

UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U RIJECI  
*Manualia Universitatis Studiorum Fluminensis*



*Nakladnik*  
Glosa, Rijeka

*Edicija*  
Udžbenici/priručnici, knjiga 18

*Za nakladnika*  
Ksenija Čulina

*Recenzenti*  
Dr. sc. Boris Brkljačić, redoviti profesor na Katedri za radiologiju i opću kliničku onkologiju  
Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu  
Dr. sc. Zvonimir Sučić, izvanredni profesor na Katedri za onkologiju i radiologiju  
Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Osijeku

*Urednik*  
Josip Žgaljić

*Grafička urednica*  
Jasminka Maržić-Kazazi

*Tisak*  
Tipomat, Velika Gorica

Damir Miletić

# SKELETNA RADIOGRAFIJA



Rijeka, 2008.

Ova je knjiga objavljena uz novčanu potporu  
Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.

Izdavanje ove knjige financijski su potpomogli:

Bayer d.o.o.  
Bayer Schering Pharma, Zagreb



Shimadzu d.o.o., Zagreb



Siemens d.o.o., Zagreb



Objavljivanje ove stručne knjige i sveučilišnog udžbenika odobrilo je Povjerenstvo za izdavačku djelatnost  
Sveučilišta u Rijeci Odlukom – klasa: 602-09/08-01/16, ur. broj: 2170-57-05-08-3

ISBN 978-953-6081-61-5

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Sveučilišne knjižnice Rijeka pod brojem 111208080



## PREDGOVOR

Zahtijevni rad na prikupljanju kvalitetnih radiograma, definiranju teorijskih postavki pojedinih radiograma i klasifikaciji najbitnijih radiografskih projekcija skeleta započeo sam zbog smanjenja interesa za razvoj dijagnostičkih mogućnosti konvencionalne skeletne radiografije, posebice uvođenjem novih tehnika slojevnog snimanja u radiologiji. Knjige koje se bave skeletnom radiografijom u pravilu donose ogroman broj projekcija pojedinih dijelova skeleta od kojih se u kliničkoj praksi koristi vrlo mali dio. Prilagodbom projekcije potrebama radiologa ili ranijem iskustvu inženjera medicinske radiologije ponekad se izbjegava poštovanje prihvaćenih standarda za pojedine projekcije skeleta što rezultira smanjivanjem njihove dijagnostičke vrijednosti i poteškoćama kod uspoređivanja radiograma učinjenih u različitim ustanovama ili pak radiograma istog ispitanika kroz određeno vremensko razdoblje.

Razvoj digitalne radiografije omogućio je izradu vrlo kvalitetnih radiograma izvrsne kontrastnosti i velike dinamičke širine. Automatska kontrola ekspozicije i podešavanje širine rendgenskog snopa prema formatu receptora slike značajno olakšavaju izradu radiograma. Međutim, ostaje potreba za točnim pozicioniranjem bolesnika, receptora slike i središnje zrake. Uvođenje tehnika slojevnog snimanja ljudskog tijela ne smije dovesti do zanemarivanja projekcijske radiografije koja je još uvijek zlatni standard u radiologiji koštano-zglobnog sustava. Iako se radi o vrlo dobro istraženom području, na hrvatskom tržištu više od 10 godina nedostaje suvremeni udžbenik skeletne radiografije.

Udžbenik je namijenjen svima koji se u svom radu služe radiogramima skeleta, prvenstveno inženjerima medicinske radiologije, zatim radiolozima, ortopedima, traumatolozima, fizijatrima i mnogim drugim medicinskim disciplinama.

Tijekom izrade udžbenika poseban problem mi je predstavljala različitost pristupa pojedinih autora istoj projekciji i prevelika ponuda projekcija za istu regiju kod čega se gubi mogućnost odabira najvažnijih radiograma koji bi se mogli preporučiti za kliničku primjenu. S druge strane, blagodati digitalne radiografije omogućile su mi velik izbor projekcija bez potrebe za ponavljanjem radiograma i izlaganjem bolesnika nepotrebnom zračenju.

Posebnu zahvalnost pri izradi udžbenika želim izraziti inženjerkama medicinske radiologije Ljerki Dujmović, Pamelii Maras i Maji Karić koje su mi pomogle u izradi radiograma i slika na modelima. Zahvalan sam također tajnici Kliničkog zavoda za radiologiju, gospođi Marijani Čaprić koja je pružila veliku pomoć u administrativnom dijelu izrade udžbenika. Znanstveni novak, Marin Pušić, dr. med., svojom je iznimnom energijom pomogao nastanku udžbenika u ovom obliku. Mnogi drugi inženjeri medicinske radiologije i radiolozi su također dali svoj doprinos stvaranju ovog udžbenika. Zahvaljujem također djelatnicima Klinike za stomatologiju KBC-a Rijeka, posebice doc. dr. sc. Alenu Brautu te djelatnicima Poliklinike "Dental", posebice inženjerima medicinske radiologije Paulu Petretiću i Milanu Petretiću za pomoć pri izradi radiograma čeljusti od osobitoga interesa u stomatologiji.

