

Lernzielkatalog Q11 – Universitätsmedizin Mainz

Querschnittsbereich 11

Bildgebende Verfahren, Strahlenbehandlung, Strahlenschutz

Dieser Lernzielkatalog ist eine Adaptation des Lernzielkataloges Q11 der Universitätsklinik Kiel und basiert im Wesentlichen auf dem Schweizer Lernzielkatalog.

Inhalt

1. Strahlenschutz
2. Diagnostische und Interventionelle Radiologie
3. Neuroradiologie
4. Nuklearmedizin
5. Strahlentherapie

1. Strahlenschutz (P1)

- 1.1. Verordnungen/Gesetze/Richtlinien zum Strahlenschutz (national/international)
- 1.2. Gültigkeitsbereich der Strahlenschutzverordnung
- 1.3. Anwendungsbereich der Röntgenverordnung
- 1.4. Grundsätze beim Einsatz von Röntgenstrahlung am Menschen
- 1.5. Verantwortlichkeiten beim Betrieb einer Röntgeneinrichtung
 - 1.5.1. Strahlenschutzverantwortliche
 - 1.5.2. Strahlenschutzbevollmächtigte
 - 1.5.3. Strahlenschutzbeauftragte
 - 1.5.4. Aufsichtsbehörde
- 1.6. Strahlenschutzbereiche Überwachungsbereich, Kontrollbereich und Sperrbereich
 - 1.6.1. Dosisleistungsgrenzwerte
 - 1.6.2. Zugangsregeln
 - 1.6.3. Aufenthaltsregeln
 - 1.6.4. Kennzeichnung
- 1.7. Kategorien beruflich strahlenexponierter Personen
 - 1.7.1. Jahresgrenzwerte der Ganzkörperexposition
 - 1.7.2. Ermittlung der Körperdosis
 - 1.7.3. Tragen des amtlichen Dosimeters
- 1.8. **Fachkunde im Strahlenschutz**
- 1.9. Anwendung von **Röntgenstrahlung am Menschen**

2. Diagnostische und Interventionelle Radiologie

2.1. Technische Grundprinzipien der bildgebenden Verfahren (V1, P1,P2,P4)

2.1.1. Röntgen/Durchleuchtung

- 2.1.1.1 Aufbau der Röntgenröhre
- 2.1.1.2 Schwächungsgesetze
- 2.1.1.3 Strahlenrelief
- 2.1.1.4 Strahlenqualitäten (Hart- und Weichstrahltechnik)
- 2.1.1.5 Aufbau und Funktion eines Film-Folien-Systems
- 2.1.1.6 Unterschiede zwischen Röntgen mit Film-Folien-Systemen und Digitaler Radiographie

2.1.2 Zusammensetzung und Funktionsweise positiver und negativer Kontrastmittel, Jod- und Barium-haltiger Kontrastmittel

2.1.3 Angiographie

- 2.1.3.1 Prinzip der digitalen Subtraktion von Maske und Füllungsbild

2.1.4 Computertomographie

- 2.1.4.1 Aufbau des Computertomographen
- 2.1.4.2 Prinzip der gefilterten Rückprojektion und seine Bedeutung für die Ortskodierung
- 2.1.4.3 Bedeutung der Hounsfield-Einheiten in Zusammenhang mit Center und Window (Weite und Lage des Grauwertfensters)

2.1.5 Sonographie

- 2.1.5.1 Zusammenhang von Prinzipien der Schallausbreitung und Bildentstehung (B-Bild)
- 2.1.5.2 Doppler-Prinzip
- 2.1.5.3 Bedeutung der Ankopplung (Ultraschallgel)
- 2.1.5.4 Zusammenhang von Schall-Frequenz, Eindringtiefe und Ortsauflösung

2.1.6 Kernspintomographie (

- 2.1.6.1 Bedeutung der sich überlagernden Magnet-Felder für die Bildentstehung (statisches Feld, Gradienten, Anregungspuls)
- 2.1.6.2 Prinzip der Ortskodierung (Phasen- und Frequenzkodierung und Signalanalyse durch Fourier-Transformation)
- 2.1.6.3 Unterschied zwischen T1- und T2-Wichtung
- 2.1.6.4 prinzipieller Unterschied zwischen Spinecho- und Gradientenecho-Sequenzen
- 2.1.6.5 Funktion der beiden Hauptkomponenten (Gadolinium und Chelat) der wichtigsten MRT-Kontrastmittel

