1. TEILPRÜFUNG

zur Erlangung des Facharzttitels Radiologie und des Facharzttitels Nuklearmedizin (Ausgabe 2025/26)

Anmerkung der Prüfungskommission:

Der vorliegende Gegenstandskatalog und insbesondere das darin enthaltene Literaturverzeichnis sind alleinige Grundlage für die Prüfungsfragen.
Die Prüfungskommission übernimmt keine Verantwortung für den Inhalt der Vorbereitungskurse. Diese decken erfahrungsgemäss nicht alle Aspekte der Prüfung ab.

Stand: August 2025

Schweizerische Gesellschaft für Radiologie
Société Suisse de Radiologie
c/o ECOS Office Center
Bellerivestrasse 11 | 8008 Zürich | Schweiz
Tel +41 (0) 31 951 00 84
info@sgr-ssr.ch

Geschäftsstelle SGNM
lic. iur. Florian Wanner
Moosstrasse 2
3073 Gümligen
Tel +41 (0) 31 952 76 76
info@nuklearmedizin.ch

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis **2**

Übersicht **3**

Allgemeine Informationen **4**

Fragetypen 4
Zulassung zur Prüfung 4
Bestandene Prüfung 5
Prüfungswiederholung 5
Hinweise bezüglich Doppeltitel Radiologie/Nuklearmedizin 5
Rekurs 5

GEGENSTANDSKATALOG **6**

I. Biophysikalische Grundlagen / Strahlenschutz **6**

Strahlenphysik 6
Strahlenbiologie 8
Strahlenschutz 9

II. Allgemeine Grundlagen **14**

Wissenschaftstheorie 14
Gesundheitsökonomie 15
Medizinrecht 16
Medizinethik 18

III. Anatomie **21**

Fachspezifischer Anhang Radiologie **23**

IV.a. Apparatekunde / Informatik **23**

Apparatekunde 23
Informatik 25

V.a. Grundlagen der Radiologie **30**

Pharmakologie/Reanimation 30
Befundtechnik und Qualitätsförderung 31

Fachspezifischer Anhang Nuklearmedizin **33**

IV. b. Apparatekunde / Informatik / Radiopharmazie **33**

1. Apparatekunde 33
2. Informatik 35
3. Radiopharmazie 36

V.b. Grundlagen der Nuklearmedizin **39**

1. Biologische und epidemiologische Grundlagen 39
2. Pharmakologie 41

ÜBERSICHT

Der Gegenstandskatalog basiert auf den aktuell geltenden Weiterbildungsprogrammen zur Erlangung des Facharzttitels Radiologie der SGR-SSR und des Facharzttitels Nuklearmedizin der SGNM. Die untenstehende Tabelle gibt Auskunft über die geprüften Fächer und über die Anzahl der Fragen pro Fach.

	Themen	**Fragen total**	**Fragen pro Gebiet**	**Gewichtung für Notendurchschnitt**
I. Biophysik. Grundlagen / Strahlenschutz	Strahlenphysik	**35**	10	**3**
	Strahlenbiologie		10	
	Strahlenschutz		15	
II. Allgemeine Grundlagen	WT/GÖ	**20**	10	**2**
	Medizinrecht		6	
	Medizinethik		4	
III. Anatomie	Radiologische Anatomie (davon 10 Fragen aus der Nuklearmedizin)	**80**		**4**
IV. Apparatekunde	Siehe fachspezifischen Anhang	**30**		**4**
Va. Grundlagen der Radiologie	Reanimation	**25**	4	**3**
	Pharmakologie		16	
	Befundtechnik und Qualitätsförderung		5	
Vb. Grundlagen der Nuklearmedizin	Siehe fachspezifischen Anhang	**25**		**3**

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Fragetypen

Die Prüfung wird im Multiple-Choice-Verfahren auf Deutsch und Französisch durchgeführt.
Verwendete Fragetypen: A, E und k'.

Typ A

Zu einer Frage werden 4 (A-D) oder 5 (A-E) mögliche Antworten vorgegeben. Nur eine Antwort ist richtig.

Typ E

Es werden zwei kausal verbundene Aussagen gemacht. Folgende Möglichkeiten kommen vor:
A) Beide Aussagen und Kausalzusammenhang richtig.
B) Beide Aussagen richtig, aber Kausalzusammenhang falsch.
C) Erste Aussage richtig, zweite falsch.
D) Erste Aussage falsch, zweite richtig.
E) Beide Aussagen falsch.

Typ k'

Zu einer Frage werden 4 (A-D) mögliche Antworten vorgegeben. Eine bis drei Antworten sind korrekt. Es sind nie alle Antworten korrekt oder alle falsch. Die Frage wird als Ganzes gewertet, d.h. um einen Punkt zu erhalten, müssen alle 4 Teilfragen korrekt beantwortet werden. Ansonsten wird die Frage mit 0 Punkten gewertet. Halbe Punkte werden nicht vergeben.

Zulassung zur Prüfung

Aufgrund der Revision der Weiterbildungsordnung (WBO) vom 30. Oktober 2008 werden zur Facharztprüfung nur noch Inhaber eines eidgenössischen oder eines durch das BAG anerkannten ausländischen Arztdiplom zur Prüfung zugelassen.

Bestandene Prüfung

Die Prüfung ist bestanden, wenn

- der gewichtete* Notendurchschnitt 4.0 oder höher ist **und**
- maximal eine Note 3, sowie keine Note 2 oder 1 erreicht werden.

*siehe Tabelle (Seite 3)

Prüfungswiederholung

Die Prüfung kann beliebig oft wiederholt werden.
Seit dem 1.1.2012 kann die Prüfung nicht mehr in reduzierter Form wiederholt werden.

Hinweise bezüglich Doppeltitel Radiologie/Nuklearmedizin

Kandidaten Radiologie, welche zusätzlich den Facharzttitel Nuklearmedizin anstreben, können die Fächerblöcke I, II und III aus der bestandenen ersten Schweizer Teilprüfung Radiologie mit den damals erhaltenen Noten für die erste Teilprüfung Nuklearmedizin übernehmen. Sie müssen nur noch die Fächerblöcke IV und V Nuklearmedizin absolvieren. Sinngemäss gilt das Gleiche für Kandidaten der Nuklearmedizin, die zusätzlich den Facharzttitel Radiologie anstreben.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn

- der gewichtete Notendurchschnitt 4.0 oder höher ist **und**
- maximal eine Note 3, sowie keine Note 2 oder 1 erreicht werden.

Es besteht kein Anspruch darauf, die 1. Teilprüfung für beide Fächer im gleichen Jahr ablegen zu können.

Rekursmöglichkeit

Diejenigen Kandidatinnen/Kandidaten, welche die Prüfung nicht bestanden haben und die schriftliche Mitteilung Ihres Prüfungsergebnisses juristisch anfechten wollen, haben diese Möglichkeit innerhalb von 60 Tagen bei der Einsprachekommission Weiterbildungstitel (EK WBT). Vorher wird ihnen jedoch geraten, vor Ort ihre falschen Antworten in den betroffenen Fächern anzuschauen und sie mit den richtigen Lösungen zu vergleichen. Zu diesem Zwecke sollten sie sich an das Prüfungssekretariat wenden. Das Kopieren der Resultate oder die Erstellung von Notizen ist dabei nicht erlaubt.
Ansonsten ist die Einsicht der Prüfungsergebnisse den Kandidaten/Kandidatinnen nach der Prüfung nicht möglich, vor allem nicht, wenn der Zweck darin besteht, sich für das folgenden Jahr zu verbessern.

Nächste 1. Teilprüfung:	7. März 2025 Lausanne

GEGENSTANDSKATALOG

Die an der Prüfung gestellten Fragen stammen ausschliesslich aus den unter „Literatur“ angegebenen Quellen. Eine Ausnahme stellt die Anatomie dar, bei der die Quellen lediglich als Hilfsmittel zu betrachten sind.

