

PRIMERJAVA PROTOKOLOV RENTGENSKEGA SLIKANJA HRBTENICE PO PROGRAMU ZA SKOLIOZO MED ZDRAVSTVENIMI USTANOVAMI V SLOVENIJI

THE COMPARISON OF PROTOCOLS IN SCOLIOSIS IMAGING AMONG HEALTHCARE INSTITUTIONS IN SLOVENIA

Majer Karin¹, Patricija Jesih¹, Tina Starc²

¹ Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični oddelek za radiologijo, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana

² Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: Tina Starc, MSc. rad. teh.; e-pošta:tina.starc@zf.uni-lj.si

Prejeto/Received: 17.5.2018

Sprejeto/Accepted: 2.7.2018

IZVLEČEK

Uvod: Skolioza je strukturna deformacija hrbtenice, pri kateri so značilne tri spremembe: ukrivljenost dela hrbtenice ali cele hrbtenice vstran, torzija ali vrtenje posameznih vretenc in rotacija hrbtenice okoli vzdolžne osi.

Namen: Namen prispevka je primerjava protokolov pri slikanju skolioze med radiološkimi oddelki v Sloveniji.

Metode dela: Za pridobitev rezultatov smo uporabili deskriptivno metodo: anketo in pregled literature. Literaturo smo nato primerjali z rezultati ankete. K raziskavi smo povabili 8 radioloških oddelkov, našemu vabilu se jih je odzvalo 7.

Rezultati: Rezultati prikazujejo ekspozicijske parametre in namestitve pacientov pri slikanju po programu za skoliozo. Slikanje celotne hrbtenice se po radioloških oddelkih slovenskih bolnišnic glede na pregledano literaturo najbolj razlikuje pri uporabi projekcij, v 85 % anketirani slikajo preiskovance v anteroposteriorno projekciji. Glede na priporočila iz literature je slikanje v posteroanteriorni projekciji ustrežnejše, saj s tem ščitimo radiosenzibilna tkiva. Anketiranci uporabljajo različne razdalje gorišče–slikovni sprejemnik, ki je odvisna od detektorskega sistema.

Zaključek: Rezultati podajajo smernice za optimizacijo radiološkega posega – rentgenskega slikanja hrbtenice po programu za slikanje skolioze.

Gljučne besede: hrbtenica, protokol slikanja, preiskovanec, projekcija, skolioza

ABSTRACT

Introduction: Scoliosis is a structural deformation of the spine, characterized by three changes: a sideways curvature of a part or of the entire spine, the torsion or rotation of the individual vertebrae and the rotation of the spine along the longitudinal axis.

Purpose: The purpose of this project is to compare the protocols for imaging scoliosis among radiology departments in Slovenia.

Methods: The descriptive method, a survey and a literature review, was used for the purpose of the study. The literature review findings and the results of our survey, along with the recommendations were used in the development of the most optimal protocol for scoliosis imaging. Seven out of the eight invited radiology departments participated in the study.

Results: The results show the various exposure parameters and the patient position in spine scoliosis imaging.

Discussion: In regards to the literature review, the imaging of the entire spine within radiology departments of Slovenian hospitals differs mainly in the use of projections. In 85%, the respondents perform scoliosis imaging in the anterior-posterior (AP) projection, whereas the literature and recommendations suggest that in the PA projection the radiosensitive tissues are better protected. The respondents use different focal point-to-pixel distances, but the distance depends on the detector system in use, the focus of the grid and the size of the space where the diagnostics is performed.

Conclusion: The results of this research will enable the optimization of radiological interventions – X-ray imaging of the spine for scoliosis diagnosis, which will allow the subject to receive a lower dose of radiation in the future.

Keywords: spine, imaging protocol, investigator, projection, scoliosis

UVOD

Izraz skolioza je prvi uporabil Hipokrat, o zdravljenju pa so razmišljali že v starem veku (Demšar, 2003). Beseda skolioza je izpeljana iz grške besede *skolios*, ki pomeni *ukrivljen* (Mahmaud et al., 2013).