2.2 Klassische Indikationsstellungen für die verschiedenen bildgebenden Verfahren (V1-V13, P4-P11)

- 2.2.1 Ortsauflösung
- 2.2.2 Weichteilkontrast
- 2.2.3 Abbildung kalzifizierter Strukturen
- 2.2.4 zeitliche Auflösung
- 2.2.5 Untersuchungsaufwand und –zeit in Zusammenhang mit der Patientencompliance
- 2.2.6 Strahlenbelastung
- 2.2.7 Möglichkeit der bed-side-Diagnostik

- 2.3 Wesentliche Kontraindikationen der verschiedenen bildgebenden Verfahren, insbesondere im Hinblick auf die folgenden Aspekte: (V1-V13, P4-P11)
 - 2.3.1 Schwangerschaft
 - 2.3.2 Strahlenbelastung
 - 2.3.3 Kontrastmittelnebenwirkungen
 - 2.3.4 Platzangst
 - 2.3.5 Herzschrittmacher und andere elektronische Implantate
 - 2.3.6 Implantate und intrakorporale Fremdkörper

- 2.4 Risiken und Nebenwirkungen von Kontrastmitteln (P1)
 - 2.4.1 Nephrotoxizität,
 - 2.4.2 Hyperthyreose
 - 2.4.3 Interaktion mit anderen Medikamenten
 - 2.4.4 Allergie /Anaphylaxie
 - 2.4.5 Prämedikationen
 - 2.4.6 Notfallmedikation
 - 2.4.7 vorbereitende Labordiagnostik

- 2.5 Anwendungsgebiete und Kontraindikationen von Barium-haltigen und Jod-haltigen Kontrastmitteln bei der Diagnostik des Magen-Darm-Traktes (Notfall-/Elektivdiagnostik) (V5)

- 2.6 Untersuchungsablauf und Patientenvorbereitung (V2-V13, P4-P11)
 - 2.6.1 Röntgen / Durchleuchtung
 - 2.6.1.1 Röntgenaufnahmen des Thorax und des Skeletts und Mammographie
 - 2.6.1.2 Mammadiagnostik als Einheit von Anamneseerhebung, klinischer Untersuchung, Mammographie und Sonographie
 - 2.6.1.3 Kolonkontrasteinlauf und Enteroklysma (Sellink)

 - 2.6.2 Angiographie
 - 2.6.2.1 Diagnostische Angiographie
 - 2.6.2.2 Seldinger-Prinzip
 - 2.6.2.3 Kaliber der Schleusen und Diagnostik-Katheter
 - 2.6.2.4 Verschluss der Punktionsstelle (manuelle Kompression, Druckverband, Verschlussysteme)

 - 2.6.3 Computertomographie
 - 2.6.3.1 Untersuchungsablauf bei typischen CT-Untersuchungen, insbesondere des Körperstamms (z.B. Staging oder Polytrauma) und Schädel-CT

 - 2.6.4 Sonographie
 - 2.6.4.1 Untersuchungsablauf bei der Sonographie des Abdomens und Retroperitoneums
 - 2.6.4.2 Häufige Probleme und ihre Auswirkungen auf den Untersuchungsablauf (Darmgasüberlagerung, Adipositas, Noncompliance)

 - 2.6.5 Kernspintomographie
 - 2.6.5.1 Untersuchungsablauf bei typischen MRT-Untersuchungen: Schädel, Wirbelsäule/Spinalkanal, Gelenk (Schulter, Hüfte, Knie), Oberbauch.
 - 2.6.5.2 Notwendigkeit der köpernahen Applikation jeweils geeigneter Empfangsspulen