Für einige Gebiete sind weiterführende Quellen angegeben, die für ein vertieftes Studium geeignet, jedoch für die Beantwortung der Fragen nicht obligatorisch sind.

I. BIOPHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN / STRAHLENSCHUTZ

Strahlenphysik

Zielsetzung

Kenntnisse der Grundlagen der Strahlenphysik

Themen

Materie und Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie

- Beschreibung der klassischen Quantenmodelle von Atom und Atomkern
- Vergleich der Eigenschaften von Atom und Kern, vor allem hinsichtlich der Bindungsenergie
- Erklärung des Unterschiedes zwischen einem stabilen und einem radioaktiven Kern
- Beschreibung der verschiedenen Typen von Radioaktivität, der Art der abgegebenen Strahlung und ihrer Energiespektren
- Berechnung der zeitlichen Aktivität einer radioaktiven Quelle
- Erklärung des Ursprungs von natürlichen radioaktiven Quellen und Nennung von einigen Beispielen
- Anordnung der verschiedenen Typen von elektromagnetischer Strahlung (von Radiowellen bis zur Gammastrahlung) gemäss ihrer Energiezunahme und Erklärung der möglichen ionisierenden Hauptwechselwirkungen (elastische Streuung, photoelektrischer Effekt, Compton-Effekt, Paarbildung)
- Berechnung der Absorption einer elektromagnetischen Strahlung mittels des Lambert-Beer Gesetzes (exponentielle Abnahme) und der Halbwertsschichtdicke
- Beschreibung der Elektronenbahn in der Materie und ihrer beiden hauptsächlichen Wechselwirkungen (Kollision und Bremsstrahlung)
- Approximative Beurteilung des Elektronenwegs in der Materie in Abhängigkeit von ihrer Energie

Erzeugung und Eigenschaften von Röntgenstrahlung

- Erklärung der Rolle der einzelnen Komponenten bis zur Entstehung des Röntgenbilds (vom Filament bis zum Detektor).
- Beschreibung des Funktionsprinzips einer Röntgenröhre
- Beschreibung des von einer Röntgenröhre emittierten Energiespektrums und seiner Abhängigkeit von der applizierten Spannung, der Ladung, des Anodenmaterials und der Filtration
- Erklärung, wie man den Kontrast eines Röntgenbildes verändern kann inklusive der Auswirkung auf die Strahlenexposition des Patienten

Dosimetrie und Strahlenmesstechnik

- Beschreibung der Energieübertragung von ionisierender Strahlung (Photonen, Elektronen) in die Materie
- Erklärung der Bedeutung und des Gebrauchs der folgenden dosimetrischen Grössen: Luftkerma (Ka), Absorbierte Dosis (D), Aequivalenzdosis (H) und Effektivdosis (E) Erklärung der Funktionsweise einer Ionisationskammer, eines Halbleiterdetektors und eines Thermolumineszenzdetektors, und nenne ihre Haupteinsatzgebiete in der Radiologie
-

Literatur

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

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Strahlenschutz bitte an:

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

Strahlenbiologie

Zielsetzung

Kenntnisse der Wechselwirkungen zwischen ionisierender Strahlung und lebender Zellen.

Befähigung, der Öffentlichkeit als künftiger Radiologe/Nuklearmediziner adäquat auf Fragen zu ionisierender Strahlung und deren Gefahren zu antworten.

Themen

- Kenntnis der physikalischen und chemischen Vorgänge der Energieabsorption (Kette der radiobiologischen Reaktionen)
- Kenntnis der Arten der Zellschädigung durch Strahlen:
    - Strahleninduzierter Zelltod
    - DNA- und Chromosomenschäden; Reparaturmechanismen
    - Schäden der Zellmembran
    - Regulierung der intrazellulären Signaltransduktion
    - Regulierung des Genoms
    - Rolle der Mikroumgebung ("microenvironment")
- Kenntnis der Messgrössen der Strahlenempfindlichkeit von Zellen:
    - Dosis (Zellüberlebenskurven)
    - Absorbierte Dosis (Dosisleistung)
    - Strahlenart und relative biologische Wirksamkeit (RBW)
- Kenntnis der Parameter, die die Strahlenempfindlichkeit von Tumoren beeinflussen
    - Sauerstoff
    - Zellzyklus
    - DNA-Reparatur
    - Intrinsische Strahlenempfindlichkeit: Bergonié- und Tribondeaux-Gesetz
    - Zelluläre Neubesiedlung und Wachstumsfaktoren
    - Immunantwort

- Kenntnis der Prinzipien der Kombination ionisierender Strahlung mit:
    - Chemo- und Hormontherapien
    - Immuntherapien
    - Radiosensibilisierenden Substanzen

- Kenntnis der akuten und verzögerten Gewebereaktionen in Abhängigkeit von Dosis und Fraktionierung der Bestrahlung
- Kenntnis des Unterschieds zwischen deterministischen und stochastischen Effekten
- Kenntnis der zur Gewebewirkung beitragenden Faktoren
- Kenntnis der Langzeiteffekte ionisierender Strahlung
    - Karzinogenese
    - Spätwirkung auf gesundes Gewebe und strahleninduzierte Fibrose
    - Genetische (hereditäre) und somatische Mutationen

- Strahlenwirkung auf Embryo und Foetus

- Kenntnis der Wirkung einer Ganzkörperbestrahlung: Akutes Strahlensyndrom (akute Strahlenerkrankung)

- Fähigkeit zur Risikobeurteilung der geringen in der diagnostischen Radiologie und Nuklearmedizin vorkommenden Dosen ionisierender Strahlung.

Literatur

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

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Strahlenbiologie bitte an:
Prof Fernanda Herrera
Radiooncologie
CHUV, Lausanne
Fernanda.Herrera@chuv.ch

Strahlenschutz (Radiologie / Nuklearmedizin)

Ziel

Kenntnisse über den Schutz der beruflich strahlenexponierten Personen, des Individuums, seiner Nachkommen und der Gesamtbevölkerung gegenüber den schädlichen Einflüssen ionisierender Strahlung.

Themen

Strahlenwirkung auf den Organismus

- Beschreibung der historischen Kenntnisentstehung von stochastischen Strahlenwirkungen
- Erklärung des Unterschieds zwischen stochastischen und deterministischen Strahlenwirkungen
- Erklärung des genetischen Risikos
- Erklärung der Auswirkung von ionisierenden Strahlen auf den Embryo

Grundlagen des Strahlenschutzes

- Erklärung der drei Grundsatzprinzipien des Strahlenschutzes (Rechtfertigung (Risiko/Nutzen),

Optimierung und Dosisbegrenzung)
- Erklärung wie Dosisgrenzen etabliert werden
- Erklärung der Dosimetrischen Begriffe (Aequivalentdosis, Effektive Dosis, Wichtungsfaktoren)
- Erklärung des Dosisgrenzwertes für die Bevölkerung und die beruflich exponierten Personen
- Beschreibung der Struktur und der Hierarchie der rechtlichen Grundlagen (Gesetz, Verordnung, Weisung) im Strahlenschutz
- Beschreibung der Unterschiede zwischen geplanter, existierender und notfallmässiger Strahlenexposition und den Expositionskategorien (Bevölkerung, Patient, Arbeitende)

Strahlenschutz-Praxis

- Beschreibung der Rolle und der Verantwortung des Strahlenschutzsachverständigen
- Beschreibung der Ausbildung- und der Fortbildungsverpflichtung für beruflich strahlenexponierte Personen (Arzt, medizinisches Personal)
- Beschreibung der Aufsichtsorgane im Strahlenschutz (BAG, SUVA, ENSI)
- Beschreibung der Verantwortlichkeiten der verschiedenen Akteure (Ärzte, Medizinphysiker, Fachleute für medizinisch-technische Radiologie)
- Beschreibung der Deklarationspflichten gegenüber den Behörden (Zwischenfall, Änderungen etc.) und ihrer Umsetzung
- Beschreibung der Unterschiede zwischen klinischen Audits und Behördeninspektionen
- Erklärung von Patientenschutz vor ionisierender Strahlung und Kenntnis der folgenden Begriffe:
  - Indikationsstellung
  - Schutzmittel und -massnahmen (Zeit, Distanz, Abschirmung)
  - Einfluss von Einstellparametern auf die Dosis und Bildqualität
  - Methoden der Dosisoptimierung
  - Diagnostische Referenzwerte (DRW)
  - Patienteninformationspflicht
- Erklärung des Personalschutzes vor ionisierender Strahlung und Kenntnis der folgenden Begriffe:
  - Schutzmittel und -massnahmen (Zeit, Distanz, Abschirmung)
  - Streustrahlung im Bereich der Durchleuchtungsanlagen und die resultierenden Schutzmethoden
  - Beruflich strahlenexponierte Personen und Personendosimetriepflicht bei externer und interner Strahlenexposition