Skolioza je strukturna deformacija hrbtenice, pri kateri so značilne tri spremembe, navaja Demšar (2003):

- ukrivljenost dela hrbtenice ali cele hrbtenice vstran,
- torzija ali vrtenje posameznih vretenc in
- rotacija hrbtenice okoli vzdolžne osi.

Skolioza je najpogostejša deformacija hrbtenice. Prizadene zdrave otroke in mladostnike med rastjo. Opazimo jo kot rebrno grbo pri predklonu naprej skupaj z nesimetričnimi lopaticama in nesimetričnim pasom (Grauers et al., 2016).

Skolioze se pojavijo večinoma v otroškem obdobju. Po podatkih Khanna (2009) ima skoliozo, večjo od 10°, približno 2 % vseh otrok. Glede na čas nastanka jih, kot opisuje Košak (2012), razdelimo na:

- infantilne (med rojstvom in 4. letom),
- juvenilne (od 4.–10. leta) in
- adolescenčne (po 10. letu starosti).

Ukrivljenost hrbtenice, ki je manjša od 10°, opisujejo avtorji kot nesimetrijo hrbtenice.

Razdelimo jo glede na predel, kjer je deformacija največja; tako je lahko torakalna, dvojna torako-lumbalna, dvojna torakalna in lumbalna. Glavna krivina je tista, ki je največja, manjša krivina pa je običajno bolj fleksibilna (Herman et al., 2006).

RENTGENSKO SLIKANJE SKOLIOZE

Hansen et al. (2003) navajajo, da je po mnenju ortopedskih kirurgov najbolje rentgensko preiskavo opraviti stoje. Preiskava/slikanje naj vključuje področje od baze lobanje do vrha črevnice. Zaradi velikega preiskovalnega področja je v področju slikanja veliko radiosenzitivnih tkiv, kot so dojke, pljuča, ščitnica, prebavni trakt, jetra, jajčniki, mehur in kostni mozeg. Slikanje je običajno opravljeno v posteroanteriorni (PA) projekciji, pri manjših otrocih in preiskovancih, ki niso sposobni stati brez pomoči, pa v anteroposteriorni (AP). Pri slikanju v stranski projekciji je stenskem stavu priležna desna stran. Za zaščito pri deklicah uporabljajo svinčene zaščite za prsi, razen pri prvem PA slikanju in pri preiskavah, izvedenih v sedečem položaju. Pri moških preiskovancih gonade ščitijo z gonadnimi čašicami. Razdalja gorišče-slikovni sprejemnik (FFD) 350 cm, namesto radiografske rešetke uporabljajo tehniko zračne vrzeli (air-gap tehnika) s 30 cm razdalje med pacientom in stavivom. Izberejo veliko gorišče (1 mm). Ekspozicija je nastavljena ročno in sicer od 75–88 kV. Uporabljajo kasete velikosti 35 × 43 cm, s prekrivanjem 1 cm. Slike se na delovni postaji združijo v eno, ki jo nato natisnejo na laserski film velikosti 35 × 43 cm. Na sliko zajamejo področje od vrha prvega vratnega vretenca do stičišča prvega in drugega križničnega (Hansen et al., 2003).

V protokolu slikanja, ki ga uporabljajo Zelivyanska in sod. (2014) opisujejo, da za zajem slike z digitalnim sistemom uporabljajo razdaljo gorišče-slikovni sprejemnik 3 m. Pri vseh preiskovancih uporabljajo veliko gorišče, srednjo ionizacijsko celico in počrnitev +1, ekspozicijski pogoji se gibljejo med 82–

