

GREŠKE I ARTEFAKTI NA RENDGENOGRAMIMA

AUTORI

Simon Nikolić^{1,2}, Aleksandra Milenković^{1,2}, Bojan Tomić³, Branislava Radović², Miloš Gašić²

¹ KBC Priština - Gračanica, Srbija

² Univerzitet u Prištini - Kosovska Mitrovica, Medicinski fakultet, Srbija

³ Vojno medicinska akademija - Beograd, Srbija

SAŽETAK

Uvod: Postupak snimanja pacijenta obuhvata proces sa nekoliko odvojenih segmenata tokom rada koji zbirno omogućavaju dobijanje snimka pogodnog za adekvatnu radiološku analizu. Tokom čitavog procesa moguće je doći do grešaka koje stvaraju artefakte na rendgenogramima što na kraju rezultira neadekvatnim snimkom koji nije za validnu analizu.

Cilj rada: Utvrditi ukupan broj radioloških filmova koji nisu za validnu analizu. Razvrstati i analizirati greške na rendgenogramima prema procesu rada. Dati preporuke za unapređenje kvaliteta u procesu radiološkog postupka snimanja pacijenta.

Metode rada: Prospektivna studija izvedena je na Klinici za radiologiju KBC Priština u Gračanici, u vremenskom periodu od dve kalendarske godine. U obzir su uzeti svi filmovi koji nisu za validnu analizu. Radiološki postupak snimanja pacijenta rasčlanili smo na logične segmente, kako bi se moguće greške mogle uočiti. Uzroke nastanka artefakata svstali smo u pet grupa (greške nastale tehnikom snimanja, tokom akvizicije snimka, izazvane objektom snimanja, tokom obrade filmova u automatizovanoj mašini i nepravilnim rukovanjem filmovima).

Rezultati: Utrošena je ukupna količina rendgenografskih filmova 32600, od kojih je sa greškama i artefaktima bilo 242 (0,74%). Najzastupljeniji format filma koji je sa greškom ili artefaktom bio je 30x40 cm. Frekvencija grešaka prema uzroku nastanka svrstana u odgovarajuće grupe. Najveći broj bio je u grupi 1. 155 (64,04%), u grupi 2. 3 (1,24%), u grupi 3. 13 (5,37%), u grupi 4. 67 (27,69%) i u grupi 5. 4 (1,66%).

Zaključak: Pravilnom interpretacijom svih uočenih grešaka i artefakata na rendgen filmu, omogućuje nam da uvidimo mesto greške u toku čitavog procesa snimanja i obrade filma.

Ovim želimo da ukažemo na mogućnost njihovog uklanjanja i unapredimo kvalitet funkcionisanja radiološkog odeljenja.

Ključne reči: rendgenogram, greške, artefakti

ENGLISH

ERRORS AND ARTIFACTS ON RADIOGRAPHS

SUMMARY

Introduction: The process of recording a patient includes a procedure with several separate segments during work that together provide the imaging to be obtained for adequate radiological analysis. Throughout the process, it is possible to experience errors that create artifacts on X-rays which ultimately results in an inadequate recording that is not for valid analysis.

Aim: Determine the total number of radiological films that are not for valid analysis. Sort out and analyze errors in radiographs according to the work process. Provide recommendations for improving the quality in the process of recording the patient.

Material and methods: A prospective study was conducted at the Radiology Clinic of the Clinical Hospital Center Pristina-Gračanica, for two calendar years. All films that are not for valid analysis were considered. The radiological procedure of patient imaging was broken down into logical segments so that possible errors could be observed. We have summarized the causes of the artifacts in five appropriate groups (errors made by the recording technique, during the acquisition of the image, caused by the object of recording, during the processing of films in an automated machine and improper handling of films).

Results: The total amount of used X-ray films is 32600 pieces, of which 242 (0.74%) were errors and artifacts. The most common format of a film with an error or artifact was 30x40 cm. A frequency of errors according to the cause of the occurrence is classified into appropriate groups. The largest number was in a group 1 - 155 (64.04%), in a group 2 - 3 (1.24%), in a group 3 - 13 (5.37%), in a group 4 - 67 (27.69%), and in a group 5 - 4 (1.66%).

Conclusion: In the proper systematization of all observed errors and artifacts of X-ray film, it allows us to realise the place of error during the whole process of recording and processing of the film. We hereby wish to propose their elimination and improve the quality of the radiology department.