Autor



# KAZALO

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| <b>PREDGOVOR</b> .....                                              | 5  |
| <b>1. UVOD</b> .....                                                | 13 |
| 1.1. RADIOGRAFIJA KOŠTANO-ZGLOBNOGA SUSTAVA .....                   | 13 |
| 1.2. KARAKTERISTIKE RENDGENSKOGA ZRAČENJA .....                     | 13 |
| 1.3. RECEPTORI RENDGENSKE SLIKE .....                               | 14 |
| 1.3.1. Film-folijski sustavi .....                                  | 14 |
| 1.3.2. CR sustavi .....                                             | 14 |
| 1.3.3. DR sustavi .....                                             | 15 |
| 1.3.4. Svojstva receptora slike .....                               | 15 |
| 1.4. NASTANAK RADIOGRAMA .....                                      | 16 |
| 1.5. POSTUPAK S BOLESNIKOM KOD RADIOGRAFIJE SKELETA .....           | 18 |
| 1.6. ZAŠTITA OD ZRAČENJA U SKELETNOJ RADIOGRAFIJI .....             | 19 |
| 1.7. ANATOMSKE RAVNINE I RELATIVNI POLOŽAJ OBJEKTA .....            | 21 |
| 1.8. PROJEKCIJE .....                                               | 22 |
| 1.9. RADIOLOŠKA ANATOMIJA KOSTIJU I ZGLOBOVA .....                  | 23 |
| <b>2. RADIOGRAFIJA GLAVE</b> .....                                  | 25 |
| 2.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA SKELETA GLAVE .....                       | 25 |
| 2.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE .....                                     | 27 |
| 2.3. RADIOGRAMI NEUROKRANIJA .....                                  | 28 |
| 2.3.1. Kraniogram – PA projekcija i Caldwellova projekcija .....    | 28 |
| 2.3.2. Kraniogram – lateralna (profilna) projekcija .....           | 30 |
| 2.3.3. AP aksijalna projekcija po Towneu .....                      | 32 |
| 2.3.4. PA aksijalna projekcija po Haasu .....                       | 33 |
| 2.3.5. Radiogram baze lubanje – submentovertikalna projekcija ..... | 34 |
| 2.4. RADIOGRAMI ORBITA .....                                        | 36 |
| 2.4.1. PA projekcija orbita .....                                   | 36 |
| 2.4.2. Parijetoorbitalna projekcija optičkog kanala po Rheseu ..... | 37 |
| 2.5. RADIOGRAMI KOSTIJU LICA .....                                  | 38 |
| 2.5.1. PA projekcija kostiju lica – “mačja glava” .....             | 38 |
| 2.5.2. Lateralna projekcija kostiju lica .....                      | 39 |
| 2.5.3. Parijetoakantalna projekcija po Watersu .....                | 40 |
| 2.5.4. Lateralna projekcija nosnih kostiju .....                    | 41 |
| 2.5.5. Kraniokaudalna projekcija nosnih kostiju .....               | 42 |
| 2.5.6. Tangencijalna projekcija zigomatičnog luka .....             | 43 |
| 2.6. RADIOGRAMI DONJE ČELJUSTI .....                                | 45 |
| 2.6.1. Kose projekcije ramusa i korpusa mandibule .....             | 45 |
| 2.6.2. Aksijalna vertikosubmentalna projekcija mandibule .....      | 47 |

