer différente de celle existant lors du traitement et la respiration du patient peut impliquer un déplacement de la tumeur pendant l'irradiation. Afin de toucher la tumeur et d'éviter une exposition accrue des tissus sains, la technique de radiothérapie guidée par l'imagerie (IGRT) a été développée et commercialisée. Cela implique une fraction diagnostique de doses additionnelles délivrées au patient. Au niveau de la radioprotection le problème important qui se pose est celui de la maîtrise de cette nouvelle technique afin d'éviter une multiplication inutile des procédures d'imagerie et donc des doses qui en résultent.
- T. Lomax a exposé l'intérêt de la thérapie aux hadrons. Celle aux protons utilise la propriété que le maximum de la dose est déposé par les protons à la fin du parcours (pic de Bragg) qui peut être déterminée avec grande précision. Ainsi la dose laissée dans les tissus sains est nettement inférieure à celle induite par les rayons X, ce qui est idéal pour traiter des tumeurs proches d'organes délicats. Afin d'optimiser au maximum la précision de l'administration des radiations ionisantes dans ce type de traitement, le PSI a développé la technique dite de « spot scanning » utilisant un scanner magnétique qui permet de changer la position du pic de Bragg dans la tumeur et d'adapter la dose en conséquence. L'utilisation de particules plus lourdes, comme les ions de carbone, est encore en phase d'expérimentation. Cette technique offre l'avantage d'une efficacité biologique plus élevée pour pouvoir attaquer des tumeurs radiorésistantes. Plus onéreuses et plus lourdes à mettre en place, ces techniques présentent du point de vue de la radioprotection un rapport dose aux tissus sains à la dose aux tissus extra tumoraux plus faible que les nouvelles techniques sophistiquées de la radiothérapie comme par exemple la tomothérapie.
- H. Newiger a présenté les nouveaux développements de l'imagerie combinée, en particulier les techniques PET et SPECT qui se couplent au CT et à l'IRM en médecine nucléaire. En matière de radioprotection le problème qui se pose concerne surtout les activités considérables de radioéléments de courte de vie dont il faut disposer pour faire le traitement et les questions de blindage de l'environnement. Ainsi les possibilités offertes de pouvoir traiter un grand nombre de patients peuvent d'une part accroître les doses au personnel qui prépare et fait les injections (en particulier doses aux extrémités). D'autre part le patient devient une source d'exposition pour les personnes à son contact et par conséquent plus on traite de patients, plus la dose dans la salle d'attente est importante.

- M. Bergstroem a exposé l'intérêt de l'utilisation du PET dans le domaine de la radiopharmaceutique pour caractériser le médicament, contrôler sa distribution dans le corps et déterminer la dose requise pour qu'il soit efficace. Sur le plan de la radioprotection la question majeure concerne l'irradiation de volontaires pour l'étude des médicaments. Pour y répondre il faut mettre en place une législation qui soit cohérente au niveau européen. Trop sévère elle ne permet pas d'effectuer les tests cliniques de manière pertinente et trop large elle risque d'amener des dérives quant à la dose délivrée et quant à la sélection du groupe test (question d'éthique). Il s'agit d'analyser la pertinence de l'essai en termes de bénéfice médical suffisant par rapport au risque d'irradiation.
- M. Bourguignon a passé en revue les derniers accidents de radiothérapie en France. Leur répétition préoccupe l'autorité française de radioprotection qui renforce sa démarche de prévention par des contrôles systématiques étendus aux facteurs organisationnels et humains et par une communication responsable et efficace de ces événements afin de maîtriser les erreurs qui en sont à l'origine et de sensibiliser les milieux concernés. Il ne s'agit pas dans ce cadre d'adopter une démarche « sanctionnante » mais de rechercher une démarche « formative ». Le retour d'expérience des accidents majeurs de radiothérapie montre qu'ils auraient probablement pu être évités par l'application stricte de procédures écrites et par la mise en œuvre de vérifications adéquates.

