

Datum: Rijeka, 20. srpnja 2026.

Kolegij: Tehnike slojevnog snimanja

Voditelj: doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.

e-mail voditelja: lovro.tkalcic@uniri.hr

Katedra: Katedra za radiološku dijagnostiku

Studij: Stručni prijediplomski studij - Radiološka tehnologija redovni

Godina studija: 3

Akadska godina: 2026./2027.

IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

Podaci o kolegiju (kratak opis kolegija, opće upute, gdje se i u kojem obliku organizira nastava, potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, obveze studenata i sl.):

Kolegij Tehnike slojevnog snimanja obvezni je kolegij na trećoj godini Stručnog studija Radiološke tehnologije. Nastava obuhvaća 20 sati predavanja, 30 sati seminara i 80 sati vježbi, odnosno ukupno 130 sati, a završetkom kolegija student stječe 8 ECTS bodova.

Uvjeti za upis predmeta

Uvjet za upis kolegija jesu položeni svi ispiti s prve i druge godine Stručnog studija Radiološke tehnologije.

Ciljevi i očekivani ishodi učenja predmeta

Ciljevi predmeta

Cilj je predmeta omogućiti studentima stjecanje znanja i praktičnih vještina potrebnih za izvođenje dijagnostičkih postupaka računalnom tomografijom (CT), magnetskom rezonancijom (MR) i ultrazvukom.

Studenti se upoznaju s fizikalnim i tehničkim načelima nastanka presječne slike te razlikama između presječnih i projekcijskih metoda slikovnog prikaza. Obrađuju se dijelovi uređaja, način prikupljanja podataka, parametri akvizicije i rekonstrukcije, kvaliteta slike, artefakti, postprocesiranje i osnovna načela optimizacije protokola.

Cilj je osposobiti studente za pripremu bolesnika, pravilno pozicioniranje, odabir i prilagodbu protokola prema kliničkom pitanju i institucionalnim smjernicama te sigurno izvođenje CT i MR pretraga pod odgovarajućim stručnim nadzorom. Studenti se osposobljavaju za izradu multiplanarnih, angiografskih i volumetrijskih rekonstrukcija te za procjenu tehničke prihvatljivosti dobivenih slika.

Posebna se pozornost posvećuje optimizaciji izloženosti ionizirajućem zračenju u CT-u, sigurnoj primjeni kontrastnih sredstava, sigurnosti u MR okruženju, prepoznavanju kontraindikacija i postupanju u neželjenim i hitnim situacijama.

Studenti se također upoznaju s fizikalnim i tehničkim osnovama ultrazvuka i Doppler ultrasonografije, vrstama ultrazvučnih sonda, područjima kliničke primjene i najčešćim artefaktima.

Očekivani ishodi učenja predmeta

Nakon uspješno završenog kolegija student će moći:

1. objasniti fizikalna i tehnička načela nastanka slike u CT-u, MR-u i ultrazvuku;
2. usporediti presječne metode slikovnog prikaza s projekcijskom radiografijom i fluoroskopijom;
3. objasniti utjecaj parametara CT akvizicije i rekonstrukcije na kvalitetu slike i izloženost bolesnika ionizirajućem zračenju;
4. protumačiti osnovne CT pokazatelje doze te primijeniti načela optimizacije protokola;
5. pripremiti i pravilno pozicionirati bolesnika za CT i MR pretragu;
6. primijeniti standardne CT protokole za pregled glave, vrata, toraksa, abdomena, zdjelice, kralježnice i ekstremiteta;
7. objasniti načela i osnovne protokole CT angiografije, CT-a srca i CT pregleda u hitnim stanjima;
8. izraditi osnovne multiplanarne, MIP i volumetrijske rekonstrukcije te procijeniti njihovu tehničku kvalitetu;
9. objasniti temeljne MR parametre i razlikovati osnovne T1, T2, PD, STIR, FLAIR, GRE i difuzijske sekvence;
10. primijeniti osnovna pravila MR sigurnosti, provesti sigurnosni probir te prepoznati rizike povezane s implantatima, metalnim predmetima, radiofrekvencijskim zagrijavanjem i hitnim situacijama u MR okruženju;
11. planirati osnovne MR protokole mozga, glave i vrata, kralježnice, srca i krvnih žila, abdomena, zdjelice, zglobova i mekih tkiva;
12. objasniti načela MR angiografije, MRCP-a, MR enterografije i osnovnog MR prikaza srca;
13. objasniti pravila sigurne primjene jodnih i gadolinijskih kontrastnih sredstava te prepoznati ekstravazaciju i neželjene reakcije;
14. prepoznati najčešće CT, MR i ultrazvučne artefakte te predložiti postupke za njihovo smanjenje;
15. objasniti osnovna načela B-prikaza, pulslog, kontinuiranog, kolor i *power* Dopplera;
16. razlikovati ultrazvučne sonde i povezati njihov izbor s anatomsom regijom i vrstom pregleda;
17. primijeniti osnovne kriterije za procjenu tehničke prihvatljivosti CT, MR i ultrazvučne slike;

18. primijeniti stručnu terminologiju te postupati u skladu s profesionalnim, sigurnosnim i etičkim načelima radiološke tehnologije.