Keywords: radiographs, errors, artifacts

UVOD

Postupak snimanja pacijenta obuhvata proces sa nekoliko odvojenih segmenata tokom rada koji zbirno omogućavaju dobijanje snimka pogodnog za adekvatnu radiološku analizu. [1] Greške nastaju u procesu nepažljivog rada snimanja pacijenta.

Filmovi koji se koriste u radiologiji čuvaju se na radiološkom odelenju u posebno određenim prostorijama namenjenim u tu svrhu. Ukoliko se na radiološkom odelenju radi sa analognim rendgenogramima neophodno je postojanje mašine za automatsko razvijanje filmova, smeštenoj u posebnoj prostoriji „mračnoj komori”. Tu se rendgenografski filmovi određenih formata, pod inaktinичnim osvetljenjem, stavljaju u kasete a zatim se nakon ekspozicije iste vraćaju i iz njih se filmovi vade i umeću u mašinu za automatsko razvijanje. [2,3] Manipulacijom kasetama tokom snimanja i razvijanja u rendgenološkom kabinetu može doći do stvaranja artefakata.

Tokom čitavog procesa moguće je doći do grešaka koje stvaraju artefakte na rendgenogramima što na kraju rezultira neadekvatnim snimkom koji obično nije za validnu analizu. Pri tome daju senke, oštećenja i mrlje na filmu i koje ne potiču od snimljenog dela tela. [4] Važno ih je poznavati kako ih ne bismo zamenili sa patološkim procesima.

CILJ RADA

Cilj našeg istraživanja je da:

- u dvogodišnjem vremenskom intervalu utvrditi ukupan broj rendgenoloških filmova koji nisu za validnu analizu.
- razvrstati i analizirati greške na rendgenogramima prema procesu rada.
- dati preporuke za unapređenje kvaliteta u procesu radiološkog postupka snimanja pacijenta.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je planirano i urađeno kao prospektivna studija na Klinici za radiologiju KBC Priština u Gračanici, u vremenskom periodu od dve kalendarske godine (od 2018 do 2020 god.). Za analizu su uzeti prikladni filmovi (242). Analiza grešaka na filmu bila je zasnovana na mišljenju bar dva istraživača (specijalista radiologije) u procesu rada. Proces rada u radiološkim kabinetima zasnovan je na analognom procesu razvijanja rendgenoloških filmova. Klinika poseduje aparate za mašinsko razvijanje filmova Kodak Medical X-ray Processor 101/102 i Konica SRX-301 Agfa EOS classic.

U tom cilju, radiološki postupak snimanja pacijenta, rasčlanili smo na logične segmente, kako bi se moguće greške mogle uočiti. Uzroke nastanka grešaka na radiološkom filmu, kao krucijalne dokaze, svstali smo u pet grupa.

Grupa 1. Greške nastale tehnikom snimanja:

- podeksponiran film
- preekspozicioniran film
- dvostruka ekspozicija filma
- pomeranje stativa nosača rendgen cevi ili pomeranje buki-stativa
- neadekvatna pozicija centralnog zraka
- nepravilno suženje zračnog snopa
- promena distance fokus-film

Grupa 2. Greške nastale tokom akvizicije snimka:

- nefunkcionisanje antirasipne rešetke
- nepravilno ili naopako postavljena kasetna
- otvorena kasetna
- oštećena kasetna
- oštećene folije (ogrebotine)
- nečistoće folije (otisci prstiju, prašina, kapljice vode)

Grupa 3. Greške izazvane objektom snimanja:

- pomeranje i nesaradnja pacijenta tokom procesa snimanja
- artefakti odeće (nakit, naočare, ukosnice, ...)
- strana tela u tkivu pacijenta
- ostaci kontrastnog sredstva u i na pacijentu nakon kontrastnih pregleda
- nepripremljen pacijent za rendgenološki pregled

Grupa 4. Greške nastale tokom obrade filmova u automatizovanoj mašini:

- nepravilno rastvorene hemikalije
- promena vremenske obrade filma u hemikalijama
- promena temperature hemikalija
- nedovoljan nivo hemikalija
- zaprljane hemikalije
- preklapanje filmova u procesu mašinske obrade
- prljavi valjci
- oštećeni valjci
- otvaranje poklopca mašine

Grupa 5. Greške nastale nepravilnim rukovanjem filmovima:

- otisci prstiju
- mehaničko oštećenje emulzije rendgenološkog filma
- dejstvo elektriciteta
- ispisani filmovi
- neadekvatno čuvani filmovi
- vremenski stari filmovi

Prikupljeni materijal smo razvrstali posmatranjem svake faze radiološkog postupka. Izračunavanje tendencija i frekvence korišćeni su jednostavni statistički alati sa procentualnom zastupljenošću.

