

Datum: Rijeka, 2. kolovoza 2019.

Kolegij: Digitalni zapis u radiologiji

Voditelj: Prof.dr.sc.Damir Miletić

Katedra: Katedra za laboratorijsku i radiološku dijagnostiku

Studij: Prediplomski stručni studij

Naziv studija:

Radiološka tehnologija izvanredni

Izaberite jedan od ponuđenih

Godina studija: 3

Akadska godina: 2019./2020.

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 **Digitalni zapis u radiologiji** je obvezni kolegij na trećoj godini Stručnog studija Radiološke tehnologije i sastoji se od 21 sat predavanja, 21 seminara i 10 sati vježbi, ukupno 52 sata (**5 ECTS**). Kolegij se izvodi u prostorijama Kliničkog zavoda za radiologiju Kliničkog bolničkog centra Rijeka.

Cilj kolegija

Upoznati studenta sa digitalnim sustavima za dobivanje radiograma, posebnostima digitalne radiografije, prednostima i nedostacima u odnosu na analognu radiografiju iz različitih aspekata. Student se osposobljava za rad u digitalnom kliničkom okružju, obučava se za izradu kvalitetnih digitalnih radiograma uz maksimalnu redukciju doze zračenja. Također upoznaje načine kontrole kvalitete dobivenog radiograma i mogućnosti korekcije uočenih grješaka.

Sadržaj kolegija

Digitalne radiografske tehnike; posebnosti, usporedba s analognim sustavima. CR i DR sustavi za stvaranje digitalne slike. Vrste digitalnih receptora, struktura, mogućnosti, dostupnost. Određivanje oštine, odnosa signala i šuma, dinamičke širine, učinkovitosti pretvorbe energije rendgenskog zračenja u digitalnu slikovnu informaciju. Sažimanje slike u radiologiji. Naknadna obrada slike. Filtriranje. Analogno-digitalna pretvorba. DICOM format u medicini (radiologiji). Sustav pohrane i razmjene slikovnih zapisa PACS).

Izvođenje nastave

Nastava se organizira na tri lokaliteta (Rijeka, Sušak, Kantrida) Kliničkog zavoda za radiologiju kroz predavanja, seminare i vježbe. Studenta se potiče na kontinuirano učenje i praćenje nastavnih sadržaja kako bi na vježbama mogao primijeniti stečena znanja i razjasniti nedoumice nastale tijekom učenja.

Popis obvezne ispitne literature:

Miletić D, Dodig D. Digitalni zapis u radiologiji. Nastavni tekst. Medicinski fakultet Rijeka 2016.

Popis dopunske literature:

Janković S, Eterović D, Fizikalne osnove I klinički aspekti medicinske dijagnostike, Medicinska naklada Zagreb 2002.

Nastavni plan:

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

P1; Radiologija bez filma. Usporedba analognog i digitalnog zapisa u radiologiji.

Ishodi učenja: Objasniti razliku između analognog i digitalnog zapisa nastavno na ranija saznanja o konvencionalnoj radiografiji. Opisati osobine digitalnog radiograma.

P2; Osobine digitalne slike na računalu: piksel i prostorna rezolucija, kontrastna rezolucija (dubina boje). Poželjne osobine digitalnog detektora. Analogno-digitalna pretvorba. ADC konverter (pretvarač).

Ishodi učenja: Navesti osobine digitalne slike koje se mogu međusobno uspoređivati. Argumentirati karakteristike koje bi optimalni detektor trebao imati. Razjasniti način nastanka digitalnog zapisa iz analognih podataka uključujući Fourierovu transformaciju

P3; Osnovne tehnike digitalne radiografije. Odabir usklađen sa kliničkim potrebama.

Ishodi učenja: Objasniti dvije osnovne skupine digitalnih radiografskih tehnika, uočiti njihove prednosti i nedostatke i povezati ih sa kliničkom primjenom.

P4; CR digitalni sustavi. SP zaslon. Igličasti detektor.