95 kV in 12–60 mAs. Preiskovanec stoji na premičnem stojalu, s hrbtom obrnjen proti stavivu, z dvignjeno brado. Namestijo mu gonadno zaščito. Pri težje pokretnih preiskovancih slikanje opravijo sede. Rentgensko cev namestijo v začetni položaj za slikanje celotne hrbtenice in s pomočjo laserskega žarka zaslonijo dolžino slikovnega polja od zgoraj navzdol. Shranijo najvišjo začetno točko (na bradi) in najnižjo končno točko (na simfizi). Slikovno polje zaslonijo samo po širini, zaslanjanje po dolžini in število zajetih slik program določi samodejno. Z rokami se preiskovanec drži ročke na stojalu, brada je dvignjena. V stranski projekciji stoji v stranskem položaju, roke ima dvignjene predse. Zatem eksponirajo toliko časa, dokler niso končani vsi zajemi. Običajno celotno hrbtenico zajamejo z dvema ali tremi slikami, ki se prikažejo na delovni postaji. Po končanem slikanju se slike samodejno združijo v eno. Slike zajemajo z aparatom Simens Ysio.

Protokoli slikanja skolioze

Ameriško društvo radiologov priporoča slikanje v PA projekciji. Slikovno polje naj zajema področje od cervikotorakalnega prehoda hrbtenice do proksimalnega dela stegenic. Preiskovanec stoji ali sedi pred stavivom. Če stoji, naj bodo kolena skupaj in iztegnjena. V stranski projekciji naj bodo roke iztegnjene naprej, saj roke, dvignjene nad glavo, lahko povzročijo hiperekstenzijo hrbtenice. Roke podpremo, da jih preiskovanec ne premika. PA projekcija torakolubalne hrbtenice naj bo izvedena z minimalno razdaljo med preiskovancem in detektorjem. Lahko naredimo dve sliki, vendar se preiskovanec vmes ne sme premakniti. Pri slikanju z računalniško ali digitalno radiografijo računalnik sam sestavi slike. Pri prvem slikanju naj bosta za postavitev diagnoze na sliki tudi prsni koš in medenica. Pri vseh nadaljnjih slikanjih pa se osredotočimo na hrbtenico, da izboljšamo kvaliteto slike in zmanjšamo površino izpostavljenosti preiskovanca. Pri slikanju uporabimo tudi zaščito – predpasnik, zaščito za pljuča in prsi. Gonadna zaščita naj bo uporabljena pri fantih po protokolu oddelka (ACR-SPR-SSR, 2014), pri deklicah pa ne.

Tudi Whitley et al. (2005) priporočajo slikanje v PA projekciji, pri kateri roke visijo ob telesu, pri manjših otrocih pa so nad glavo, da je hrbtenica ravna. Preiskovanec stoji bos. Za stransko projekcijo priporočajo, da preiskovanec stoji rahlo v razkoraku in se s telesom dotika staviva. Preiskovanec naj se ne nagiba naprej. Roke so nad glavo. Osebna varovalna oprema: najboljša zaščita za prsi je slikanje v PA projekciji. Na rentgensko cev se lahko namesti predhodno oblikovana zaščita, s katero ščitimo prsi, rebra in gonade. Velikost polja se omeji tako, da je spodnja meja tik pod grebenom črevnice, zgornja pa na telesu vretenca C7. Razdalja gorišče-slikovni sprejemnik, naj bo tako velika, da po višini do konca odprta zaslonka zajame celotno pregledovalno polje (180–200 cm).

NAMEN

Namen prispevka je primerjati protokol pri slikanju hrbtenice po programu za skolioze med radiološkimi oddelki bolnišnic v Sloveniji in primerjava teh protokolov s tistimi, ki so predstavljeni v literaturi.

METODE DELA

Uporabljena je bila deskriptivna metoda, podatke smo zbirali z anketo in pregledom literature. To smo iskali s ključnimi besedami: skolioza, diagnostika skolioze, rentgensko slikanje skolioze. Iskali smo po bazah DiKUL, Cobiss, Researchgate, Google učenjak, Pubmed, CINAHL. Nato smo sestavili vprašalnik, s katerim smo pridobili podatke o načinu dela za radiološke oddelke bolnišnic v Sloveniji, kjer slikajo skoliozo. Nazadnje smo te rezultate primerjali in skušali sestaviti najbolj optimalni protokol za slikanje skolioze.