REZULTATI

Utrošena ukupna količina rendgenografskih filmova (32.600) tokom dvogodišnjeg perioda i filmovi sa artefaktima

(242), predstavljeni su po veličini korišćenih formata tabelom 1. Najveći procenat grešaka se javljao na formatima 30x40 cm (27,27%).

Tabela 1. Ukupno radiološki filmovi i radiološki filmovi sa artefaktima

Format filma	Količina	%	Sa artefaktima	%
13 x 18	1000	3,07	4	1,65
18 x 24	4800	14,72	29	11,98
24 x 30	4800	14,72	41	16,94
30 x 40	4800	14,72	66	27,27
15 x 40	2800	8,59	9	3,72
20 x 40	2800	8,59	24	9,92
35 x 35	5000	15,34	27	11,16
35 x 43	5000	15,34	39	16,12
mamo	1600	4,91	3	1,24
ukupno	32600	100	242	100

Odnos filmova sa artefaktima u odnosu na korišćeni format rendgenografskih filmova prikazan je tabelom 2. Najzastupljeniji format filma koji je sa greškom ili artefaktom bio je 30x40 cm (27,27%).

Tabela 2. Odnos oštećenih filmova u odnosu na format

Format filma	Količina	Sa artefaktima	%
13 x 18	1000	4	0,40
18 x 24	4800	29	0,60
24 x 30	4800	41	0,85
30 x 40	4800	66	1,37
15 x 40	2800	9	0,32
20 x 40	2800	24	0,86
35 x 35	5000	27	0,54
35 x 43	5000	39	0,78
mamo	1600	3	0,19
ukupno	32600	242	

Od ukupne količine radioloških filmova koje smo koristili u dvogodišnjem periodu (32600 komada) sa greškama i artefaktima je bilo 242 što iznosi 0,74%.

U tabeli 3. predstavljena je frekvencija grešaka prema uzroku nastanka svrstana u odgovarajuće grupe. Najveći broj artefakata bio je u grupi 1. ukupno 155 grešaka (64,04%), a najmanji u grupi 2. samo 3 greške (1,24%).

Tabela 3. Greške i artefakti svrstani po grupama

Grupa 1.	Grupa 2.	Grupa 3.	Grupa 4.	Grupa 5.					
preeksponiran film	25	nefunkcionisanje antirasipne rešetke	2	pomeranje i nesaradnja pacijenta tokom procesa snimanja	7	nepravilno rastvorene hemikalije		otisci prstiju	1
podeksponiran film	56	nepravilno ili naopako postavljena kasetna		artefakti odoče	2	promena vremenske obrade filma u hemikalijama	2	mehaničko oštećenje emulzije rendgenološkog filma	1
dvostruka ekspozicija filma		otvorena kasetna	1	strana tela u tkivu pacijenta		promena temperature hemikalija	1	dejstvo elektriciteta	1
pomeranje stativa nosača rendgen cevi ili pomeranje buk-stativa		oštećena kasetna		ostaci kontrastnog sredstva u i na pacijentu nakon kontrastnih pregleda	1	nedovoljan nivo hemikalija	18	ispisani filmovi	
neadekvatna pozicija centralnog zraka	66	oštećene folije (ogrebotine)		nepripremljen pacijent za rendgenolški pregled	3	zaprljane hemikalije		neadekvatno čuvani filmovi	
nepravilno suženje zračnog snopa	6	nečistoće folije				preklapanje filma u procesu mašinske obrade	4	vremenski stari filmovi	1
promena distance fokus-film	2					priljavi valjci			
						oštećeni valjci	41		
						otvaranje poklopca mašine	1		
Ukupno	155		3		13		67		4
%	64,04		1,24		5,37		27,69		1,66

DISKUSIJA

Radiološki postupak snimanja pacijenta je medicinsko tehnička radnja koja obuhvata zbir aktivnosti, postupaka i intervencija izvedenih na pacijentu. [1]

Proverom identiteta pacijenta i ukoliko je pregled unapred zakazan proverom pravilne pripremljenosti za dati pregled, treba da započne radiološki pregled. Stroge indikacije za snimanje sa upotrebom jonizujućeg zračenja moraju biti postavljene kod pacijenata mlađih od 30 godina. Ukoliko su osobe ženskoga pola i u reproduktivnom periodu obavezno je ispoštovati pravilo "10 dana". [5,6] Zatim sledi uvođenje pacijenta u radiološki kabinet. U delu za pripremu treba omogućiti da se interesna zona snimanja oslobodi viška odeće i nepotrebnih stvari. Na radiološkom stolu vrši se ugodan smeštaj i pravilno pozicioniranje pacijenta.

