

1. TEILPRÜFUNG

zur Erlangung des Facharztstitels
Radiologie und des Facharztstitels
Nuklearmedizin (Ausgabe 2022/23)

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: 14. Juni 2022

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
Rekursmöglichkeit	5
Gegenstandskatalog	6
I. Biophysikalische Grundlagen / Strahlenschutz	6
Strahlenphysik	6
Strahlenbiologie	8
Strahlenschutz (Radiologie / Nuklearmedizin).....	9
II. Allgemeine Grundlagen	14
Wissenschaftstheorie.....	14
Qualitätssicherung und -förderung	15
Gesundheitsökonomie	16
Medizinrecht	17
Medizinethik.....	20
III. Anatomie.....	22
Fachspezifischer Anhang Radiologie	24
IV.a. Apparatikunde / Informatik	24
1. Apparatikunde	24
2. Informatik.....	26
V.a. Grundlagen der Radiologie.....	30
Pharmakologie/Reanimation.....	30
Fachspezifischer Anhang Nuklearmedizin	32
IV. b. Apparatikunde / Informatik / Radiopharmazie	32
1. Apparatikunde	32
2. Informatik.....	34
3. Radiopharmazie.....	35
V.b. Grundlagen der Nuklearmedizin	38
1. Biologische und epidemiologische Grundlagen.....	38
2. Pharmakologie.....	40

ÜBERSICHT

Der Gegenstandskatalog basiert auf den aktuell geltenden Weiterbildungsprogrammen zur Erlangung des Facharztstitels Radiologie der SGR-SSR und des Facharztstitels 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/QM/GÖ	25	15	2
	Medizinrecht		6	
	Medizinethik		4	
III. Anatomie	Radiologische Anatomie (davon 10 Fragen aus der Nuklearmedizin)	80		4
IV. Apparatkunde	Siehe fachspezifischen Anhang	30		4
Va. Grundlagen der Radiologie	REA	20	4	3
	Pharmakologie		16	
Vb. Grundlagen der Nuklearmedizin	Siehe fachspezifischen Anhang	20		3

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Fragetypen

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

Zu 4 (5) Fragen werden 4 (5) (A-D) (E) mögliche Antworten vorgegeben. Diese Antworten müssen den Fragen zugeordnet werden. Es kann vorkommen, dass eine Antwort zweimal oder nie richtig ist. Jede korrekt beantwortete Einzelfrage gibt einen Punkt.

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 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 nach der Prüfung nicht möglich.

Nächste 1. Teilprüfung:

10. März 2023
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 (K_a), Absorbierte Dosis (D), Äquivalenzdosis (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,

CHUV, Institute of Radiation Physics (IRA)

Francois.Bochud@chuv.ch

Strahlenbiologie

Zielsetzung

Kenntnis haben von Interaktionen zwischen ionisierenden Strahlen und lebender Materie.
 Als künftiger Radiologe / künftige Radiologin Publikumsfragen betreffend Strahlen und Strahlengefährdung adäquat beantworten können.

Themen

- Physikalische und chemische Wirkung der Energieabsorption (Strahlenbiologische Wirkungskette)
- Strahlenschädigungen von Zellen
 - Strahleninduzierter Zelltod
 - Schaden an DNA und Chromosomen; Reparationsmechanismen
 - Membranschaden
 - Regelung der intrazellulären Signalübermittlung
 - Genomregulung
 - Rolle der Mikroumgebung
- Abhängigkeiten der biologischen Strahlenwirkung:
 - Dosis (Zell-Überlebenskurven)
 - Dosisleistung
 - Strahlenqualität und Relative Biologische Wirksamkeit (RBW)
 - Sauerstoff und andere Chemikalien
 - Zellzyklus
- Strahlenschutzstoffe
- Strahlentherapie und Immunantwort
- Gewebsreaktionen
- Späteffekte der Bestrahlung:
 - Karzinogenese
 - Genetische (vererbare) und somatische Veränderungen
 - Späteffekt auf das gesunde Gewebe und strahleninduzierte Fibrose
 - Strahlenwirkung auf Embryonen und Foeten
- Akute Wirkung der Ganzkörperbestrahlung
- Strahlenrisiken in der Radiodiagnostik und diagnostischen Nuklearmedizin