- 2.7 Technisches Prinzip der häufigsten vaskulären und nichtvaskulären Interventionen (V11-V12, P7)
 - 2.7.1 Perkutane transluminale Angioplastie (PTA) ohne und mit Stentimplantation
 - 2.7.2 Lokale Thrombolyse
 - 2.7.3 Lokale Thrombusfragmentation
 - 2.7.4 Thrombusaspiration
 - 2.7.5 Selektive/superselektive arterielle Embolisation
 - 2.7.6 Perkutane transhepatische Gallenwegsdrainage
 - 2.7.7 CT- oder Ultraschallgesteuerte Punktion zur Biopsie oder Abszessdrainage

- 2.8 Funktionsprinzip der wesentlichen interventionellen Instrumente und Materialien (V11-V12, P7)
 - 2.8.1 Ballonkatheter
 - 2.8.2 Ballonexpandierbarer Stent
 - 2.8.3 Selbstexpandierbarer Stent
 - 2.8.4 Stentgraft einschließlich endovaskuläre Aortenprothese
 - 2.8.5 Embolisate (flüssige ~, Partikel, Spiralen)
 - 2.8.6 Feinnadel- und Stanzbiopsie-Nadeln
 - 2.8.7 Abszess-Drainagekatheter

- 2.9 Prinzipien zur Beurteilung der technischen Bildgüte und zur medizinischen Auswertung einfacher Röntgenaufnahmen (Thorax, Abdomens und Skelett) (V2-V6, V9-V10, P8, P10, P11)

- 2.10 Abbildungsprinzipien bei der Röntgendiagnostik von Frakturen und Luxationen (V9- V10, P10)
 - 2.10.1 Zwei Ebenen
 - 2.10.2 Mitabbildung benachbarter Gelenke
 - 2.10.3 Gehaltene Aufnahmen
 - 2.10.4 Seitenvergleich

- 2.11 Bildgebende Diagnostik des Akuten Abdomens (V7)

- 2.12 Benennung typischer pathologischer Bild-Befunde (Röntgen, Angiographie, Computertomographie, Kernspintomographie) und ihrer Differentialdiagnosen
 - 2.12.1 Identifikation eines großen Lungenrundherdes im Thoraxbild
Differentialdiagnosen: Bronchialkarzinom / Metastase (P11)
 - 2.12.2 Identifikation einer großen zerebralen Raumforderung im Kontrastmittel-CT - Differentialdiagnosen: Metastase / hirneigener Tumor / Abszess (P12)
 - 2.12.3 Identifikation ausgedehnter pulmonaler Infiltrate - Differentialdiagnosen: pneumonische Infiltrate / Lungenödem / Z.n. Lungenkontusion (P11)
 - 2.12.4 Identifikation einer fokalen Leberläsion im Kontrastmittel-CT - Differentialdiagnosen: Hämangiom / Metastase / Leberzellkarzinom / Adenom / Abszess (P4, P8)
 - 2.12.5 Identifikation stenosierender und okkludierender Gefäßprozesse des peripheren Gefäßsystems sowie der Koronargefäße (P9)

- 2.13 Ausgeprägte und augenfällige Röntgen-Befunde von akuter Relevanz
 - 2.13.1 Großer Pleuraerguss (P11)
 - 2.13.2 Großer Pneumothorax (P11)
 - 2.13.3 Ausgedehnte pulmonale Infiltrate (P11)
 - 2.13.4 Dislozierter Trachealtubus (P11)
 - 2.13.5 Große Mengen freier intraabdominaler Luft (V7, P8)
 - 2.13.6 Ausgeprägte ileustypische Röntgenbefunde (V7, P8)
 - 2.13.8 Luxationen großer Gelenke (V9, V10, P10)

- 2.14 PACS (Picture Archive and Communicating System) und RIS (Radiologie-

Informationssystem) (V1, P1)