Korelativnost i korespondentnost predmeta

Program kolegija povezan je sa sadržajima kolegija Radiološka anatomija, Radiološki uređaji, Receptori radiološke slike, Fizika, Zaštita od ionizirajućeg zračenja, Tehnike slikovnog prikaza, Kontrastna sredstva i drugih stručnih i kliničkih kolegija na studiju Radiološke tehnologije.

Stečena znanja i vještine predstavljaju osnovu za siguran rad u CT, MR i ultrazvučnoj dijagnostici te za razumijevanje naprednih metoda slikovnog prikaza, angiografskih postupaka, intervencijske radiologije i hibridnog oslikavanja.

Program je sadržajno usporediv sa srodnim kolegijima na drugim stručnim i sveučilišnim studijima radiološke tehnologije u Republici Hrvatskoj.

Sadržaj predmeta

Sadržaj kolegija obuhvaća fizikalne i tehničke osnove računalne tomografije, akvizicijske i rekonstrukcijske parametre, kvalitetu slike, postprocesiranje, artefakte i optimizaciju izloženosti bolesnika. Obrađuju se CT protokoli glave, viscerokranija, vrata, toraksa, abdomena, zdjelice, kralježnice i ekstremiteta te CT angiografija, CT srca, CT artrografija i CT pretrage u hitnim stanjima.

U području magnetske rezonancije obrađuju se nastanak MR signala, osnovni parametri i sekvence, zavojnice, planiranje ravnina, kvaliteta slike, artefakti i sigurnost u MR okruženju. Obuhvaćeni su osnovni protokoli mozga, glave i vrata, kralježnice, toraksa, srca i krvnih žila, abdomena, bilijarnog sustava, zdjelice, zglobova i mekih tkiva. Obrađuju se osnove MR angiografije, MRCP-a i MR enterografije.

Sadržaj ultrazvučne dijagnostike uključuje fizikalne osnove nastanka ultrazvučne slike, vrste sondi, B-prikaz, Doppler tehnike, najčešće artefakte i osnovne kliničke primjene ultrazvuka.

Pristup učenju i poučavanju u predmetu

Od studenata se očekuje kontinuiran rad, redovito pohađanje nastave, prethodna priprema i aktivno sudjelovanje na predavanjima, seminarima i vježbama.

Prije seminara i vježbi studenti u elektroničkom obliku dobivaju stručne materijale, slikovne primjere, protokole i zadatke za pripremu. Zadatak je studenata analizirati dobiveni materijal, povezati tehničke parametre s kvalitetom slike te pripremiti se za praktičan rad.

Tijekom vježbi studenti pod stručnim nadzorom uvježbavaju pripremu i pozicioniranje bolesnika, planiranje anatomskeg raspona, odabir i prilagodbu protokola, izvođenje akvizicije, izradu rekonstrukcija, prepoznavanje artefakata i procjenu tehničke prihvatljivosti slike.

Naglasak je na tehničkom izvođenju, sigurnosti bolesnika i kvaliteti slike, a ne na samostalnom postavljanju dijagnoze ili interpretaciji patoloških radioloških nalaza.

Način izvođenja nastave

Nastava se izvodi na Kliničkom zavodu za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju kroz predavanja, seminare i vježbe.

Predavanja obuhvaćaju izlaganje nastavnog sadržaja, prikaz reprezentativnih slikovnih primjera, analizu protokola, vođenu raspravu i rješavanje problemskih zadataka.

Seminarska nastava uključuje prezentiranje znanstvenog rada. Student će izabrati rad s popisa u ovom INP-u, kritički analizira njegov sadržaj te ga predstavlja drugim studentima u obliku usmenog izlaganja i prezentacije. Seminarski rad vrednuje se prema unaprijed definiranim kriterijima koji uključuju razumijevanje teme, strukturu prezentacije, pravilnu uporabu stručne terminologije i kvalitetu izlaganja. Prezentacija može biti i bez digitalnog formata.

Vježbe se izvode u kliničkom okruženju uz prethodnu pripremu studenata. Studenti pod vodstvom nastavnika i suradnika sudjeluju u pripremi bolesnika, sigurnosnom probiru, pozicioniranju, planiranju i izvođenju CT, MR i ultrazvučnih pretraga, izradi rekonstrukcija te procjeni tehničke kvalitete dobivenih slika.

Popis obvezne ispitne literature:

MRI in practice, C. Westbrook, Kaut Roth C., Talbot J., 4th edition. Izdavač: Wiley-Blackwell
MDCT: From protocols to practice, 2008th edition, Mannudeep K. Kalra, Sanjay Saini, Geoffrey D. Rubin, Springer 2009..

Popis dopunske literature:

Romans LE, Lake I. *Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text*. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2025.
Westbrook C. *Handbook of MRI Technique*. 5th ed. Hoboken: Wiley; 2021.