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 Marie-Catherine Vozenin

Radiooncologie

CHUV, Lausanne

Marie-Catherine.Vozenin@chuv.ch

Strahlenschutz (Radiologie / Nuklearmedizin)

Ziel

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

Themen

Strahlenwirkung auf den Organismus

- Beschreibung der historischen Kenntniserstehung von stochastischen Strahlenwirkungen
- Erklärung des Unterschieds zwischen stochastischen und deterministischen Strahlenwirkungen
- Erklärung des generischen 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 (Äquivalentdosis, 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 Expositions-kategorien (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 Personendosimetrie-pflicht 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 gehört zum Prüfungsumfang. Dokumente abrufbar unter <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html> :

- Aufgaben und Pflichten des SV im Bereich der Anwendung ionisierender Strahlung
- Schutz der beruflich strahlenexponierten schwangeren Frau
- Dosimetrie im Spital
- Schuttmittel für Patienten, Personal und Dritte in der Röntgendiagnostik
- 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

Der Inhalt der folgenden BAG Wegleitungen gehört NICHT zum Prüfungsumfang. Kandidatinnen und Kandidaten müssen aber von deren Existenz Kenntnis haben. Dokumente abrufbar unter <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html> :

- 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 Strahlenergebnis
- Instruktion, Ausbildung und Fortbildung im Strahlenschutz in der Humanmedizin
- Entsorgung Xofigo-Abfälle

[Informationen über die klinischen Audits im Strahlenschutz \(admin.ch\)](https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/informationen-fuer-medizinische-betriebe/clinical-audits.html)

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

Medizinische Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung

Dokumente abrufbar unter:

<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/informationen-fuer-medizinische-betriebe/schulungsfilme-medizinische-betriebe.html>

- DVD V: Strahlenschutz am CT: Informationen über die Strahlenschutz-Optimierung bei der Anwendung ionisierender Strahlung im Bereich der Computertomographie
- DVD IV: Strahlenschutz in der Nuklearmedizin: Informationen über die Strahlenschutz-Optimierung bei der Anwendung ionisierender Strahlung im Bereich der Nuklearmedizin
- DVD II: Strahlenschutz bei interventionellen Untersuchungen: 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, Abteilung Gesundheitsschutz, Einheit Strahlenschutz
Nicolas.Stritt@bag.admin.ch

II. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Wissenschaftstheorie

Zielsetzung

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.

Qualitätssicherung und -förderung

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
- Decision support
- Standardized reporting: Reporting and Data Systems; Beispiel BI-RADS: Was ist das? Wozu

dient es?

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™: <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>
- Beispiel von 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

Gesundheitsökonomie

Zielsetzung

- 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)
- TARMED: 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.
- 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/wichtige-begriffe>
- Regeln und Definitionen zur Fallabrechnung unter SwissDRG:
https://www.swissdrg.org/application/files/3315/2767/3491/SwissDRG_Falldefinitionen_v8.0.pdf
- TARMED:
<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/versicherungen/krankenversicherung/krankenversicherung-leistungen-tarife/Aerztliche-Leistungen-in-der-Krankenversicherung/Tarifsystem-Tarmed.html>

Medizinrecht

Zielsetzung

Kenntnis wichtiger Rechte und Pflichten von Patienten und Arzt, soweit in der Radiologie relevant, Umgang mit Betäubungsmitteln, klinische Arzneimittelprüfung und Umgang mit Medizinprodukten,

Pharmakovigilanz, Ethik-Grundlagen.

Themen

Arztgeheimnis

- Bedeutung der Begriffe Arztgeheimnis, Berufsgeheimnis, Patientengeheimnis und Amtsgeheimnis
- 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
- Urteilsfähigkeit
- Vertraulichkeit
- Der Arzt als Gutachter
- Kenntnisse über den Unterschied zwischen Straf- und Zivilrecht

Patientenaufklärung

- Zweck, Ausmass und Grenzen der Patientenaufklärung
- Eigenverantwortung des Patienten
- Bundesgerichtsentscheide zur Patientenaufklärung und deren Bedeutung für die ärztliche Tätigkeit
- Recht der Patientinnen und Patienten auf Selbstbestimmung

Bundesgesetz über Arzneimittel und Medizinprodukte (Heilmittelgesetz, HMG)

