

RENTGENSKO SLIKANJE CELOTNE HRBTENICE Z DIGITALNIM ROTACIJSKIM SISTEMOM

TOTAL SPINE RADIOLOGY IMAGING WITH DIGITAL ROTATING SYSTEM

Karina Zelivyanska, Boris Tomič, Katja Kocijančič

Oddelek za radiologijo, Ortopedska bolnišnica Valdoltra, Jadranska cesta 31, 6280 Ankaran

Korespondenca/corespondece: Karina Zelivyanska, dipl. inž. rad., karina.zelivyanska@gmail.com

Prejeto/Received: 13.9.2014

Sprejeto/Accepted: 29.10.2014

POVZETEK

Uvod: Osnovna diagnostična preiskava pri skoliozah je rentgensko slikanje celotne hrbtenice, s katero skoliozo potrdimo, določimo tip in izmerimo njeno velikost. V Ortopedski bolnišnici Valdoltra za takšno slikanje uporabljamo digitalni rotacijski sistem.

Namen: Predstaviti digitalni rotacijski sistem zajemanja slik celotne hrbtenice pri napotni diagnozi skolioza in ugotoviti, kakšne so njegove prednosti in slabosti v primerjavi z analognim sistemom.

Metode dela: Obdelali smo podatke 5 pacientov s skoliozo, starih od 9 do 16 let, ki smo jim slikali celotno hrbtenico z rotacijskim sistemom zajemanja slik proizvajalca Siemens.

Rezultati in razprava: Parametre za slikanje celotne hrbtenice z digitalnim rotacijskim sistemom zajemanja slik smo primerjali s parametri, ki smo jih predhodno uporabljali pri analognem sistemu folija-film. Distorzija je na slikah, pridobljenih z obema sistemoma enaka, ker je enaka tudi razdalja gorišče-slikovni sprejemnik, in sicer 3 m. Pri digitalnem sistemu je manjši produkt mAs in boljša kvaliteta rentgenskih slik. Slabost digitalnega sistema je daljši čas zajemanja slike.

Zaključek: Krivine hrbtenice se spreminjajo v času rasti in razvoja, običajno evolutivno do zaključka rasti, prav tako se z rastjo povečujejo tudi deformacije hrbtenice. Napredovanja deformacij spremljamo z rentgenskim slikanjem, in sicer s posebno tehniko, tako da zajamemo celotno hrbtenico tako v AP kot tudi v stranski projekciji, stoje ali sede. Na rentgenogramih se deformacije nato merijo. Leta 2012 smo v Ortopedski bolnišnici Valdoltra spremenili tehniko zajemanja slik, ko smo z analognega prešli na digitalni sistem. Z zajemom s pomočjo digitalnega rotacijskega sistema smo izboljšali kvaliteto rentgenskih slik.

Ključne besede: rentgensko slikanje, celotna hrbtenica, rotacijski sistem zajemanja slik, skolioza

ABSTRACT

Introduction: Scoliosis is a three-dimensional spinal deformity which consists of rotation and inclination in the frontal and sagittal plane. In all types of scoliosis the basic diagnostic examination is the total spine x-ray imaging which allows us to confirm the scoliosis, determine its type and measure its degree (Mohar et al., 2009). In this research, the system adopted for total spine imaging was the digital image rotating system which is used in Valdoltra Orthopaedic Hospital.

Aim: To present the digital image rotating system in total spine imaging and to establish its advantages and disadvantages in comparison to the analogue x-ray system.

Methods: We examined 6 scoliosis patients aged from 9 to 16. The total spine imaging was performed by the digital image rotating system manufactured by Siemens.

Results and discussion: The parameters for total spine imaging with the digital image rotating system were compared to those previously used with the analogue x-ray system. The distortion of the images obtained by both systems was the same, because the source-to-image receptor distance (SID) was the same (3 m). With the digital system, the mAs was lower and the image quality was better. A disadvantage of the digital system is longer image capture time.

Conclusion: During the growth and development the curvature of the spine undergoes changes which usually end when growth stops. During the growth, spinal deformities tend to progress. In order to monitor the development of spinal deformities, the AP and lateral images of the total spine have to be taken in the standing or sitting position. The radiology images are needed for accurate measurements of spinal deformities. In 2012, the Valdoltra Orthopaedic Hospital switched from the analogue to digital radiography which improved the image quality by using the digital image rotating system.