Qualitätssicherung

- Beschreibung des Konzepts der Qualitätssicherung und der Verantwortung von Bewilligungsinhaber, von Installationsfirmen und von Strahlenschutzexperten
- Beschreibung der verschiedenen Qualitätskontrollen für Röntgenanlagen und Gammakameras
- Beschreibung der verschiedenen Qualitätskontrollen für Befundmonitore und Bilddokumentationssysteme
- Kurze Beschreibung des Inhaltes von Qualitätsprüfungen (Abnahmeprüfung, Zustandsprüfungen, Stabilitätsprüfungen)

Strahlenbelastung der Bevölkerung

- Beurteilung der Dosisgrenzen und Angabe von typischen Jahresdosen der Bevölkerung (durch natürliche und künstliche Strahlenquellen
- Beschreibung der durch diagnostische und therapeutische medizinische Untersuchungen erzeugte Expositionsdosen
- Fähigkeit, das radiologische Risiko auf der Basis der effektiven Dosis zu berechnen
- Kenntnis der Gründe für die Verwendung des schwellenlosen Linearmodelles in der Praxis

Literatur

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

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

Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22.03.1991
(https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19910045/index.html)

Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 27.04.2017
(https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163016/index.html)

Röntgenverordnung (RöV) vom 27.04.2017
(https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163023/index.html)

Der Inhalt der folgenden BAG-Wegleitungen sowie der folgende Link gehören zum Prüfungsinhalt. Dokumente abrufbar unter
Wegleitungen für Röntgenanlagen und radioaktive Stoffe (admin.ch)

- Aufgaben und Pflichten des SV im Bereich der Anwendung ionisierender Strahlung
- Schutz der beruflich strahlenexponierten schwangeren Frau
- Dosimetrie im Spital
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Projektionsradiologie
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) für interventionelle radiologische Anwendungen
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Computertomographie
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Nuklearmedizin
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Mammographie
- Patientensicherheit im Strahlenschutz (link)

Der Inhalt der folgenden BAG-Wegleitungen gehört NICHT zum Prüfungsumfang. Kandidatinnen und Kandidaten müssen aber von deren Existenz Kenntnis haben. Dokumente abrufbar unter

Wegleitungen für Röntgenanlagen und radioaktive Stoffe (admin.ch)

- Kennzeichnung von Röntgenräumen
- Arbeiten mit ionisierender Strahlung im chirurgischen und interventionellen Bereich
- Richtwerte für Ortsdosisleistungen
- Qualitätsprüfungen an Mammographie-Einrichtungen
- Qualitätsprüfungen an digitalen Röntgenanlagen für Aufnahmen und/oder Durchleuchtung
- Qualitätsprüfungen an Computertomografen (CT)
- Anforderungen an medizinische Befundmonitore und die technische Qualitätssicherung
- Qualitätssicherung von Aktivimetern
- Qualitätsprüfungen (QAP) Gammakameras + PET-CT
- Radionuklidtherapie
- Dosimetrie beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen
- Berechnung der Abschirmung von PET-Räumen
- Zugang und Kennzeichnung von Kontrollbereichen und Zonen
- Extremitätendosen
- Anforderungen an die Zubereitung von Radiopharmazeutika
- Medizinisches Strahlenereignis
- Instruktion, Ausbildung und Fortbildung im Strahlenschutz in der Humanmedizin
- Entsorgung Xofigo-Abfälle

Informationen über die klinischen Audits im Strahlenschutz

Informationen über die klinischen Audits im Strahlenschutz (admin.ch)

Medizinische Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung

Diagnostische Strahlenexposition in der Medizin (admin.ch)

Bericht (pdf) der medizinischen Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung abrufbar unter:

https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/std/diagnostische-strahlenexposition-medizin/annual-exposure-of-the-swiss-population-from-medical-imaging-2018.pdf.download.pdf/AnnualExposureOfTheSwissPopulationFromMedicalImaging2018_Viryetal_RadProtDos2021.pdf

Die folgenden Dokumente (DVD) sind verfügbar unter :

Schulungsfilme zum Strahlenschutz für medizinische Betriebe (admin.ch)

DVD : Strahlenschutz in der Nuklearmedizin: Informationen über die Strahlenschutz-Optimierung bei der Anwendung ionisierender Strahlung im Bereich der Nuklearmedizin

DVD : Strahlenschutz in operativen und interventionellen Fachbereichen: Informationen über Strahlenschutzmassnahmen bei Hochdosisanwendungen mit fluoroskopisch gestützter

Bildgebung

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

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Strahlenschutz bitte an:

Dr. Nicolas Stritt,
EDI, BAG, Bereich Gesundheitsschutz, Abteilung Strahlenschutz
Nicolas.Stritt@bag.admin.ch

II. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Wissenschaftstheorie

Lernziele

Kenntnis von grundlegenden statistischen Methoden, Design einer wissenschaftlichen Studie sowie wissenschaftsethischen Fragen.

Der Kandidat soll in der Lage sein

- Publikationen kritisch zu bewerten.
- Selbst eine einfache Studie zu planen, durchzuführen und zu publizieren.
- gegenüber Klinikern als kompetenter Partner in der Bewertung diagnostischer und interventioneller Methoden auftreten zu können.
- sich im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Studien gegenüber Patienten, Koautoren, wissenschaftlichen Zeitschriften und anderen interessierten Stellen korrekt zu verhalten.
- wissenschaftliches Fehlverhalten zu erkennen und zu bewerten.

Themen

Statistik

- Begriffe verschiedener Datentypen (numerische Daten, kategorielle Daten, etc.)
- Sensitivität, Spezifität, diagnostische Treffsicherheit
- Normalverteilung, Nullhypothese, statistische Signifikanz, Konfidenzintervalle,
- Fallzahlberechnung, statistische Testverfahren (gemäss Referenzliteratur), Selection bias
- ROC (receiver operating characteristic) Analyse. Welche Ausgangsdaten sind erforderlich? Welche Frage wird beantwortet? Wie werden ROC-Werte interpretiert?

Studiendesign, wissenschaftsethische Fragen

- Goldstandard, Kontrollgruppe, Randomisierung
- Publikation: Form und Inhalt der einzelnen Kapitel eines wissenschaftlichen Artikels, Formen von wissenschaftlichen Publikationen
- Scientific Misconduct, Plagiat, Mehrfachpublikation, Informed consent, Autorenschaften, Copyright, Conflict of Interest

Literatur

Statistik

- 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

Studiendesign, wissenschaftsethische Fragen

- 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.

