

PREMIÈRE PARTIE DES EXAMENS

pour l'obtention du titre de spécialiste
en radiologie et de la médecine
nucléaire (Version 2022/23)

Remarque de la Commission des examens :

Le contenu des questions d'examen est strictement déterminé par le catalogue des matières ci-après et en particulier par la bibliographie y incluse.

La commission d'examens n'est en aucun cas responsable du contenu des cours préparatoires. Par expérience ces cours ne couvrent pas l'intégralité des sujets examinés.

Version: 14 juin 2022

CONTENU

Contenu	2
Vue d'ensemble	3
renseignements générales	4
Questions à choix multiple.....	4
Réussite de l'examen	5
Répétition de l'examen	5
Renseignements concernant le double titre de spécialiste en radiologie et médecine nucléaire	5
Droit de recours	5
TABLES DES MATIÈRES	6
I. Principes biophysiques / radioprotection	6
Radiophysique	6
Radiobiologie.....	8
II. Sciences de bases générales	14
Théorie scientifique.....	14
Assurance et critères de qualité.....	15
Economie de la santé	16
Droit médical.....	17
Éthique médicale	20
III. Anatomie	22
Annexe radiologie	24
IV.a. Appareillage/Informatique	24
1. Appareillage.....	24
2. Informatique.....	26
V.a. Sciences de base d'utilité radiologique	30
Pharmacologie/Réanimation.....	30
Annexe Médecine Nucléaire	32
IV.b. Appareillage / Informatique / Radiopharmacie	32
1. Appareillage	32
2. Informatique.....	34
3. Radiopharmacie.....	35
V.b. Connaissances de base	38
1. Connaissances de bases (biocinétique, épidémiologie).....	38
2. Pharmacologie.....	40

VUE D'ENSEMBLE

Le catalogue des matières est basé sur les programmes de formation postgraduée pour l'obtention du titre de spécialiste en radiologie et de spécialiste en médecine nucléaire. Le tableau ci-dessous donne une vue d'ensemble des sujets examinés, ainsi que du nombre et du type de questions.

	Sujet	No total de questions	Répartition	Pondération pour la moyenne
I. Principes biophysiques / radioprotection	Radiophysique	35	10	3
	Radiobiologie		10	
	Radioprotection		15	
II. Sciences de bases générales	Théorie scientifique Critères de qualité Economie de la santé	25	15	2
	Droit médical		6	
	Ethique médicale		4	
III. Anatomie	Radio anatomie (dont 10 questions de médecine nucléaire)	80		4
IV. Appareillage	Selon l'annexe	30		4
Va. Sciences de base d'utilité radiologique	Réanimation	20	4	3
	Pharmacologie		16	
Vb. Sciences de base d'utilité médecine nucléaire	Selon l'annexe	20		3

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRALES

Questions à choix multiple

L'examen est composé de questions à choix multiples en français et en allemand. Les questions utilisées sont de type A, B, E et k'.

Type A

Pour chaque question, quatre (A-D) ou cinq (A-E) propositions sont disponibles. Une seule réponse est correcte.

Type B

Pour chacune des quatre ou cinq questions posées, quatre ou cinq réponses possibles (A-D/E) sont proposées. Une réponse peut être utilisée à deux reprises au maximum ou ne pas être utilisée du tout. Chaque question donne droit à un point.

Type E

Deux affirmations sont liées par une relation de causalité. Les possibilités sont :

- A) Les deux affirmations sont correctes et la relation de causalité est juste.
- B) Les deux affirmations sont correctes mais la relation de causalité est fausse.
- C) La première affirmation est correcte, la seconde est incorrecte.
- D) La première affirmation est incorrecte, la seconde est correcte.
- E) Les deux affirmations sont incorrectes.

Type k'

Pour une question, quatre réponses (A-D) sont proposées. Une à trois réponses est juste. Les réponses ne peuvent en aucun cas être toutes justes ou toutes fausses. La question est évaluée dans son ensemble, c'est-à-dire que pour obtenir un point, il faut répondre correctement aux quatre questions partielles. Dans le cas contraire, la question sera notée avec 0 point. Les demi-points ne sont pas attribués.

Admission à l'examen

Conformément à la révision de l'ordonnance fédérale sur la formation continue du 30 octobre 2008, seuls sont admis à l'examen de spécialiste les détenteurs d'un diplôme fédéral de médecin ou d'un diplôme étranger de médecin reconnu par l'OFSP.

Réussite de l'examen

L'examen est réussi si :

- la moyenne pondérée* est de 4,0 et plus **et**
- au maximum une note de 3,0 et aucune note de 2,0 ou 1,0 n'est attribuée.

*pondération : cf. tableau page 3

Répétition de l'examen

L'examen peut être répété aussi souvent que cela est nécessaire.

Depuis le 01.01.2012, l'examen ne peut plus être répété dans une forme réduite.

Renseignements concernant le double titre de spécialiste en radiologie et médecine nucléaire

Les candidats radiologues désirant obtenir le titre de spécialiste en médecine nucléaire peuvent faire valoir les notes des blocs I, II et III obtenues lors de la 1^{ière} partie réussie de l'examen suisse de spécialiste en radiologie. Ils ne doivent se présenter que pour les blocs IV et V de la 1^{ière} partie de l'examen de spécialiste en médecine nucléaire. Les mêmes dispositions s'appliquent aux candidats de la médecine nucléaire voulant obtenir le titre de spécialiste en radiologie.

L'examen est réussi si :

- la moyenne pondérée est de 4,0 ou plus **et**
- si le candidat obtient au maximum une note de 3 et aucune note de 2,0 ou 1,0

Droit de recours

Ces candidats/candidates qui n'ont pas réussi l'examen et envisagent de contester leur résultat après l'annonce écrite, ont la possibilité de le faire dans un délai de 60 jours auprès de la commission d'opposition pour les titres de formation postgraduée (CO TFP). Toutefois, avant de faire recours nous leur recommandons de consulter leurs réponses erronées dans les matières concernées sur place et de les comparer avec les solutions correctes. A cet effet, ils/elles doivent s'adresser au secrétariat d'examen. Pendant cette consultation il n'est pas permis de copier les résultats ou de prendre de notes.

Il n'est autrement pas possible aux candidats/candidates de consulter le résultat de leur examen

**Prochaine session d'examen
de première partie:**

Le 10 mars 2023
Lausanne

TABLES DES MATIÈRES

La matière des questions posées pendant l'examen est exclusivement tirée des références mentionnées ci-dessous, à l'exception de l'anatomie, dont les références sont données à titre indicatif.

De la littérature complémentaire, utile pour une étude approfondie mais non indispensable pour la réussite de l'examen, est mentionnée pour certains sujets.