Ishodi učenja: Navesti elemente CR sustava te način rada u kliničkom okruženju. Argumentirati važnost kristalne strukture fosforescentnog materijala koja određuje njegova svojstva poput prostorne razlučivosti i učinkovitosti.

P5; Očitavanje CR zapisa. Nyquistov teorem. Odnos ulaznog i izlaznog signala.

Ishodi učenja: Opisati načine skeniranja SP zaslona kako bi se dobio digitalni zapis pohranjene virtualne slike. Raspraviti način pretvorbe ulaznog analognog signala u digitalni te vjerodostojnost prikaza u ovisnosti o frekvenciji uzorkovanja.

P6; Stanica za brisanje - reinicijalizacija fosforne ploče. CR kasete.

Ishodi učenja: Objasniti način brisanja pohranjenih informacija i mogućnosti višekratne uporabe SP zaslona te način rada sa CR kasetama.

P7; CR sustav – ekspozicija, pohranjivanje informacije, očitavanje, brisanje.

<u>Ishodi učenja:</u> Rastumačiti pojedine korake u nastanku digitalnog radiograma - izlaganje receptora rentgenskom zračenju, očitavanje u specijalnom laserskom čitaču, brisanje informacije i priprema fosforescentnog zaslona za novu ekspoziciju.
P8; DR sustavi <u>Ishodi učenja:</u> Opisati različite vrste DR sustava u kliničkoj praksi, njihove prednosti i nedostatke.
P9; Ravni detektori. Svojstva digitalnih radiografskih detektora. <u>Ishodi učenja:</u> Raspraviti temeljnu koncepciju ravnog detektora, način prikupljanja i očitavanja informacije, adresiranje. Prepoznati važnost pojedinih karakteristika za dobivanje optimalnog digitalnog radiograma.
P10; Indirektni digitalni detektori. CCD – nabojem spregnuti sklop <u>Ishodi učenja:</u> Demonstrirati neizravnu pretvorbu energije rendgenskog zračenja u digitalnu informaciju koja se prikazuje na radiogramu. Opisati CCD sustav, njegove mogućnosti i prednosti te ograničenja u kliničkoj promjeni.
P11; Direktni DR sustavi. <u>Ishodi učenja:</u> Protumačiti izravnu pretvorbu energije rendgenskog zračenja u digitalni podatak.
P12; Prostorna rezolucija digitalnog detektora. <u>Ishodi učenja:</u> Argumentirati važnost prostornog razlučivanja, navesti mjerne jedinice prostorne rezolucije i demonstrirati način njihove usporedbe.
P13; Zajednički koraci u nastanku digitalne slike. <u>Ishodi učenja:</u> Pojasniti način rada hvatačkog, sparivačkog i sakupljačkog elementa.
P14; Osjetljivost i učinkovitost digitalnog detektora <u>Ishodi učenja:</u> Rastumačiti učinkovitost pretvorbe rendgenskog zračenja u digitalnu informaciju i pojasniti povezanost sa dozom zračenja za dobivanje radiograma.
P15; Odnos signala i šuma. Relativni šum. Dinamička širina. <u>Ishodi učenja:</u> Objasniti pojam šuma i njegovu povezanost sa kvalitetom digitalnog radiograma. Navesti mogućnosti primjene dinamičke širine u svakodnevnom radu s digitalnom slikom. Objasniti navedene rjeđe korištene karakteristike digitalnih detektora koje utječu na kvalitetu radiograma.
P16; Osjetljivost na raspršeno zračenje, prostorni i vremenski artefakti. Usporedba analognih i digitalnih sustava prema ključnim svojstvima. <u>Ishodi učenja:</u> Ishodi učenja: Usporediti svojstva različitih sustava za dobivanje radiograma.
P17; Novije mogućnosti primjene digitalne radiografije. Kompjutorski potpomognuta detekcija. <u>Ishodi učenja:</u> Opisati tehnike proizašle iz digitalne radiografije koje donose nove dijagnostičke mogućnosti.
P18; Dvoenergijska suptrakcija. Tomosinteza.