|           |                                                                                                              |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6.3.    | AP aksijalna projekcija mandibularne simfize .....                                                           | 48        |
| 2.6.4.    | Radiogrami temporomandibularnih zglobova .....                                                               | 49        |
| 2.7.      | RADIOGRAMI ČELJUSTI I ZUBA OD OSOBITOGA INTERESA U STOMATOLOGIJI .....                                       | 51        |
| 2.7.1.    | Ekstraoralni radiogrami u stomatologiji .....                                                                | 51        |
| 2.7.1.1.  | Panoramska tomografija čeljusti .....                                                                        | 52        |
| 2.7.1.2.  | PA aksijalna ili obrnuta Towneova projekcija čeljusti .....                                                  | 54        |
| 2.7.2.    | Intraoralni radiogrami u stomatologiji .....                                                                 | 55        |
| 2.7.2.1.  | “Bite-wing” radiogram .....                                                                                  | 55        |
| 2.7.2.2.  | Apikalni i periodontalni radiogram .....                                                                     | 56        |
| 2.7.2.3.  | Intraoralni okluzalni radiogram .....                                                                        | 58        |
| 2.8.      | RADIOGRAMI PARANAZALNIH SINUSA .....                                                                         | 60        |
| 2.8.1.    | PA projekcija paranazalnih sinusa .....                                                                      | 60        |
| 2.8.2.    | Radiogram frontalnog sinusa i prednjih etmoidnih celula po Caldwellu .....                                   | 61        |
| 2.9.      | RADIOGRAMI TEMPORALNIH KOSTIJU .....                                                                         | 62        |
| 2.9.1.    | Radiogram mastoida po Schülleru .....                                                                        | 62        |
| 2.9.2.    | Radiogram mastoida po Lawu .....                                                                             | 63        |
| 2.9.3.    | Radiogram piramida po Stenversu .....                                                                        | 64        |
| 2.9.4.    | Radiogram piramida po Mayeru .....                                                                           | 65        |
| <b>3.</b> | <b>RADIOGRAFIJA KRALJEŽNICE .....</b>                                                                        | <b>66</b> |
| 3.1.      | RADIOLOŠKA ANATOMIJA KRALJEŽNICE .....                                                                       | 66        |
| 3.2.      | ORIJENTACIJSKE TOČKE .....                                                                                   | 67        |
| 3.3.      | RADIOGRAMI KRANIOCERVIKALNOGA SPOJA .....                                                                    | 68        |
| 3.3.1.    | PA projekcija atlanto-okcipitalnih zglobova .....                                                            | 68        |
| 3.3.2.    | AP projekcija atlasa i aksisa s otvorenim ustima .....                                                       | 69        |
| 3.3.3.    | AP projekcija densa po Fuchsu .....                                                                          | 70        |
| 3.3.4.    | Lateralna projekcija atlasa i aksisa .....                                                                   | 71        |
| 3.4.      | RADIOGRAMI VRATNE KRALJEŽNICE (CERVIKALNI VERTEBROGRAMI) .....                                               | 72        |
| 3.4.1.    | AP projekcija vratne kralježnice .....                                                                       | 72        |
| 3.4.2.    | Lateralna projekcija vratne kralježnice .....                                                                | 73        |
| 3.4.3.    | Preinaka lateralnog radiograma u traumatiziranog bolesnika sa sumnjom<br>na ozljedu vratne kralježnice ..... | 74        |
| 3.4.4.    | Funkcionalni radiogrami vratne kralježnice .....                                                             | 76        |
| 3.4.5.    | AP kose projekcije vratne kralježnice – RPO i LPO .....                                                      | 78        |
| 3.4.6.    | PA kose projekcije vratne kralježnice – RAO i LAO .....                                                      | 79        |
| 3.4.7.    | AP kosa projekcija arkusa i apofizalnih zglobova cervikotorakalnog prijelaza .....                           | 80        |
| 3.4.8.    | AP kose projekcije arkusa i zglobnih nastavaka cervikotorakalnog prijelaza<br>sa zakretanjem glave .....     | 81        |
| 3.5.      | RADIOGRAMI CERVIKOTORAKALNOG PRIJELAZA .....                                                                 | 82        |
| 3.5.1.    | Lateralna projekcija cervikotorakalnog prijelaza po Twiningu .....                                           | 82        |
| 3.5.2.    | Radiogram cervikotorakalnog prijelaza po Pawlowu .....                                                       | 84        |