Gesundheitsökonomie

Lernziele

- Einfluss gesundheitsökonomischer Regeln und Daten auf die Bildgebung kennen
- Einfluss der Bildgebung auf die Gesundheitsökonomie kennen
- Grundbegriffe der Diagnosis Related Groups (DRG) und ihrer Einführung in der Schweiz kennen

Themen - Grundbegriffe:

- Magisches Viereck der Gesundheitsökonomie
- Cost-Benefit Analysis, Cost-Effectiveness Analysis, Cost-Utility Analysis
- Kosten und ihre Parameter: Fixe Kosten, Variable Kosten, Semi-Fixed Costs, Inkrementale Kosten
- Swiss DRG: Funktionsweise, Wichtige Begriffe (Grouper, Kostengewicht, Grenzverweildauer, Baserate, Case Mix, Case Mix Index, Trim points)
- TARDOC: Struktur und Anwendungsbereich
- Lean Management

Literatur

- 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.
- Rubin GD. Costing in Radiology and Health Care: Rationale, Relativity, Rudiments, and Realities. Radiology. 2017 Feb;282(2):333-347. doi: 10.1148/radiol.2016160749. PMID: 28099106.
- Donnelly LF, Lee GM, Sharek PJ.Costs of Quality and Safety in Radiology. Radiographics. 2018;38:1682-1687. doi: 10.1148/rg.2018180020.
- Informationen zu SwissDRG auf www.swissdrg.org

- Basisinformationen für Gesundheitsfachleute: https://www.swissdrg.org/application/files/5115/0234/7269/170810_SwissDRG_Broschuere.pdf
- Wichtige Begriffe in SwissDRG: https://www.swissdrg.org/de/ueber-uns/kommunikation-1/wichtige-begriffe
- Regeln und Definitionen zur Fallabrechnung unter SwissDRG: https://www.swissdrg.org/application/files/3315/2767/3491/SwissDRG_Falldefinitionen_v8.0.pdf
- TARDOC:
  https://www.news.admin.ch/de/nsb?id=101498
  https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/88295.pdf
  https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/88301.pdf
  https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/88298.pdf

Medizinrecht

Lernziele

- Kenntnis wichtiger Rechte und Pflichten von Patienten und Arzt, soweit in der Radiologie relevant.
- Umgang mit Betäubungsmitteln, klinische Arzneimittelprüfung und Umgang mit Medizinprodukten.
- Kenntnis von Pharmakovigilanz.
- Kenntnis von Ethik-Grundlagen
- Kenntnis der medizinrechtlichen Aspekte der Anwendung Künstlicher Intelligenz

Themen

Arztgeheimnis

- Bedeutung der Begriffe Arztgeheimnis, Berufsgeheimnis, Patientengeheimnis und Amtsgeheimnis
- Kenntnisse zur Entbindung vom Arztgeheimnis
- Verpflichtung, bzw. Ermächtigung des Arztes zur Weiterleitung von Informationen
- Die Rolle der Kantone im Zusammenhang mit dem Arztgeheimnis
- Stellungnahme nach Entbindung vom Arztgeheimnis (mündlich, schriftlich, praktische Regeln)
- Notstand
- Kenntnisse zur Urteilsfähigkeit von Patienten
- Kenntnisse der Regelung der “Vertraulichkeit”
- Kenntnisse der Regelungen für den Arzt als Gutachter
- Kenntnisse über den Unterschied zwischen Straf- und Zivilrecht

Patientenaufklärung

- Zweck, Ausmass und Grenzen der Patientenaufklärung kennen
- Eigenverantwortung des Patienten

- Bundesgerichtsentscheide zur Patientenaufklärung und deren Bedeutung für die ärztliche Tätigkeit kennen
- Recht der Patientinnen und Patienten auf Selbstbestimmung kennen und erklären

Bundesgesetz über Arzneimittel und Medizinprodukte (Heilmittelgesetz,HMG)

- https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20002716/index.html
- Zweck, Geltungsbereich und Begriffe kennen und erklären
- Grundsätze betreffend des Inverkehrbringens und Zulassungsverfahren kennen und erklären
- Grundsätze betreffend Vertrieb, Verschreibung und Abgabe von Arzneimitteln und Medizinprodukten kennen und erklären
- Bestimmungen betreffend klinische Versuche kennen
- Bedeutung des Schweizerischen Heilmittelinstituts kennen

Bundesgesetz über die Krankenversicherung (KVG)

Kenntnisse zu folgenden Punkten

- Grundlagen
- Organisation
- Leistungen
- Leistungserbringer
- Finanzierung

Bundesgesetz über die Betäubungsmittel und die psychotropen Stoffe (BetmG)

Kenntnisse zu folgenden Punkten

- Allgemeines
- Herstellung, Abgabe, Bezug und Verwendung
- Kontrolle
- Strafbestimmungen
- Zentralstelle

Bundesgesetz über die Forschung am Menschen (neues Humanforschungsgesetz vom 30. September 2011 (Stand am 26. Mai 2021))

Kenntnisse zu folgenden Punkten

- Grundsätze
- Aufklärung
- Ethikkommissionen für die Forschung
- Forschungsprojekte klassifizieren
- Transparenz und Datenschutz
- Vorgehen im Rahmen des neuen Humanforschungsgesetz
- Kenntnisse über „good clinical practice“ (GCP)

Verordnung über die Integrität und Transparenz im Heilmittelbereich (VITH) vom 10. April 2019 (Stand am 1. Januar 2020)

Kenntnisse zu folgenden Punkten

- Grundsätze
- Integrität
- Transparenz

Literatur

- «Rechtliche Grundlagen im medizinischen Alltag» Herausgegeben durch die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften SAMW und die FMH (umfasst die meisten Punkte) https://leitfaden.samw.fmh.ch/rechtlicher-leitfaden/inhaltsverzeichnis.cfm
- Bundesgesetz über Arzneimittel und Medizinprodukte (Heilmittelgesetz, HMG, http://www.admin.ch/ch/d/sr/c812_21.html)
- Bundesgesetz über die Krankenversicherung (KVG) (http://www.admin.ch/ch/d/sr/c832_10.html)
- Bundesgesetz über die Betäubungsmittel und die psychotropen Stoffe (BetmG) (http://www.admin.ch/ch/d/sr/c812_121.html)
- Schweizerisches Strafgesetzbuch (SR 311.0 - Schweizerisches Strafgesetzbuch vom 21. Dezember 1937 (admin.ch) (Stand 1. Januar 2022))
- Bundesgesetz über die Forschung am Menschen (Humanforschungsgesetz, HFG,) SR 810.30 - Bundesgesetz vom 30. September 2011 über die Forschung am Menschen (Humanforschungsgesetz, HFG) (admin.ch)
- Verordnung über Klinische Versuche mit Ausnahme der klinischen Versuche mit Medizinprodukten (KlinV): https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/643/de
- Verordnung über die Humanforschung mit Ausnahme der klinischen Versuche (HFV): https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/642/de
- Verordnung über klinische Versuche mit Medizinprodukten (KlinV-Mep):

  https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/553/de
- SGR-SSR Teleradiologie White Paper 2.0 (Publikationen für Fachkräfte - Schweizerische Gesellschaft für Radiologie (sgr-ssr.ch)
- Verordnung über die Integrität und Transparenz im Heilmittelbereich (VITH) und Erläuterungen zur VITH. https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/itw-geldwerte-anreize/integr-transp-obligation.html
- Richtlinie über die Zusammenarbeit von medizinischen Fachpersonen mit der Industrie: Medizin-ethische Richtlinien (samw.ch)
- Künstliche Intelligenz im klinischen Alltag» 20220914_fmh_brosch-ki_d.pdf

Medizinethik

Lernziele

- Grundbegriffe der Medizinischen Ethik kennen
- Kenntnisse zu Ethik in der Forschung
- Kenntnisse zu Ethik in der Radiologie (ESR Code of Ethics)
- Ethische Entscheidungsfindung bei Reanimation im Rahmen des Erwachsenenschutzrechts kennen
- Kenntnisse zu Ethikanträge im Rahmen der Forschung unter dem Gesichtspunkt des Humanforschungsgesetzes

Themen

- Kenntnisse der Grundbegriffe: Autonomie, Würde, Integrität, Vulnerabilität
- Declaration of Helsinki
- Kenntnisse über den Umgang mit Zufallsbefunden in der Forschung

Literatur

- Bundesgesetz über die Forschung am Menschen (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/)
- The American College of Radiology 2024 – 2025 Bylaws (nur Kapitel XI: “ethics and discipline”) https://edge.sitecorecloud.io/americancoldf5f-acrorgf92a-productioncb02-3650/media/ACR/Files/Governance/Bylaws.pdf
- ESR Code of Ethics https://www.myesr.org/app/uploads/2023/08/ESR_2012_ESRCodeofEthics.pdf
- Richtlinie zum Umgang mit Zufallsbefunden in der medizinischen Forschung: https://swissethics.ch/themen/positionspapiere-leitfaden
- SAMW Leitfaden Forschung mit Menschen https://www.samw.ch/de/Ethik/Themen-A-bis-Z/Forschung-mit-Menschen.html

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Wissenschaftstheorie und Gesundheitsökonomie bitte an:

PD Dr. Katharina Martini,
Radiologie, Hirslanden Klinik Zürich, Octorad AG
Katharina.Martini@hirslanden.ch

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Medizinrecht & Medizinethik bitte an:

Prof. Dr. med. Adrian Huber
Radiologie und Nuklearmedizin, Luzerner Kantonsspital
adrian.huber@luks.ch

III. ANATOMIE

Lernziele

Die Kandidaten sollen die Fähigkeit besitzen, auf Röntgenuntersuchungen dargestellte anatomische Strukturen benennen zu können. Sie sollen sichere Zugangswege für bildgebungsgesteuerte Interventionen erkennen.