I. PRINCIPES BIOPHYSIQUES / RADIOPROTECTION

Radiophysique

But

Connaissance des principes de la radiophysique

Sujets

Matière et interactions rayonnement-matière

- Décrire succinctement les modèles classiques et quantiques de l'atome et du noyau
- Comparer les caractéristiques de l'atome et du noyau, en particulier du point de vue des énergies de liaison
- Expliquer la différence entre un noyau stable et un noyau radioactif
- Décrire les différents types de radioactivité, le type de rayonnement émis, et leurs spectres énergétiques
- Calculer l'activité d'une source radioactive en fonction du temps
- Expliquer l'origine des sources radioactives naturelles et citer quelques exemples
- Classer par ordre d'énergie croissante les différents domaines du rayonnement électromagnétique (des ondes radio au rayonnement gamma) et expliquer les principales interactions possibles dans le domaine ionisant (diffusion élastique, effet photoélectrique, effet Compton, création de pair)
- Calculer l'absorption d'un rayonnement électromagnétique à l'aide de la loi de Lambert-Beer (exponentielle décroissante) et de la couche de demi atténuation
- Décrire la trajectoire des électrons dans la matière et leurs deux interactions principales (collision, bremsstrahlung)
- Evaluer grossièrement le parcours des électrons dans la matière en fonction de leur énergie

Production et caractéristiques des rayons X

- Expliquer le rôle des divers constituants de la chaîne d'imagerie de radiographie (depuis le filament jusqu'au détecteur)
- Décrire le principe de fonctionnement d'un tube à rayons X
- Décrire le spectre énergétique du rayonnement émis par un tube à rayons X et comment il peut varier en fonction de la tension appliquée, de la charge du tube, du matériau de l'anode et de la filtration
- Expliquer comment faire varier le contraste de l'image radiographique et sa répercussion sur l'exposition du patient

Dosimétrie et techniques de mesures de la radiation

- Décrire la manière dont les rayonnements ionisants (photons, électrons) déposent leur énergie dans la matière
- Expliquer la signification et l'usage des grandeurs dosimétriques suivantes : kerma dans l'air (K_a), doses absorbée (D), équivalente (H) et efficace (E)
- Décrire succinctement le fonctionnement d'une chambre d'ionisation, d'un détecteur semi-conducteur et d'un détecteur thermoluminescent, et citer leurs principaux domaines d'utilisation en radiologie

Bibliographie

IAEA, Diagnostic Radiology Physics. A Handbook for Teachers and Students, Vienna (2014)
[Chapters 1, 2, 3.1, 3.2, 5]

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8841/Diagnostic-Radiology-Physics-A-Handbook-for-Teachers-and-Students>

IAEA, Nuclear Medicine Physics. A Handbook for Teachers and Students, Vienna (2014) [Chapter 1]

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10368/Nuclear-Medicine-Physics-A-Handbook-for-Teachers-and-Students>

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées pour la radioprotection
veuillez contacter :**

Prof. François Bochud
Institute of Radiation Physics (IRA)
CHUV, Lausanne
Francois.Bochud@chuv.ch

Radiobiologie

But

Connaissances de l'interaction entre les radiations ionisantes et la matière vivante.

Aptitude à répondre de façon adéquate au public en tant que futur(e) radiologue aux questions concernant les radiations et les dangers des radiations.

Sujets

- Action physique et chimique de l'absorption énergétique (chaîne de réactions radiobiologiques)
- Dommages des radiations sur les cellules :
 - Mort cellulaire radio-induite
 - Dommages à l'ADN et aux chromosomes ; Mécanismes de réparation
 - Dommages membranaires
 - Régulation de transduction du signal intracellulaire
 - Régulation génomique
 - Rôle du microenvironnement
- Dépendances des effets biologiques des radiations :
 - Dose (courbe de survie cellulaire)
 - Dose absorbée (Débit de dose)
 - Qualité de la radiation et efficacité biologique relative (EBR)
 - Oxygène et autres substances chimiques
 - Cycle cellulaire
- Substances radioprotectrices
- Radiothérapie et réponse immunitaire
- Réactions tissulaires
- Effets à long terme de l'irradiation
 - Carcinogénèse
 - Mutations génétiques (héréditaires) et somatiques
 - Effet tardif sur les tissus sains et fibrose radio-induite
 - Effets de la radiation sur l'embryon et sur le fœtus
- Syndrome d'irradiation aiguë du corps entier

- Risques des radiations ionisantes en radiologie diagnostique et en médecine nucléaire diagnostique.

Bibliographie

5th Edition- Basic Clinical Radiobiology

Edited By [*Michael C. Joiner*](#) and [*Albert J. van der Kogel*](#)

ISBN 9781444179637

Published August 17, 2018 by CRC Press

<https://www.routledge.com/Basic-Clinical-Radiobiology/Joiner-Kogel/p/book/9781444179637>

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées pour la radiobiologie veuillez contacter :

Prof Marie-Catherine Vozenin

Radiooncologie

CHUV, Lausanne

Marie-Catherine.Vozenin@chuv.ch

Radioprotection (radiologie / médecine nucléaire)

But

Connaissance de la protection des professionnels, de l'individu, de sa descendance, et de la population en général contre les effets nocifs des radiations ionisantes.

Sujets

Effets des radiations sur l'organisme

- Décrire comment sont établies les connaissances concernant les effets stochastiques
- Expliquer la différence entre effets stochastiques et réactions tissulaires
- Expliquer le facteur de risque générique
- Expliquer les effets des rayonnements ionisants sur l'embryon

Principes de base de la radioprotection

- Expliquer les trois principes de base de la radioprotection que sont la justification (risque /

bénéfice), l'optimisation et la limitation des doses

- Expliquer comment les limites de dose ont été établies
- Expliquer les notions de dosimétrie (dose équivalente, dose effective, facteurs de pondération)
- Expliquer les valeurs limites de dose pour la population et les professionnels
- Décrire la structure et la hiérarchie des bases légales (lois, ordonnances, directives) dans le domaine de la radioprotection
- Décrire les différences entre les situations d'exposition planifiée, existante et d'urgence et les catégories d'exposition (population, travailleurs, patients)

Pratique de la radioprotection

- Décrire le rôle et les responsabilités de l'expert en radioprotection
- Décrire les formations et les formations continues requises pour les personnes professionnellement exposées aux rayonnements ionisants (médecins, personnel médical)
- Décrire les organes de surveillance dans le domaine de la radioprotection (OFSP, Suva, IFSN)
- Décrire les responsabilités des différents intervenants (médecins, physicien médical, techniciens en radiologie médicale)
- Décrire les obligations d'annonce envers les autorités (incidents, changements, etc.) et les mettre en œuvre
- Décrire les différences entre des audits cliniques et les inspections des autorités
- Expliquer la façon de protéger le patient des rayonnements ionisants et être capable d'utiliser les notions suivantes :
 - Indications
 - Moyens et mesures de protection (temps, distance, écrans)
 - Influence des paramètres de réglages sur la dose et la qualité des images
 - Méthodes d'optimisation de dose
 - Niveaux de référence diagnostiques (NRD)
 - Devoir d'information du patient
- Expliquer la façon de protéger le personnel des rayonnements ionisants et être capable d'utiliser les notions suivantes :
 - Moyens et mesures de protection (temps, distance, écrans)
 - Rayonnement diffusé par les installations de radioscopie et les méthodes de protection qui en découlent
 - Dosimétrie individuelle lors d'une exposition externe ou lors d'une contamination interne par des radiations ionisantes

Assurance qualité

- Décrire le concept d'assurance de qualité et les responsabilités du détenteur de l'autorisation, des entreprises installatrices et de l'expert en radioprotection
- Décrire les différents contrôles d'assurance qualité mis en place pour les installations radiologiques, Gamma-caméras
- Décrire les différents contrôles d'assurance qualité mis en place pour les écrans de lecture /

systèmes de reproduction de l'image

- Décrire succinctement le contenu des contrôles de qualité (contrôle de réception, contrôle d'état, contrôle de stabilité)

Exposition de la population

- Evaluer les limites de dose et donner des exemples de doses annuelles typiques reçues par la population (irradiation naturelle et artificielle)
- Décrire les doses reçues par irradiation médicale à titre diagnostique et thérapeutique
- Evaluer les risques liés aux rayonnement ionisants
- Être capable de calculer les risques radiologiques à partir de la dose efficace et expliquer les raisons pour lesquelles le modèle linéaire sans seuil est utilisé en pratique

Bibliographie

Jakob Roth (Auteur). Strahlenschutz in der Medizin. Verlag Hans Huber, 1. Auflage, 2008
ISBN 978-3-456-94537-8

