

ALLGEMEINE INFORMATIONEN		
Name des Unterrichtsfaches	Nuklearmedizin	
Träger des Unterrichtsfaches	Prof. dr. sc. Ivan Mihaljević	
Mitarbeiter		
Studienprogramm	Integriertes universitäres Vordiplom - und Diplomstudium der Medizin in deutscher Sprache	
Status des Unterrichtsfaches	Pflichtfach	
Studienjahr	Viertes Studienjahr, 8. Semester	
Leistungspunkte und Unterrichtsdurchführung	ECTS Studienleistungskoeffizient	3
	Stundenzahl (V+S+Ü)	40 (15+10+15)
BESCHREIBUNG DES UNTERRICHTSFACHES		
Ziele des Unterrichtsfaches		
<p>Kennenlernen der diagnostischen und therapeutischen Verfahren in der Nuklearmedizin und der Indikationen für deren Anwendung sowie das Kennenlernen von Arbeitsspezifika mit offenen Strahlungsquellen und Grundsätzen des Strahlenschutzes. Die Studenten sollten nach dem absolvierten Fach in der Lage sein, die Indikationen für die häufigsten diagnostischen und therapeutischen Verfahren in der Nuklearmedizin nach Berücksichtigung der Prinzipien der Notwendigkeit, Optimierung und Dosisgrenzwerte zu verstehen. Kennenlernen hybrider Bildgebungsverfahren und Strahlenschutzprinzipien. Kennenlernen der häufigsten Schilddrüsenerkrankung, rationale Diagnostik und Wahl des therapeutischen Ansatzes.</p>		
Voraussetzungen für die Einschreibung des Unterrichtsfaches		
Keine besonderen.		
Lernergebnisse auf der Ebene des Studienprogramms, zu denen das Unterrichtsfach beiträgt		
1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 4.1, 4.2		
Für das Unterrichtsfach erwartete Lernergebnisse		
Kenntnisse		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschreibung der Radiopharmaka, Aufzählung und Unterscheidung zwischen Arten von Radioisotopen, die man in der Nuklearmedizin am häufigsten verwendet, sowie Erklärung der unterschiedlichen Bioverteilung einzelner Radiopharmaka. Beschreibung der Herstellung von Radiopharmaka und ihrer physikalischen Eigenschaften. Das ideale Radiopharmakon. 2. Beschreibung der Instrumentierung in der Nuklearmedizin und Grundsätze der Erzeugung des planaren Bildes mittels Gammakamera, sowie Grundlagen der Rekonstruktion bei der Einzelphotonen-Emissions-Tomografie (SPECT) und Positronen-Emissions-Tomografie (PET) 3. Beschreibung und Erkennung des zusätzlichen Beitrags von hybriden Technologien (SPECT/CT und PET/CT) 4. Aufzählung meist angewandter nuklearmedizinischen bilddiagnostischen (d. h. „in vivo“) Methoden und Radiopharmaka sowie Erkennung der Erkrankungen und Störungen unterschiedlicher Organsysteme mittels Radiopharmaka 5. Definition und Beschreibung der Rolle der Nuklearmedizin in der Notfalldiagnostik 6. Erkennung der Bedeutung und Erklärung der Diagnostik und Therapien von Krankheiten mittels 		

Radiopharmaka

7. Diagnostik und Therapie der Schilddrüsenerkrankungen
8. Beschreibung der Grundsätze der Arbeit mit offenen Strahlungsquellen und des Schutzes bei der Arbeit mit diesen und Erkennen der Tatsache, dass in der Nuklearmedizin der Patient eine Strahlungsquelle ist

Fähigkeiten

1. Vorzeigen der Fähigkeit der sicheren Arbeitsweise mit offenen Strahlungsquellen und des Arbeitsschutzes
2. Angemessene Vorbereitung des Patienten auf ein diagnostisches oder therapeutisches Vorgehen
3. Interpretieren der Laborwerte von T4/FT4, T3/FT3, TSH, TPO-AK, TR-AK. Erkennen des Krankheitsbildes der Schilddrüsenunterfunktion und -überfunktion. Die rationale Schilddrüsendiagnostik. Vorgehen bei Struma und Knoten.
4. Die Grundlagen der Therapie mit L-Thyroxin und die häufigsten Nebenwirkungen
5. Grundwissen über die Schilddrüsenultraschalluntersuchung und die zytologischen Befunde
6. Selbstständiges Ausführen bestimmter klinischer Fähigkeiten dem Buch der klinischen Fähigkeiten entsprechend
7. Interpretation des PET/CT Befundes (besonders 18F-FDG)