Keywords: radiology imaging, total spine, image rotating system, scoliosis

UVOD

Najpogostejši pacienti z deformacijo hrbtenice so deklice v dobi rasti, pri katerih večkrat opravimo kontrolno slikanje celotne hrbtenice. Običajna metoda zdravljenja deformacije hrbtenice s steznikom je v večini primerov uspešna. Po zaključenem zdravljenju je hrbtenica stabilna in kontrolna slikanja niso več potrebna. Če bolezen hitro napreduje, lahko pride do hudih zapletov kot so deformacija in stenoza hrbteničnega kanala, motnje dihanja in motnje srčne funkcije, kar lahko privede do smrti (Mohar in sod., 2009).

Pri vseh skoliozah je osnovna diagnostična preiskava rentgensko slikanje celotne hrbtenice, s katero skoliozo potrdimo, določimo tip in izmerimo njeno velikost (Mohar in sod., 2009). Hrbtenico slikamo v anteroposteriorni (AP) in stranski projekciji.

Deformacije hrbtenice

O deformacijah hrbtenice govorimo, ko normalne hrbtenične krivine postanejo nenormalne. Te krivine so lahko nenormalno velike ali pa nenormalno majhne. Ločimo deformacijo hrbtenice v frontalni (skolioza) in v sagitalni ravnini (patološka kifoza, patološka lordoza, raven hrbet) (Lanasi, 2009).

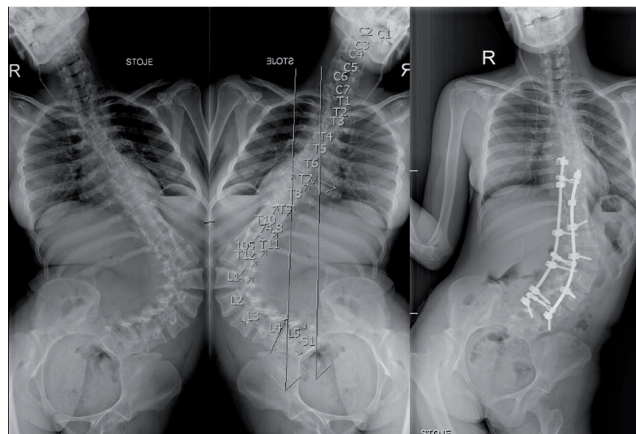
Skolioza je najpogostejša indikacija za slikanje celotne hrbtenice, zato se bomo osredotočili na to deformacijo hrbtenice.

Skolioza je tridimenzionalna deformacija hrbtenice, ki se izrazi kot rotacija in odklon v frontalni ter sagitalni ravnini. Kadar vzrok ni znan, govorimo o idiopatski (primarni) skoliozi, ki se pojavlja v dobi rasti in razvoja okostja. Pogostost idiopatskih skolioz je 80–90%. Glede na starost, v kateri se pojavljajo, se skolioze delijo na infantilne (starost 0 do 3 leta), juvenilne (od 4 do 10 let) in adolescentne (od 11 let do zrelosti okostja) (Mohar in sod., 2009). Pri idiopatskih skoliozah uporabljajo nekateri avtorji klasifikacijo, ki jih deli na skolioze z zgodnjim in na tiste s kasnejšim nastankom (Dickson in Archer, 1987). Ta razvrstitev je predvsem pomembna zaradi razvoja srčno-pljučnih težav, ki se lahko razvijejo pri bolnikih s skoliozo, mlajših od 5 let. V prvih petih letih starosti so rast hrbtenice in prsnega koša ter posledično razvoj pljuč najhitrejši, zato je tudi pogostejši razvoj srčno-pljučnih težav. Rast omenjenih struktur se v obdobju med 5. in 10. letom bistveno upočasni in nato po 10. letu ponovno pospeši. Skolioza, ki se pojavi pred 5. letom starosti, hitreje napreduje, hkrati pa se zaradi deformacij prsnega koša razvije restriktivni vzorec zmanjšane pljučne funkcije (Gillingham et al., 2006).