Themen

Die Kandidaten kennen sämtliche mit den folgenden radiologischen Untersuchungsverfahren darstellbare anatomische Strukturen, inklusive kardiovaskuläres System:

- Konventionelle Röntgenuntersuchungen (Standardeinstellungen)
- Untersuchungen mit Kontrastmitteln (Durchleuchtung, Angiographie)
- Computertomographie (CT)
- Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)
- Ultraschall
- Nuklearmedizinische Methoden (Grundkenntnisse)

Sie kennen die normale Morphologie und Topografie inklusive die wichtigsten Normvarianten.

Es kann auch nach der Lage von pathologischen Strukturen gefragt werden, die auf einer radiologischen Aufnahme erkennbar sind.

Die Kandidaten können mit Hilfe der Anatomiekenntnisse geeignete Zugangswege für bildgebungsgesteuerte Interventionen planen, bzw. gefährdete Strukturen schützen.

Basis-Lehrtext

- 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 2011, Paperback ISBN: 9780702029714, eBook ISBN: 9780702056222

Für fragenbasiertes Lernen (deckt nicht den ganzen Stoff ab)

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

Für internetbasiertes Lernen

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

Für deutsch-sprechende Kandidaten

- Fleckenstein P., Tranum-Jensen J. Röntgenanatomie. Urban & Fischer / Elsevier, 2004, ISBN: 9783437428647

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Anatomie bitte an:

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

FACHSPEZIFISCHER ANHANG RADIOLOGIE

IV.a. APPARATEKUNDE/INFORMATIK

1. Apparatekunde

Lernziele (ausser Informatik)

Grundlagen

Die Kandidaten…

- kennen die Voraussetzungen für Bildqualität
- können Bildrauschen, räumliche Auflösung und Kontrastauflösung erklären
- wissen über die Mechanismen der Bildakquisition Bescheid
- können die Interaktion von Röntgenstrahlung mit dem Patienten erklären (Abschwächung, Erzeugung von Streustrahlung)
- können das ALARA-prinzip in der medizinischen Radiologie anwenden
- kennen das Prinzip und die Funktion der in der medizinischen Bildgebung verwendeten Geräte

Konventionelle Radiologie und Durchleuchtung

Die Kandidaten…

- können die Funktion einer Röntgenröhre erklären (Belastung, Anodentyp und -wärmekapazität)
- kennen den Aufbau und die verschiedenen Typen der in der Durchleuchtung verwendeten Geräte (stationär, C-Bogen-Systeme, mobile)
- kennen den Zweck und die Anwendung von Raster, Filter und Bildschirmen
- kennen die Funktion, den Aufbau und die Vor- und Nachteile von Flachdetektoren

Mammographie

Die Kandidaten…

- kennen die in der Mammographie verwendeten Röntgenröhren
- kennen die in der Mammographie verwendeten Detektoren
- können die Funktion der Brusttomosynthese erklären und kennen ihre Vor- und Nachteile

Computertomographie (CT)

Die Kandidaten…

- kennen den Geräteaufbau der CT

- können das Prinzip der Hounsfieldeinheiten erklären
- können Bilderzeugung und Bildrekonstruktion erklären
- kennen die technische Herkunft der verschiedenen Bildartefakte
- können die Strahlenschutzmassnahmen anwenden
- kennen das Prinzip von Dual-source und Dual-energie Bildgebung

Sonographie/ Doppler

Die Kandidaten…

- kennen den Geräteaufbau
- können das Verhalten von Schallwellen in Materie erklären
- können die Erzeugung und Empfang von Schallwellen erklären
- können das Dopplerprinzip erklären
- kennen die in der Sonographie eingesetzten Kontrastmittel
- kennen die harmonische Bildgebung

Magnetresonanztomographie (MRT)

Die Kandidaten…

- kennen den Geräteaufbau
- kennen die Grundlagen der MR-Bildgebung und das Prinzip der Relaxation
- können die Auswirkung von Magnetfeldern und Hochfrequenzpulsen auf Lebewesen und Umgebung erklären
- kennen die Bilderzeugung und -rekonstruktion
- können parallele Bildgebung erklären
- kennen den Bildkontrast, die räumliche Auflösung, die Signalstärke, und das Bildrauschen
- können den BOLD-Effekt erklären
- können den K-Raum erklären
- kennen die Basis-Bildsequenzen: (Turbo-)spinecho, Gradientenecho
- kennen die verschiedenen Flusseffekte (TOF, kontrastmittelverstärkt)
- können die technische Herkunft der Artefakte erklären
- kennen die Sicherheitsgrundlagen für Gadolinium und spezifische Absorptionsrate
- sind mit der Patienten- und Personalsicherheit vertraut

2. Informatik

Allgemeine Lernziele

Die Kandidaten

- kennen technische Grundlagen eines Computers
- kennen Grundprinzipien digitaler Bilder und daraus resultierende Bildoperationen/Bildtransformationen
- kennen Standards für die Speicherung und den Austausch medizinischer Bilder und assoziierten Befunden
- kennen den Aufbau eines Netzwerks und häufig genutzte Netzwerkprotokolle
- sind mit den Grundlagen der Computersicherheit vertraut
- kennen Konzepte aktueller Themen und Trends (strukturierte Befundung, Künstliche Intelligenz (Machine Learning/Deep Learning), Cloud Computing, Teleradiologie)

Themen

1) Grundlagen

- Wichtigste Bestandteile eines Computers
- PC versus Remote Working
- Grundlagen der Datenverarbeitung: Bit, Byte

2) Digitale Bilder

- Grundlagen
  - Pixel, Voxel, Pixelgrösse, Kantenlänge, Bildmatrix, Bit-Tiefe, Bildgrösse
  - Räumliche Auflösung/Bildschärfe, Graustufenauflösung/Kontrastdynamik

- Bildtransformation zur Unterstützung der Darstellung und Analyse von Bildern
  - Fensterung („window width“ und „window level“)
  - 2D Darstellung von 3D-Daten: MPR, MIP, MinIP
  - 3D Rekonstruktionsverfahren: Surface Rendering, Volume Rendering
  - Spezielle 3D Bildtypen: 3D Angiographie, 3D/4D Ultraschall, 3D Fusion: PET/CT und PET/MR

3) Standards für Speicherung und Austausch medizinischer Daten

- Definitionen und Grundlagen DICOM und HL7
- Wie interagieren DICOM und HL7?