Vsebina vprašalnika je zajemala tematiko o tem, kako radiološki inženirji namestijo preiskovanca pri slikanju skolioze, kaj zajema slikovno polje, v katerih projekcijah slikajo, kateri del telesa ščitijo, ali uporabljajo osebno varovalno zaščito, kateri slikovni sprejemnik uporabljajo, kakšno velikost slikovnega polja, kakšno razdaljo gorišče–slikovni sprejemnik, kakšno velikost gorišča, kako omejijo slikovno polje, ali uporabljajo radiografsko rešetko in kako izbirajo ekspozicijske pogoje za slikanje.

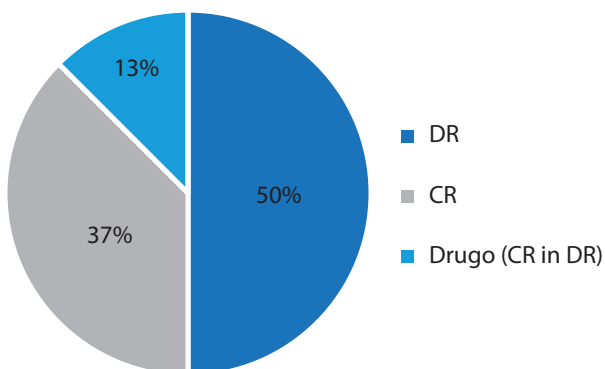
K sodelovanju pri raziskavi smo povabili vse radiološke oddelke slovenskih bolnišnic, kjer opravljajo radiološki poseg – rentgensko slikanje po programu za skoliozo, to je 8 oddelkov v šestih slovenskih bolnišnicah.

REZULTATI IN RAZPRAVA

Stopnja odzivnosti je bila 88 %. Respondenti prihajajo iz sekundarnih in terciarnih zdravstvenih ustanov, kjer opravljajo slikanje hrbtenice po programu za skoliozo.

70 % respondentov pri protokolu slikanja skolioze na sliki prikaže celotno hrbtenico (vratno, prsno, ledveno) in tudi sakroiliakalne sklepe. V eni od ustanov na sliki prikažejo samo prsno in ledveno hrbtenico, v eni pa vse od »L5 navzgor do konca stativa«, medtem ko Hansen et al. (2003) priporočajo, naj slikanje vključuje področje od baze lobanje do vrha črevnice, ravno tako navajajo Zelivyanska in sod. (2014) - prikažejo celotno hrbtenico (od brade do simfize).

50 % diagnostik uporablja DR (direct radiography) sistem za slikanje, dobra tretjina pa CR (computed radiography) sistem (slika 1).



Slika 1: Vrste slikovnega sprejemnika

Povprašali smo jih tudi po velikosti slikovnih sprejemnikov, ki jih uporabljajo. Navedbe so bile različne: 90 × 40 cm, 35 × 43 cm, 35 × 43 cm, 43 × 43 cm, 35 × 43 cm in 10 × 24 cm ter »maksimalno možno« (velikost detektorja). V literaturi navajajo

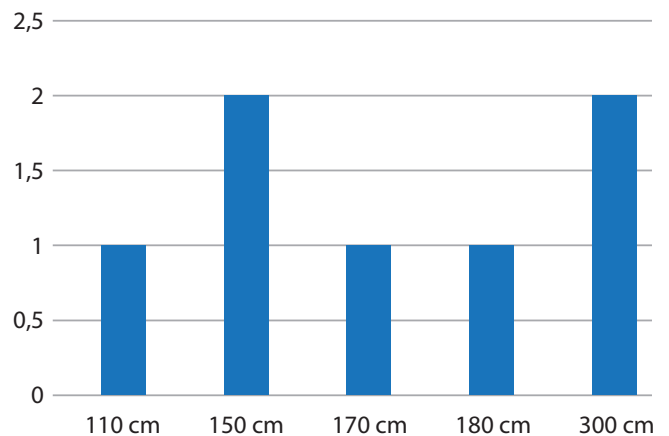
sprejemnike velikosti: 35 × 43cm (Hansen et al., 2003), in 35 × 90 cm ali 35 × 43 cm, odvisno od slikovnega sprejemnika, ki je v uporabi (Long et al., 2016).