Inhalt des Unterrichtsfaches

Radioaktiv markierte Stoffe in der Biologie und Medizin: Verhältnis zwischen Morphologie und Funktion. Nuklearmedizin und deren Besonderheiten. Radioaktivität, Nuklide. Isotope in der Medizin. Nuklearmedizin als in-vivo-Anwendung von radioaktiv markierten Stoffen. Anwendung offener Radionuklide in der in-vivo- und in-vitro-Diagnostik und Behandlung. Erzeugung von radioaktiv markierten Stoffen (Radiopharmaka). Messung der Radioaktivität. Verhalten radioaktiver Stoffe im Körper. Gleichzeitigkeit der Prüfung von Morphologie und Funktion der Organe und Organsysteme. Molekulare Nuklearmedizin: Markierung von Komplexverbindungen, Rezeptoren, spezifischen monoklonalen Antikörpern, Präkursoren, Metaboliten und Arzneimitteln.

Szintigraphie: Geräte, Gammakamera, SPECT, Bearbeitung des Szintigramms mittels Computer und PET/CT. Physikalische Grundlagen der Nuklearmedizin. Grundarten des radioaktiven Zerfalls, (Alpha-Zerfall, isobarer und isomerer Übergang), metastabiler Zustand, Wechselwirkung zwischen α , β - und γ -Strahlung und Material. Detektion der Radioaktivität und Effizienz von Detektoren. Aufbau des Gamma-Szintillationszählers. Impulsanalysator, Zählsystem und Visualisierung. Diagnostische Geräte: mehrkristallische Gammakamera, SPECT (Einzelphotonen-Emissions-Computertomografie)-Kamera und PET/CT (Positronen-Emissions-Tomographie/Computertomografie)-Kamera.

Radiopharmaka: Herstellung und Zubereitungen von Radionukliden (Radiopharmaka). Mechanismen der Bioverteilung. Definition, Einteilung und Auswahl von Radiopharmaka. Eigenschaften eines idealen Radiopharmakons und Radionuklids. Qualitätskontrolle der Radiopharmaka. Wege zur Anwendung von Radiopharmaka und Vertriebsmechanismen. Herstellung von Radionukliden und Radionuklid-Generatoren. Physikalische Eigenschaften der meist angewendeten Isotopen in der Nuklearmedizin. ^{99m}Tc - Grundsätze der Radiomarkierung. Radiopharmaka in der Nephrourologie: (MAG3, DTPA, OIH, ECD, DMSA), Kardiologie (^{201}Tl , MIBI und Tetrofosmin), Hepatologie (IDA-Derivate und Kolloide), Pulmologie (MAA, Technegas, Aerosole und Edelgasen), Neurologie (HMPAO, ECD, IMP und Ioflupan), Osteologie (Diphosphonate), den entzündlichen Erkrankungen (^{67}Ga , monoklonale Antikörper und Leukozytenmarker) und Onkologie (^{18}F FDG). Eigenschaften und Anwendung von ^{131}I und ^{123}I . PET-Radionuklide. Therapeutische Radionuklide und Radioimmuntherapie.

Diagnostik und Behandlung von Schilddrüsenenerkrankungen: Akkumulation von Radiojod,

Szintigraphie, Ultraschall, Zytologie. Schilddrüsenerkrankungen. Autoimmunerkrankungen. Endokrine Orbitopathie. Struma, Knoten. Schilddrüsentumore. Pathologie, Epidemiologie, Klinik. Angeborene Krankheiten. Hypothyreose, Hyperthyreose, die häufigsten Ursachen. Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen. Radionuklididiagnostik, in-vitro Tests. Ultraschall, zytologische Analyse. Immunassay in der Bestimmung der Hormonkonzentrationen, Schilddrüsenantikörper und -tumormarker. Konzept und Grundsätze des Radioimmunoassays. Einteilung der RIA-Methoden. Kompetitiver und nicht-kompetitiver RIA mit Ableitungen und Vergleich mit Konkurrenz-Methoden. Schilddrüsenhormone: Biosynthese, Serumtransport, Einteilung und Hypothalamus-Hypophysen-Achse. Freies und gesamt-T4 und T3. Schilddrüsenantikörper (TPO-AK, TR-AK, Tg-AK): Epidemiologie, funktionelle, klinische und pathologische Bedeutung, Rolle in der Diagnostik und Prognose der Schilddrüsenerkrankung. Tumormarker in der Thyreologie: Thyreoglobulin, Calcitonin und die Rolle in der Patientenüberwachung.