4) Netzwerke und Transferprotokolle

- Definition eines Netzwerkes

- Häufig genutzte Netzwerkprotokolle (TCP/IP)
- Grundlegende Ansätze der Netzwerksicherheit (Firewall, Antivirus)

5) Digital Health – Aktuelle Themen und Trends

- Künstliche Intelligenz
  - Definition und Konzepte
  - Was ist Künstliche Intelligenz?
  - Was sind Unterschiede von Machine Learning und Deep Learning?
  - Welche Einsatzmöglichkeiten gibt es für CAD-Systeme?
- Teleradiologie
  - Konzept Telemedizin und Teleradiologie
  - Organisatorische Rahmenbedingungen
- Radiomics
  - Prinzip und Funktion

Literatur (Apparatekunde und Informatik)

Allgemein

- Sensakovic WF, Huda W. Review of Radiologic Physics. Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins, 5th edition, 2024

Konventionelle Radiologie/Flachbilddetektoren:

- 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. RadoGraphics 2019; 39: 413-426

Ultraschall

- 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 practial approach. RadioGraphis 2015; 25:1922-1939

MRT

- Weishaupt D, Köchli VD, Marincek B. Wie funktioniert MRI? Springer, 7. Auflage, 2014
- Kastler G, Vetter D, Patay Z, Germain P. Comprendre l'IRM. Manuel d'auto-apprentissage. 7ème edition 2011. Elsevier Masson
- https://www.magnetomworld.siemens-healthineers.com/publications/mr-basics (die drei Kapitel Magnets, Spins and Resonances; Magnets, Flows and Artifacts und MR Glossary)
- Kanal E, Barkovich AJ, Bell C, et al. ACR Guidance Document on MR Safe Practices: AJR 2007; 188 (6): 1447-74

Informatik

- Kapitel 1:

- Indrajit I, Alam A. Computer hardware for radiologists: Part I. Indian J Radiol Imaging. 2010 Aug;20(3):162-7. doi: 10.4103/0971-3026.69346. PMID: 21042437; PMCID: PMC2963745. (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2963745/)

- Kapitel 2:
  - Agrawal JP, Erickson BJ, Kahn CE Jr. Imaging Informatics: 25 Years of Progress. Yearb Med Inform. 2016 Jun 30;Suppl 1(Suppl 1):S23-31. doi: 10.15265/IYS-2016-s004. PMID: 27362590; PMCID: PMC5171495. (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5171495/)
  - Perandini S, Faccioli N, Zaccarella A, Re T, Mucelli RP. The diagnostic contribution of CT volumetric rendering techniques in routine practice. Indian J Radiol Imaging. 2010 May;20(2):92-7. doi: 10.4103/0971-3026.63043. PMID: 20607017; PMCID: PMC2890933.
- Kapitel 3:
  - Agrawal JP, Erickson BJ, Kahn CE Jr. Imaging Informatics: 25 Years of Progress. Yearb Med Inform. 2016 Jun 30;Suppl 1(Suppl 1):S23-31. doi: 10.15265/IYS-2016-s004. PMID: 27362590; PMCID: PMC5171495. (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5171495/)
- Kapitel 4:
  - Pant R. Computer networks in radiology: An introduction. Indian J Radiol Imaging. 2009 Oct-Dec;19(4):318-21. doi: 10.4103/0971-3026.57219. PMID: 19881114; PMCID: PMC2797750. (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2797750/)
- Kapitel 5:
  - Artificial Intelligence/Machine Learning/Deep Learning:
    - European Society of Radiology (ESR). What the radiologist should know about artificial intelligence - an ESR white paper. Insights Imaging. 2019 Apr 4;10(1):44. doi: 10.1186/s13244-019-0738-2. PMID: 30949865; PMCID: PMC6449411. (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6449411/)
    - Montagnon, E., Cerny, M., Cadrin-Chênevert, A., Hamilton, V., Derennes, T., Ilinca, A., Vandenbroucke-Menu, F., Turcotte, S., Kadoury, S., & Tang, A. (2020). Deep learning workflow in radiology: a primer. Insights into Imaging, 11(1), 1–15. https://doi.org/10.1186/S13244-019-0832-5
  - Teleradiologie:
    - https://sgr-ssr.ch/wp-content/uploads/2020/02/SGR-SSR-White-Paper-Teleradiologie-2.0-DE.pdf
  - Radiomics
    - van Timmeren, J. E., Cester, D., Tanadini-Lang, S., Alkadhi, H., & Baessler, B. (2020). Radiomics in medical imaging—"how-to" guide and critical reflection. Insights into Imaging, 11(1), 1–16. https://doi.org/10.1186/S13244-020-00887-2
    - McCague, C., Ramlee, S., Reinius, M., Selby, I., Hulse, D., Piyatissa, P., Bura, V., Crispin-Ortuzar, M., Sala, E., & Woitek, R. (2023). Introduction to

radiomics for a clinical audience. Clinical Radiology, 78(2), 83–98. https://doi.org/10.1016/J.CRAD.2022.08.149

Für Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen in Apparatekunde (CT, US, Mammographie und Durchleuchtung) wenden Sie sich bitte an:

Prof. Sabine Schmidt Kobbe,
CHUV, département de radiologie
Sabine.Schmidt@chuv.ch

Für Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen in MRI wenden Sie sich bitte an:

Prof Matthias Stuber
CHUV, département de radiologie
Matthias.Stuber@chuv.ch

Für Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Informatik wenden Sie sich bitte an:

PD Dr Andreas Hötker
USZ, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
Andreas.Hoetker@usz.ch

V.a. GRUNDLAGEN DER RADIOLOGIE

Pharmakologie/Reanimation

Zielsetzung

Verständnis der in der Radiologie üblicherweise verwendeten Pharmaka mit besonderem Fokus auf Kontrastmittel. Dies umfasst die Prophylaxe und Therapie von Zwischenfällen mit Kontrastmitteln sowie die Kenntnis der am häufigsten eingesetzten Medikamente in der bildgebungsgesteuerten Schmerztherapie. Darüber hinaus ist die Kenntnis der Grundprinzipien der Wiederbelebung und der Massnahmen bei medizinischen Notfällen erforderlich.

Lernstoffumfang

1. Vertiefte Kenntnisse der in der Radiologie häufig eingesetzten oder zu berücksichtigenden Arzneimittel einschliesslich aller Notfallmedikamente und Gegenmittel:
    - Analgetika,
    - (Lokal)-anästhetika,
    - Propofol,
    - Benzodiazepine (Midazolam, Diazepam),
    - Adrenalin,
    - Betablocker (Esmolol, Metoprolol),
    - Atropin,
    - H1- Antihistaminika,
    - Corticosteroide (systemisch und lokal),
    - Schilddrüsenpräparate (Thyreostatika, L-Thyroxin),
    - Nitrate,
    - Furosemid,
    - Antiasthmatika (Sauerstoff, Salbutamol),
    - Spasmolytika (Butylscopolamin , Glucagon),
    - Gastroenterologika (Metoclopramid, Laxativa),
    - Antikoagulanzien (Heparine, Warfarin, direkte orale Antikoagulanzien),
    - Thrombolytika (Acetylsalicylsäure, Clopidrogel, Fibrinolytika),
    - Metformin,
    - Infusionslösungen.
2. Klinische verwendete Röntgen-, Magnetresonanz- sowie Ultraschallkontrastmittel.
3. Prophylaxe und Therapie der Kontrastmittelreaktionen unter Einbezug der ESUR-Leitlinien.
4. Umgang mit Notfallsituationen und Grundsätze der Reanimation beherrschen.

Empfohlene Literatur

Allgemeine Pharmakologiebücher, sowie:

- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media: https://www.esur.org/wp-content/uploads/2022/03/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. Siehe auch unter http://www.erc.edu
- Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation 161(2021): 98-114. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009
- Arzneimittelinformation – Fachinformationen aller Schweizer Medikamente: siehe http://www.swissmedicinfo.ch (für die oben genannten Substanzgruppen oder Präparate)
- Skript des Vorbereitungskurses für die 1. Teilprüfung (J. Fröhlich)

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen (Pharmakologie):
Dr. John Fröhlich
KlusLab, Witikonerstr. 115, 8032 Zürich.
John.froehlich@kluslab.ch

Befundtechnik und Qualitätssicherung

Zielsetzung

Kenntnis wichtiger qualitätsfördernden Massnahmen in der Radiologie, insbesondere Guidelines, Appropriateness Criteria, Einteilung und Messung verschiedener Formen der Effizienz radiologischer Untersuchungen und Interventionen.