2.14.1 Bilderzeugende Geräte / Workstations zur Bildnachbearbeitung,
-befundung und -demonstration

2.14.2 Digitales Archiv

2.14.3 Periphere Bildbetrachtungsgeräte auf den Stationen

3. Neuroradiologie

- 3.1 Allgemeine Aspekte der neuroradiologischen Bildinterpretation (V20-V23)
 - 3.1.1 Typische in der Neuroradiologie verwendete bildgebende Modalitäten/Geräte (MRT, CT, DSA)
 - 3.1.2 Technische Grundlagen dieser Modalitäten (siehe Punkt 2.1)
 - 3.1.3 Vor- und Nachteile dieser Modalitäten unter klinischen, diagnostischen und Strahlenschutz-Aspekten (siehe Punkt 2.1)
 - 3.1.4 Typische MRT-Sequenzen (T2, T1, Flair, DWI) für die Darstellung von Gehirn oder Wirbelsäule
 - 3.1.5 Charakteristika des Schwerpunktes Neuroradiologie (Zuweiser, häufigste Krankheitsbilder, Kombination aus Diagnostik und interventioneller Therapie)
 - 3.1.6 **Grundlegende Systematik der neuroradiologischen Diagnostik**
 - 3.1.6.1 Frage der Raumforderung (intrinsisch / extrinsisch)
 - 3.1.6.2 Frage der BHS – Störung
 - 3.1.6.3 Frage der Liquorzirkulationsstörung
 - 3.1.7 **anatomische Grundlagen**
- 3.2 **SHT (Schädel-Hirn-Trauma) (V20-V23)**
 - 3.2.1 Systematik (offenes / geschlossenes SHT)
 - 3.2.2 geschlossenes SHT (Einklemmung / Folgen der Einklemmung)
 - 3.2.2.1 epidurales Haematom
 - 3.2.2.2 subdurales Haematom (akutes/subakutes/chronisches)
 - 3.2.2.3 Hirnkontusion (Kontusionsblutung, diffuse axonale Schädigung)
 - 3.2.2.4 Spätfolgen des SHT (Atrophie, Krampfleiden)
- 3.3 **Tumoren (V20- V23, P12)**
 - 3.3.1 **Systematik der Hirntumoren**
 - 3.3.1.1 (WHO-Klassifikation)
 - 3.3.1.2 Lokalisation (intrinsisch / extrinsisch)
 - 3.3.1.2 Kontrastmittelverhalten
 - 3.3.1.2 Spektroskopie / Perfusion
 - 3.3.2 **Wichtige Charakteristika im Bild bei typischen Hirntumoren**
 - 3.3.2.1 **intrinsische** : z.B. Glioblastom / Metastasen
 - 3.3.2.2 **extrinsische** : z. B. Meningeom, Akustikusneurinom
- 3.4 **Schlaganfall (V20-V23, P12)**
 - 3.4.1 **Differenzialdiagnosen** des klinischen Symptoms Schlaganfalls
 - 3.4.1.1 intrakranielle Blutungen und DD Aetiologie
 - 3.4.1.2 Ischämie
 - 3.4.2 **Penumbra-Konzept** als pathophysiologische Grundlage der Schlaganfallsbehandlung
 - 3.4.3 **Mismatch-Konzept** der Schlaganfall-Diagnostik
 - 3.4.4 **Frühzeichen des Schlaganfalls** in der CT
 - 3.4.4.1 Rinden-/ Markveränderungen
 - 3.4.4.2 positives Gefäßzeichen
 - 3.4.5 **zeitgemäße neuroradiologische Therapie** des Schlaganfalls (siehe auch Punkt 3.5)
- 3.5 **Neuroradiologische Interventionen / therapeutische Eingriffe (Fallvorstellung Neuroradiologie)**
 - 3.5.1 **Indikationen** für neuroradiologische Interventionen

- 3.5.1.1 Aneurysmablutung
 - 3.5.1.1.1 akut: Coiling
 - 3.5.1.1.2 im Verlauf: Spasmyolyse
- 3.5.1.2 Schlaganfallbehandlung
 - 3.5.1.2.1 akut: (mechanische / chemische Thrombektomie)
 - 3.5.1.2.2 perakut (prophylaktisch): Stenttherapie (intra- / extrakraniell)
- 3.5.1.3 Embolisation von Tumor, Fistel, AVM

3.6 Sonstige häufige Erkrankungsbilder in der NR-Diagnostik (P12, V22)

3.6.1 Entzündliche ZNS-Erkrankungen

- 3.6.1.1 Virale Encephalitis (Herpes-E., ADEM)
- 3.6.1.2 Multiple Sklerose mit typischen MRT-Zeichen
- 3.6.1.3 Bakterielle Meningitis