Ishodi učenja: Protumačiti mogućnost korištenja dvije ekspozicije različitih energija za dobivanje posebnih radiograma za pojedine vrste tkiva. Objasniti tehniku dobivanja slojeva kroz snimani objekt korištenjem lučnog pomaka cijevi i različitih upadnih kutova rendgenskog snopa na objekt i detektor.

P19; Filtriranje slike;

Ishodi učenja: Rastumačiti način obrade digitalne informacije dobivene slabljenjem rendgenskog snopa prolaskom kroz tkivo da bi se dobio konačni slikovni prikaz.

P20; Formati digitalne slike.

Ishodi učenja: Navesti najčešće formate digitalnih slika, usporediti prednosti i nedostatke primjene pojedinog formata.

P21; Sažimanje digitalne slike. PACS.

Ishodi učenja: Opisati načine sažimanja digitalne slike bez gubitka dijagnostičkog podatka.

Popis seminara s pojašnjenjem:

S1- S3; Razlika između konvencionalne i digitalne radiografije.

Ishodi učenja: Istaknuti bitne razlike između dva načina radiografskog snimanja sa svim prednostima i nedostacima te posebnostima radnog procesa kod uvođenja digitalnih sustava.

S4-S5; Sažimanje digitalne slike sa i bez gubitaka. Formati JPEG, TIFF, PNG.

Ishodi učenja : Raspraviti načine sažimanja slikovnih informacija za potrebe očitavanja, prijenosa, arhiviranja i pozivanja radiograma ili druge digitalne slike (CT,MR i sl.) u radiologiji.

S6-S7; DICOM format – primjena u radiologiji

Ishodi učenja : Prikazati svojstva DICOM slike i razloge zbog kojih se taj format koristi u radiologiji

S8-S10; Način rada s fosfornim pločama. Digitalni čitači, lasersko očitavanje, reinicijalizacija fosforne ploče

Ishodi učenja : Objasniti posebnosti načina rada s kasetama koje sadrže fosforescentne zaslone CR sustava u kliničkoj praksi. Predstaviti način rada digitalnih čitača te ponovne uporabe kasete nakon očitavanja za narednu radiografiju.

S11-S13 Uzorkovanje signala (sampling). Dinamički raspon.

Ishodi učenja: Raspraviti kako način uzimanja uzorka u analogno-digitalnoj pretvorbi utječe na vjerodostojnost pretvorbe ulaznog signala u digitalnu informaciju. Pojasniti kako raspon sive skale utječe na kontrastnost radiograma.

S14-S15; Materijali koji detektiraju X zračenje. CCD i CMOS sustavi.

Ishodi učenja: Opisati suvremene materijale koji se koriste ili razvijaju za buduću uporabu u digitalnim sustavima u radiologiji.

S16-S17 Metode procjene oštine, šuma i SNR. Digitalni detektori za mamografiju.

Ishodi učenja: Razjasniti metode kojima se može procijeniti oština, šum, te odnos signala i šuma kroz sustav kontrole kvalitete, odnosno fizikalna mjerenja kod novog uređaja ili prilikom servisiranja postojećeg uređaja.

S18- S19; Naknadna obrada digitalne slike kod slojevnih tehnika: SSD, VRT, virtualna endoskopija.

Ishodi učenja: Opisati metode naknadne obrade digitalne slike kod slojevnih tehnika u radiologiji u pripremi za radiološku i kliničku interpretaciju te ulogu tehnologa u tom procesu.

S20-S21; Prikaz digitalnog radiograma.

Ishodi učenja: Raspraviti karakteristike monitora za prikaz digitalnog radiograma.

Popis vježbi s pojašnjenjem:

V 1-10;

Studenti uz pomoć mentora primjenjuju stečena znanja koristeći digitalne radiografske metode u kliničkoj praksi. Rad sa digitalnom slikom u snimaonici, slanje radiograma prema mjestu očitavanja, distribucija slike putem sustava arhiviranja i komunikacije između pojedinih sastavnica Kliničkog bolničkog centra u Rijeci. Upoznavanje metoda naknadne obrade digitalne slike ili skupine slika za potrebe radiološke interpretacije ili vizualizacije zbog predoperacijskog planiranja.