U zavisnosti od veličine polja snimanja vrši se odabir kasete sa filmom odgovarajućeg formata i uvođenjem u stativ na posebno za nju formiranim mestom. [7] Ujedno formira se veličina zračnog polja usmerena na deo tela pacijenta koji je od interesa. Odabir odgovarajućih strujnih kondicija potrebnih za nastanak X-zraka u rendgen cevi vrši se na komandnom stolu. U interakciji X-zraka i tela pacijenta dolazi do slabljenja primarnog rendgen zračnog snopa koji zatim kroz antirasipnu rešetku stiže do kasete sa rendgen filmom. U daljem toku sledi fotohemijaska obrada filma u automatizovanoj mašini (procesoru). U svemu ovome ne treba zaboraviti i pravilno skladištenje filmova i kasete i njihova manipulacija u mračnoj komori. Krana čitavog procesa je radiološki film adekvatan za validnu analizu.

Greške pri radu, naročito u ovako složenom procesu, su moguće. Rezultati su jasno vidljivi i odražavaju se direktno na film. Artefakti su strukture ili izgled koji nije normalno prisutan na rendgenografiji i proizvodi se na veštački način. [8]

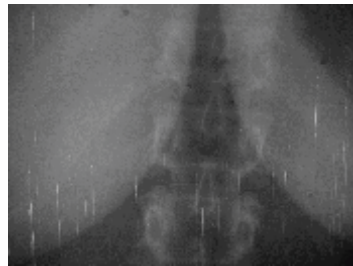
Našim radom predložena je sistematizacija grešaka i artefakata poštujući proces rada u radiološkom kabinetu. Međutim, moguće je na osnovu vidljivih karakteristika na filmu ovakvu klasifikaciju i drugačije predočiti. [1,9,10] Primer su svrstavanje grešaka prema svetlinama i tamninama na rendgen filmu. Greške kategorizovane mehanizmom ometanja u snimanju, obradi ili prikazu slika. [9] Ovakav način klasiifikacije ne uviđa kako i kada u toku procesa rada nastaje dati artefakt.

U dvogodišnjem periodu utrošeno je 32600 filmova od čega je sa greškama i artefaktima bilo 0,74%. Iako je postotak mali, uzimajući u obzir ukupnu količinu filmova sa greškama se javilo 242 filma, što nije zanemarujući broj, naročito ako se uzme u obzir da je kod svakog filma bila ekspozicija jonizujućeg zračenja.

Najzastupljeniji format na kome su se prezentovale greške je 30x40 cm, 27,27%. Druga dva formata 35x35 cm i 35x43 cm, zbirno daju skoro isti postotak filmova sa greškom. Ovi formati kao i predhodni se koriste najčešće za snimanje većih površina tela pacijenta, obuhvatajući time i veću zapreminu, koja je u zoni jonizujućeg zračenja. Na nekima su bile prikazane i po dve ekspozicije na rendgen filmu. Sledeća grupa korišćenih rendgen filmova su formati 24x30cm (16,94%) i 18x24 cm (11,98%), koji opet zbirno daju sličan postotak filmova sa greškom najvećih formata. Svi zajedno su zapravo formati koji se najčešće koriste u rendgen dijagnostici. U našem istraživanju ovako svrstani podjednako su zastupljeni sa greškama i artefaktima.



Slika 1. Podeksponiran film



Slika 2. Oštećenje rendgen filma valjcima iz automatizovane mašine

Analizirani postupak snimanja pacijenta je podeljen u segmente. Uočene greške nastale tehnikom snimanja u grupi 1. su najzastupljenije 64,04%. U ovoj grupi dominira problem neadekvatnih strujnih kondicija i neadekvatne pozicije centralnog zraka prilikom snimanja. (slika 1.) Druga najzastupljenija grupa greškaka (27,69%) je nastala tokom obrade filma u automatizovanoj mašini. (slika 2.)