Jeffrey P. Kanne MD (Auteur). Quality and Safety in Medical Imaging: The Essentials, 2016,
ISBN 978-1-451-18686-4

Loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP)
(<https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19910045/index.html>)

Ordonnance fédérale sur la radioprotection (ORaP) du 26 avril 2017
(<https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20163016/index.html>)

Ordonnance sur les rayons X du 26 avril 2017
(<https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20163023/index.html>)

Le contenu des directives/ notices de l'OFSP suivantes est partie intégrante du catalogues des matières de l'examen (document à télécharger sous <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>):

- Taches et devoirs de l'expert en matière d'utilisation des rayonnements ionisants
- Protection des femmes enceintes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession
- Surveillance dosimétrique dans les hôpitaux
- Moyens de Protection pour les patients, le personnel et les tiers en radiodiagnostic
- Niveaux de référence diagnostiques (NRD) en radiologie par projection
- Niveaux de référence (NRD) en radiologie interventionnelle
- Niveaux de référence diagnostiques (NRD) en tomodensitométrie

- Niveaux de références diagnostiques (NRD) en médecine nucléaire

Le contenu des directives/ notices de l'OFSP ne fait pas partie de la matière d'examen. Les candidats /candidates doivent en connaître leur existence. Les documents sont à télécharger sous (<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>):

- Marquage des salles de radiologie
- Travail avec les rayonnements ionisants dans le domaine chirurgical et interventionnel
- Valeurs directrice pour les débits de dose ambiante
- Contrôle de qualité des installations de mammographie
- Contrôles de qualité des installations radiologiques numériques pour la radiographie et/ou la radioscopie
- Assurance de la qualité des tomodensitomètres (CT)
- Exigences applicables aux écrans de diagnostic médical et à l'assurance de la qualité
- Assurance de qualité des activimètres
- Assurance de qualité (QAP) Gamma-caméras, TEP et TEP-CT
- Radiothérapie métabolique
- Dosimétrie lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées
- Calcul de l'épaisseur du blindage pour les locaux avec TEP
- Accessibilité et signalisation des secteurs contrôlés et des zones
- Doses aux extrémités
- Exigences relatives à la préparation de produits radiopharmaceutiques
- Événement radiologique médical
- Instruction, formation et formation continue en radioprotection dans la médecine humaine
- Elimination des déchets Xofigo

Information sur les audits cliniques en radioprotection (admin.ch)

<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/informationen-fuer-medizinische-betriebe/clinical-audits.html>

Exposition de la population Suisse au rayonnement ionisant d'origine médicale

Le document pdf est disponible sous:

<https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/std/clinical-audits/report-edr08-june2011.pdf.download.pdf/report-edr08-june2011.pdf>

Les documents suivants sont disponible sous :

<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/informationen-fuer-medizinische-betriebe/clinical-audits.html>

[betriebe/schulungsfilme-medizinische-betriebe.html](#)

- DVD V: Radioprotection autour de la TDM : information sur l'optimisation de la radioprotection lors de l'utilisation de rayonnements ionisants dans le domaine de la médecine nucléaire
- DVD IV: Radioprotection en médecine nucléaire : information sur l'optimisation de la radioprotection lors de l'utilisation de rayonnements ionisants dans le domaine de la médecine nucléaire.
- DVD II: Radioprotection lors des examens de radiologie interventionnelle : Information sur les mesures de radioprotection lors d'examens à doses intensives réalisés avec des installations d'imagerie de fluoroscopie.

AAPM Report No. 96: The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT; Report of AAPM-TG 23, 2007; http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_96.pdf

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées pour la radioprotection veuillez contacter :

Dr. Nicolas Stritt,
EDI, OFSP, Unité Protection de la santé, Division Radioprotection
Nicolas.Stritt@bag.admin.ch

II. SCIENCES DE BASES GÉNÉRALES

Théorie scientifique

But

Connaître les méthodes statistiques, l'élaboration d'une étude scientifique et les problèmes relatifs à l'éthique scientifique.

Le candidat doit être en mesure de :

- Evaluer une publication de façon critique
- Planifier, mener à bien et publier seul une étude simple
- Intervenir auprès des cliniciens comme partenaire compétent dans l'évaluation des méthodes diagnostiques et interventionnelles
- Savoir adopter une attitude adéquate vis-à-vis des patients, des coauteurs, des journaux scientifiques et dans toute situation relative à la gestion d'une étude scientifique.
- Reconnaître et d'évaluer les mauvaises conduites scientifiques

Sujets

Statistique

- Termes des types de données différents (données numérique, données catégorielles, etc.)
- Notions de bases (médiane, moyenne, écart-type, plage, variance, intervalle de confiance)
- Sensibilité, spécificité, précision diagnostique et leur interprétation
- Distribution normale, hypothèse nulle, signification statistique,
- Définir une taille d'échantillon, méthodes statistiques (selon bibliographie), Selection bias
- Analyse de type ROC (Receiver Operating Characteristics) : Quelles sont les données requises ? A quelles questions faut-il répondre ? Comment faut-il interpréter les valeurs ROC ?

Réalisation d'une étude et questions d'éthique scientifique

- Modèle de référence, groupe de contrôle, méthodes de randomisation
- Publication : forme et contenu d'un chapitre simple dans un article scientifique, types des publications scientifiques
- Scientific Misconduct, plagiat, publications modifiées, Informed consent, droits d'auteur, Copyright, Conflict of Interest

Bibliographie

Statistique

- Weinstein S, Obuchowski NA, Lieber ML. Fundamentals of Clinical Research for Radiologists: Clinical Evaluation of Diagnostic Tests. *AJR* 2005; 184:14-19
- Anvari A, Halpern EF, Samir AE. Statistics 101 for Radiologists. *RadioGraphics* 2015; 35:1789-1801
- Ochodo EA, de Haan MC, Reitsma JB, Hooft L, Bossuyt PM, Leeflang MM. Overinterpretation and misreporting of diagnostic accuracy studies: evidence of "spin". *Radiology*. 2013;267:581-8. doi: 10.1148/radiol.12120527

Planification d'étude, questions d'éthique scientifique

- Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals: <http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>
- Bossuyt PB et al. STARD 2015: An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies. *Radiology* 2015; 277:826-832.
- Eng J. Sample size estimation: How Many Individuals Should Be Studied? *Radiology* 2003; 227:309-313.

Assurance et critères de qualité

But

Connaissances des plus importantes mesures d'assurance qualité en radiologie, en particulier les directives, Appropriateness Criteria, la classification et l'évaluation des différentes formes d'efficacité/efficience des examens et interventions en radiologie.

Sujets

- En prenant l'exemple des Appropriateness Criteria de l'American College of Radiology : But, élaboration et contenu général des « Appropriateness Criteria ».
- Efficacité en imagerie: définition et signification des différents niveaux d'efficacité selon Thornbury, Les problèmes de mesures d'efficacité en radiologie ainsi que les solutions.
- Concept et principes de la médecine basée sur les preuves « evidence-based ».
- Principes fondamentaux de l'amélioration de la qualité., Standard Operating Procedure
- Value based healthcare, value based radiology; Comment mesurer la performance d'un service de radiologie ?
- Decision support
- Standardized reporting: Reporting and Data Systems; De quoi s'agit-il ? À quoi cela est-il utile ?