3.7 Neuroradiologie der Wirbelsäule und des Spinalkanals (P12, V23)

- 3.7.2 Bildgebung zur Abklärung von Rückenschmerzen
 - 3.7.2.1 Nativ-Diagnostik (Röntgen)
 - 3.7.2.2 MRT
 - 3.7.2.3 CT
 - 3.7.2.4 Myelographie
- 3.7.3 Anatomie lumbaler spinaler Wurzeln am MRT-, CT- und Röntgenbild
- 3.7.4 Häufige Ursachen von Rückenschmerzen, die auch in der MRT/CT differenziert werden können
 - 3.7.4.1 degenerative Veränderungen (Spinalkanalstenose, Bandscheibenvorfall, Spondylarthrosen)
 - 3.7.4.2 entzündliche Veränderungen (z.B. Abszess, Spondylodiszitis)
- 3.7.5 MRT und CT-Diagnostik spinaler Tumoren

4. Nuklearmedizin

- 4.1 Konzepte des Radiopharmakons sowie des Tracerprinzips (V 24)
- 4.2 Physikalische Grundlagen radioaktiver Stoffe (V 24)
 - 4.2.1 Isotope
 - 4.2.2 Isobare
 - 4.3.3 Kernaufbau
- 4.3 Wirkung der verschiedenen Strahlenqualitäten (V 24)
 - 4.3.1 Alphastrahlung
 - 4.3.2 Betastrahlung
 - 4.3.3 Gammastrahlung
- 4.4 Aufbau und Funktion einer Gamma-Kamera (V 24)
- 4.5 Prinzip und Befunde der Skelettszintigraphie bei typischen Indikationen (V 24, P13)
 - 4.5.1 planar
 - 4.5.2 SPECT
 - 4.5.3 Ein- oder Mehrphasenszintigraphie
- 4.6 Indikationsstellung zur Radiosynoviorthese und ihre klinische Anwendung)
- 4.7 Punktionszugänge zu den häufig therapierten Gelenken
 - 4.7.1 Knie
 - 4.7.2 OSG
 - 4.7.3 Handgelenk
 - 4.7.4 Finger mit Daumensattelgelenk
- 4.8 Anwendung und Indikationsstellung der palliativen Schmerztherapie bei Knochenmetastasen unter Verwendung osteotroper Radiopharmaka (P14)
- 4.9 Nuklearmedizinische Nierendiagnostik (V 24, P13)
 - 4.9.1 Technische Durchführung der Nierenfunktionsszintigraphie mit Tc-99m-MAG3, Tc-99m-DTPA und Tc-99m-DMSA
 - 4.9.2 Anwendung der Nierenfunktionsszintigraphie bei Frage nach Nierenarterienstenose
- 4.10 Prinzip der Lungenventilations- und Lungenperfusionsszintigraphie
 - 4.10.1 Differentialdiagnostik einer Lungenarterienembolie (P 13, V 25)
- 4.11 Prinzip der Anreicherung von Iod-Isotopen in der Schilddrüse (V 26, P14)
 - 4.11.1 Differenzialdiagnosen von Schilddrüsenfunktionsstörungen
 - 4.11.2 Unterscheidung zwischen hypo- und hyperfunktionellen Knoten
- 4.12 Diagnostik (Klinik, Labor, Sonographie, Szintigraphie) benignen und malignen Schilddrüsenerkrankungen (V 26, P14)
- 4.13 Wirkungsweise der Radioiodtherapie bei benignen und malignen Schilddrüsenerkrankungen (V 26, P14)
- 4.14 Einsatz und technischer Ablauf der Myocardperfusionsszintigraphie (V 25)
- 4.15 Tracer der nuklearmedizinischen Herzdiagnostik
 - 4.15.1 Tc-99m-MIBI
 - 4.15.2 TI-201
 - 4.15.3 F18-FDG