Dans la deuxième partie de son exposé M. Bourguignon a précisé la notion des niveaux de référence diagnostiques « NRD » ainsi que la manière de les utiliser. Leurs fondements reposent sur le fait que le principe de limitation ne s'applique pas aux expositions médicales. En pratique les NRD ne sont ni des limites ni des contraintes de dose. Ce ne sont pas des valeurs optimales et ne constituent pas une ligne de démarcation entre bonne et mauvaise pratique diagnostique. Du point de vue de la radioprotection les NRD sont des outils pour l'optimisation qui permettent d'évaluer, en regard des doses délivrées aux patients, la qualité des équipements et des procédures, et d'engager en cas de dépassement systématique des actions de contrôle et de correction. Il apparaît qu'en radiologie les données requises soient plus difficiles à obtenir qu'en médecine nucléaire. L'amélioration de la situation en radiologie passe par un recueil de données fiables en particulier pour le scanner et la fluoroscopie (définition des indicateurs dosimétriques et leur enregistrement dans les entêtes de fichier au format DICOM) et également par une plus grande sensibilisation des professionnels concernés.

- P. Vock a rappelé l'évolution technique du scanner et le fait que son utilisation croissante explique qu'au niveau de la population suisse la tomodensitométrie représente actuellement la contribution majeure à l'exposition médicale. Il a relevé qu'une radioprotection active est requise devant l'augmentation permanente de la fréquence des examens. Ce suivi passe par la nécessité d'effectuer des examens radiologiques en fonction d'indications reconnues et par la mise en place d'un système permettant d'assurer la traçabilité des pratiques et des doses reçues. L'intérêt doit être porté en priorité aux pratiques irradiantes, essentiellement le scanner et la radiologie interventionnelle, et aux populations à risque (enfant, femme enceinte). Malgré certaines contraintes, les radiologues ne peuvent y voir que des avantages pour le patient par le biais de la promotion de la qualité au sein de pratiques qui nécessitent d'être bien encadrées.
- F. Verdun a retracé les avantages et les limites des systèmes écran-film et des technologies digitales. On ne peut pas passer d'un système à l'autre en travaillant à dose égale. Du point de vue de la radioprotection il importe d'exploiter le rapport dose à la qualité d'image pertinente pour l'application recherchée. En effet l'évolution des nouvelles techniques, qui profitent pleinement des développements en matière de traitement des informations, vise à améliorer la qualité de l'image et à faciliter les procédures (traitement des images, automatisation des paramètres d'acquisition...) ; elles ne sont pas nécessairement plus utiles sur le plan diagnostique et ne signifient pas une réduction des doses. L'utilisation du concept DQE représente une stratégie pertinente pour comparer les différentes technologies (analogique - digitale) du point de vue des doses et de la qualité de l'image. Il faut repenser la relation qualité d'image - dose.

En conclusion générale comme cela a été montré tout au long de la journée, l'utilisation des rayonnements ionisants en médecine poursuit depuis plusieurs années une phase d'accélération des évolutions techniques et technologiques. Toutes ces évolutions génèrent une augmentation conséquente des activités de physique médicale dans les différents services de médecine. Cette complexification justifie pleinement le rôle des physiciens médicaux dans les domaines de la radiothérapie, de la médecine nucléaire et du radiodiagnostic en faveur de la radioprotection au sein de ces établissements. Déjà préoccupée par l'impact des évolutions dans le milieu médical sur la radioprotection, la CPR a publié en 2006 une prise de position concernant l'engagement de physiciens médicaux en radiologie diagnostique.

http://www.ksr-cpr.admin.ch/pdf/SCM/KSR_Medphys_06.pdf

Autres liens utiles en rapport avec le séminaire

www.icrp.org

Radiological Protection in medicine

http://www.icrp.org/docs/Radiol_prot_in_medicine_ICRP_draft_12_Jan_2007.pdf

Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography

http://www.icrp.org/docs/ICRP-MDCT-for_web_cons_32_219_06.pdf

www.asn.fr

Pour une meilleure prise en compte de la [radioprotection du patient](#)