Nastavni plan:

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

P1 – Temeljna načela računalne tomografije, nastanak slike i optimizacija protokola

Ishodi učenja: Student će moći objasniti nastanak CT slike, osnovne dijelove uređaja te razliku između sekvencijske, spiralne i volumetrijske akvizicije. Moći će objasniti utjecaj kolimacije, debljine sloja, pitcha, kV-a, mAs-a, polja prikaza i rekonstrukcijske jezgre na kvalitetu slike i dozu. Moći će opisati MPR, MIP i volumetrijske rekonstrukcije, osnovna načela iterativne rekonstrukcije te vrijednosti CTDIvol i DLP. Moći će primijeniti osnovna načela pripreme bolesnika, primjene kontrastnog sredstva i postupanja kod neželjenih reakcija.
P2 – CT glave, viscerokranija i vrata
Ishodi učenja: Student će moći odabrati položaj bolesnika, anatomske raspon i osnovne parametre CT pregleda mozga, hipofize, orbita, paranazalnih sinusa, temporalnih kostiju i vrata. Moći će razlikovati nativne, angiografske i postkontrastne protokole te objasniti optimalno vrijeme skeniranja. Moći će prepoznati najčešće artefakte pokreta, zubnih ispuna i koštanih struktura te predložiti postupke za njihovo smanjenje.
P3 – CT toraksa, abdomena i zdjelice u elektivnim i hitnim stanjima
Ishodi učenja: Student će moći objasniti protokole CT-a toraksa, abdomena i zdjelice, uključujući nativnu, arterijsku, portovensku i odgođenu fazu. Moći će povezati kliničko pitanje s anatomske rasponom i fazom skeniranja kod politraume, krvarenja, vaskularnih hitnosti i akutnog abdomena. Moći će objasniti primjenu rekonstrukcijskih jezgri za pluća, meka tkiva i kosti, bolusno praćenje te prilagodbu protokola tjelesnoj građi bolesnika. Moći će primijeniti načela smanjenja doze uz očuvanje dijagnostičke kvalitete slike.
P4 – CT kralježnice, ekstremiteta, angiografija i CT srca
Ishodi učenja: Student će moći opisati CT protokole kralježnice, kostiju, zglobova i ekstremiteta te ulogu tankih slojeva i multiplanarnih rekonstrukcija. Moći će objasniti postupak CT artrografije te ulogu radiološkog tehnologa. Moći će objasniti bolusno praćenje i vrijeme skeniranja u CT angiografiji te prepoznati uzroke suboptimalnog angiograma. Moći će opisati osnove sinkronizacije s EKG-om, prospektivnog i retrospektivnog snimanja te najčešće artefakte kardijalnog CT-a. Spektralni CT i CT s brojanjem fotona mogu se prikazati informativno, bez detaljne fizike.
P5 – Temeljna načela MR-a, sekvence, sigurnost i artefakti
Ishodi učenja: Student će moći objasniti osnovna načela nastanka MR signala, longitudinalnu i transverzalnu magnetizaciju te T1 i T2 relaksaciju. Moći će objasniti ulogu statičkog magnetskog polja, gradijenata, radiofrekvencijskih impulsa i zavojnica. Moći će razlikovati T1, T2, protonski gustoćom ponderirane, STIR, FLAIR, GRE i difuzijske sekvence. Moći će objasniti osnovne parametre TR, TE, TI, polje prikaza, matricu i debljinu sloja. Moći će provesti osnovni sigurnosni probir, prepoznati rizike implantata i metalnih predmeta te objasniti SAR, MR sigurnosne zone i postupanje u hitnim situacijama.
P6 – MR mozga, glave, vrata i kralježnice

Ishodi učenja: Student će moći planirati ravnine snimanja prema anatomskim orijentirima i odabrati osnovne sekvence za MR mozga, hipofize, orbita, temporalnih kostiju i vratnih organa. Moći će objasniti primjenu FLAIR, DWI/ADC, SWI ili GRE te postkontrastnih sekvenci. Moći će planirati pregled vratne, torakalne i lumbalne kralježnice te prepoznati utjecaj položaja bolesnika, zavojnice i polja prikaza na kvalitetu slike. Moći će prepoznati artefakte pokreta, protoka, kemijskog pomaka i metalnih predmeta.

P7 – MR angiografija, MR srca i toraksa

Ishodi učenja: Student će moći objasniti osnovna načela TOF, fazno-kontrastne i postkontrastne MR angiografije te njihove prednosti i ograničenja. Moći će usporediti MR angiografiju s CT angiografijom. Moći će opisati sinkronizaciju s EKG-om, cine sekvence i osnovne ravnine prikaza srca. Moći će objasniti osnovnu primjenu MR-a u prikazu srca, velikih krvnih žila, medijastinuma, pleure i torakalne stijenke.

P8 – MR abdomena, bilijarnog sustava i zdjelice

Ishodi učenja: Student će moći opisati pripremu bolesnika, položaj, zavojnice i osnovne sekvence za MR abdomena i zdjelice. Moći će objasniti T1 i T2 ponderirane sekvence, supresiju masti, DWI/ADC i dinamičko postkontrastno snimanje. Moći će objasniti načela MRCP-a i MR enterografije te prepoznati važnost pravilnog vremenskog odabira postkontrastnih faza. Moći će opisati osnovne protokole za jetru, gušteraču, bubrege, prostatu, maternicu, jajnike i rektum.

P9 – MR muskuloskeletnog sustava

Ishodi učenja: Student će moći odabrati položaj bolesnika, zavojnicu, polje prikaza i ravnine snimanja za rame, lakat, ručni zglob, kuk, koljeno, gležanj i stopalo. Moći će razlikovati osnovne T1, PD, T2 i sekvence sa supresijom masti u prikazu zglobova, koštane srži, hrskavice, tetiva i ligamenata. Moći će prepoznati artefakte pokreta, metalne artefakte i neodgovarajuće planiranje ravnina te predložiti način njihova smanjenja.