Eden od sestavnih delov protokola je velikost gorišča. Vsi anketirani uporabljajo veliko gorišče. Tudi v literaturi zasledimo uporabo velikega gorišča (1 mm) (Hansen et al., 2003, Zelivyanska et al., 2014). Uporaba velikega gorišča je najbolj smotrna, saj bi pri tako velikem polju slikanja uporaba malega gorišča preveč obremenila rentgensko cev.

Za boljšo kakovost rentgenograma se lahko uporablja tudi rešetka. Od sedmih anketiranih jih šest uporablja rešetko, eden pa ne. V literaturi zasledimo pri vseh avtorjih, da uporabljajo rešetko ter sledeča razmerja rešetke in gostoto lamel:

- Linearna, nepremična rešetka, 60 lamel/cm, razmerje rešetke 10 : 1 (Hansen et al., 2003).
- Višina lamel v radiografski rešetki je 15 mm, gostota 70 lamel/cm (Zelivyanska et al., 2014).

Sestavni del protokola slikanja je tudi razdalja od gorišča do detektorja. Na sliki 2 vidimo, da uporabljajo anketirani različne razdalje (slika 1), v razponu od 110 do 300 cm.



Slika 2: Razdalje gorišče–slikovni sprejemnik

Tudi v literaturi najdemo različne razdalje gorišče–slikovni sprejemnik: 200 cm (Hansen et al., 2003), 300 cm (Zelivyanska et al., 2014). Navajajo pa tudi, naj bo razdalja gorišče–slikovni sprejemnik tako velika, da pokrije celotno pregledovalno polje (180–200 cm) (Whitley et al., 2005).

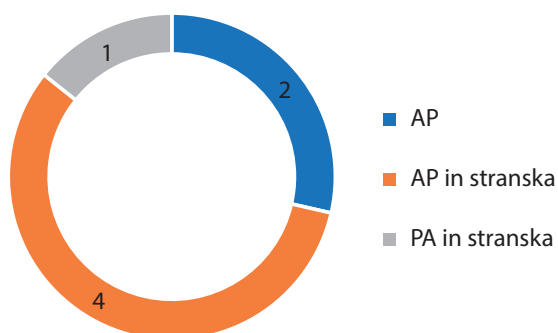
70 % anketirancev uporablja avtomatsko izbiro ekspozicijske pogoje, 30 % te uravnava ročno.

Pri tistih, ki ekspozicijo uravnava ročno, nas je zanimalo, če prilagajajo ekspozicijo preiskovancu in kakšni so približni parametri, ki jih uporabljajo. Odgovora sta bila: pospeševalna napetost 79–85 kV in 25–32 mAs, ter pa 65–80 kV in 32–60 mAs. V literaturi zasledimo podobne rezultate. Hansen et al. (2003) navajajo ekspozicijo 55–80 kV, DIMOND III (Bush et al., 2004) priporočajo 75–90 kV, za slikanje torakalne in lumbalne hrbtenice, medtem pa Zelivyanska in sod. (2014) uporabljajo 82–95 kV in 12–60 mAs. Do razlik v navedenih anodnih napetosti med omenjenimi avtorji prihaja najverjetneje zato, ker so nekateri avtorji zajeli tudi ekspozicijske pogoje za slikanje otrok.

Vsi anketirani pri slikanju skolioze kot osebno varovalno zaščito uporabljajo gonadno zaščito, kar najdemo zapisano tudi v literaturi. Nekateri pa ščitijo tudi tako, da pri deklajah

uporabljajo svinčene zaščite za prsi, razen pri prvem slikanju in pri preiskavah, izvedenih v sedečem položaju (Hansen et al., 2003). Whitley et al. (2005) opisujejo, da se lahko tudi na rentgensko cev namesti predhodno oblikovana zaščita, da z njo ščitimo prsi, rebra in gonade. Zelo veliko vlogo pri ščititju prsi deklic ima tudi slikanje v PA projekciji, saj tako prejme žlezno tkivo dojke nižjo dozo, ob uporabi dodatne filtracije primarnega snopa (npr. 0,1–0,3 mm Cu) pa ta še dodatno zniža vstopno kožno dozo.