|           |                                                                                       |            |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.6.      | TORAKALNI VERTEBROGRAMI .....                                                         | 85         |
| 3.6.1.    | AP projekcija torakalne kralježnice .....                                             | 85         |
| 3.6.2.    | Lateralna (profilna) projekcija torakalne kralježnice .....                           | 86         |
| 3.7.      | RADIOGRAMI LUMBALNE I LUMBOSAKRALNE KRALJEŽNICE .....                                 | 87         |
| 3.7.1.    | AP projekcija lumbalne (lumbosakralne) kralježnice .....                              | 87         |
| 3.7.2.    | Profilna projekcija lumbalne i lumbosakralne kralježnice .....                        | 89         |
| 3.7.3.    | AP kose projekcije lumbalne kralježnice – RPO i LPO .....                             | 90         |
| 3.7.4.    | PA kose projekcije lumbalne kralježnice – RAO i LAO .....                             | 91         |
| 3.7.5.    | Funkcionalni radiogrami lumbalne kralježnice u antefleksiji i retrofleksiji .....     | 92         |
| 3.7.6.    | Lateralna projekcija lumbosakralnog prijelaza .....                                   | 94         |
| 3.8.      | RADIOGRAMI TORAKOLUMBALNE KRALJEŽNICE .....                                           | 95         |
| <b>4.</b> | <b>RADIOGRAFIJA ZDJELIČNOGA OBRUČA .....</b>                                          | <b>97</b>  |
| 4.1.      | RADIOLOŠKA ANATOMIJA ZDJELICE .....                                                   | 97         |
| 4.2.      | ORIJENTACIJSKE TOČKE .....                                                            | 97         |
| 4.3.      | RADIOGRAMI SAKRUMA I KOKCIGISA .....                                                  | 98         |
| 4.3.1.    | AP i PA projekcije sakruma i kokcigisa .....                                          | 98         |
| 4.3.2.    | Lateralna projekcija sakruma i kokcigisa .....                                        | 100        |
| 4.4.      | RADIOGRAMI SAKROILIJAČNIH ZGLOBOVA .....                                              | 101        |
| 4.4.1.    | AP projekcija sakroilijačnih zglobova .....                                           | 101        |
| 4.4.2.    | AP kosa projekcija sakroilijačnih zglobova .....                                      | 102        |
| 4.4.3.    | Aksijalna projekcija sakroilijačnih zglobova .....                                    | 104        |
| 4.4.4.    | PA projekcija pubične simfize po Chamberlainu .....                                   | 105        |
| 4.5.      | RADIOGRAMI ZDJELICE .....                                                             | 107        |
| 4.5.1.    | AP projekcija zdjelice .....                                                          | 107        |
| 4.5.2.    | Kraniokaudalna aksijalna “inlet” projekcija zdjelice .....                            | 109        |
| 4.5.3.    | Kaudokranijalna “outlet” projekcija zdjelice .....                                    | 110        |
| 4.5.4.    | AP i PA kose projekcije ilijačne kosti .....                                          | 111        |
| 4.5.5.    | AP kose projekcije acetabuluma po Judetu .....                                        | 113        |
| <b>5.</b> | <b>RADIOGRAFIJA DONJEGA EKSTREMITETA .....</b>                                        | <b>115</b> |
| 5.1.      | RADIOLOŠKA ANATOMIJA SKELETA DONJEGA EKSTREMITETA .....                               | 115        |
| 5.2.      | ORIJENTACIJSKE TOČKE .....                                                            | 117        |
| 5.3.      | RADIOGRAMI KUKOVA .....                                                               | 118        |
| 5.3.1.    | AP projekcija kukova .....                                                            | 118        |
| 5.3.2.    | “Frog leg” projekcija – AP projekcija vratova femura u položaju žabljih krakova ..... | 119        |
| 5.3.3.    | AP projekcija kuka .....                                                              | 120        |
| 5.3.4.    | Radiogram kuka po Lauensteinu .....                                                   | 121        |
| 5.3.5.    | Aksiolateralna projekcija kuka u traumatiziranog bolesnika .....                      | 122        |
| 5.3.6.    | Projekcija prednje i stražnje konture glave femura po Schneideru .....                | 123        |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.4. RADIOGRAMI NATKOLJENICE .....                                                             | 125 |
| 5.4.1. AP projekcija natkoljenice .....                                                        | 125 |
| 5.4.2. Lateralna projekcija natkoljenice .....                                                 | 126 |
| 5.5. RADIOGRAMI KOLJENA .....                                                                  | 127 |
| 5.5.1. AP projekcija koljena .....                                                             | 127 |
| 5.5.2. Profilna projekcija koljena .....                                                       | 128 |
| 5.5.3. Usporedna AP projekcija koljena u stojećem stavu .....                                  | 129 |
| 5.5.4. AP kosa projekcija koljena u medijalnoj rotaciji .....                                  | 130 |
| 5.5.5. AP kosa projekcija koljena u lateralnoj rotaciji .....                                  | 131 |
| 5.5.6. PA aksijalna projekcija interkondilarne fose po Holmbladu .....                         | 132 |
| 5.5.7. AP radiogram koljena s postraničnim potisnućem (stress radiogram) .....                 | 134 |
| 5.6. RADIOGRAMI PATELE .....                                                                   | 135 |
| 5.6.1. PA projekcija patele .....                                                              | 135 |
| 5.6.2. Lateralna projekcija patele .....                                                       | 136 |
| 5.6.3. PA kosa projekcija patele u medijalnoj i lateralnoj rotaciji .....                      | 137 |
| 5.6.4. Tangencijalna projekcija patele .....                                                   | 138 |
| 5.6.5. Aksijalne projekcije patele .....                                                       | 139 |
| 5.7. RADIOGRAMI POTKOLJENICE .....                                                             | 140 |
| 5.7.1. AP projekcija potkoljenice .....                                                        | 140 |
| 5.7.2. Profilna projekcija potkoljenice .....                                                  | 141 |
| 5.7.3. AP kosa projekcija potkoljenice s medijalnom i lateralnom rotacijom .....               | 142 |