Bibliographie

- ACR Standards. American College of Radiology, American College of Radiology, 1891 Preston White Drive. Reston, VA20191, USA. (Die Daten sind erhältlich unter www.acr.org)
- ACR Appropriateness Criteria™: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>
 - « Terms and Conditions »
 - « Overview »
 - « Evidence Table Development – Diagnostic Studies »
 - “Technical standards of the ACR” <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Practice-Parameters-and-Technical-Standards>
 - RADS: <http://www.acr.org/Quality-Safety/RADS>
- Example de « Appropriateness Criteria »:
 - ACR Appropriateness Criteria™: Acute Onset of Flank Pain <https://acsearch.acr.org/docs/69362/Narrative/>
- Sardanelli F. Evidence-based radiology: why and how? Eur Radiol 2010; 20:1-15.
- Thornbury JR. Intermediate Outcomes: Diagnostic and Therapeutic Impact. Acad Radiol 1999;6 (suppl 1). S58-S65
- The Evidence-based Radiology Working Group: Evidenced-based Radiology: a new approach to the practice of radiology. Radiology 2001;220:566-575
- European Society of Radiology (ESR). What the radiologist should know about artificial intelligence – an ESR white paper. <https://insightsimaging.springeropen.com/articles/10.1186/s13244-019-0738-2>
- Kelly AM, Cronin P. Practical Approaches to Quality Improvement for Radiologists. RadioGraphics 2015;35:1630-1642
- <http://www.acr.org/Quality-Safety/RADS>
- ESR concept paper on value-based radiology. Insights Imaging (2017) 8:447–454. DOI 10.1007/s13244-017-0566-1

Economie de la santé

Buts

- Connaître l’influence des règles et données de l’économie de la santé sur l’imagerie
- Connaître l’influence de l’imagerie sur l’économie de la santé.
- Connaître les Diagnosis Related Groups (DRG) et leur introduction en Suisse

Thèmes – Notions de base :

- Le carré magique de l'économie de la santé
- Cost-Benefit Analysis, Cost-Effectiveness Analysis, Cost-Utility Analysis
- Les coûts et leurs paramètres : coûts fixes, coûts variables, coûts semi-fixes, coûts incrémentaux
- Swiss DRG: Fonctionnement, termes importants (cost-weights, Borne de durée de séjour et outlier, prix de base, Case-mix, Case-mix index, Trim points), Règles et définitions pour la facturation des cas selon SwissDRG
- TARMED : Champ d'application et structure
- Lean management

Bibliographie

- Singer MR, Applegate KE. Cost-effectiveness analysis in radiology. *Radiology* 2001;219:611-620
- Soimakallio S, Vanninen R. Measuring the outcomes and costs. *Eur Radiology* 1998; 8: 497-499
- Gentili A. Cost Accounting for the Radiologist. *AJR Am J Roentgenol.* 2014 May;202(5):1058-61.
- Donnelly LF, Lee GM, Sharek PJ. Costs of Quality and Safety in Radiology. *Radiographics.* 2018;38:1682-1687. doi: 10.1148/rg.2018180020.
- Information au sujet de SwissDRG publiée sur le site www.swissdrgrg.org
- „Informations de base pour les professionnels de la santé“ https://www.swissdrgrg.org/application/files/5115/0234/7269/170810_SwissDRG_Broschure.pdf:
- Notions élémentaires in SwissDRG: <https://www.swissdrgrg.org/fr/portrait/notions-elementaires>
- Règles et définitions pour la facturation des cas selon SwissDRG (mai/2017): http://www.swissdrgrg.org/application/files/4515/1309/3562/SwissDRG_Falldefinitionen_Version_Mai_2017_f.pdf
- TARMED: <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/versicherungen/krankenversicherung/krankenversicherung-leistungen-tarife/Aerztliche-Leistungen-in-der-Krankenversicherung/Tarifsystem-Tarmed.html>

Droit médical

But

Connaître les droits et devoirs du patient et du médecin dans le domaine de la radiologie et médecine nucléaire. Utilisation des stupéfiants, contrôle clinique des médicaments et utilisation de produits médicaux, pharmacovigilance, bases éthiques.

Sujets

Secret médical

- Signification des notions de secret médical, secret professionnel, secret du patient et secret de fonction
- Déliement (autorisation de levée) du secret médical
- Devoirs, par ex. autorisation du médecin à transmettre des informations
- Le rôle du canton dans le secret médical
- Prise de position après déliement du secret médical (par oral, par écrit, règles pratiques)
- Etat d'urgence
- Capacité de discernement
- Confidentialité
- Le médecin en tant qu'expert
- Connaissances des différences entre le droit pénal et civil

Le droit du patient à l'information

- But, étendue et limites de l'information au patient
- Responsabilité propre du patient
- Les arrêtés fédéraux concernant le droit du patient à l'information et leur signification dans la pratique médicale
- Droit des patientes et patients à l'autodétermination

Loi fédérale sur les médicaments et les dispositifs médicaux (loi sur les produits thérapeutiques (LPT))

- <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20002716/index.html>
- But, champ d'application et concept
- Principes de la mise sur le marché et procédures d'autorisation
- Principes concernant la vente, la prescription et la distribution des médicaments et des produits médicaux
- Dispositions à propos des essais cliniques
- Rôle de l'institut suisse des médicaments

Loi fédérale sur l'assurance maladie LAMal

- Dispositions générales
- Organisation
- Prestations
- Fournisseurs de prestations
- Financement

Loi fédérale sur les stupéfiants et les substances psychotropes (LStup)

- Dispositions générales
- Fabrication, dispensation, acquisition et utilisation
- Contrôle
- Dispositions pénales
- Office central

Loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain du 30 septembre 2011 (Version du 26 mai 2021))

- Principes
- Information des patients
- Commission d'éthique pour la recherche
- Classification de projets de recherche
- Transparence et protection des données
- Manière d'agir en cadre de la nouvelle loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain
- Connaissance des principes de bonne pratique clinique (« good clinical practice » GCP)

Ordonnance sur l'intégrité de la transparence dans le domaine des produits thérapeutiques (OITPTh) du 10 avril 2019 (Version du 1^{er} janvier 2020)

- Principes généraux
- Intégrité
- Transparence

Bibliographie

- «Bases juridiques pour le quotidien du médecin» publié de l'Académie Suisse des Sciences Médicales (ASSM) et la FMH (comporte la plupart des points)
- Martin J, Guillod O. Secret médical. Bulletin des médecins suisses 2000 ; 37: 2047-2052 (www.saez.ch)
- Kuhn HP. Information préopératoire. Bulletin des médecins suisses 2000 ; 39: 2180-2193 (www.saez.ch)
- Le médecin en tant qu'expert ([Chapitre 7 : Le médecin en tant qu'expert \(fmh.ch\)](http://www.fmh.ch))
- Loi fédérale sur les médicaments et les dispositifs médicaux (loi sur les produit thérapeutiques (LPT)), (http://www.admin.ch/ch/f/rs/c812_21.html)
- Loi fédérale sur l'assurance maladie LAMal (http://www.admin.ch/ch/f/rs/c832_10.html)
- Loi fédérale sur les stupéfiants et les substances psychotropes (LStup) (http://www.admin.ch/ch/f/rs/c812_121.html)
- Code pénal suisse (<http://www.admin.ch/ch/f/rs/3/311.0.fr.pdf>)

- Droit des patientes et patients à l'autodétermination (Schweiz Ärztezeitung. 2006 ; 87(03) :103-110)
- Loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain (Humanforschungsgesetz, HFG, <http://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20061313/201401010000/810.30.pdf>)
- Ordonnance sur les essais cliniques hors essais cliniques de dispositifs médicaux (OClin): <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/643/fr>
- Ordonnance relative à la recherche sur l'être humain à l'exception des essais cliniques : <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/642/fr>
- Ordonnance sur les essais cliniques de dispositifs médicaux (OClin-Dim) : <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/553/fr>
- SGR-SSR Téléradiologie White Paper 2.0 ([Publications pour des experts - Schweizerische Gesellschaft für Radiologie \(sgr-ssr.ch\)](http://Publications pour des experts - Schweizerische Gesellschaft für Radiologie (sgr-ssr.ch))
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3948905/> Ordonnance sur l'intégrité de la transparence dans le domaine des produits thérapeutiques (OITPTh) (du 10 avril 2019) : <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/itw-geldwerte-anreize/integr-transp-obligation.html>