Anketirani slikanje izvedejo v večini primerov v 2 projekcijah, v AP in stranski, eden v PA in stranski, na dveh oddelkih pa uporabljajo le AP projekcijo (slika 3).



Slika 3: Pogostost AP/PA in stranske projekcije

Pri protokolu za slikanje skolioze večina anketiranih oddelkov uporablja slikanje v dveh projekcijah, in sicer AP in stransko. Hansen et al. (2003), Whitley et al. (2005) in v protokolu Ameriškega združenja radiologov (2014) najdemo priporočilo za slikanje v PA in stranski projekciji. V AP projekciji slikajo manjše otroke in paciente, ki niso sposobni stati brez pomoči. Slikanje v PA projekciji je posebno priporočljivo zaradi doze sevanja na radiosenzitivne organe (dojke, pljuča).

Na vprašanje, kako omejiti polje in usmerite centralni žarek, so anketirani podali zelo različne odgovore:

- Z zaslonko.
- Glede na skoliozo hrbtenice
- Čim bolj omejimo polje.
- »Tako, da na sliki dobimo medenico«, s tem je mišljena medenica s kolki.
- Centralni žarek pravokotno na detektor, zaslanjamo glede na velikost pacienta, gledamo, da dobimo celo hrbtenico in sakroiliakalne sklepe.
- Na hrbtenico.
- Avtomatska omejitev.

Večina anketiranih na sliki prikaže celotno hrbtenico z medenico, kar je zelo podobno navedbam v literaturi:

- Na sliko zajamemo polje od vrha prvega vratnega vretenca do stičišča prvega in drugega križničnega (Hansen et al., 2003).
- Shranimo začetno najvišjo točko (na bradi) in najnižjo končno točko (na simfizi). Slikovno polje zaslonimo samo po širini, zaslanjanje po višini in število zajetih slik program določi samodejno (Zelivyanska et al., 2014).
- Polje zajema slike je od cerviko-torakalnega prehoda hrbtenice do proksimalnega dela stegenic (ACR-SPR-SSR, 2014).

- Centriramo na sredino hrbtenice. Zaslonimo tako, da na sliki dobimo le tiste anatomske strukture, ki jih želimo (Long et al., 2016).

- Spodnji rob polja je malo pod grebenom črvnice, zgornji pa na telesu vretenca C7. Razdalja gorišče–slikovni sprejemnik naj bo tako velika, da pokrije celotno pregledovalno polje (180–200 cm) (Whitley et al., 2005).

Pregled rezultatov in primerjava z izsledki v literaturi pokaže, da je največja razlika v projekcijah, saj večina anketiranih slika v AP projekciji. Long et al. (2016), Whitley et al. (2005) in Hansen et al. (2003) pa navajajo, da je zaradi ščititja občutljivih tkiv priporočljiva PA projekcija. Razlike med anketiranimi so velike tudi pri razdalji gorišče–slikovni sprejemnik, vendar je ta odvisna od detektorskega sistema, ki je v uporabi ter velikosti prostora, v katerem se slikanje izvaja.

ZAKLJUČEK

Namen prispevka je primerjava protokolov za dokazovanje skolioze v vseh radioloških oddelkih slovenskih bolnišnic, v katerih slikajo celotno hrbtenico po programu za skoliozo. S primerjavo med strokovno literaturo in rezultate naše ankete smo ugotovili, da je največji razkorak pri uporabljeni projekciji. V Sloveniji skoraj povsod uporabljajo AP projekcijo, literatura pa priporoča PA, pri kateri učinkovitejše ščitimo radiosenzitivne organe. Opazna razlika je tudi v uporabi ekspozicijskih pogojev, predvsem pospeševalne napetosti: anketiranci, v primerjavi s trenutnimi priporočili, navajajo uporabo nižjih kV.