Nadalje razdelimo skolioze po mestu na hrbtenici, kjer se pojavljajo. Tako jih razdelimo na prsne, prsno-ledvene in ledvene (Mohar in sod., 2009).

Stopnjo deformacije skolioze določimo z meritvijo (slika 1) na rentgenskem posnetku v AP projekciji (Tribus, 2003). Zdravljenje skolioz temelji na velikosti krivine in na obsegu njenega napredovanja. Krivine, ki so manjše od 25°, pomenijo manjše tveganje za napredovanje in jih običajno opazujemo vsakih 4–6 mesecev. Kritična so obdobja hitre rasti, saj

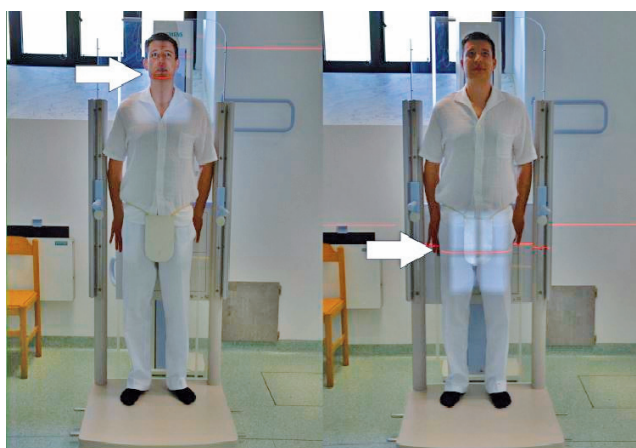
deformacija krivine takrat hitreje napreduje. V tem obdobju se priporočajo tudi kontrolni rentgenski posnetki. Pri krivinah, večjih od 35°, ki napredujejo hitreje kot za 5° v 4–6 mesecih, se tradicionalno svetuje neoperativno zdravljenje z uporabo mavca, steznikov ali obojega (Gillingham et al., 2006). Kirurško zdravljenje je potrebno v takrat, ko deformiranje v kontrolnem intervalu kljub konzervativnim ukrepom napreduje in preseže 5° (Tribus, 2003).



Slika 1: Rentgenska slika celotne hrbtenice v AP projekciji pred operacijo (levo), meritve, potrebne pred operacijo na isti sliki in rentgenska slika po operaciji (desno)

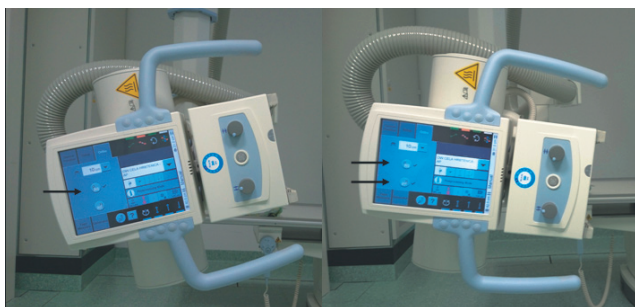
Rotacijski sistem zajemanja slike celotne hrbtenice

Zajemanje slik izvajamo ob stenskem stativu iz razdalje gorišče–slikovni sprejemnik (RGS) 3 m. Pacient se postavi na premično stojalo, s hrbtom obrnjen proti stativu. Pomembno je, da stoji v običajnem položaju, z dvignjeno brado. Stojalo z ročkama, za kateri se drži, mu onemogoča premikanje med slikanjem. Namestimo mu gonadno zaščito. Pri nepokretnih pacientih slikanje opravimo sede.