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

Bundesgesetz über die Krankenversicherung (KVG)

- Grundlagen
- Organisation
- Leistungen
- Leistungserbringer

- Finanzierung

Bundesgesetz über die Betäubungsmittel und die psychotropen Stoffe (BetmG)

- 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))

- 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)

- 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)
- Martin J, Guillod O. Arztgeheimnis. Schweizerische Aerztezeitung 2000; 37: 2053-2059 (www.saez.ch)
- Kuhn HP. Operationsaufklärung – eine Optimierungsaufgabe. Schweizerische Aerztezeitung 2000; 34: 1838-1851 (www.saez.ch)
- Der Arzt als Gutachter ([Kapitel 7: Der Arzt als Gutachter \(fmh.ch\)](http://www.fmh.ch))
- 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))
- Recht der Patientinnen und Patienten auf Selbstbestimmung, Droit des patientes et patients à l'autodétermination (Schweiz Ärztezeitung. 2006;87(03):103-110)
- 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>

Medizinethik

Zielsetzung

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

Themen

- Grundbegriffe: Autonomie, Würde, Integrität, Vulnerabilität
- Declaration of Helsinki
- Zufallsbefunde 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/>)
 - ACR - "code of Ethics" Guidelines <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Governance/Code-of-Ethics.pdf> (nur Kapitel XI)
 - 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. Schweizerische Ärztezeitung 2014; 95: 256-258 (<https://bullmed.ch/fr/resource/jf/journal/file/view/article/saez/fr/bms.2014.02207/BMS-02207.pdf>)
 - [Richtlinie zum Umgang mit Zufallsbefunden in der medizinischen Forschung: swissethics | Positionspapiere](http://www.swissethics.ch) (www.swissethics.ch)
- Gute Übersicht:
- https://swissethics.ch/doc/swissethics/manual_research_nov2015_d.pdf

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Wissenschaftstheorie, Gesundheitsökonomie und Qualitätssicherung/-förderung bitte an:

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

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

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

III. ANATOMIE

Zielsetzung

Der Kandidat soll die Fähigkeit besitzen, auf Röntgenuntersuchungen dargestellte anatomische Strukturen benennen zu können. Er soll sichere Zugangswege für bildgebungsgesteuerte Interventionen erkennen.

Themen

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)

Normale Morphologie und Topographie inklusive Normvarianten.

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

Die Anatomiekenntnisse sollen dem Kandidaten in Zukunft erlauben, für bildgebungsgesteuerte Interventionen geeignete Zugangswege zu planen bzw. gefährdete Strukturen zu 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 2010, 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, eBook ISBN: 9783540309734

Für internetbasiertes Lernen

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

Für deutsch-sprechende Kandidaten

- Fleckenstein P., Trantum-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. Apparatkunde

Zielsetzung

Kenntnis von Prinzip und Funktion der in der Radiologie verwendeten Apparate und Hilfsmittel.
Anwendung des Prinzips ALARA in der Radiologie.

Themen

Grundlagen

- Bildqualität/ Rauschen/ Kontrast/ Auflösung
- Mechanismen der Bildakquisition
- Wechselwirkung der Röntgenstrahlung im Patienten (Abschwächung, Erzeugung von Streustrahlung)

Konventionelle Radiologie

- Röhren (Belastung, Anodentyp und -wärmekapazität)
- Kontrast, Auflösung, Rauschen
- Raster, Bilddetektoren, Bildschirme
- Anlagentypen (stationär, C-Bogen-Systeme, mobile)
- Funktion und Sensibilität der Detektoren

Mammographie

- Aufbau der Anlage
- Röntgenröhren für die Mammographie
- Detektoren für Mammographie
- Tomosynthese

Durchleuchtung/Fluoroskopie

- Aufbau der Anlage
- Anlagentypen (gepulste Strahlung)
- Detektoren (Bildverstärker, flat panel detector)
- Echtzeit Durchleuchtung
- Videofluoroskopie/ DSA
- Blenden/ Filter

Computertomographie (CT)

- Geräteaufbau
- Hounsfield-Units
- Bilderzeugung und Bildrekonstruktion
- Artefakte
- Strahlenschutzmassnahmen
- Dual-source und Dual-energie Bildgebung