Raziskava ima določene omejitve, predvsem je to majhno število ustanov, kjer slikajo hrbtenico po programu za skoliozo. Dodatna omejitev je še uporaba različnih tehnologij slikanja. Nadaljnja raziskovanja so možna na področju ugotavljanja dozne obremenitve pacientov pri slikanju v AP oz. PA projekciji, pri različnih oddaljenostih pacienta od gorišča, uporabi dodatnih filtrov, različno velikem slikovnem polju ter vplivu zmanjševanja prejete doze z različnimi sredstvi osebne varovalne zaščite.

LITERATURA

ACR-SPR-SSR (2014). Practice paramets for the performance of radiography for scoliosis in children. Dostopno na: <https://www.acr.org/~media/ACR/Documents/PGTS/guidelines/Scoliosis.pdf>

Busch HP, Decker MD, Schilz C, Jockenhöfer A, Busch MD, Anschütz M (2004) Image Quality and Dose Management For Digital Radiography. Qual Assur 24–51.

Demšar A (2003). Ortopedija. Maribor: Univerza v Mariboru, Visoka zdravstvena šola, 85.

Grauers A, Elinrsdottir E, Gerdhem P (2016). Genetics and pathogenesis of idiopathic

Scoliosis. Scoliosis and Spinal Disorders. Doi: 10.1186/s13013-016-0105-8.

Hansen J, Jurik AG, Fürgaard B, Egund N (2003). Optimisation of scoliosis examinations in children. *Pediatr Radiol* 33(11): 752–65. Doi:10.1007/s00247-003-1015-5.

Herman S, Antolič V, Pavlovičič V (2006). *Ortopedija*. Ljubljana: samozaložba.

Horne J P, Flannery R, Usman S (2014). Adolescent Idiopathic Scoliosis: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician* 69(3): 193–98.

Kelc R, Kljaič N (2012). Funkcionalna anatomija hrbtenice. V: Vogrin M, Krajnc Z, Kelc R, ur.: VIII. mariborsko ortopedsko srečanje: Hrbtenica v ortopediji. Zbornik predavanj, Maribor 9. november 2012: Univerzitetni klinični center Maribor, 13–23.

Khanna G (2009). Role of imaging in scoliosis. *Pediatr Radiol* 39(suppl 2): 247–51. Doi:10.1007/s00247-008-1126-0.

Kim H, Kim H S, Moon E S et al. (2010). Scoliosis Imaging: What Radiologists Should Know. *Radio Graphics* 30(7):1823–1842. Doi: 10.1148/rg.307105061.

Košak R (2012). Skoliotične deformacije hrbtenice pri otroku. V: Vogrin M, Krajnc Z, Kelc R, ur.: VIII. mariborsko ortopedsko srečanje: Hrbtenica v ortopediji. Zbornik predavanj, Maribor 9. november 2012: Univerzitetni klinični center Maribor, 41–44.

Long B W, Rollins J H, Smith B J (2016). *Merrill's atlas of Radiographic positioning & procedures*. St. Louis, Missouri, 437–40.

Mahmaud R, Krause-Parello C A (2013). Ideopathic scoliosis: An overview for school and paediatric nurses. *British Journal of School Nursing*. London: Mark Allen Publishing Ltd, 349–53.

Mohar J, Mihalič R, Hero N (2009). Primerjava operativnega zdravljenja skolioz v Ortopedski bolnišnici Valdoltra v letih 1998 in 2008. *Zdrav Vestnik Supl* 2009; 78: II-66–72.

Zelivyanska K, Tomič B, Kocjančič K (2014). Rentgensko slikanje celotne hrbtenice z digitalnim rotacijskim sistemom. *Bilten* 31(2): 4–9.

Whitley A S, Sloane C, Hoadley G, Moore A D, Alsop C W (2005). *Clark's positioning in radiography*. 12th ed. London: Hodder Headline Group, 412–15.