P10 – Temeljna načela ultrazvuka i Doppler ultrasonografije

Ishodi učenja: Student će moći objasniti nastanak ultrazvučnog vala, odjek, frekvenciju, dubinu prodora i prostornu razlučivost. Moći će razlikovati linearne, konveksne i sektorske sonde te povezati njihov izbor s područjem pregleda. Moći će objasniti B-prikaz, pulsni, kontinuirani, kolor i *power* Doppler te osnovne uzroke *aliasinga*. Moći će opisati standardni pregled abdomena, vrata, dojke, testisa, ingvinuma i površinskih mekih tkiva te prepoznati najčešće ultrazvučne artefakte. Moći će primijeniti osnovna načela sigurnosti, higijene sonde te pravilnog položaja bolesnika i ispitivača.

Popis seminara s pojašnjenjem:

S1 – Optimizacija CT protokola: kvaliteta slike, doza zračenja i rekonstrukcija

1. Goo HW. CT radiation dose optimization and estimation: an update for radiologists. Korean J Radiol. 2012;13(1):1–11. doi: 10.3348/kjr.2012.13.1.1.
2. Willemink MJ, Noël PB. The evolution of image reconstruction for CT—from filtered back projection to artificial intelligence. Eur Radiol. 2019;29(5):2185–2195. doi: 10.1007/s00330-018-5810-7.
3. Tortora M, Gemini L, D'Iglio I, et al. Spectral photon-counting computed tomography: a review on technical principles and clinical applications. J Imaging. 2022;8(4):112. doi: 10.3390/jimaging8040112.
4. Douek PC, Boccalini S, Oei EHG, et al. Clinical applications of photon-counting CT: a review of pioneer studies and a glimpse into the future. Radiology. 2023;309(1). doi: 10.1148/radiol.222432.

S2 – CT glave i vrata: izbor protokola te prikaz akutnog moždanog udara

1. Roele ED, Timmer VCML, Vaassen LAA, et al. Dual-energy CT in head and neck imaging. Curr Radiol Rep. 2017;5:19. doi: 10.1007/s40134-017-0213-0.
2. Schröder J, Thomalla G. A critical review of Alberta Stroke Program Early CT Score for evaluation of acute stroke imaging. Front Neurol. 2017;7:245. doi: 10.3389/fneur.2016.00245.
3. Shen J, Li X, Li Y, Wu B. Comparative accuracy of CT perfusion in diagnosing acute ischemic stroke: a systematic review of 27 trials. PLoS One. 2017;12(5). doi: 10.1371/journal.pone.0176622.

S3 – CT toraksa, abdomena i zdjelice u hitnim i traumatološkim stanjima

1. Huber-Wagner S, Braunschweig R, Kildal D, et al. Imaging strategies for patients with multiple and/or severe injuries in the resuscitation room: a systematic review and clinical practice guideline update. Eur J Trauma Emerg Surg. 2025. doi: 10.1007/s00068-025-02840-8. [Cjeloviti tekst](#)
2. Pereira D, Thevoz F, Rocha AC, et al. Dose-reduction strategies in whole-body CT for injured patients in the emergency department: a scoping review. Int J Emerg Med. 2026. doi: 10.1186/s12245-026-01181-6.
3. Si-Mohamed SA, Miallhes J, Rodesch PA, et al. Spectral photon-counting CT technology in chest imaging. J Clin Med. 2021;10(24):5757. doi: 10.3390/jcm10245757.

S4 – CT angiografija, CT srca i napredne primjene CT-a u prikazu lokomotornog sustava

1. Sun Z, Choo GH, Ng KH. Coronary CT angiography: current status and continuing challenges. Br J Radiol. 2012;85(1013):495–510. doi: 10.1259/bjr/15296170.
2. Barbosa MF, Canan A, Xi Y, et al. Comparative effectiveness of coronary CT angiography and standard of care for evaluating acute chest pain: a living systematic review and meta-analysis. Radiol Cardiothorac Imaging. 2023;5(4). doi: 10.1148/ryct.230022.
3. Demehri S, Baffour FI, Klein JG, et al. Musculoskeletal CT imaging: state-of-the-art advancements and future directions. Radiology. 2023;308(3). doi: 10.1148/radiol.230344.

4. Collins R, Burch J, Cranny G, et al. Duplex ultrasonography, magnetic resonance angiography, and computed tomography angiography for diagnosis and assessment of symptomatic lower-limb peripheral arterial disease: systematic review. *BMJ*. 2007;334(7606):1257. doi: 10.1136/bmj.39217.473275.55.

S5 – MR sekvence, sigurnost bolesnika i prepoznavanje artefakata

1. Mittendorf L, Young A, Sim J. A narrative review of current and emerging MRI safety issues: what every MRI technologist (radiographer) needs to know. *J Med Radiat Sci*. 2022;69(2):250–262. doi: 10.1002/jmrs.546.
2. Nordin LE, Åberg K, Kihlberg J, et al. ESR Essentials: basic physics of MR safety—practice recommendations by the European Society for Magnetic Resonance in Medicine and Biology. *Eur Radiol*. 2025. doi: 10.1007/s00330-024-10999-8.
3. Noda C, Ambale Venkatesh B, Wagner JD, et al. Primer on commonly occurring MRI artifacts and how to overcome them. *Radiographics*. 2022;42(3):E104. doi: 10.1148/rg.210021.
4. Krupa K, Bekiesińska-Figatowska M. Artifacts in magnetic resonance imaging. *Pol J Radiol*. 2015;80:93–106. doi: 10.12659/PJR.892628.