Behandlung von Schilddrüsenerkrankungen. Pharmakologische und radikale Behandlung der Immunhyperthyreose. Hormonersatztherapie. Die chirurgische Behandlung der Schilddrüsenerkrankungen und Radiojodtherapie der Hyperthyreose, des toxischen Adenoms und der toxischen Knotenstruma. Berechnungsverfahren der therapeutischen Aktivität von ^{131}I bei benignen Schilddrüsenerkrankungen. Anwendungstechniken, Standardvorgehensweise (SOP) in der Therapie mit Radionukliden und Bedingungen für die Entlassung aus dem Krankenhaus. Diffuse und knotige nicht-toxische Strumen und endemische Struma. Salzjodierung. Diagnostische Algorithmen der Bewertung von Knotenstrumen und Indikationen für eine radikale Therapie und pathohistologische Verifikation. Grundsätze chirurgischer Behandlung von Schilddrüsenerkrankungen und Umfänge der Resektion. Diagnostik und Behandlung der subakuten Thyreoiditis. Grundsätze der Versorgung, der diagnostischen Bearbeitung und Behandlung der suppurativen Thyreoiditis.

Nuklearmedizin in der Kardiologie, Myokard-Perfusions-Szintigraphie. Funktionelle Aspekte der Diagnostik in der Nuklearkardiologie mit Hinblick auf Perfusion, Stoffwechsel, Variabilität und Myokardkinetik. Radiopharmaka in Perfusionsstudien (^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, MIBI und Fosmine) und Mechanismen der Akkumulation und Rückverteilung von Perfusionsagenzien. Perfusion und Myokardstoffwechsel bei der ischämischen Herzerkrankung und das Konzept des reversiblen und irreversiblen Defektes. Indikationen zur Myokard-Perfusions-Szintigraphie, Durchführungs- und Bildgebungstechniken. SPECT und G-SPECT. Bedeutung der Perfusions-Szintigraphie in der Diagnostik der ischämischen Herzerkrankung, Prognose und Risikostratifikation vor und nach der Revaskularisation. Untersuchung des Myokardstoffwechsels (^{18}F -FDG-PET). Variabilität und Winterschlaf. Lokalisation und Quantifizierung von Shunts. Arten von Shunts.

Nuklearmedizin in der Onkologie. PET/CT und PET/MRT. Molekulare Bildgebung. Stoffwechsel (FDG, Aminosäuren), Proliferation, Hypoxie, Antigene und Rezeptoren (Somatostatin). Vorteile der funktionalen Bildgebung. Fusion von Funktion und Morphologie. ^{18}F -FDG. Indikationen: gutartig vs. bösartig Unterscheidung, NM-Staging, Restaging und Prognose, Viabilität und Rezidiv, CUP. Primärtumorsuche. Überblick der repräsentativen Indikationen. Neue Radiopharmaka: ^{68}Ga DOTA* (NET), ^{18}F -Cholin (Prostata), ^{11}C -Met. Neuroendokrine Tumoren, SSTR (^{68}Ga -DOTATOC, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tektrotyd), $^{123/131}\text{I}$ -MIBG.