Éthique médicale

But

- Connaître les notions de bases de l'éthique médicale
- Éthique dans la recherche
- Éthique dans la radiologie (ESR Code of Ethics)
- Prise de décision concernant la réanimation en cadre du droit de la protection de l'adulte
- Éthique dans le cadre de la recherche au point de vue de loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain

Sujets

- Notions de base : autonomie, dignité, intégrité, vulnérabilité
- Déclaration d'Helsinki
- Découvertes fortuites dans la recherche

Bibliographie

- Loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain (Humanforschungsgesetz, HFG) <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20061313/index.html>

- Declaration of Helsinki 2010 (<https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>)
- ACR - "code of Ethics" Guidelines <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Governance/Code-of-Ethics.pdf> (seulement le chapitre 10)
- ESR Code of Ethics
http://www.myesr.org/cms/website.php?id=/en/about_esr_eqr/about_esr_-_european_society_of_radiology/esr_code_of_ethics.htm
- Peter, Chr. Neuerungen für Forschende. Bulletin des médecins suisses
<https://bullmed.ch/fr/resource/jf/journal/file/view/article/saez/fr/bms.2014.02207/BMS-02207.pdf/>
- https://www.swissethics.ch/gesetzrichtl_f.html
- Bonne vue d'ensemble :
https://swissethics.ch/doc/swissethics/manual_research_nov2015_f.pdf

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant le droit et l'éthique médicale veuillez contacter :

PD Dr. Katharina Martini,
USZ, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
Katharina.Martini@usz.ch

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant le droit et l'éthique médicale veuillez contacter :

PD Dr. Cäcilia Reiner,
USZ, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
caecilia.reiner@usz.ch

III. ANATOMIE

But

Identifier sur des documents radiologiques des structures anatomiques désignées à l'aide de numéros. Etre en mesure de reconnaître des voies d'abord sûres pour les interventions guidées par imagerie.

Sujets

Toutes les structures anatomiques visibles sur les images radiologiques suivantes sont à connaître, y compris l'imagerie cardiovasculaire.

- Clichés radiologiques conventionnels (incidences standard)
- Examens avec des produits de contraste (radioscopie, angiographie)
- Tomodensitométrie (CT)
- Imagerie par résonance magnétique (IRM)
- Echographie
- Médecine nucléaire (connaissances de base)

Anatomie morphologique et topographique normale, variations anatomiques.

Localisation spatiale de structures pathologiques indiquées.

Les connaissances en anatomie doivent permettre au candidat de planifier des voies d'abord adéquates pour des interventions guidées par imagerie, en évitant des structures vitales.

Bibliographie (ouvrages de référence)

- Weir J. and Abrahams PH. Imaging atlas of human anatomy. 6th edition. Ed. Elsevier, June 2020. Paperback ISBN: 9780702079269, eBook ISBN: 9780702081309 Ryan S, McNicholas M, Eustace S. Anatomy for Diagnostic Imaging. WB Saunders 3rd Edition 2010, Paperback ISBN: 9780702029714, eBook ISBN: 9780702056222

Apprentissage par problèmes (ne couvre pas l'entier de la matière)

- Sadry F, Nidecker A, Hodler J. Röntgenanatomie, Radiological Anatomy, Anatomie Radiologique. Springer Verlag Heidelberg, 2006, eBook ISBN: 9783540309734

Apprentissage sur le net

- <https://www.imaios.com/de/e-Anatomy>

Pour les candidats de langue allemande

- Fleckenstein P., Trantum-Jensen J. Röntgenanatomie. Urban & Fischer / Elsevier, 2004, ISBN: 3437428640 (ISBN-13: 9783437428647)

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'anatomie
veuillez contacter :**

Prof. Dr. med. Andreas Christe,
Universitätsinstitut für Diagnostische, Interventionelle und Pädiatrische Radiologie (DIPR)
INSELGRUPPE, Bern
andreas.christe@insel.ch

ANNEXE RADIOLOGIE

IV.a. APPAREILLAGE/INFORMATIQUE

1. Appareillage

But

Connaissance du principe et du fonctionnement des appareils et moyens techniques utilisés en Radiologie. Application du principe ALARA en radiologie médicale.

Sujets

Bases

- Qualité de l'image/ bruit / contraste/ résolution
- Mécanismes d'acquisition de l'image
- Interaction du rayonnement x et du patient (atténuation, génération de rayonnement diffusé)

Radiologie conventionnelle

- Tubes (charge, type et capacité thermique d'anode)
- Contraste, résolution, bruit
- Grilles, Filtres, Ecrans
- Types d'installations (fixe, système d'arc en C, mobile)
- Fonction et sensibilité des détecteurs

Mammographie

- Configuration de l'installation
- Tubes de rayons X en mammographie
- Détecteurs en mammographie
- Tomosynthèse

Radioscopie / fluoroscopie

- Configuration de l'installation
- Types d'installation (rayonnement pulsé)
- Détecteurs (intensificateur d'image/ détecteur plan)
- Radioscopie en temps réel

- Vidéofluoroscopie/ DSA
- Diaphragmes /filtres

Tomodensitométrie computerisée/scanner (CT)

- Composition de l'appareillage
- Unités Hounsfield
- Production d'image et reconstruction d'image
- Artefacts
- Mesures de radioprotection
- Imagerie Dual-source et Dual-énergie

Echographie / Doppler

- Composition de l'appareillage
- Comportement des ondes acoustiques dans la matière
- Production et réception des ondes acoustiques
- Produits de contraste
- Imagerie harmonique

Imagerie par résonance magnétique (IRM)

- Composition de l'appareillage
- Principes de l'imagerie, relaxation
- Effets des champs magnétiques et de la fréquence élevée sur les êtres vivants et dans l'environnement
- Production d'image et reconstruction d'image
- Contraste d'imagerie, résolution, force du signal, le bruit de l'image
- Technique d'imagerie : espace des k
- Séquences de base ((turbo) spin écho, écho de gradient)
- Effet de flux (ARM par temps de vol, ARM après injection intraveineuse de sels de gadolinium)
- Artefacts
- Sécurité (patient, personnel)

2. Informatique

Sujets

1. Bases

- Principales composantes d'un ordinateur
- Différence PC et Thin Client : notion VDI
- Bases du traitement des données : Bit, Byte

2. Images numériques

- Propriétés principales
 - Pixel, voxel, taille de pixel, longueur d'arête, matrice d'image, profondeur de bit, taille d'image
 - Résolution spatiale/netteté d'image, résolution échelle de gris/gamme de contraste
- Transformation d'image dans le but de représenter et analyser les images
 - Fenêtrage (« window width » et « window level »)
 - Représentation 2D de données 3D: MPR, MIP, MinIP
 - Types d'images 3D spéciaux : angiographie 3D, ultrason 3D/4D, fusion 3D : PET/CT et PET/IRM

3. Standards pour l'enregistrement et l'échange de données médicales

- Bases DICOM
- Bases HL7
- Notions et relation de RIS, PACS, HIS, KIS et archivage à long terme

4. Réseaux et protocoles de transfert

- Définition du protocole de réseau
- Les trois piliers pour la sécurité des réseaux : authenticité, confidentialité, intégrité
- Protocoles de réseau fréquemment utilisés(TCP/IP, ftp, sftp, IMAP, POP3, DICOM, HL7)
- Termes : Firewall, Proxy, Web Application, VPN, Codage

5. Santé numérique – Sujets actuels et tendances

- Expressions: compte rendu type, Machine Learning/Deep Learning, Cloud Computing, téléradiologie, DEP

Bibliographie (Appareillage et informatique)

Bases :

- Huda W. Review of Radiologic Physics. Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins, 4th edition, 2016

Radiologie conventionnelle / détecteurs plans :

- Pooley RA, McKinney JM, Miller DA. The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Digital Fluoroscopy. RadioGraphics 2001; 21:521-534
- Körner M, Weber CH, Wirth S, Pfeifer KJ, Reiser MF, Treitl M. Advances in digital radiography: physical principles and system overview. Radiographics. 2007; 27: 675-86
- Nickoloff EL. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: physics of flat-panel fluoroscopy systems: Survey of modern fluoroscopy imaging: flat-panel detectors versus image intensifiers and more. Radiographics. 2011 Mar-Apr;31(2):591-602. doi: 10.1148/rg.312105185.