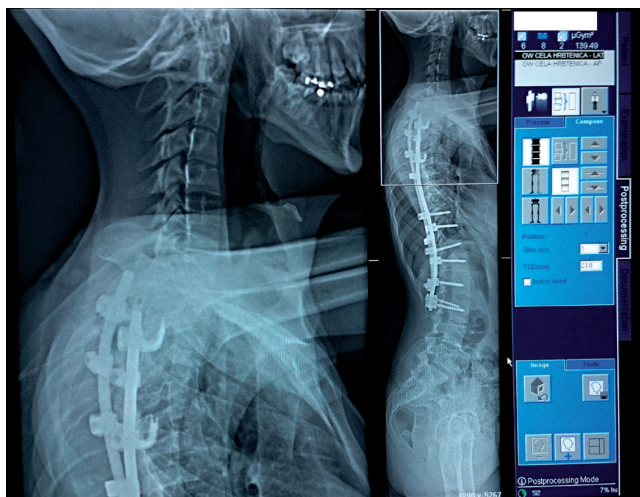
Slika 2: Postavitev pacienta

Rentgensko cev postavimo v začetni položaj za slikanje celotne hrbtenice. S pomočjo laserja centriramo dolžino slikovnega polja od zgoraj navzdol. Na zaslonu rentgenske cevi shranimo najvišjo točko 1 (na bradi) in najnižjo točko 2 (na simfizi) (slika 2). Slikovno polje zaslonimo samo po širini, zaslanjanje po višini in število zajetih slik program določi samodejno.



Slika 3: Nagib rentgenske cevi navzgor za centriranje zgornje točke (levo) in navzdol za centriranje spodnje točke (desno)

Na delovni postaji lahko spremenimo parametre za vsak zajem slike posebej. Uporabljamo avtomatski nadzor ekspozicije. Zatem pritisnemo gumb za eksponiranje in ga držimo toliko časa, dokler niso vsi zajemi končani. Rentgenska cev se najprej postavi na sredino slikovnega polja in nato nagne navzgor v položaj za zajem prve slike (slika 3). Slikovni sprejemnik samodejno sledi premikanju rentgenske cevi. Običajno celotno hrbtenico zajamemo z dvema ali tremi slikami, ki se prikažejo na delovni postaji (slika 4).



Slika 4: Prikaz slik na monitorju delovne postaje

Po končanem slikanju se slike samodejno sestavijo in prikažejo na monitorju kot ena slika, ki jo nato lahko obdelamo (level, window, besedilo, znak). Na delovni postaji se shranijo izvirne slike in rekonstruirana slika celotne hrbtenice.

NAMEN

Namen članka je predstaviti digitalni rotacijski sistem zajemanja slik celotne hrbtenice ter ugotoviti, kakšne so njegove prednosti in slabosti v primerjavi z analognim sistemom folija-film.

METODE DELA

Leta 2012 smo na radiološkem oddelku v Ortopedski bolnišnici Valdoltra prešli iz analognega (folija-film) na digitalni radiografski sistem in spremenili način zajemanja slik celotne hrbtenice. Zdaj uporabljamo rotacijski sistem, ki ga bomo predstavili. Oba sistema bomo tudi primerjali. Meritve smo izvedli na oddelku za slikovno diagnostiko oktobra 2013.

Na digitalnem rentgenskem aparatu z rotacijskim sistemom zajemanja slik Siemens Ysio smo pacientom, ki so bili po ortopedskem pregledu napoteni na rentgensko slikanje celotne hrbtenice, hrbtenico slikali v anteroposteriorni (AP) in stranski/lateralni (LAT) projekciji. Predstavili bomo podatke 5 preiskovancev starosti od 9 do 16 let.

Pri AP projekciji pacient stoji na stojalu obrnjen s hrbtom proti stenskem stativu. Z rokami se drži za ročke na stojalu, brada je dvignjena. Pri LAT projekciji stoji v stranskem položaju, roke dvigne predse. Slikovno polje omejimo od brade do simfize.

RGS je 3 m. Višina lamel v radiografski rešetki je 15 mm, gostota 70 lamel/cm. Razdalja objekt-slikovni sprejemnik (ROS) je pri AP projekciji 10 cm, pri LAT pa 23 cm. Pri vseh slikanjih smo uporabljali veliko gorišče, srednjo ionizacijsko celico, počrntev +1 in avtomatski nadzor ekspozicije, saj se slika zajame v več segmentih, v naših primerih v dveh ali treh. Napetost v rentgenski cevi nastavimo za vsak segment posebej. Stitching window (spajalno okno: širina zlepljenega pasu med dvema segmentoma) je 6 cm.

REZULTATI IN RAZPRAVA

V rezultatih bomo predstavili parametre za slikanje celotne hrbtenice v dveh projekcijah z digitalnim rotacijskim sistemom, ki ga uporabljamo od leta 2012 in rezultate, pridobljene na ta način, primerjali z rezultati slikanja na sistem folija-film, ki smo ga uporabljali prej.