Nuklearmedizin in der Gastroenterologie. Aufnahme der Infektion/Entzündung. Szintigraphie in der Gastroenterologie. Speiseröhrensintigraphie: Radiopharmaka, klinische Indikationen, Vorbereitung, Aufnahmeverfahren, visuelle Analyse und Quantifizierung. Verlaufskurve der Aktivität durch die Speiseröhre. Szintigraphie des gastroösophagealen Refluxes. Leberszintigraphie mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -(S)-Kolloid: klinische Indikationen. Milzsintigraphie (denaturierte Erythrozyten): klinische Indikationen. Hepatobiliäre Leberfunktionsszintigraphie ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -IDA): Vorbereitung, Radiopharmaka, Ort der Akkumulation, klinische Indikationen, Aufnahmeverfahren. Darstellung normaler Eliminierung von $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HIDA aus dem Leberparenchym und pathologischer Befund. Szintigraphie der gastrointestinalen Blutung: häufigste Lokalisationen der Blutungen im Magen-Darm-Trakt, Lokalisation einer Blutung, Symptome, Kriterien des pathologischen Befundes,

Radiopharmaka, Aufnahmeverfahren und normaler Befund. Eigenschaften der Radiopharmaka: ^{99m}Tc -(S)-Kolloid und ^{99m}Tc -Erythrozyten. Meckel-Divertikel-Szintigraphie: Symptome, klinische Indikationen, Radiopharmaka, Vorbereitung und Aufnahmeverfahren und Befundbeschreibung. Szintigraphie des Leberhämangioms mit ^{99m}Tc - Erythrozyten. Schilling-Test.

Nuklearmedizin in der Nephrologie und Urologie. Partielle renale Funktionen: Perfusion, Plasmafluss, GF, endokrine Funktionen und Clearance. Radiopharmaka in der Nephrologie. Pharmakokinetik und Dynamik der tubularen (MAG3, OIH) und glomerulären (DTPA) Agens sowie Agens der kortikalen tubularen Masse (DMSA). Grundlegende Prinzipien der Renographie: Darstellung, Art und Analyse renographischer Kurven. Statische, dynamische und Diuresis-Nierenzintigraphie und klinische Indikationen. Diagnostik der renovaskulären Hypertonie.

Nuklearmedizin in der Neurologie. Radionuklid-Gehirnuntersuchungen, SPECT und PET/MRT. Indikationen: zerebrovaskuläre Erkrankungen, Neuroonkologie, Krankheiten der Basalganglien, epileptogene Fokusse, kognitive Dysfunktion und Demenz. Fluss- und Perfusionsreserve (HMPAO, ECD, ^{15}O -H $_2\text{O}$, ^{133}Xe), Stoffwechsel (FDG, Aminosäure-Met, FET), Rezeptor- und Transmitterstudien. Parkinson-Syndrom, Komponenten. Radiopharmaka der Dopamin-Neurotransmission. ^{123}I -FP-CIT/IBZM, ^{18}F -DOPA.

Strahlenschutz: Grundlagen der Dosimetrie, biologische Wirkung ionisierender Strahlung, Wirkung übermäßiger Strahlung auf den Organismus, medizinische Vorgehen bei übermäßiger Bestrahlung. Strahlenbelastung. Dosimetrie und ALARA-Prinzip. Bestrahlungsdosen und dosimetrische Einheiten: Energiedosis, Äquivalentdosis und effektive Dosis. Einfluss der Äquivalentdosis auf den Menschen. Vorgehen im Organismus nach der Bestrahlung. Zellenteile, die auf ionisierende Strahlung am empfindlichsten reagieren. Gewebe und Organe, die auf ionisierende Strahlung am empfindlichsten reagieren. Genetische Mutationen und Chromosomenaberrationen. Faktoren, die auf biologische Schäden wirken, welche durch ionisierende Strahlung hervorgerufen wurden. Wirkung übermäßiger Strahlung auf den Organismus. Strahlenschutz. Vorgehen im Falle übermäßiger Bestrahlung oder Kontamination.

Nuklearmedizin bei der Prüfung des Skelettsystems: Knochen-und Gelenkszintigraphie, Knochenmarkszintigraphie. Osteotrope Radiopharmaka, Diphosphonate. Mechanismus der Bioverteilung. Durchführungsverfahren. Skelettszintigraphie mit ^{99m}Tc -MDP, 3-Phasen-Szintigraphie (frühe und dynamische Szintigramme) und SPECT. Darstellung normaler und pathologischer Befunde. Klinische Indikationen: primäre Knochentumoren (benigne und maligne), metastatische Knochentumoren, rheumatische Erkrankungen, aseptische Knochennekrose, Osteomyelitis (^{99m}Tc -HMPAO, ^{111}In -Leukozyten, ^{99m}Tc - markierte monoklonale Antigranulozyten-Antikörper-MAK), Frakturen (Stressfrakturen), diffuse metabolische Skeletterkrankung, Gelenkerkrankungen und -Prothesen, Trauma. ^{18}F FDG-PET/CT bei Knochenentzündungen und -tumoren.