S6 – MR mozga, glave, vrata i kralježnice: protokoli i napredne sekvence

1. Vargas MI, Delattre BMA, Boto J, et al. Advanced magnetic resonance imaging techniques of the spine and spinal cord in children and adults. *Insights Imaging*. 2018;9(4):549–557. doi: 10.1007/s13244-018-0626-1.
2. Martin AR, Aleksanderek I, Cohen-Adad J, et al. Translating state-of-the-art spinal cord MRI techniques to clinical use: a systematic review of clinical studies utilizing DTI, MT, MWF, MRS and fMRI. *Neuroimage Clin*. 2016;10:192–238. doi: 10.1016/j.nicl.2015.11.019.
3. Hutchinson EB, Schwerin SC, Avram AV, Juliano SL, Pierpaoli C. Diffusion MRI and the detection of alterations following traumatic brain injury. *J Neurosci Res*. 2018;96(4):612–625. doi: 10.1002/jnr.24065.

S7 – MR angiografija, MR srca i kvantitativna analiza protoka

1. Dyverfeldt P, Bissell M, Barker AJ, et al. 4D flow cardiovascular magnetic resonance consensus statement. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2015;17:72. doi: 10.1186/s12968-015-0174-5.
2. Bissell MM, Raimondi F, Ait Ali L, et al. 4D flow cardiovascular magnetic resonance consensus statement: 2023 update. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2023;25:40. doi: 10.1186/s12968-023-00942-z.
3. Crandon S, Elbaz MSM, Westenberg JJM, et al. Clinical applications of intra-cardiac four-dimensional flow cardiovascular magnetic resonance: a systematic review. *Int J Cardiol*. 2017;249:486–493. doi: 10.1016/j.ijcard.2017.07.023.

4. Korbecki A, Zimny A, Podgórski P, Szaśiadek M, Bładowska J. Imaging of cerebrospinal fluid flow: fundamentals, techniques and clinical applications of phase-contrast magnetic resonance imaging. *Pol J Radiol.* 2019;84–e250. doi: 10.5114/pjr.2019.86881.

S8 – MR abdomena i zdjelice: MR enterografija, MRCP i multiparametrijski protokoli

1. Pierro A, Minordi LM, Larosa L, et al. Small bowel imaging from stepchild of roentgenology to MR enterography: Part I—guidance in performing and observing normal and abnormal imaging findings. *Life.* 2023;13(8):1691. doi: 10.3390/life13081691.
2. Pierro A, Minordi LM, Larosa L, et al. Small bowel imaging from stepchild of roentgenology to MR enterography, Part II: the reliable disclosure of Crohn's disease and non-inflammatory small bowel disorders through MRI findings. *Life.* 2023;13(9):1836. doi: 10.3390/life13091836.
3. Chandramohan A, Bhat TA, John R, Simon B. Multimodality imaging review of complex pelvic lesions in the female pelvis. *Br J Radiol.* 2020;93(1115):20200489. doi: 10.1259/bjr.20200489.

S9 – MR lokomotornog sustava: izbor protokola, prikaz hrskavice i napredne tehnike

1. Lee HS, Lee YH, Jung I, et al. Optimization of MRI protocol for the musculoskeletal system. *J Korean Soc Radiol.* 2020;81(1):21–39. doi: 10.3348/jksr.2020.81.1.21.
2. Pazahr S, Nanz D, Sutter R. 7 T musculoskeletal MRI: fundamentals and clinical implementation. *Invest Radiol.* 2023;58(1):61–74. doi: 10.1097/RLI.0000000000000896.
3. Borotikar B, Lempereur M, Lelievre M, et al. Dynamic MRI to quantify musculoskeletal motion: a systematic review of concurrent validity and reliability, and perspectives for evaluation of musculoskeletal disorders. *PLoS One.* 2017;12(12). doi: 10.1371/journal.pone.0189587.
4. Elawad A, Shah A, Davies M, Botchu R. The use of gadolinium in musculoskeletal MRI—time to rethink? *Indian J Radiol Imaging.* 2021;31(3):626–632. doi: 10.1055/s-0041-1735500.

S10 – Ultrazvuk i Doppler: fizikalne osnove, artefakti i suvremena primjena

1. Magee P. Essential notes on the physics of Doppler ultrasound. *BJA Educ.* 2020;20(4):112–118. doi: 10.1016/j.bjae.2020.01.003.
2. Wu WT, Chang KV, Hsu YC, Hsu PC, Ricci V, Özçakar L. Artifacts in musculoskeletal ultrasonography: from physics to clinics. *Diagnostics.* 2020;10(9):645. doi: 10.3390/diagnostics10090645.
3. Blanco P, Volpicelli G. Common pitfalls in point-of-care ultrasound: a practical guide for emergency and critical care physicians. *Crit Ultrasound J.* 2016;8:15. doi: 10.1186/s13089-016-0052-x.