Sonographie/ Doppler

- Geräteaufbau
- Verhalten von Schallwellen in Materie
- Erzeugung und Empfang von Schallwellen
- Kontrastmittel
- Harmonische Bildgebung

Magnetresonanz

- Geräteaufbau und -komponenten
- Grundlagen der Bildgebung, Relaxation
- Auswirkung von Magnetfeldern und Hochfrequenzpulsen auf Lebewesen und Umgebung
- Bilderzeugung und -rekonstruktion
- Bildkontrast, Auflösung, Signalstärke, Rauschen
- Technik der Bilderzeugung: K-Raum
- Basis-Bildsequenzen: (Turbo-)spinecho, Gradientenecho
- Flusseffekte (TOF, kontrastmittelverstärkt)
- Artefakte
- Sicherheit (Patient, Personal)

2. Informatik

Themen

1) Grundlagen

- Wichtigste Bestandteile eines Computers
- Unterschied PC und Thin Client; Begriff VDI
- 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

- Grundlagen DICOM
- Grundlagen HL7
- Begriffe und Zusammenspiel RIS, PACS, HIS, KIS und Langzeitarchivierung

4) Netzwerke und Transferprotokolle

- Definition Netzwerkprotokoll
- Die drei „Pfeiler“ für Netzwerksicherheit: Authentizität, Vertraulichkeit, Integrität
- Häufig genutzte Netzwerkprotokolle (TCP/IP, ftp, sftp, WWW, IMAP, POP3, DICOM, HL7)
- Begriffe: Firewall, Proxy, Web Application, Firewall, VPN, Verschlüsselung

5) Digital Health – Aktuelle Themen und Trends

- Begriffe: structured reporting, Machine Learning/Deep Learning, Cloud Computing,, Teleradiologie, EPD

Literatur (Apparatekunde und Informatik)

Allgemein

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

Konventionelle Radiologie/Flat Panel:

- 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 practical approach. RadioGraphics 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
- <http://www.healthcare.siemens.de/magnetic-resonance-imaging/magnetom-world/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:
 - <http://www.elektronik-kompodium.de/>; [How Does a Computer Work and What Is Inside? \(makeuseof.com\)](#)
 - [Was ist ein Thin Client? \(ip-insider.de\)](#); [thin client | Definition & Facts | Britannica](#)
 - [What is a Thin Client? Defined, Explained, and Explored | Forcepoint](#)
- Kapitel 2:
 - [Definitionen Pixel Voxel Bildmatrix Pixelgrösse Grauauflös... | Kursunterlagen 1 Teilprüfung | Repetico](#); Karteikarten 204-225
 - [Digital Imaging Characteristics | Radiology Key](#)
 - [Radiopaedia.org, the wiki-based collaborative Radiology resource](#)
- Kapitel 3:
 - [Digital Imaging and Communications in Medicine – Wikipedia](#)
 - <https://www.dicomstandard.org/current>; Part 1, Kapitel 1.1 und 1.2
 - [Über HL7 – HL7 Deutschland](#)
 - [Health Level 7 – Wikipedia](#)
- Kapitel 4:
 - [Was ist ein Netzwerk-Protokoll? \(ip-insider.de\)](#)

- [Grundlagen der Netzwerk-Sicherheit \(elektronik-kompodium.de\)](#)
- [What is Network Security? Defined, Explained, and Explored | Forcepoint](#)
- Kapitel 5:
 - Structured Reporting:
 - [Structured Reporting - Schweizerische Gesellschaft für 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:
 - [BSI - Grundlagen - Cloud Computing Grundlagen \(bund.de\)](#)
 - [Was ist Cloud Computing? Leitfaden für Einsteiger | Microsoft Azure](#)
 - [What Is Cloud Computing? A Beginner's Guide | Microsoft Azure](#)
 - Teleradiologie: SGR-SSR: Empfehlungen des Ressort Bildkommunikation der SGR-SSR zur Teleradiologie http://sgr-ssr.ch/file/2016/05/PFG_SGR-SSR_White-Paper-Teleradiologie_DE_v2.1_2014.pdf
 - [What is Teleradiology? A Definition of Services & History - eVisit](#)
 - EPD: [Was ist das elektronische Patientendossier \(EPD\)?](#)

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Apparatekunde bitte an:

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

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Informatik bitte an:

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

V.a. GRUNDLAGEN DER RADIOLOGIE

Pharmakologie/Reanimation

Zielsetzung

Kenntnis der in der Radiologie allgemein gebräuchlichen Pharmaka unter besonderer Berücksichtigung der Kontrastmittel, Prophylaxe und Therapie des Kontrastmittelzwischenfalls sowie der am häufigsten verwendeten Medikamente bei bildgebungsgesteuerter Schmerztherapie. Kenntnis der Reanimationsgrundsätze und Massnahmen bei medizinischen Notfällen.