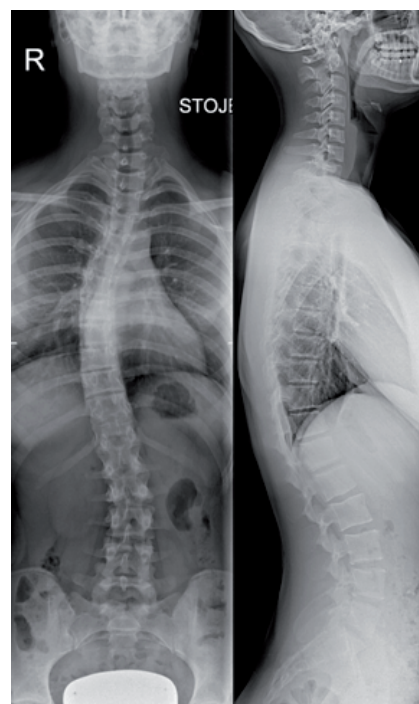
V tabeli 1 so prikazani parametri, ki jih uporabljamo pri slikanju celotne hrbtenice v AP in LAT projekciji. Slike celotne hrbtenice so zajete v več segmentih, zato so v drugem delu tabele ekspozicijski parametri prikazani za vsak segment posebej.

Prvi del tabele prikazuje podatke o pacientih, in sicer starost in spol. Pacientu 3 (moški, 9 let) smo slikali celotno hrbtenico v obeh projekcijah. Sledijo parametri, ki jih uporabljamo pri slikanju. Drugi del tabele prikazuje parametre za vsak slikovni segment posebej ter produkt doze in površine (DAP).

Tabela 1: Parametri pri slikanju celotne hrbtenice z digitalnim rotacijskim sistemom, v AP in LAT projekcijah pri različnih pacientih z digitalnim rotacijskim sistemom

PARAMETRI	Pacient 1 (AP 1)	Pacient 2 (AP 2)	Pacient 3 (AP 3)	Pacient 3 (LAT 1)	Pacient 4 (LAT 2)	Pacient 5 (LAT 3)
starost	15 let	14 let	9 let	9 let	16 let	14 let
spol	ženska	ženska	moški	moški	moški	ženska
RGS	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
ROS	10 cm	10 cm	10 cm	23 cm	23 cm	23 cm
radiografska rešetka	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm
gorišče	veliko	veliko	veliko	veliko	veliko	veliko
počrnitev	+1	+1	+1	+1	+1	+1
avtomatski nadzor ekspozicije	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica
stitching window	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm
posamezni segmenti						
1. kV	82,8	82,2	82,8	92,8	92,8	92,8
1. mAs	21,3	14,1	12,6	27,8	13,6	23,1
1. DAP μGym^2	13,18	8,73	7,25	20,45	8,37	16,59
2. kV	89,8	89,8	89,8	95,9	95,9	95,9
2. mAs	98,5	37	29,2	53,9	52,2	60,2
2. DAP μGym^2	71,54	27,14	20,02	42,10	34,67	46,3
3. kV	/	/	/	/	95,7	/
3. mAs	/	/	/	/	79,4	/
3. DAP μGym^2	/	/	/	/	52,87	/
DAP (vsota za celo sliko)	84,72	35,87	27,27	62,55	95,91	62,89

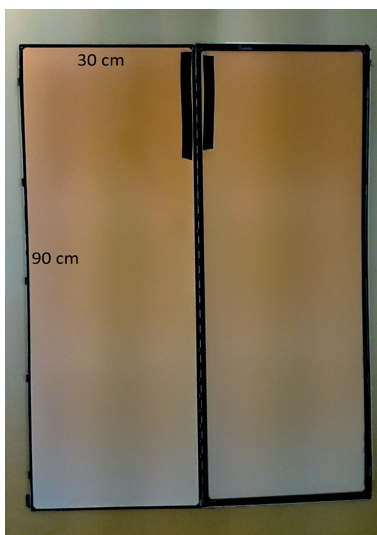
Pri digitalnem sistemu lahko v procesu obdelave slik poljubno spreminjamo kontrast in svetlost slike vsakega segmenta hrbtenice ter popravimo manjše premike pacienta. S tem se izognemo ponovnemu slikanju zaradi slabe kvalitete rentgenograma. Slika 5 prikazuje kvaliteto slik celotne hrbtenice, ki jo omogoča digitalizacija.