4. Baribeau Y, Sharkey A, Chaudhary O, et al. Handheld point-of-care ultrasound probes: the new generation of POCUS. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2020;34(11):3139–3145. doi: 10.1053/j.jvca.2020.07.004.

Popis vježbi s pojašnjenjem:

Vježbe prate predavanja i seminare.

Obveze studenata:

Redovito pohađanje nastave, uključivši predavanja, seminare i vježbe. Evidencija pohađanja nastave provoditi će se prozivkom na svakom satu. Student može izostati s **30%** nastave isključivo **zbog zdravstvenih razloga**, što opravdava liječničkom ispričnicom.

Ispit (način polaganja ispita, opis pisanog/usmenog/praktičnog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci**, odnosno Odluci o izmjenama i dopunama **Pravilnika o studijima Sveučilišta u Rijeci** te Odluci Fakultetskog vijeća Fakulteta zdravstvenih studija usvojenoj na sjednici održanoj 14. lipnja 2018. prema kojoj studenti na pojedinom predmetu od 100% ocjenskih bodova tijekom nastave mogu ostvariti najviše **50% ocjenskih bodova**, dok se preostalih **50% ocjenskih bodova** ostvaruje na završnom ispitu.

Ocjenjivanje studenata vrši se primjenom ECTS (A-F) i brojčanog sustava (1-5).

Od maksimalnih **50 ocjenskih bodova** koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora sakupiti minimum od **25 ocjenskih bodova** da bi stekao pravo pristupa završnom ispitu. Studenti koji sakupe manje od 25 ocjenskih bodova imat će priliku za jedan popravni međuispit te, ako na tom međuispitu zadovolje, moći će pristupiti završnom ispitu, ali s minimalnim brojem ocjenskih bodova, odnosno s 25 ocjenskih bodova, bez obzira na uspjeh na popravnom međuispitu.

Studenti koji tijekom nastave sakupe 24,9 i manje ocjenskih bodova moraju ponovno upisati kolegij.

Student može izostati s **30%** nastave isključivo **zbog zdravstvenih razloga** što opravdava liječničkom ispričnicom. Nazočnost na seminarima je obvezna. Nadoknada u nastavi nije moguća.

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja:

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci**, odnosno Odluci o izmjenama i dopunama **Pravilnika o studijima Sveučilišta u Rijeci** te Odluci Fakultetskog vijeća Fakulteta zdravstvenih studija usvojenoj na sjednici održanoj 14. lipnja 2018. prema kojoj studenti na pojedinom predmetu od 100% ocjenskih bodova tijekom nastave mogu ostvariti najviše **50% ocjenskih bodova**, dok se preostalih **50% ocjenskih bodova** ostvaruje na završnom ispitu.

Ocjenjivanje studenata vrši se primjenom ECTS (A-F) i brojčanog sustava (1-5).

Od maksimalnih **50 ocjenskih bodova** koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora sakupiti minimum od **25 ocjenskih bodova** da bi stekao pravo pristupa završnom ispitu. Studenti koji sakupe manje od 25 ocjenskih bodova imat će priliku za jedan popravni međuispit te, ako na tom međuispitu zadovolje, moći će pristupiti završnom ispitu, ali s minimalnim brojem ocjenskih bodova, odnosno s 25 ocjenskih bodova, bez obzira na uspjeh na popravnom međuispitu.

Studenti koji tijekom nastave sakupe 24,9 i manje ocjenskih bodova moraju ponovno upisati kolegij.

Student može izostati s **30%** nastave isključivo **zbog zdravstvenih razloga** što opravdava liječničkom ispričnicom. Nazočnost na seminarima je obvezna. Nadoknada u nastavi nije moguća.

Ukoliko student opravdano ili neopravdano izostane s **više od 30% nastave** ne može nastaviti praćenje kolegija te gubi mogućnost izlaska na završni ispit. Time je prikupio 0 ECTS bodova i ocijenjen je ocjenom F.

Elementi i kriteriji ocjenjivanja na stručnom studiju Radiološke tehnologije za kolegij Tehnike slojevnog snimanja su: ocjenjivanje pismenih međuispita i završnog ispita na način koji je naveden u daljnjem tekstu.

Ocjenjivanje aktivnosti i znanja na vježbama: maksimalno 10 bodova

Ocjenjivanje aktivnosti i znanja provodi se aktivnim ispitivanjem na vježbama te se boduje od 0 - 10.

Ocjenjivanje prezentacija i znanja na seminarima: maksimalno 10 bodova

Student je dužan pripremiti prezentaciju na zadanu temu u trajanju od najmanje 20 minuta. Na kraju prezentacije mora postaviti barem 5 pitanja ostalim kolegama koji prisustvuju nastavi te prodiskutirati odgovore. Nastavnik na kraju održane prezentacije postavlja studentu barem 3 pitanja iz zadane teme te pridodjeljuje bodove.

Pismeni međuispiti: maksimalno 30 bodova

Studenti su obvezni položiti **dva pismena međuispita**. Na svakom međuispitu može se maksimalno ostvariti do 15 bodova.