Obveze studenata:

Prisustvovanje svim oblicima nastave. Priprema seminara s prezenacijom pred kolekana i voditeljem uz raspravu o problemu. Aktivno sudjelovanje na vježbama, praktična primjena teorijskog znanja.

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

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja:

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci.

Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom izvođenja nastave, te na završnom ispitu. Od ukupno 100 bodova, tijekom nastave student može ostvariti 50 bodova, a na završnom ispitu 50 bodova.

Ocjenjivanje studenata vrši se primjenom brojanog sustava (1-5). Ocjenjivanje u ECTS sustavu izvodi se apsolutnom raspodjelom.

Od maksimalnih 50 ocjenskih bodova koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora sakupiti najmanje 25 ocjenskih bodova da bi pristupio završnom ispitu.

Elementi i kriteriji ocjenjivanja na stručnom studiju Radiološke tehnologije za predmet Digitalni zapis u radiologiji su: dva pismena kolokvija i ocjenjivanje seminarskog rada koji studentni samostalno pripremaju na zadanu temu. Tijekom nastave student može ostvariti do 50% ocjene, a na završnom ispitu preostalih 50 % ocjene (od ukupno 100 bodova, do 50 bodova može ostvariti tijekom nastave, a do 50 na završnom ispitu).

Pismeni međuispiti (kolokviji)-40 bodova

Studenti su obvezni položiti dva pismena međuispita. Na svakom međuispitu mogu maksimalno ostvariti 20 bodova (20% ocjene).

Međuispiti sadržavaju 20 pitanja čiji se točni odgovori pretvaraju u ocjenske bodove na slijedeći način.

Br. točnih odgovora	Broj bodova
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20

Seminarski rad koje student samostalno priprema na zadanu temu - 10 bodova

Svaki student je dužan pripremiti jednu prezentaciju na zadanu temu, u power-pointu u trajanju od najmanje 15 minuta, a seminarski rad se ocjenjuje ocjenom od 1-10 (ocjena =bod).

Važne napomene

Pismeni međuispiti (testovi) se pišu 30 minuta. Prag prolaznosti je 50%. Studenti koji riješe test prije predviđenog vremena biti će zamoljeni da ostanu na svom mjestu do isteka vremena predviđenog za rješavanje testa da ne bi ometali rad ostalih studenata.

Pravo na jedan popravni međuispit omogućava se studentima koji su tijekom nastave stekli manje od 25 bodova. 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 se sastoji od pismenog i usmenog ispita.

Završni pismeni ispit:

Završni pismeni ispit sadržava 30 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 30 bodova koji se pretvaraju u ocjene bodove na slijedeći način:

Br. točnih odgovora	Broj bodova
15	10
16	11
17	12
18	13
19	14
20	15
21	16
22	17
23	18
24	19
25	20
26	22
27	24
28	26
29	28
30	30

Završni usmeni ispit:

Provjera teorijskog znanja iz ukupnog gradiva Na završnom usmenom ispitu studenti mogu maksimalno ostvariti 20 bodova koji se pretvaraju u ocjenske bodove na slijedeći način:

Izvršno znanje - 20 bodova
Vrlo dobro znanje - 17 bodova
Dobro znanje - 13 bodova
Dovoljno znanje - 10 bodova

Završna ocjena:

- A - 90-100% ocjene, izvrstan (5)
- B – 75-89,9% ocjene, vrlo dobar (4)
- C – 60-74,9% ocjene, dobar (3)
- D – 50-59,9% ocjene, dovoljan (2)
- F – 0-49,9% ocjene, nedovoljan (1)

Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

DA

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

Unesite tražene podatke

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2019./2020. godinu)