Analizom najvećeg broja grešaka posumnjalo se na ljudski faktor. [8,10,11,12] Podrobnijim sagledavanjem problema i analizom tokom rada uvidelo se da instalirani rendgenološki aparati i automatizovane mašine za razvijanje filmova su starijeg tipa proizvodnje i u višedecenijskoj upotrebi. Ispravnim servisiranjem je produžen vek eksploatacije. Ipak zasta-

rela i prevaziđena tehnologija, kontinuitet u radu i nedostatak rezervnih delova doveli su do vidljivih problema. [13]

Sagledavanjem svih segmenara rada u predstavljenim grupama uvidamo da je uloga ljudskog faktora nezaobilazna. [12] U cilju unapređenja kvaliteta Agencija za zaštitu od jonizujućeg zračenja i nuklearnu sigurnost Republike Srbije je donela pravilnik kojim se utvrđuje program za dopunsko obučavanje i osposobljavanje profesionalno izloženih lica i lica odgovornih za sprovođenje mera zaštite od jonizujućeg zračenja, kroz periodičnu obnovu znanja. [14,15]

ZAKLJUČAK

Utvrđivanjem ukupnog broja grešaka i artefakata i njihovo kontinuirano praćenje upućuju na prisutan problem u radiološkom radu.

Pravilnom sistematizacijom svih uočenih grešaka i artefakata na rendgen filmu, omogućuje nam da uvidimo mesto greške u toku čitavog procesa snimanja i obrade filma.

Ovim želimo da predložimo njihovo uklanjanje i unapredimo kvalitet radiološkog odeljenja.

U svrhu unapređenja kvaliteta pružanja usluga neophodno je nepotrebne troškove i greške pri radu svesti na optimalni minimum. [16,17]

LITERATURA

1. Dance D.R., Chrisofides S., Maidment A.D.A., McLean I.D., Ng K.H. Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students. IAEA, Vienna, 2014.
2. Avrin D., Urbania T. Demise of Film. Acad Radiol. 2014 Mar;21(3):303-4.
3. Grey JE. Technical Aspect of Screen-Film Radiography, Film Processing, and Quality Control. Radiographics. Jan-Feb 1997;17(1):177-87.
4. Mali WP. Errors in radiologic studies Ned Tijdschr Geneesk. 2002 Apr 27; 146 (17) :792-3.
5. Zakon o zaštiti od jonizujućeg zračenja i o nuklearnoj sigurnosti. Sl. glasnik RS, br. 36/2009 i 93/2012.
6. Pravilnik o granicama izlaganja jonizujućim zračenjima i merenjima radi procene nivoa izlaganja jonizujućim zračenjima. Sl. glasnik RS, br. 86/2011 i Sl. glasnik RS, 50/2018.
7. Tomašević M., Goldner B. Rendgensko zračenje i zaštita u medicinskoj dijagnostici. Velarta, Beograd, 1998.
8. Robinson PJ. Radiology's Achilles' heel: Error and variation in the interpretation of the Rontgen image. Br J Radiol. 1997;70:1085-1098.
9. Adejoh T., Onwuzu S.W.I., Nkubli F.B., Ikegwuonu N.C. Film-Screen Radiographic Artefact: A Paradigm Shift in Classification. Open Journal of Medical Imaging, 2014,4, 108-111.
10. Kundel HL. History of research in medical image perception. J Am Coll Radiol. 2006;3:402-408.
11. Doubilet P, Herman PG. Interpretation of radiographs: Effect of clinical history. AJR Am J Roentgenol. 1981;137:1055-1058.
12. Pescarini L, Inches I. Systematic approach to human error in radiology. Radiol Med. 2006;111:252-267.
13. Nikolić S., Tomić B., Milenković A., Radović B., Gašić M. Analiza stanja radioloških kabineta na teritoriji Kosova i Metohije. Praxis Medica. 2018, vol. 47, iss 3-4, pp. 41-46.
14. Pravilnik o utvrđivanju programa za dopunsko obučavanje i osposobljavanje profesionalno izloženih lica i lica odgovornih za sprovođenje mera zaštite od jonizujućeg zračenja. Sl.glasnik RS, br. 31/2011.
15. Kaewlai R, Abujudeh H. Peer Review in Clinical Radiology Practice. American Journal of Roentgenology. 2012;199: W158-W162.
16. Alpert HR, Hillman BJ. Quality and variability in diagnostic radiology. J Am Coll Radiol. 2004;1:127-132.
17. Brealey S. Measuring the Effects of Image Interpretation: An Evaluative Framework. Clin Radiol. 2001 May;56(5):341-7.