Međuispiti sadržavaju 30 pitanja čiji se točni odgovori pretvaraju u ocjene bodove na sljedeći način:

Br. točnih odgovora	Broj bodova
15	7,5
16	8
17	8.5
18	9
19	9.5
20	10
21	10.5
22	11
23	11.5
24	12
25	12.5
26	13
27	13.5
28	14
29	14.5
30	15

Važne napomene

Pismeni međuispiti (testovi) se pišu 30 minuta. Prag prolaznosti je 50% uspješno riješenih zadataka. Za vrijeme pisanja testa nije moguće koristiti literaturu, mobitel i sl., kao ni prepisivati ili došaptavati se ili u slučaju on-line pisanja koristiti se raznim načinima digitalne komunikacije. Ukoliko do toga dođe studentima će ispit biti poništen.

Pravo na jedan popravni međuispit omogućava se studentima koji su tijekom nastave stekli manje od 25 bodova, pod uvjetom da su pisali međuispite. Ova kategorija studenata može tijekom nastave ostvariti najviše 25 bodova. Studenti koji zbog prepisivanja ili nekog drugog nedoličnog ponašanja nisu ostvarili 25 bodova tijekom nastave ne stječu pravo na završni ispit. Studenti koji iz neopravdanih razloga nisu prisupili međuispitu nemaju pravo na popravni međuispit.

Uvid u postignute rezultate biti će omogućen unutar sedam dana od polaganja međuispita uz predhodni dogovor o točnom terminu s nositeljem kolegija.

Završni ispit – 50 bodova

Završni ispit je pismeni test s pedeset pitanja. Na završnom pismenom ispitu procjenjuje se znanje koje nije procjenjivano tijekom ranijih testova, a prag prolaznosti je 50%. Na završnom pismenom ispitu studenti mogu maksimalno ostvariti 50 bodova koji se pretvaraju u ocjenске bodove na sljedeći način:

Br. točnih odgovora	Broj bodova
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36

37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50

Važne napomene

Test se piše 45 minuta.

Za vrijeme pisanja testa nije moguće koristiti literaturu, mobitel i sl. , kao ni prepisivati ili došaptavati se ili u slučaju on-line pisanja koristiti se raznim načinima digitalne komunikacije. Ukoliko do toga dođe studentima će ispit biti poništen.

Uvid u postignute rezultate biti će omogućen unutar sedam dana od polaganja završnog ispita uz prethodni dogovor o točnom terminu s nositeljem kolegija. Ovo se odnosi samo na pisanje međuispita on-site.

Završna ocjena se određuje temeljem Pravilnika o studijima Sveučilišta u Rijeci, 2018. g.

Studenti koji su tijekom nastave ostvarili:

- 0-24.9% ocjene - nemaju pravo pristupa završnom ispitu.
- 25-50% ocjene - ostvaruju pravo pristupa završnom ispitu.

Završna ocjena:

ocjenjivanje se vrši apsolutnom raspodjelom na temelju ukupno ostvarenih % ocjene:

A: 90-100%, izvrstan (5)

B: 75-89,9%, vrlo dobar (4)

C: 60-74,9%, dobar (3)

D: 50-59,9%, dovoljan (2)

F: 0-49,9%, nedovoljan (1)

Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

Nije moguće, no dio nastavnog materijala je na engleskom jeziku.

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

Prije završnog ispita omogućena su studentima dodatna 2 sata vježbi ukoliko su im potrebna dodatna pojašnjenja. Termin dogovaraju s voditeljem kolegija.
Studenti su dužni prijaviti ispit jer mu u protivnom neće moći pristupiti.
Studenti mogu polagati ispit iz istog predmeta najviše tri puta u jednoj akademskoj godini.
U slučaju odbijanja konačne ocjenjuje primjenjuje se članak 46. Pravilnika o studijima Sveučilišta u Rijeci iz 2015.g. ("Pisani ispit ili pisani dio ispita neće se ponoviti pred povjerenstvom, već će ga ono ponovno ocijeniti").

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2026./2027. godinu)

Raspored nastave

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
4. 3. 2027.	P, 11:00–13:00, KZZR Sušak			doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.
4. 3. 2027.		S, 13:00–15:00		doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.
10. 3. 2027.	P, 12:00–14:00, KZZR Sušak			doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.
10. 3. 2027.		S, 14:00–16:00, KZZR Sušak		doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.

18. 3. 2027.	P, 12:00–14:00, KZZR Sušak			doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.
18. 3. 2027.		S, 14:00–16:00, KZZR Sušak		doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.
19. 3. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–10:00, KZZR Sušak	Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
22. 3. 2027.	P, 12:00–14:00, KZZR Sušak			Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
22. 3. 2027.		S, 14:00–16:00, KZZR Sušak		Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
25. 3. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 12:00–14:00, KZZR Sušak	Enrico Peršić, bacc. rad. techn.
31. 3. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–10:00, KZZR Sušak	Marko Miličević, bacc. rad. techn.
31. 3. 2027.		S, 10:00–12:00, KZZR Sušak		Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
1. 4. 2027.	P, 12:00–14:00, KZZR Sušak			doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.
6. 4. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 12:00–15:00, KZZR Sušak	Damir Pranjić, bacc. rad. techn.
7. 4. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 11:00–14:00, KZZR Sušak	Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
8. 4. 2027.	P, 12:00–14:00, KZZR Sušak			dr. sc. Ivan Brumini, dr. med.
8. 4. 2027.		S, 14:00–16:00, KZZR Sušak		dr. sc. Ivan Brumini, dr. med.
12. 4. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–11:00, KZZR Sušak	Damir Pranjić, bacc. rad. techn.