| 5.8. RADIOGRAMI GLEŽNJA .....                                                                  | 143 |
| 5.8.1. AP projekcija gležnja .....                                                             | 143 |
| 5.8.2. Profilna projekcija gležnja .....                                                       | 144 |
| 5.8.3. AP kosa projekcija tibiofibularne sindezmoe .....                                       | 145 |
| 5.8.4. AP radiogrami gležnja s forsiranom rotacijom .....                                      | 146 |
| 5.8.5. AP projekcija gležnjeva pri opterećenju tjelesnom težinom .....                         | 148 |
| 5.9. RADIOGRAMI KALKANEUSA .....                                                               | 149 |
| 5.9.1. Profilna projekcija kalkaneusa .....                                                    | 149 |
| 5.9.2. Aksijalna plantodorzalna projekcija kalkaneusa .....                                    | 150 |
| 5.9.3. Radiogrami kalkaneusa pri opterećenju tjelesnom težinom .....                           | 151 |
| 5.9.3.1. Aksijalna snimka kalkaneusa pri opterećenju tjelesnom težinom .....                   | 151 |
| 5.9.3.2. Lateromedijalna kosa projekcija kalkaneusa pri opterećenju<br>tjelesnom težinom ..... | 152 |
| 5.9.4. Radiogrami subtalarnog zgloba .....                                                     | 153 |
| 5.9.4.1. Radiogram tarzalnog sinusa .....                                                      | 153 |
| 5.9.4.2. Radiogram subtalarnog zgloba u lateralnoj rotaciji .....                              | 154 |
| 5.9.4.3. Radiogram prednjeg segmenta subtalarnog zgloba .....                                  | 155 |
| 5.10. RADIOGRAMI STOPALA .....                                                                 | 156 |
| 5.10.1. Dorzoplantarna projekcija stopala .....                                                | 156 |
| 5.10.2. Dorzoplantarne kose projekcije stopala .....                                           | 157 |
| 5.10.3. Profilna projekcija uzdužnoga luka stopala stojeći .....                               | 158 |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.10.4. Dorzoplantarna projekcija stopala dvostrukom ekspozicijom .....                         | 159        |
| 5.10.5. Radiogrami kongenitalnog pes ekvinovarus .....                                          | 160        |
| 5.11. RADIOGRAMI NOŽNIH PRSTIJU .....                                                           | 161        |
| 5.11.1. Dorzoplantarna projekcija nožnih prstiju .....                                          | 161        |
| 5.11.2. Kose projekcije nožnih prstiju .....                                                    | 162        |
| 5.11.3. Profilne projekcije nožnih prstiju .....                                                | 163        |
| 5.11.4. Tangencijalna projekcija sezamskih kostiju .....                                        | 164        |
| <b>6. RADIOGRAFIJA KOŠTANOGA TORAKSA I RAMENOGA POJASA .....</b>                                | <b>165</b> |
| 6.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA TORAKSA I RAMENOGA POJASA .....                                       | 165        |
| 6.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE .....                                                                 | 166        |
| 6.3. RADIOGRAFIJA REBARA .....                                                                  | 166        |
| 6.3.1. AP aksijalna projekcija kostalnih zglobova .....                                         | 167        |
| 6.3.2. AP projekcija stražnjih rebranih lukova .....                                            | 168        |
| 6.3.3. PA projekcija prednjih rebranih lukova .....                                             | 170        |
| 6.3.4. AP i AP kosa projekcija hemitoraksa .....                                                | 172        |
| 6.4. RADIOGRAMI STERNUMA .....                                                                  | 174        |
| 6.4.1. PA kosa projekcija sternuma – RAO .....                                                  | 174        |
| 6.4.2. PA radiogram sternuma poprečno prema radiografskom stolu .....                           | 175        |
| 6.4.3. Profilna projekcija sternuma .....                                                       | 176        |
| 6.4.4. PA projekcija sternoklavikularnih zglobova .....                                         | 177        |
| 6.5. RADIOGRAMI KLAVIKULE .....                                                                 | 178        |
| 6.5.1. PA projekcija klavikule .....                                                            | 178        |
| 6.5.2. AP aksijalna projekcija klavikule u položaju hiperlordoze .....                          | 179        |
| 6.5.3. Tangencijalna projekcija klavikule .....                                                 | 180        |
| 6.5.4. AP projekcija akromioklavikularnih zglobova po Pearsonu .....                            | 181        |
| 6.5.5. AP kosa projekcija akromioklavikularnog zgloba po Alexanderu .....                       | 183        |
| 6.6. RADIOGRAMI SKAPULE .....                                                                   | 184        |
| 6.6.1. AP projekcija skapule .....                                                              | 184        |
| 6.6.2. Profilne projekcije skapule .....                                                        | 185        |
| 6.6.3. Tangencijalna projekcija skapularne spine .....                                          | 189        |
| 6.6.4. AP kosa projekcija glenoida s opterećenjem po Appleu .....                               | 190        |
| 6.6.5. Tangencijalna projekcija korakoakromijalnog luka, supraspinatus “outlet” projekcija .... | 191        |
| <b>7. RADIOGRAFIJA GORNJEGA EKSTREMITETA .....</b>                                              | <b>192</b> |
| 7.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA SKELETA GORNJEGA EKSTREMITETA .....                                   | 192        |
| 7.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE .....                                                                 | 194        |
| 7.3. RADIOGRAMI RAMENA .....                                                                    | 195        |
| 7.3.1. AP projekcije ramena .....                                                               | 195        |
| 7.3.2. Transtorakalna lateralna projekcija ramena .....                                         | 197        |
| 7.3.3. Transaksilarna aksijalna projekcija ramena .....                                         | 198        |
| 7.3.4. Aksijalna projekcija ramena West Point tehnikom .....                                    | 199        |