Arten der Durchführung des Unterrichts	<input checked="" type="checkbox"/> Vorlesungen	<input type="checkbox"/> selbständige Aufgaben
	<input checked="" type="checkbox"/> Seminare und Workshops	<input type="checkbox"/> Multimedia und Netzwerk
	<input checked="" type="checkbox"/> Übungen	<input type="checkbox"/> Labor
	<input type="checkbox"/> Fernausbildung	<input type="checkbox"/> Mentoring
	<input type="checkbox"/> Vor-Ort-Ausbildung	<input type="checkbox"/> sonstiges

Pflichten des Studenten

Die Studenten müssen sich auf den Unterricht durch das Studieren der empfohlenen Literatur zu den einzelnen Unterrichtseinheiten vorbereiten und aktiv an allen Unterrichtsformen teilnehmen. Der Student muss mindestens 70 % aller Unterrichtsformen besuchen.

Verfolgung der Studentenleistungen

Teilnahme am Unterricht	x	Aktivität im Unterricht	x	Seminararbeit		Experimentelle Arbeit	
Schriftliche Prüfung	x	Mündliche Prüfung	x	Essay		Forschung	
Projekt		Kontinuierliche Prüfung der Kenntnisse		Referat		Praktische Arbeit	
Portfolio							
Beurteilung und Bewertung der Studentenleistungen während des Unterrichts und in der Abschlussprüfung							
Die Arbeit der Studenten wird während des Unterrichts und bei der Abschlussprüfung bewertet. Die Studenten werden numerisch und deskriptiv bewertet (ungenügend (1), ausreichend (2), gut (3), sehr gut (4), ausgezeichnet (5)). Während des Unterrichts kann der Student maximal 100 Benotungspunkte sammeln: maximal 20 Punkte durch die Aktivität im Unterricht und maximal 80 Punkte bei der Abschlussprüfung. Die Gesamtnote beträgt die Summe der Benotungspunkte die während des Unterrichts und bei der Abschlussprüfung erreicht wurden.							
Pfichtliteratur (zum Zeitpunkt der Einreichung des Studienprogrammantrags)							
1. Schicha H, Schober O. Nuklearmedizin: Basiswissen und klinische Anwendung. Schattauer; Auflage: 6. 2007.							
Zusätzliche Literatur (zum Zeitpunkt der Einreichung des Studienprogrammantrags)							
1. Büll U, Schicha H, Biersack HJ, Knapp WH, Reiners C, Schober O. Nuklearmedizin. Thieme; Auflage: 4, 2007. 2. Dietlein M, Kopka K, Schmidt M. Nuklearmedizin: Basiswissen und klinische Anwendung. Schattauer; Auflage: 8, 2017. 3. Grünwald F, Derwahl KM. Diagnostik und Therapie von Schilddrüsenkrankheiten: Ein Leitfaden für Klinik und Praxis. Lehmanns; Auflage: 2, 2016. 4. http://www.snm.org (Society of Nuclear Medicine) 5. http://www.eanm.org (European Association of Nuclear Medicine) 6. http://www.nuklearmedizin.de (DGN, Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin)							
Exemplare der Pflichtliteratur im Verhältnis zur Zahl der im Moment am Unterrichtsfach teilhabenden Studenten							
Titel		Exemplare		Studentenzahl			
Schicha H, Schober O. Nuklearmedizin: Basiswissen und klinische Anwendung. Schattauer; Auflage: 6. 2007.		20		60			
Weise zur Qualitätsüberwachung, wodurch der Erwerb der Ausgangskenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenz sichergestellt wird							
Die Qualität der Durchführung des Unterrichts wird aufgrund von anonymen Studentenumfragen über die Qualität der Organisation und Abhaltung des Unterrichts, über den Inhalt des Unterrichtsfaches und die Arbeit des Lehrers überwacht, die das Büro für Qualität der Medizinischen Fakultät Osijek und das Zentrum für Qualität der Universität J. J. Strossmayer Osijek durchführt.							