13. 4. 2027.			V, 1. grupa, 8:00–10:00, KZZR Sušak	Mario Mrakovčić, bacc. rad. techn.
13. 4. 2027.			V, 2. grupa, 10:00–12:00, KZZR Sušak	Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
14. 4. 2027.			V, 2. grupa, 8:00–10:00, KZZR BŽD	Iva Zelić, bacc. rad. techn.
14. 4. 2027.			V, 1. grupa, 10:00–12:00, KZZR BŽD	Iva Zelić, bacc. rad. techn.
15. 4. 2027.	P, 12:00–14:00, KZZR Sušak			dr. sc. Ivan Brumini, dr. med.
15. 4. 2027.		S, 14:00–16:00, KZZR Sušak		dr. sc. Ivan Brumini, dr. med.
19. 4. 2027.			V, 1. grupa, 8:00–12:00, KZZR BŽD	Loredana Lanza, bacc. rad. techn.
21. 4. 2027.	P, 13:00–15:00, KZZR Sušak			Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
22. 4. 2027.			V, 2. grupa, 8:00–12:00, KZZR BŽD	Iva Zelić, bacc. rad. techn.
22. 4. 2027.		S, 13:00–15:00, KZZR Sušak		dr. sc. Ivan Brumini, dr. med.
26. 4. 2027.			V, 2. grupa, 8:00–12:00, KZZR BŽD	Loredana Lanza, bacc. rad. techn.
27. 4. 2027.	P, 12:00–14:00, KZZR Sušak			Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
27. 4. 2027.		S, 14:00–16:00, KZZR Sušak		Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
28. 4. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 11:00–13:00, KZZR Rijeka	Andrea Lalić, bacc. radiol. techn.
29. 4. 2027.			V, 1. grupa, 8:00–12:00, KZZR Rijeka	Mateo Rajkovača, mag. rad. techn.
3. 5. 2027.	P, 9:00–11:00, KZZR Sušak			doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.

3. 5. 2027.		S, 11:00–14:00, KZZR Sušak		doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.
5. 5. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–11:00, KZZR Sušak	Marko Miličević, bacc. rad. techn.
10. 5. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–10:00, KZZR Sušak	Marko Miličević, bacc. rad. techn.
10. 5. 2027.		S, 10:00–14:00, KZZR Sušak		Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
11. 5. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–11:00, KZZR Sušak	Damir Pranjić, bacc. rad. techn.
12. 5. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–11:00, KZZR Sušak	Damir Pranjić, bacc. rad. techn.
13. 5. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–12:00, KZZR Rijeka	Goran Banušić, bacc. rad. techn.
17. 5. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–12:00, KZZR Rijeka	Mateo Rajkovača, mag. rad. techn.
18. 5. 2027.			V, 1. i 2. grupa, 8:00–12:00, KZZR Rijeka	Andrea Lalić, bacc. radiol. techn.
19. 5. 2027.		S, 8:00–13:00, KZZR Sušak		Andrej Požgaj, mag. rad. techn.
			V, 1. i 2. grupa, 8:00–12:00, KZZR Sušak	Marko Miličević, bacc. rad. techn.

Popis predavanja, seminara i vježbi:

P	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
1. Temeljna načela računalne tomografije, nastanak slike i optimizacija protokola 2. CT glave, viscerokranija i vrata 3. CT toraksa, abdomena i zdjelice u elektivnim i hitnim stanjima 4. CT kralježnice, ekstremiteta, angiografija i CT srca 5. Temeljna načela MR-a, sekvence, sigurnost i artefakti 6. MR mozga, glave, vrata i kralježnice 7. MR angiografija, MR srca i toraksa 8. MR abdomena, bilijarnog sustava i zdjelice 9. MR muskuloskeletnog sustava 10. Temeljna načela ultrazvuka i Doppler ultrasonografije	Svako predavanje traje 2 akademska sata.		
	Ukupan broj sati predavanja	20	

S	SEMINARI (tema seminara)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
1.	Optimizacija CT protokola: kvaliteta slike, doza zračenja i rekonstrukcija	Svaki seminar traje 3 akademska sata.	
2.	CT glave i vrata: izbor protokola, spektralni CT i prikaz akutnog moždanog udara		
3.	CT toraksa, abdomena i zdjelice u hitnim i traumatološkim stanjima		
4.	CT angiografija, CT srca i napredne primjene CT-a u prikazu lokomotornog sustava		
5.	MR sekvence, sigurnost bolesnika i prepoznavanje artefakata		
6.	MR mozga, glave, vrata i kralježnice: protokoli i napredne sekvence		
7.	MR angiografija, MR srca i kvantitativna analiza protoka		
8.	MR abdomena i zdjelice: MR enterografija, MRCP i multiparametrijski protokoli		
9.	MR lokomotornog sustava: izbor protokola, prikaz hrskavice i napredne tehnike		
10.	Ultrazvuk i Doppler: fizikalne osnove, artefakti i suvremena primjena		
	Ukupan broj sati seminara	30	

V	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
	Vježbe prate seminare i predavanja.	80	
	Ukupan broj sati vježbi	80	

	ISPITNI TERMINI (završni ispit)
1.	9.6.2027.
2.	15.7.2027.
3.	8.9.2027.
4.	23.9.2027.