- 4.16 Typische Befunde einer Belastungsischämie und eines Myocardinfarktes (V 25)
- 4.17 Einsatz und technische Abläufe der nuklearmedizinischen Hirndiagnostik (V 25)
 - 4.17.1 Perfusion
 - 4.17.2 Stoffwechsel
- 4.18 Sinn und Zweck der nuklearmedizinischen Hirndiagnostik mit verschiedenen Radiopharmaka bei wichtigen neurologischen Fragestellungen (V25)
 - 4.18.1 Epilepsie
 - 4.18.2 Erkrankungen der Basalganglien
 - 4.18.3 Neurodegenerative Erkrankungen
- 4.19 Prinzip der Rezeptorzintigraphie mittels PET und SPECT (V27)
- 4.20 Indikationen zur nuklearmedizinischen Diagnostik mit I-123 MIBG und In-111 Octreotid bzw. Ga-68-DOTATOC
- 4.21 Prinzip von kombinierter Diagnostik und Therapie in der Nuklearmedizin am Beispiel von I-123- und I-131-MIBG und Tc-99m-HDP und Sm-153-EDTMP
- 4.22 Ganzkörperszintigramme typischer Befunde in der MIBG- und Octreotid-Diagnostik
- 4.23 Durchführung, Indikationen und wichtigste Nebenwirkungen der Therapie mit radiomarkierten Somatostatin-Analoga (V27, P14)
- 4.24 Verschiedene Radiopharmazeutika zur nuklearmedizinischen Entzündungsdiagnostik
- 4.25 Technisches Prinzip der Positronenemissionstomographie (V 25)
- 4.26 Wertigkeit der FDG-PET/CT bei Staging, Re-Staging und Therapiekontrolle bei wichtigen Malignomen (V27)
- 4.27 Differentialindikationen zur F18-FDG PET (V 27)
- 4.28 PET-Befunde von Patienten mit malignen Erkrankungen und ggf. mit entzündlichen Herden (V27)

5. Strahlentherapie (P3, P13)

- 5.1 Therapiegeräte in der Strahlentherapie (V17)
- 5.2 Technische Unterschiede der Teletherapie und Brachytherapie (V17)
- 5.3 Grundlagen der Strahlenbiologie (V17)
 - 5.3.1 Fraktionierung
 - 5.3.2 Tumor und Normalgewebe
 - 5.3.3 Toleranzdosiskonzept
 - 5.3.4 Strahlenempfindliche Organe
- 5.4 Strahlenempfindliche und strahlenresistente Tumoren (V16, V18)
- 5.5 Zielvolumenkonzept (V17)
 - 5.5.1 Gross Tumor Volume - GTV
 - 5.5.2 Clinical Target Volume - CTV
 - 5.5.3 Planning Target Volume - PTV
 - 5.5.4 Treated Volume - TV
- 5.6 Grundlagen der Bestrahlungsplanung (CT, Röntgensimulator)
 - 5.6.1 Kurativ
 - 5.6.2 Palliativ
 - 5.6.3 Adjuvant
 - 5.6.4 Neoadjuvant
- 5.7 Bestrahlungstechniken der Teletherapie (V18)
 - 5.7.1 Einzelfeldbestrahlung
 - 5.7.2 Mehrfeldbestrahlung
 - 5.7.3 Gegenfeldbestrahlung
 - 5.7.4 Bewegungsbestrahlung
- 5.8 Applikationsformen der Brachytherapie (V19)
 - 5.8.1 Intrakavitär
 - 5.8.2 Intraluminal
 - 5.8.3 Interstitiell
 - 5.8.4 Kontaktbestrahlung
 - 5.8.5 Temporäre Implantate
 - 5.8.6 Permanente Implantate
- 5.9 Bedeutung der Strahlentherapie bei M. Hodgkin (V16)
- 5.10 Bedeutung der Strahlentherapie bei NHL (V16)
- 5.11 Indikation, Durchführung und mögliche Nebenwirkungen einer Strahlentherapie bei folgenden Tumoren (V16, V17, V18, V19)
 - 5.11.1 Mammakarzinom
 - 5.11.2 Prostatakarzinom
 - 5.11.3 Kopf-Hals Tumoren
 - 5.11.4 Kolorektale Tumoren
 - 5.11.5 Bronchialkarzinom
 - 5.11.6 Cervixkarzinom
 - 5.11.7 Corpuskarzinom