Mammographie

- Mahesh M. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Digital Mammography: An Overview. RadioGraphics 2004; 24:1747-1760
- Tirada N, Li G, Dreizin D, Robinson L, Khorjekar G, Dromi S, Ernst T. Digital Breast Tomosynthesis : Physics, Artifacts, and Quality Control Considerations. RadioGraphics 2019; 39: 413-426

Echographie

- Revzin MV, Imanzadeh A, Menias C et al. Optimizing image quality when evaluating blood flow at Doppler US:. RadioGraphics 2019; 39(5): 1501-1523
- Hangiandreaou N. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in US: B-mode US: Basic Concepts and New Technology. RadioGraphics 2003; 23: 1019-1033
- Baad M, Lu ZF, Reiser I, Paushter D. Clinical significance of US artifacts. RadioGraphics 2017;37:1408-1423

CT

- Barrett JF, KEat N. Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. RadioGraphics 2004; 24: 1679-1691
- Rajiah P, Prakh A, Kay F, Baruah D, Kambadakoe AR, Leng S. Update on multienergy CT: Physics, principles, and applications. RadioGraphics 2020;40:1284-1308
- McCollough CH, Bruesewitz MR, Kofler JM. CT Dose Reduction and Dose Management Tools: Overview of Available Options. RadioGraphics 2006; 26: 503-512
- Schilham A, van der Molen AJ, Prokop M, de Jong HW. Overranging at multisection CT: an

underestimated source of excess radiation exposure. RadioGraphics 2010;30:1057-1067

- Kaza RK, Platt JF, Goodsitt MM et al. Emerging Techniques for dose optimization in abdominal CT. RadioGraphics 2014;34:4-17
- Cody DD, Mahesh M. AAPM/RSNA physics Tutorial for Residents. Technologic advances in multidetector CT with a focus on cardiac imaging. RadioGraphics 2007;27:1829-1837
- Seyal AR, Arslanoglu A, Abboud SE et al. CT of the abdomen with reduced tube voltage in adults : A practical approach. RadioGraphis 2015; 25:1922-1939

IRM

- Kastler G, Vetter D, Patay Z, Germain P. Comprendre l'IRM. Manuel d'auto-apprentissage. 8ème édition 2018. Elsevier Masson
- Weishaupt, Köchli, Marincek. How does MRI work? Springer, 2006
- <http://www.healthcare.siemens.de/magnetic-resonance-imaging/magnetom-world/publications/mr-basics> (les trois chapitres aimants, spins, résonance, flux, artefacts et glossaire IRM)
- Kanal E, Barkovich AJ, Bell C, et al. ACR Guidance Document on MR Safe Practices: AJR 2007; 188 (6): 1447-74

Informatique

- Ad chapitre 1:
 - [/How Does a Computer Work and What Is Inside? \(makeuseof.com\)](#)
 - Qu'est-ce qui est un Thin Client? [thin client | Definition & Facts | Britannica](#)
 - [What is a Thin Client? Defined, Explained, and Explored | Forcepoint](#)
- Ad chapitre 2:
 - [Digital Imaging Characteristics | Radiology Key](#)
 - [Radiopaedia.org, the wiki-based collaborative Radiology resource](#)
- Ad chapitre 3:
 - [Digital Imaging and Communications in Medicine – Wikipedia](#)
 - <https://www.dicomstandard.org/current; Part 1, Kapitel 1.1 und 1.2>
 - [Health Level 7 – Wikipedia](#)
- Ad chapitre 4:
 - [What is Network Security? Defined, Explained, and Explored | Forcepoint](#)
- Ad chapitre 5:
 - Structured Reporting:
 - [Structured Reporting – Société Suisse de Radiologie \(sgr-ssr.ch\)](#)
 - [Structured reporting yields clearer radiology reports \(unispital-basel.ch\)](#)
 - Machine Learning/Deep Learning
 - <https://doi.org/10.1007/s00112-021-01230-9>;
 - [Artificial intelligence in radiology - PMC \(nih.gov\)](#)
 - [What the radiologist should know about artificial intelligence – an ESR white paper | Insights into Imaging | Full Text \(springeropen.com\)](#)
 - Cloud Computing:



- [What Is Cloud Computing? A Beginner's Guide | Microsoft Azure](#)
- Téléradiologie: SGR-SSR: Recommandations de la SGR-SSR sur la téléradiologie [SGR-SSR-White-Paper-Teleradiologie-2.0-FR.pdf](#)
- [What is Teleradiology? A Definition of Services & History - eVisit](#)
- DEP : [Dossier électronique du patient \(DEP\) | FMH](#)

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'appareillage veuillez contacter :

Prof. Sabine Schmidt Kobbe,
CHUV, Department of Radiology
Sabine.Schmidt@chuv.ch

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'informatique veuillez contacter :

Dr. Mechthild Uesbeck
USZ
Mechthild.Uesbeck@usz.ch

V.a. SCIENCES DE BASE D'UTILITÉ RADIOLOGIQUE

Pharmacologie/Réanimation

But

Connaissance générale des médicaments utilisés en radiologie en considérant spécifiquement les produits de contraste. Prévention et traitement des réactions aux produits de contraste. Connaissance des médicaments les plus utilisés pour le traitement de la douleur guidé par imagerie. Connaissance des bases de la réanimation et mesures en cas d'urgences médicales

Sujets

1. Connaissance approfondie des médicaments fréquemment utilisés ou à prendre en compte en radiologie, y compris tous les médicaments d'urgence (y compris les antidotes):
 - analgésiques,
 - anesthésiques locaux,
 - propofol,
 - benzodiazépines (midazolam, diazépam),
 - adrénaline,
 - β -bloquants (esmolol, metoprolol),
 - atropine,
 - H1-antihistaminiques,
 - corticostéroïdes (systémiques et locaux),
 - médicaments pour la thyroïde (thyrostatiques, lévothyroxine),
 - dérivés nitrés,
 - furosémide,
 - antiasthmatiques (oxygène, salbutamol),
 - spasmolytiques (n-hyoscine, glucagon),
 - médicaments agissant sur l'appareil digestif (metoclopramide, laxatives),
 - anticoagulants (héparine, warfarine, anticoagulant oral directe),
 - thrombolytiques (acide acétylsalicylique, clopidrogel, fibrinolytiques),
 - metformine,
 - solutions pour perfusion
2. Produits de contraste utilisés en radiologie, en IRM et en échographie
3. Prévention et traitement des réactions aux produits de contraste en tenant compte des lignes directrices de l'ESUR.
4. Maîtriser la prise en charge de situations d'urgences et les bases de la réanimation

Bibliographie recommandée

Ouvrages de pharmacologie générale :

- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media: http://www.esur.org/fileadmin/content/2019/ESUR_Guidelines_10.0_Final_Version.pdf
- Soar J, Boettiger BW, Carli P et al.: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. Resuscitation 161(2021) 115 – 151. Peut être trouvé aussi sous <http://www.erc.edu>
- Olasveengen TM et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009>
- Informations sur les médicaments - <https://www.swissmedicinfo.ch/> (pour les groupes de substances décrites ci-dessus)
- Dodd A, Hughes A, Sargant N et al.: Evidence updated for the treatment of anaphylaxis. Resuscitation 163(2021) 86-96.
- Script du cours de préparation à l'examen (J. Fröhlich)

Ouvrages de pharmacologie générale :

- Lüllmann H. et al: Pocket atlas of pharmacology. Stuttgart, New York: Thieme Publishers, 2011 / ISBN 9783137817048 (5th edition).