|                                |                                                                                    |            |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.3.5.                         | Radiogram intertuberkularnog (bicipitalnog) sulkusa .....                          | 200        |
| 7.3.6.                         | AP aksijalna projekcija proksimalnog humerusa po Strykeru .....                    | 201        |
| 7.4.                           | RADIOGRAMI NADLAKTICE .....                                                        | 202        |
| 7.4.1.                         | AP projekcija nadlaktice .....                                                     | 202        |
| 7.4.2.                         | Profilna projekcija nadlaktice .....                                               | 203        |
| 7.5.                           | RADIOGRAMI LAKTA .....                                                             | 204        |
| 7.5.1.                         | AP projekcija lakta .....                                                          | 204        |
| 7.5.2.                         | Lateralna projekcija lakta .....                                                   | 205        |
| 7.5.3.                         | AP kose projekcije lakta u medijalnoj i lateralnoj rotaciji .....                  | 206        |
| 7.5.4.                         | AP projekcija lakta u potpunoj fleksiji .....                                      | 208        |
| 7.5.5.                         | Radiogrami glave radijusa u četiri položaja .....                                  | 209        |
| 7.6.                           | RADIOGRAMI PODLAKTICE .....                                                        | 211        |
| 7.6.1.                         | AP projekcija podlaktice .....                                                     | 211        |
| 7.6.2.                         | Lateralna projekcija podlaktice .....                                              | 212        |
| 7.7.                           | RADIOGRAMI RUČNOGA ZGLOBA I KARPUSA .....                                          | 213        |
| 7.7.1.                         | PA projekcija ručnoga (radiokarpalnoga) zgloba .....                               | 213        |
| 7.7.2.                         | Profilna projekcija ručnoga (radiokarpalnoga) zgloba .....                         | 214        |
| 7.7.3.                         | Kosa projekcija karpusa u semipronaciji i semisupinaciji .....                     | 215        |
| 7.7.4.                         | PA projekcija karpusa s ulnarnom i radijalnom abdukcijom .....                     | 216        |
| 7.7.5.                         | PA projekcija skafoidne kosti po Stecheru .....                                    | 218        |
| 7.7.6.                         | PA serija projekcija za skafoidnu kost .....                                       | 219        |
| 7.7.7.                         | Tangencijalna projekcija karpalnoga kanala .....                                   | 221        |
| 7.7.8.                         | Tangencijalna projekcija karpalnoga luka .....                                     | 222        |
| 7.8.                           | RADIOGRAMI ŠAKE I PRSTIJU .....                                                    | 223        |
| 7.8.1.                         | PA projekcija šake .....                                                           | 223        |
| 7.8.2.                         | PA kose projekcije šake .....                                                      | 224        |
| 7.8.3.                         | AP kosa usporedna projekcija šaka u položaju hvatača lopte .....                   | 226        |
| 7.8.4.                         | Radiogrami palca: AP i profilna projekcija .....                                   | 227        |
| 7.8.5.                         | AP projekcija karpometakarpalnoga zgloba palca .....                               | 229        |
| 7.8.6.                         | PA bilateralna projekcija prvoga metakarpofalangealnog zgloba s opterećenjem ..... | 230        |
| 7.8.7.                         | PA pojedinačne projekcije 2. do 5. prsta .....                                     | 231        |
| 7.8.8.                         | Profilne pojedinačne projekcije 2. do 5. prsta .....                               | 232        |
| <b>LITERATURA .....</b>        |                                                                                    | <b>233</b> |
| <b>KAZALO POJMOVA .....</b>    |                                                                                    | <b>235</b> |
| <b>BILJEŠKA O AUTORU .....</b> |                                                                                    | <b>239</b> |