Themen

- Appropriateness Criteria am Beispiel des American College of Radiology: Ziele, Aufbau und allgemeiner Inhalt von Appropriateness Criteria.
- Effizienz der Bildgebung: Definition und Bedeutung der verschiedenen Effizienzstufen nach Thornbury, Probleme bei der Messung der Effizienz in der Radiologie sowie mögliche Lösungen.
- Konzept und Prinzipien der Evidenz-basierten Medizin
- Grundprinzipien der Qualitätsverbesserung, Standard Operating Procedure
- Standardized reporting: Reporting and Data Systems; Beispiel BI-RADS: Was ist das? Wozu dient es?
- Massnahmen zur Steigerung der Befundqualität (insb. Standard reporting).

Literatur

- 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™: https://www.acr.org/Clinical-Resources/Clinical-Tools-and-

Reference/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: https://www.acr.org/Clinical-Resources/Clinical-Tools-and-Reference/Reporting-and-Data-Systems

- Thornbury JR. Intermediate Outcomes: Diagnostic and Therapeutic Impact. Acad Radiol 1999;6 (suppl 1). S58-S65
- Nobel, J.M., Kok, E.M. & Robben, S.G.F. Redefining the structure of structured reporting in radiology. Insights Imaging 11, 10 (2020). https://doi.org/10.1186/s13244-019-0831-6
- European Society of Radiology (ESR). ESR paper on structured reporting in radiology. Insights Imaging 9, 1–7 (2018). https://doi.org/10.1007/s13244-017-0588-8

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Befundtechnik/Qualitätssicherung bitte an:

PD Dr. Katharina Martini
Radiologie, Hirslanden Klinik Zürich, Octorad AG
Katharina.Martini@hirslanden.ch

FACHSPEZIFISCHER ANHANG NUKLEARMEDIZIN

IV. b. APPARATEKUNDE / INFORMATIK / RADIOPHARMAZIE

1. Apparatekunde

Themen

Messtechnik:

- Aufbau und Eigenschaften von Szintillations- und anderen Detektoren
- Gammaspektrometer, Sekundärelektronenverstärker, Photomultiplier
- Aktivimeter, Aufbau von Messplätzen für in-vivo-/in-vitro-Messungen (Bohrloch)

Gammakamera, SPECT und SPECT/CT

- Aufbau, technische und Abbildungseigenschaften von Gammakameras
- Kollimatoren (Typen, Eigenschaften, Einsatzgebiete etc.)
- Bildakquisition (statisch, dynamisch, Auflösung, Bildqualität, Artefakte etc.)
- SPECT (physikalisches Prinzip, Akquisition, Auflösung, Sinogramme, Artefakte, gated SPECT etc.)
- Bildverarbeitung (gefilterte Rückprojektion, iterative Rekonstruktion, Absorptionskorrektur)
- Filter (physikalische Grundlagen, Filtertypen, Eigenschaften etc.)

Positronenemissionstomographie (PET/CT und PET/MR)

- PET/CT Geräte (Aufbau, Leistungsparameter)
- PET/MR Geräte (Grundlagen der Gerätekonfigurationen, Schwächungskorrektur)
- Absorptionskorrektur, Rekonstruktionsalgorithmen, Bildbearbeitung, Filter (siehe SPECT)

CT: Physikalische Prinzipien und Technik

Ultraschall: Physikalische Prinzipien und Technik der Sonographie der Schilddrüse und der Halsweichteile

Qualitätskontrollen

- Rechtsgrundlagen
- Art und Häufigkeit der Kontrollen
- SPECT/CT-spezifische Kontrollen
- PET/CT-spezifische Kontrollen

Literatur

- Richtlinien des BAG zur Qualitätskontrolle (L-09-01, L-09-04):

  https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html

- Wegleitung des BAG zur Qualitätsprüfung an Computertomographen (R-08-08)

  https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html

- Gopal B. Saha: Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 4th edition, Springer, 2013 (auch als e-Book).
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; 4. Edition Thieme / Thieme e-Ref, 2008.
- Janis P. O'Malley, Harvey A. Ziessman: Nuclear Medicine an Molecular Imaging: The Requisites; 5th edition, Elsevier, 2020.
- M. Hofer: Ultrasound Teaching Manual, 4th edition, Thieme, 2020 (auch als e-Book).
- M. Hofer: CT Teaching Manual, 5th edition, Thieme, 2021 (auch als e-Book).
- IAEA Human Health series No. 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)

Fragen bezüglich Apparatekunde Nuklearmedizin bitte an:

Prof. Dr. med. Martin Hüllner
Nuklearmedizin, Universitätsspital Zürich
martin.huellner@usz.ch

2. Informatik

Themen

Aufbau eines Computers

- Kenntnisse der Hauptbestandteile eines Computers
- Grundlagen der Datenverarbeitung: Bit, Byte

Digitale Bilder: Grundlagen

- Vertiefte Kenntnis folgender Begriffe: Bildmatrix, Pixel, Voxel, räumliche Auflösung, Auflösung in Graustufen (bit-depth), Beziehung zwischen Aufnahmeparametern, Bildrauschen und Kontrast, Speicherbedarf
- Häufig verwendete Rekonstruktionsalgorithmen und ihre Eigenschaften
- Analyse und Darstellung von Bildern: wichtigste Bildformate, Komprimierung von Bildern, Darstellung und Fensterung („window“ und „level“), 3D-Darstellungen
- Netzwerke und Transferprotokolle: Internet, Intranet, Schutzbarrieren („firewall“), DICOM-Standard
- PACS („Picture Archiving and Communication System"): Elemente, Bedeutung der Begriffe RIS (“Radiological Information System”), HIS (“Hospital Information System”)

Literatur

- The DICOM standard, Teil 1: Introduction and Overview, Kapitel 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

Fragen bezüglich Informatik in der Nuklearmedizin bitte an:

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

3. Radiopharmazie

Zielsetzung

- Kenntnis der Herstellungsmethoden der in der Nuklearmedizin zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken genutzten Radionuklide
- Kenntnis des Funktionsprinzips und der Elutionscharakteristika eines ^{99}Mo-/^{99m}Tc-Generators
- Kenntnis der Charakteristika (Herstellung, Qualitätskontrolle) der in der konventionellen Nuklearmedizin am häufigsten genutzten Radiopharmaka (Kitpräparationen)
- Kenntnis und Charakteristika wichtiger in der Positronenemissionstomographie (PET) eingesetzter Radiopharmaka
- Kenntnis der wichtigsten zur Therapie genutzten Radiopharmaka
- Kenntnis der Prinzipien eines individuellen, diagnostikbasierten Therapieansatzes („theranostics“)

Themen

Radionuklide:

- Produktion von Radioelementen (Zyklotronprodukte, Reaktorprodukte, Generator-produkte)
- Gammastrahler, Beta-„-“, Beta-„+“ und Alpha-Strahler

Radiopharmazeutika:

- Definition
- Radiochemische Reinheit, Markierungsausbeute
- Biokinetik, Biodistribution, Stoffwechsel, Ausscheidung
- Biologische und effektive Halbwertszeit
- In-vivo und in-vitro Qualitätskontrollen

Radiopharmazeutika für die konventionelle nuklearmedizinische Diagnostik:

- Phosphonate
- MIBI, Tetrofosmin
- MAG_3, DTPA, DMSA
- ECD, HMPAO
- Kolloide
- Ioflupane (DatSCAN®)
- ^{123}I
- Pertechnetat (^{99m}Tc)
- MAA, zu inhalierende Radiopharmazeutika
- MIBG, Octreotid
- HIDA
- Antigranulozyten-Antikörper
- Markierung von Blutzellen

Radiopharmazeutika für die PET-Diagnostik:

- 2-Fluoro-2-desoxyglucose (^{18}F-FDG)
- ^{18}F-Cholin
- Fluoroethyltyrosin (^{18}F-FET)
- ^{18}F-DOPA
- ^{68}Ga-DOTA-Somatostatinanaloga
- ^{68}Ga-PSMA-11 / ^{18}F-PSMA-1007
- Kurzlebige PET-Nuklide (^{15}O, ^{13}N, ^{82}Rb, ^{11}C)
- ^{18}F-Florbetapir, ^{18}F-Florbetaben, ^{18}F-Flutemetamol

Radiopharmazeutika / Radionuklide für die Therapie:

- I-131
- Y-90, Re-186-HEDP, Er-169, Lu-177-DOTA-Peptide, Lu-177-PSMA
- Sr-89, Sm-153
- Ra-223
- Ho-166-PLA

Gesetzliche Bestimmungen

- Wirkung, Eignung, registrierte Radiopharmazeutika

Literatur

- Gopal B. Saha: Fundamentals of Nuclear Pharmacy, 6th Edition, 2010. ISBN 978-1-4419-5859-4
- EANM guidelines: http://www.eanm.org/publications/guidelines
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2008. ISBN 978-3-13-118504-4
- Janis P. O'Malley, MD, Harvey A. Ziessman, MD and James H. Thrall, MD: Nuclear Medicine and Molecular Imaging: The Requisites, 5th Edition, 2020. ISBN 978-0-32-353037-8
- Informationen des BAG zu Strahlenanwendungen in der Nuklearmedizin, abrufbar im Internet unter: https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlenanwendungen-in-der-medizin/strahlenanwendungen-in-der-nuklearmedizin.html

Fragen bezüglich Radiopharmazie bitte an:

PD Dr. Michael Wissmeyer
Nuklearmedizin Stadtspital Triemli
mailto:MichaelPeter.Wissmeyer@triemli.zuerich.ch

Dr. Gilles Allenbach

Nuklearmedizin HFR Kantonsspital Freiburg
gilles.allenbach@h-fr.ch

V.b. GRUNDLAGEN DER NUKLEARMEDIZIN

1. Biologische und epidemiologische Grundlagen

Zielsetzung

- Kenntnis der physiologischen und pathophysiologischen Grundlagen, auf denen die nuklearmedizinischen Verfahren basieren.
- Kenntnis der Epidemiologie der Erkrankungen, bei denen die Nuklearmedizin für die Diagnostik und die Therapie eine Rolle spielt.
- Kenntnis der nuklearmedizinischen Anwendungen bei Kindern und Erwachsenen.

Themen

Physiologie und Pathophysiologie

- Muskuloskelettales System
- Respirationstrakt
- Kardiovaskuläres und cerebrovaskuläres System
- Endokrinologie
- Gastrointestinaltrakt
- Wichtige cerebrale Rezeptorsysteme (Dopamin, GABA)
- Urogenitaltrakt (inkl. Renin-Angiotensin-System)

Onkologie

- Inzidenz, Prävalenz
- Epidemiologie
- Staging
- Spezifische und unspezifische Radiopharmaka für die Tumorbildgebung
- Therapien (stadiengerechte Therapie)

Immunologie

- Immunoglobuline: Typen und Subtypen
- Biokinetik
- Immun-Szintigraphie/Radioimmun-Therapie: Prinzipien und Grundlagen

Literatur

- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2008. ISBN 978-3-13-118504-4
- Janis P. O'Malley, MD, Harvey A. Ziessman, MD and James H. Thrall, MD: Nuclear Medicine

and Molecular Imaging: The Requisites, 5th Edition, 2020. ISBN 978-0-32-353037-8

- Guidelines der Europäischen Gesellschaft für Nuklearmedizin: https://eanm.org/publications/guidelines/overview/

Fragen bezüglich Grundlagen der Nuklearmedizin bitte an:

PD Dr. Dorothee Hillen,

MRI Zürich

dhillen@mri-roentgen.ch

2. Pharmakologie

Zielsetzung

- Kenntnis der wichtigsten Medikamente, die in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie eingesetzt werden. Insbesondere Medikamente welche zur Prämedikation nuklearmedizinischer Untersuchungen oder zur Behandlung gängiger Nebenwirkungen nuklearmedizinischer Therapien eingesetzt werden können.
- Kenntnis der verschiedenen, möglichen Interaktionen zwischen Medikamenten und Radiopharmaka, die in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie vorkommen können.
- Kenntnis der bei der CT und MRI allgemein gebräuchlichen Kontrastmittel, Prophylaxe und Therapie des Kontrastmittelzwischenfalls.
- Kenntnis des Einflusses von medikamentösen Therapien auf die Bildqualität und die Aussagekraft nuklearmedizinischer Tests.

Themen

1. Medikamente, welche im Rahmen der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie eingesetzt werden:
    - Analgetika,
    - (Lokal)-anästhetika,
    - Benzodiazepine (Midazolam, Diazepam),
    - Adrenalin,
    - Betablocker
    - Vasodilatatroen, insb. Adenosin, Regadenoson
    - Atropin,
    - H1- Antihistaminika,
    - Corticosteroide (systemisch und lokal),
    - Schilddrüsenpräparate (Thyreostatika, Schilddrüsenhormone, rhTSH),
    - Nitrate,
    - Furosemid,
    - Antiasthmatika (u.a. Sauerstoff, Salbutamol),
    - Spasmolytika (n-Hyoscin, Glucagon),
    - Gastroenterologika (Antiemetika, Laxativa),
    - Antikoagulanzien (Heparine, Warfarin, direkte orale Antikoagulanzien),
    - Thrombolytika (Acetylsalicylsäure, Clopidrogel, Fibrinolytika),
    - Orale Antidiabetika, Insulinpräparate
    - Infusionslösungen

    Für genannte Stoffklassen Kenntnis der grundlegenden Eigenschaften, Indikationen und Kontraindikationen, Wirkungen und Nebenwirkungen

2. Medikamentöse Interaktionen
    - Aufnahme von meta-Iodo-Benzyl-Guanidin (MIBG)

- Aufnahme von Jod in die Schilddrüse
- Medikamenteninteraktionen bei dopaminerger Bildgebung

3. Allgemeine Prinzipien der CT-Kontrastmittel:

- Pharmakokinetik
- Kontraindikationen und Vorsichtsmassnahmen
- Verträglichkeit und Nebenwirkungen
- Wechselwirkung mit anderen Pharmaka

4. Prophylaxe und Therapie der Kontrastmittelreaktion

- Allgemeine Prinzipien der Anaphylaxie und Toxizität
- Symptomatik: Zeitpunkt des Auftretens, Schweregrad, Häufigkeit
- Pathophysiologie
- Patientenaufklärung, Prävention, Risikoklassierung und Anamnese
- Nachversorgung des Patienten
- Guidelines
- Umgang mit Notfallsituationen und Grundsätze der Reanimation beherrschen

5. Umgang mit Notfallsituationen und Grundsätze der Reanimation beherrschen.

Empfohlene Literatur

Allgemeine nuklearmedizinische Lehrbücher (z.B. Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2007. ISBN 978-3-13-118504-4) sowie allgemeine Pharmakologiebücher, (z.B. L üllmann H. et al: Pocket atlas of pharmacology. Stuttgart, New York: Thieme Publishers, 2017 / ISBN 9783132410657; 5th edition, auch auf Deutsch erhältlich) sowie:

- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media: https://www.esur.org/wp-content/uploads/2022/03/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. Siehe auch unter http://www.erc.edu
- Olasveengen TM , Semeraro F, Ristagno G et al. : European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation 161(2021) 98 – 114.https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009
- Arzneimittelinformation – Fachinformationen aller Schweizer Medikamente: siehe http://www.swissmedicinfo.ch (für die oben genannten Substanzgruppen oder Präparate)
- Dodd A, Hughes A, Sargant N et al.: Evidence updated for the treatment of anaphylaxis. Resuscitation 163(2021) 86-96.

Fragen bezüglich Pharmakologie in der Nuklearmedizin bitte an:

Dr. Ole Maas,

Kantonsspital St. Gallen,
olechristopher.maas@h-och.ch