Pour des questions concernant la bibliographie s'adresser à :

Dr. John Fröhlich,
KlusLab, Witikonstr. 115, 8032 Zürich
john.froehlich@kluslab.ch

ANNEXE MÉDICINE NUCLÉAIRE

IV.b. APPAREILLAGE / INFORMATIQUE / RADIOPHARMACIE

1. Appareillage

Sujets

Technique de mesure:

- Composition et propriétés des détecteurs à scintillation et autres détecteurs
- Spectromètres gamma, Compteur Geiger, Multiplicateur d'électrons, photomultiplicateurs
- Activimètre, installations de mesure in vivo/in vitro (détecteur de type trou percé)

Gammacaméra, SPECT et SPECT/CT

- Structure et propriétés d'une gammacaméra
- Collimateurs (types, propriétés, champs d'utilisation...)
- Acquisition d'images (statique, dynamique, résolution, qualité de l'image, artefacts...)
- SPECT (principe physique, acquisition, gated SPECT, résolution, sinogrammes, artefacts...)
- Traitement/reconstruction (reprojection filtrée, reconstruction itérative, correction d'atténuation)
- Filtres (bases physiques, types, propriétés...)

Tomographie par émission de positons (PET/CT et PET/MR)

- Caméra PET/CT (composition, propriétés techniques et paramètres de performance)
- Caméra PET/MR (principes concernant la configuration de l'appareil et des problèmes relatifs à la correction d'atténuation)
- Correction d'atténuation, algorithmes de reconstruction, traitement des images, filtres (cf. section SPECT)

CT: principes physiques, techniques

Echographie : principe et technique de l'échographie cervicale (thyroïde et tissus mous)

Contrôles de qualité

- Bases légales

- Contrôles et fréquence
- Contrôles spécifiques du SPECT-CT
- Contrôles spécifiques du PET-CT

Bibliographie

- Directives de l'OFSP concernant les contrôles de qualité (L-09-01, L-09-02, L-09-04) : <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>
- Directive de l'OFSP sur le contrôle de la qualité des tomodensitomètres (R-08-08)
- <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>
- Gopal B. Saha: Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 4th edition, Springer-Verlag, 2013. ISBN-10: 1461440114
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2008. ISBN 313118504X
- Janis P. O'Malley, Harvey A. Ziessman: Nuclear Medicine and Molecular Imaging: The Requisites; 5th edition, Elsevier, 2020.
- Dave W. Townsend: Multimodality imaging of structure and function; Phys. Med. Biol. 2008, No.4. 53 R1-R39. DOI: [10.1088/0031-9155/53/4/R01](https://doi.org/10.1088/0031-9155/53/4/R01)
- M. Hofer: Ultrasound Teaching Manual, 4th edition, Thieme, 2020 (e-Book).
- M. Hofer: CT Teaching Manual, 5th edition, Thieme, 2021 (e-Book).
- IAEA Human Health series 27: PET/CT atlas on quality control and image artifacts; <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1642web-16821314.pdf>
- Disselhorst JA, Bezrukov I, Kolb A, Parl C, Pichler BJ. Principles of PET/MR Imaging. J Nucl Med. 2014; 55 No. 6 (Suppl. 2)

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'appareillage en médecine nucléaire veuillez contacter :

Prof. Dr. Gerhard W. Görres
Nuklearmedizin Bürgerspital Solothurn

gerhard.goerres@spital.so.ch

2. Informatique

Sujets

Architecture d'un ordinateur

- les composants principaux d'un ordinateur
- les différents types d'encodage de l'information : Bit, Byte

Images digitales : propriétés fondamentales

- Images digitales : propriétés fondamentales, matrice, pixel, voxel, résolution spatiale et en niveau de gris (bit depth), relation entre les paramètres d'acquisition, le bruit et le contraste, mémoire requise
- Algorithmes de reconstruction fréquemment utilisés et leurs propriétés
- Analyse et affichage des images : les principaux formats d'images, la compression des images, l'affichage et le fenêtrage ("window and level"), l'imagerie 3D
- Réseaux et protocoles de transfert : internet, l'intranet et les barrières de protection ("Firewall"), le standard DICOM
- PACS ("picture archiving and communicating system") : les différents composants d'un PACS, le RIS ("radiological information system") et de HIS ("hospital information system"), optimisation du flux d'images («workflow»)

Bibliographie

- The DICOM standard, Part 1: Introduction and Overview, Chapter 1 "Scope and Field of Application": <https://www.dicomstandard.org/current>
- Larobina M, Murino L. Medical image file formats. J Digit Imaging. 2014;27(2):200-206.
- Volume Rendering versus Maximum Intensity Projection in CT Angiography: What Works Best, When, and Why. Fishman EK, Ney DR, Heath DG, Corl FM, Horton KM, Johnson PT. RadioGraphics 2006; 26: 905-922

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'appareillage en médecine nucléaire veuillez contacter :

Dr. Stefan Kneifel,
Nuklearmedizin Kantonsspital Graubünden
stefan.kneifel@ksgr.ch

3. Radiopharmacie

Objectifs

- Connaître les techniques de production des radioisotopes utilisés en médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique
- Connaître le principe de fonctionnement du générateur $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ et les caractéristiques de son élution
- Connaître les caractéristiques des radiopharmaceutiques (production, contrôle qualité) les plus fréquemment utilisés en médecine nucléaire conventionnelle (préparation à partir de kit)
- Connaître les caractéristiques des radiopharmaceutiques les plus importants utilisés en tomographie par émission de positons (PET)
- Connaître les principaux radiopharmaceutiques et radioisotopes utilisés en thérapie
- Connaître les principes d'une approche thérapeutique individualisée basée sur une imagerie diagnostique adaptée (« theranostics »)

Sujets

Radioisotopes:

- Production des radioisotopes (produits de cyclotron, des réacteurs, des générateurs)
- Emetteurs gamma, Beta+, Beta- et Alpha

Radiopharmaceutique:

- Définition
- Pureté radiochimique, rendement de marquage
- Biocinétique, biodistribution, métabolisation, élimination
- demi-vies biologique et effective
- Contrôles de qualité *in vivo* et *in vitro*

Radiopharmaceutiques à visée diagnostique :

- Phosphonates
- MIBI, Tetrofosmine
- MAG_3 , DTPA, DMSA
- ECD, HMPAO
- Colloïdes
- Ioflupane (DatSCAN®)
- ^{123}I
- Pertechnétate ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)
- MAA, radiopharmaceutiques à inhaler

- MIBG, octréotide
- HIDA
- anticorps anti-granulocytes
- Marquage de cellules sanguines

Radiopharmaceutiques utilisés en tomographie par émission de positons :

- 2-Fluoro-2-desoxyglucose (^{18}F -FDG)
- ^{18}F -Choline
- Fluoroethyltyrosine (^{18}F -FET)
- ^{18}F -DOPA
- Analogues de la somatostatine radiomarqués au ^{68}Ga
- ^{68}Ga -PSMA-11 / ^{18}F -PSMA-1007
- Émetteur de positon à demi-vie courte (^{15}O , ^{13}N , ^{82}Rb , ^{11}C)