## 1.1. RADIOGRAFIJA KOŠTANO-ZGLOBNOGA SUSTAVA

Skeletna radiografija ili rendgensko snimanje kostiju najčešći je posao inženjera medicinske radiologije. Napretkom tehnologije unaprijeđeni su radiografski uređaji i značajno poboljšani mediji za prihvata i pohranu rendgenske slike. Usprkos tomu, tehnika skeletne radiografije ostala je nepromijenjena glede projekcije rendgenske snimke (radiograma), što uključuje niz standardnih postupaka s bolesnikom, uređajem i radiografskim materijalima. Stoga je poznavanje tipičnih projekcija pojedinih dijelova skeleta presudno za dobivanje dijagnostički vrijednih radiograma koji će dati najveći broj podataka prijeko potrebnih za radiološko tumačenje. Neodgovarajuća projekcija često nastaje zbog žurbe (primjerice u traumatiziranih ili vitalno ugroženih bolesnika), nemara ili nedovoljnog poznavanja radiografske tehnike, uključujući nedovoljno poznavanje kriterija za ocjenu dobivenog radiograma. Ukoliko se radiogram mora ponavljati zbog neispunjavanja kriterija, bolesnika se nepotrebno izlaže ionizirajućem zračenju.

## 1.2. KARAKTERISTIKE RENDGENSKOGA ZRAČENJA

**Rendgenske zrake (x-zrake)** dio su spektra elektromagnetskih valova koji nastaju oscilacijom električnog i magnetskog polja u međusobno okomitim ravninama. Ravnine u kojima oba polja osciliraju su pak okomite na smjer širenja elektromagnetskih valova koji se pravocrtno šire kroz prostor brzinom svjetlosti. Veći dio elektromagnetskog spektra, primjerice vidljiva svjetlost, potpuno se apsorbira u ljudskom tijelu i ne može se koristiti za slikovnu

dijagnostiku. Međutim, rendgensko zračenje tipične valne duljine od  $10^{-6}$  do  $10^{-10}$  metara ima veliku energiju te se u fizikalnom smislu više ponaša kao čestica (foton) nego kao elektromagnetski val. Kratki val omogućuje ovoj vrsti zračenja veliku prodornost kroz materiju. Zbog sudara s česticama tkiva dolazi do slabljenja rendgenskog snopa i to nejednakog, ovisnog o debljini, gustoći i prosječnom atomskom broju čestica koje izgrađuju određeno tkivo. Nadalje, rendgenske se zrake šire pravocrtno u prostoru, što znači da zaštitni paravan štiti radiologa ili inženjera medicinske radiologije, ako je unutar njegova ruba. Rendgensko zračenje nije moguće utvrditi ljudskim osjetilima te je njemu slično gama zračenje radioaktivnih izvora neprimjetno i stoga vrlo opasno. To nije slučaj kod radiografskih uređaja jer je nastanak x-zračenja uvijek praćen zvučnim i vizualnim signalom. Drugim riječima, radiolog i inženjer medicinske radiologije uvijek znaju kada rendgenska cijev zrači i ne mogu se slučajno izložiti zračenju. U skeletnoj je radiografiji izlaganje zračenju u pravilu kraće od pola sekunde, a produženje ekspozicije se rabi samo iznimno, o čemu će biti riječi kod određenih projekcija.