Slika 5: Rentgenska slika celotne hrbtenice v AP in LAT projekciji

V drugem delu razprave so prikazani parametri, ki smo jih uporabljali za klasično rentgensko slikanje celotne hrbtenice (tabela 2).

Celotno hrbtenico smo slikali na filme velikosti 30 × 90 cm. Uporabljali smo kaseto z vgrajeno rešetko za razdaljo RGS 3 m in plus-minus ojačevalno folijo 3M Trimax G (slika 6). To je folija redkih zemelj (gadolinium oxysulfide), ki oddaja zelen spekter svetlobe (<http://bjr.birjournals.org/content/55/657/local/advertising.pdf>). Zaradi zgradbe folije, ki je vgrajena v kaseto, je zelo pomembna pravilna namestitev kasete, ki jo obrnemo tako, da je del, na katerem je ojačevalni faktor folij manjši, zgoraj. Po potrebi smo za absorpcijo rentgenskih fotonov v področju vratne hrbtenice dodatno uporabili klinasti filter. Tabela 2 prikazuje ekspozicijske parametre, ki smo jih uporabljali pri analognem sistemu folija-film za paciente do 20 leta starosti.

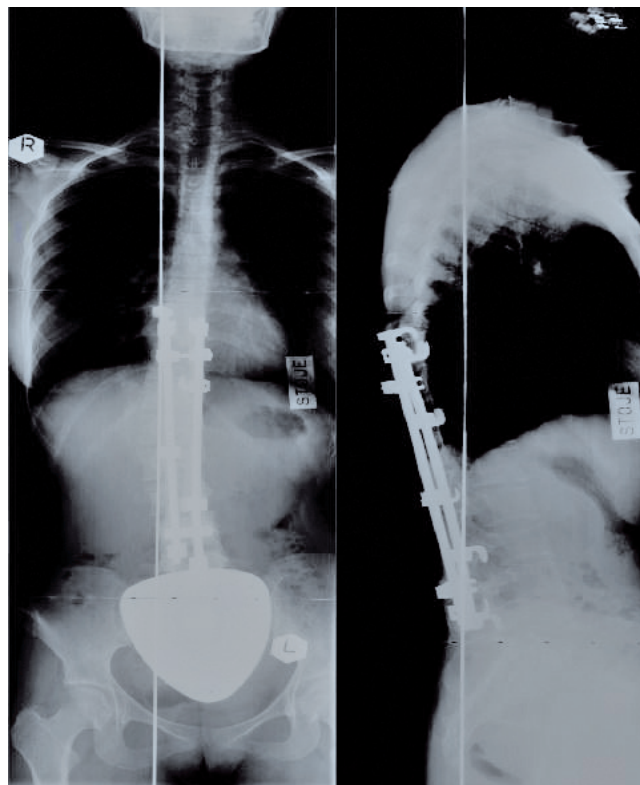


Slika 6: Odprta kaseto velikosti 30 × 90 cm z vgrajeno plus-minus folijo

Tabela 2: Parametri pri slikanju celotne hrbtenice v AP in LAT projekciji na sistem folija-film

PARAMETRI	AP	LAT
RGS	3 m	3 m
radiografska rešetka	vgrajena v kaseto, r 15, N 80, 300 cm	vgrajena v kaseto, r 15, N 80, 300 cm
gorišče	veliko	veliko
dodatni filter	klinasti	klinasti
folija	plus-minus 3M Trimax G	plus-minus 3M Trimax G
velikost filma	90 × 30 cm	90 × 30 cm
kV	70–85	80–90
mAs	70–90	80–100

Na sliki 7 je prikazan rentgenogram, narejen v Ortopedski bolnišnici Valdoltra leta 2010 z uporabo klasičnega rentgenskega aparata s sistemom folija-film velikosti 30 × 90 cm.



Slika 7: Sliki celotne hrbtenice na rentgenskem filmu

Primerjava digitalnega rotacijskega sistema in sistema folija-film

Pri obeh načinih slikanja celotne hrbtenice je zelo pomembna RGS, ki mora znašati 3 m. Prav tako pri obeh uporabljamo radiografsko rešetko fokusirano na 3 m in veliko gorišče. Digitalni rotacijski sistem je z vidika ROS in RGS primerljiv s slikanjem na sistem folija-film, zato je distorzija slike pri obeh sistemih enaka.