Lernstoffumfang

1. Vertiefte Kenntnisse der in der Radiologie häufig eingesetzten oder zu berücksichtigenden Arzneimittel einschliesslich aller Notfallmedikamente (inkl. Antidota):
 - Analgetika,
 - (Lokal)-anästhetika,
 - Propofol,
 - Benzodiazepine (Midazolam, Diazepam),
 - Adrenalin,
 - Betablocker (Esmolol, Metoprolol),
 - Atropin,
 - H1- Antihistaminika,
 - Corticosteroide (systemisch und lokal),
 - Schilddrüsenpräparate (Thyreostatika, L-Thyroxin),
 - Nitrate,
 - Furosemid,
 - Antiasthmatica (Sauerstoff, Salbutamol),
 - Spasmolytika (n-Hyoscin, Glucagon),
 - Gastroenterologika (Metoclopramid, Laxativa),
 - Antikoagulanzen (Heparine, Warfarin, direkte orale Antikoagulanzen),
 - Thrombolytika (Acetylsalicylsäure, Clopidrogel, Fibrinolytika),
 - Metformin,
 - Infusionslösungen.
2. Klinische verwendete Röntgen-, Magnetresonanz- sowie Ultraschallkontrastmittel.
3. Prophylaxe und Therapie der Kontrastmittelreaktion 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: 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. Siehe auch unter <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>
- 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.
- Skript des Vorbereitungskurses für die 1. Teilprüfung (J. Fröhlich)

Weiterführende Literatur

- Lüllmann H. et al: Pocket atlas of pharmacology. Stuttgart, New York: Thieme Publishers, 2017 / ISBN 9783132410657 (5th edition, auch auf Deutsch erhältlich).

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen (Pharmakologie):

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

FACHSPEZIFISCHER ANHANG

NUKLEARMEDIZIN

IV. b. APPARATEKUNDE / INFORMATIK / RADIOPHARMAZIE

1. Apparatekunde

Themen

Messtechnik:

- Aufbau und Eigenschaften von Szintillations- und anderen Detektoren
- Gammaskpektrometer, 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-09-02, 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.
- 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 (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. Gerhard W. Görres
Nuklearmedizin Bürgerspital Solothurn

gerhard.goerres@gawnet.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 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ -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
- Perchnetat ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)
- 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)

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

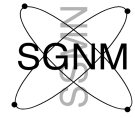
Gesetzliche Bestimmungen

- 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, 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
- 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>

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

- 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 der Europäischen Gesellschaft für Nuklearmedizin:
<http://www.eanm.org/publications/guidelines>

Fragen bezüglich Grundlagen der Nuklearmedizin bitte an:

Dr. Marie Nicod-Lalonde
Service de Médecine nucléaire
Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV)
Marie.Nicod-Lalonde@chuv.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
- Vasodilatatoren, insb. Adenosin, Regadenoson
- Atropin,
- H1- Antihistaminika,
- Corticosteroide (systemisch und lokal),
- Schilddrüsenpräparate (Thyreostatika, Schilddrüsenhormone, rhTSH),
- Nitrate,
- Furosemid,
- Antiasthmatica (Sauerstoff, Salbutamol),
- Spasmolytika (n-Hyoscin, Glucagon),
- Gastroenterologika (Metoclopramid, Laxativa),
- Antikoagulanzen (Heparine, Warfarin, direkte orale Antikoagulanzen),
- 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

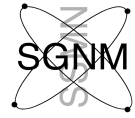
5. Umgang mit Notfallsituationen und Grundsätze der Reanimation beherrschen.

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. Lüllmann 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: 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. Siehe auch unter <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>
- 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@kssg.ch