Raspored nastave

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
7.4.2020.	P 1-4 8,00-12,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc. D. Miletić
14.4.2020.	P 5-8 8,00-12,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc. D. Miletić
		S 1-5 14,00-17,00 KZZR		
21.4.2020.	P 9-12 8,00-12,00 KZZR RIJEKA			
		S 6-10 14,00-17,00 KZZR		
22.4.2020.			V 1-10 8,00-16,00	
28.4.2020.	P 13-15 8,00-11,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc. D. Miletić
		S 11-15 13,00-17,00 KZZR		
5.5.2020.	P 16-18 8,00-11,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc. D. Miletić
		S 16-17 13,00-16,00 KZZR		
6.5.2020.		S 18-19 8,00-13,00 KZZR		
12.5.2020.	P 19-21 8,00-11,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc. D. Miletić
		S 20-21 13,00-17,00 KZZR		

Popis predavanja, seminara i vježbi:

P	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1	Radiologija bez filma. Usporedba analognog i digitalnog zapisa u radiologiji	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P2	Osobine digitalne slike na računalu: piksel i prostorna rezolucija, kontrastna rezolucija (dubina boje). Poželjne osobine digitalnog detektora. Analogno-digitalna pretvorba. ADC konverter (pretvarač).	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P3	Osnovne tehnike digitalne radiografije. Odabir usklađen sa kliničkim potrebama.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P4	CR digitalni sustavi. SP zaslon. Igličasti detektor.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P5	Očitavanje CR zapisa. Nyquistov teorem. Odnos ulaznog i izlaznog signala.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P6	Stanica za brisanje - reinicijalizacija fosforne ploče. CR kasete.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P7	CR sustav – ekspozicija, pohranjivanje informacije, očitavanje, brisanje.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P8	DR sustavi	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P9	Ravni detektori. Svojstva digitalnih radiografskih detektora.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P10	Indirektni digitalni detektori. CCD – nabojem spregnuti sklop	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P11	Direktni DR sustavi.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P12	Prostorna rezolucija digitalnog detektora.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P13	Zajednički koraci u nastanku digitalne slike.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA

P14	Osjetljivost i učinkovitost digitalnog detektora	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P15	Odnos signala i šuma. Relativni šum. Dinamička širina.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P16	Osjetljivost na raspršeno zračenje, prostorni i vremenski artefakti. Usporedba analognih i digitalnih sustava prema ključnim svojstvima.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P17	Novije mogućnosti primjene digitalne radiografije. Kompjutorski potpomognuta detekcija.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P18	Dvoenergijska suptrakcija. Tomosinteza.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P19	Filtriranje slike.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P20	Formati digitalne slike.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
P21	Sažimanje digitalne slike. PACS.	1	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU RIJEKA
	Ukupan broj sati predavanja	21	

S	SEMINARI (tema seminara)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
S 1-3	Razlika između konvencionalne i digitalne radiografije.	3	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
S 4-5	Sažimanje digitalne slike sa i bez gubitaka. Formati JPEG, TIFF, PNG.	2	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
S 6-7	DICOM format – primjena u radiologiji	2	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
S 8-10	Način rada s fosfornim pločama. Digitalni čitači, lasersko očitavanje, reinicijalizacija fosforne ploče	3	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
S 11-13	Uzorkovanje signala (sampling). Dinamički raspon.	2	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
S 14-15	Materijali koji detektiraju X zračenje. CCD i CMOS sustavi.	2	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
S 16-17	Metode procjene oštine, šuma i SNR. Digitalni detektori za mamografiju.	2	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
S 18-19	Naknadna obrada digitalne slike kod slojevnih tehnika: SSD, VRT, virtualna endoskopija.	3	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
S 20-21	Prikaz digitalnog radiograma.	2	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
	Ukupan broj sati seminara	21	

V	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
V 1-10	Vježbe prate temu predavanja	10	KLINIČKI ZAVOD ZA RADIOLOGIJU
	Ukupan broj sati vježbi	10	

	ISPITNI TERMINI (završni ispit)
1.	5.6.2020.
2.	1.7.2020.
3.	2.9.2020.
4.	