Pri aparatu Siemens Ysio je mogoče kot dodatno opremo za slikanje celotne hrbtenice uporabiti rotacijski ali pa digitalni translacijski sistem zajemanja slik. Pri slednjem rentgenska cev in slikovni sprejemnik med zajemanjem slik vzporedno potujeta vzdolž slikanega objekta. Pri tem sistemu je večje prekrivanje slikovnih polj in večja distorzija slike kot pri rotacijskem, zato smo se pri nakupu aparata odločili za rotacijskega.

Pri digitalnem sistemu zajemanja slik je produkt mAs manjši kot pri sistemu folija-film. Zaradi avtomatskega nadzora ekspozicije in segmentiranega zajemanja slike celotne hrbtenice je boljša tudi kvaliteta rentgenograma (ločljivost, kontrastnost). Slika se prikaže na monitorju. V programu obdelave slike je pri digitalnem sistemu mogoče popravljati njene lastnosti (post-processing).

Pri analognem sistemu smo film velikosti 30 × 90 cm razvijali v posebnem prostoru s temnico Kodak RPX-OMAT Processor M6B. Z digitalnim sistemom smo se izognili ponavljanju slikanj zaradi napak pri razvijanju (temnične napake).

Zaradi segmentiranega zajemanja slik celotne hrbtenice se je pri digitalnem sistemu podaljšal čas slikanja in s tem možnost premikov pacienta med ekspozicijo. Če zajamemo sliko v dveh segmentih, traja zajemanje 15 sekund, v treh pa 20. Zato je pomembno, da pacienti stojijo naslonjeni s hrbtom na stojalo in se držijo z rokami za ročke na njem. Slabost sistema je tudi, da dvakrat obsevamo področje, na katerem se nato slike zlepijo.

ZAKLJUČEK

V času rasti in razvoja se spreminjajo krivine hrbtenice, običajno evolutivno do zaključka rasti. Z rastjo se povečujejo tudi deformacije hrbtenice. Za spremljanje napredovanja deformacije hrbtenice je potrebno slikanje celotne hrbtenice v AP in stranski projekciji stoje ali sede. Rentgenogram je potreben za meritve in spremljanje razvoja deformacij.

Leta 2012 smo v Ortopedski bolnišnici Valdoltra prešli iz analognega na digitalni radiografski sistem in s tem spremenili način zajemanja slik celotne hrbtenice. Uporabljamo rotacijski sistem zajemanja. Prednosti tega sistema so predvsem v boljši kvaliteti rentgenskih slik celotne hrbtenice, saj lahko uporabljamo avtomatski nadzor ekspozicije za vsak segment posebej in slike nato obdelamo v procesu obdelave. S tem se izognemo napakam, ki so se pojavljale pri razvijanju filmov. Pri tem sistemu je manjši tudi produkt mAs in s tem doza za pacienta. Slabost digitalnega rotacijskega sistema v primerjavi s klasičnim rentgenskem slikanjem na film je daljši čas zajemanja slike in zato večja možnost premika pacienta med ekspozicijo.

LITERATURA

Dickson RA, Archer IA (1987). Surgical treatment of late-onset idiopathic thoracic scoliosis: The Leeds procedure. *J Bone Joint Surg Br* 69 (5): 709–14.

Gillingham BL, Fan RA, Akbarnia BA (2006). Early onset idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg* 14 (2): 101–12.

<http://bjr.birjournals.org/content/55/657/local/advertising.pdf> <28.10.2013>.

Lanasi ST (2009). Pomen pravilne telesne aktivnosti za bolečine v križu različnega vzroka. Ljubljana: Univerza v Ljubljani fakulteta za šport 42–52.

Mohar J, Mihalič R, Hero N (2009). Primerjava operativnega zdravljenja skolioz v Ortopedski bolnišnici Valdoltra v letih 1998 in 2008. *Zdravniški Vestnik* 78 (supl. 2): 64–72.

Tribus CB (2003). Degenerative lumbar scoliosis: Evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 11 (3): 174–83.