Radiopharmaceutiques / radioisotopes utilisés en thérapie :

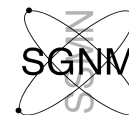
- ^{131}I
- ^{90}Y , ^{186}Re -HEDP, ^{169}Er , ^{177}Lu -DOTA-Peptide, ^{177}Lu -PSMA
- ^{89}Sr , ^{153}Sm -EDTMP
- $^{223}\text{RaCl}_2$
- Ho-166-PLA

Dispositions légales:

- Effet, aptitude, produits radiopharmaceutiques enregistrés

Bibliographie

- Gopal B. Saha: Fundamentals of Nuclear Pharmacy, 7th Edition, 2018. ISBN 978-3-319-57579-7
- EANM guidelines: <http://www.eanm.org/publications/guidelines>
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2007. ISBN 978-3-13-118504-4
- Prince JF et al.: Efficacy of Radioembolization with Ho-166-Microspheres in Salvage Patients with Liver Metastases: A Phase 2 Study; J Nucl Med. 2018; 59(4):582-588
- Harvey A. Ziessman, Janis P. O'Malley, James H. Thrall: Nuclear Medicine: The Requisites; 4th edition, Saunders, 2014. ISBN 978-0-323-08299-0
- Renseignements de l'OFSP concernant les applications des rayonnements en médecine nucléaire : <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlenanwendungen-in-der-medizin/strahlenanwendungen-in-der-nuklearmedizin.html>



En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant la radiopharmacie veuillez contacter :

PD Dr. Michael Wissmeyer
Nuklearmedizin Stadtspital Triemli

<mailto:MichaelPeter.Wissmeyer@triemli.zuerich.ch>

V.b. CONNAISSANCES DE BASE

1. Connaissances de bases (biocinétique, épidémiologie)

Objectifs

- Connaître les principes physiologiques et physiopathologiques élémentaires sur lesquels s'appuient les examens de médecine nucléaire
- Connaître l'épidémiologie des maladies pour lesquelles la médecine nucléaire joue un rôle important, diagnostique et/ou thérapeutique
- Ces notions englobent la médecine adulte et pédiatrique

Sujets

Physiologie et physiopathologie

- Système ostéo-articulaire
- Système respiratoire
- Système cardio-vasculaire et cérébro-vasculaire
- Endocrinologie
- Système gastro-intestinal
- Récepteurs du système nerveux central (Dopamine, GABA)
- Appareil uro-génital et système rénine-angiotensine

Oncologie

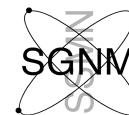
- Incidence, prévalence
- Epidémiologie
- Staging
- Radiotraceurs tumoraux spécifiques et non spécifiques
- Thérapies (adaptées au stade de la maladie)

Immunologie

- Immunoglobulines: types et sous-types
- Biocinétique
- Immunoscintigraphie / radioimmunothérapie : bases et principes

Bibliographie

- M. A. Wilson: Textbook of Nuclear Medicine, Lippincott-Raven Publishers, 1997. ISBN 0-7817-0303-4



- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2007. ISBN 978-3-13-118504-4
- Harvey A. Ziessman, Janis P. O'Malley, James H. Thrall: Nuclear Medicine: The Requisites; 4th edition, Saunders, 2014. ISBN 978-0-323-08299-0
- Guidelines de l'EANM: <http://www.eanm.org/publications/guidelines>

En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant la radiopharmacie veuillez contacter :

Dr. Marie Nicod-Lalonde
Service de Médecine nucléaire
Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV)
Marie.Nicod-Lalonde@chuv.ch

2. Pharmacologie

Objectifs

- Connaissance des principaux médicaments utilisés dans le diagnostic et la thérapie en médecine nucléaire. Notamment les médicaments qui peuvent être utilisés pour la prémédication des examens de médecine nucléaire ou pour le traitement des effets secondaires courants des thérapies de médecine nucléaire.
- Connaître les interactions médicamenteuses possibles avec les radiopharmaceutiques utilisés en médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique
- Connaître les produits de contraste fréquemment utilisés en radiologie (CT et IRM), la préparation pour les patients allergiques, les mesures à prendre en cas d'effets secondaires survenus suite à l'administration d'un produit de contraste.
- Connaître l'effet de divers traitements médicamenteux sur la qualité et la valeur des examens diagnostiques en médecine nucléaire

Sujets

1. Les médicaments utilisés dans le cadre du diagnostic et de la thérapie en médecine nucléaire

- analgésiques,
- anesthésiques locaux,
- benzodiazépines (midazolam, diazépam),
- adrénaline,
- β -bloquants
- atropine,
- H1-antihistaminiques,
- corticostéroïdes (systémiques et locaux),
- médicaments pour la thyroïde (thyrostatiques, lévothyroxine, rhTSH),
- dérivés nitrés,
- furosémide,
- antiasthmatiques (oxygène, salbutamol),
- spasmolytiques (n-hyoscine, glucagon),
- médicaments agissant sur l'appareil digestif (metoclopramide, laxatives),
- anticoagulants (héparine, warfarine, anticoagulant oral directe),
- thrombolytiques (acide acétylsalicylique, clopidrogel, fibrinolytiques),
- Antidiabétiques oraux, préparations à base d'insuline
- solutions pour perfusion

Pour les classes de substances mentionnées, connaissance des propriétés de base, des indications et contre-indications, des effets et des effets secondaires

2. Interactions médicamenteuses

- Interactions médicamenteuses lors de scintigraphie à la méta-iodo-benzyl-guanidine (MIBG)
- Médicaments influençant la captation thyroïdienne de l'iode

- Interactions médicamenteuses dans l'imagerie du système dopaminergique

3. Caractéristiques générales des produits de contraste utilisés au CT:

- Pharmacocinétique
- Contre-indications et précautions d'emploi
- Tolérance et effets secondaires
- Interactions avec d'autres médicaments

4. Prévention et traitement des réactions aux produits de contraste

- Principe général de l'anaphylaxie et de la toxicité
- Symptomatologie : apparition de la réaction, classification de la gravité, fréquence
- Physiopathologie
- Information au patient, prévention, classification de risque et anamnèse
- Suivi du patient
- Guidelines

5. Conduite à tenir en situation d'urgence et bases de la réanimation

Bibliographie

Ouvrages généraux de médecine nucléaire (p. ex. Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T. : Nuklearmedizin ; Thieme Verlag, 2007. ISBN 978-3-13-118504-4) ainsi que des livres généraux de pharmacologie, (p. ex. Lüllmann H. et al : Pocket atlas of pharmacology. Stuttgart, New York : Thieme Publishers, 2017 / ISBN 9783132410657 ; 5th edition, disponible en français) ainsi que :

- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media: http://www.esur.org/fileadmin/content/2019/ESUR_Guidelines_10.0_Final_Version.pdf
- Soar J, Boettiger BW, Carli P et al.: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. Resuscitation 161(2021) 115 – 151. Peut être trouvé aussi sous <http://www.erc.edu>
- Olasveengen TM et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009>
- Informations sur les médicaments - <https://www.swissmedicinfo.ch/> (pour les groupes de substances décrites ci-dessus)
- Dodd A, Hughes A, Sargant N et al.: Evidence updated for the treatment of anaphylaxis. Resuscitation 163(2021) 86-96.

Pour des questions concernant la disponibilité de la bibliographie relative aux produits de contraste s'adresser à :

Dr. Ole Maas,
Kantonsspital St. Gallen,
olechristopher.maas@kssg.ch