X-zračenje nastaje u rendgenskoj cijevi ubrzavanjem elektrona s katode prema anodi i sudarom s česticama materijala anode. Energija, odnosno prodornost rendgenskog zračenja, određuje se prema regiji koja je od dijagnostičkog interesa, uključujući i konstituciju bolesnika. Na radiografskom se uređaju podešava vršni (maksimalni) napon rendgenske cijevi mjeren kilovoltima (kV). Veći vršni napon u visokonaponskom strujnom krugu rezultira većom kinetičkom energijom ubrzanih elektrona i nastankom rendgenskog zračenja kraćeg vala, veće energije, odnosno prodornosti. Količinu rendgenskog zračenja

na uređaju podešava se određujući jakost struje žarenja katodne uzvojnice u niskonaponskom strujnom krugu mjerenu miliamperima (mA) i vrijeme izlaganja rendgenskom zračenju mjereno sekundama (s). Nerijetko se ta dva parametra podešavaju sinkrono, odnosno iskazuju kao umnožak (mAs). Uređaji za automatsku kontrolu ekspozicije i mogućnost korištenja gotovih setova parametara snimanja za pojedine dijelove tijela na suvremenim radiografskim uređajima su značajno smanjili mogućnost krivog odabira energije ili količine rendgenskog zračenja te vremena izlaganja zračenju (kV, mA, s). Usprkos automatskoj kontroli, uređaj neće odrediti točnu ekspoziciju ako objekt snimanja nije dobro centriran, odnosno ako reprezentativni dio objekta snimanja nije postavljen točno iznad ionizacijske komorice koja prekida ekspoziciju nakon određene prispjele količine zračenja.

### 1.3. RECEPTORI RENDGENSKE SLIKE

Prihvata rendgenskog zračenja koje je prošlo kroz tijelo ispitanika moguće je na nekoliko načina. Budući da su danas u uporabi klasični rendgenski filmovi i digitalni radiografski detektori, za medij koji prikuplja rendgensko zračenje rabi se naziv **receptor slike**. Klasični obrađeni rendgenski film je trajni zapis i promatra se na zaslonu kojeg obasjava neonska svjetlost – negatoskopu. Digitalna radiografija uključuje CR i DR sustave, odnosno pretvorbu rendgenskog zračenja koje prođe kroz bolesnika u digitalnu sliku. Dobivena slika se reproducira na monitoru računala, može se naknadno obrađivati, te stoga otpada potreba za ponavljanjem radiograma zbog prevelikog ili premalog zacrtnjenja. Digitalna slika se može otisnuti na papiru ili na posebnom rendgenskom filmu u postupku suhog razvijanja. Digitalni je oblik pogodan za pohranjivanje te se na radiološke odjele uvode PACS (engl. *picture archiving and communication system*) sustavi koji, osim arhiviranja, omogućuju slikovnu komunikaciju između različitih odjela i klinika. Digitalni sustavi arhiviranja

nisu prostorno zahtjevni, omogućuju gotovo neograničeno trajanje pohranjenih podataka i idealni su za izobrazbu studenata i specijalizanata.

#### 1.3.1. Film-folijski sustavi

Tradicionalni i najduže korišteni receptori rendgenske slike su **film-folijski sustavi** kod kojih rendgenski film reagira na veću količinu pristiglog zračenja većim zacrtnjenjem, a učinkovitost višestruko pojačavaju folije svojim svjetlucanjem. Potaknute rendgenskim zračenjem folije stvaraju vidljivu svjetlost zadanog spektra (najčešće zelenog), ovisno o materijalu od kojeg su građene. Film također reagira na odgovarajući spektar vidljive svjetlosti zacrtnjenjem te se pribraja učinak rendgenskog zračenja i svjetlosti folija s obje strane dvoslojnoga rendgenskog filma. Uporabom folija značajno se smanjuje količina rendgenskog zračenja potrebna za dobivanje radiograma određenog dijela tijela, odnosno štiti bolesnika od nepotrebnog izlaganja ionizirajućem zračenju. Film i folije su smješteni u plastičnom oklopu – kazeti. Uloga kazete je zaštita sadržaja od mehaničkih i kemijskih oštećenja te djelovanja vidljive svjetlosti iz okoline na rendgenski film. Film-folijski sustavi zahtijevaju tamnu komoru u kojoj se odvija postupak razvijanja, fiksiranja i sušenja filma. Arhiviranje rendgenskog filma je vrlo nepraktično i zahtijeva goleme prostorne kapacitete zbog čega većina radioloških odjela nema sustavnu filmsku arhivu.

#### 1.3.2. CR sustavi

CR sustavi (engl. *computed radiography*) bili su prvi korak u razvoju digitalne radiografije. Iako najstariji, CR digitalni sustavi stalnim su razvojem ostali konkurentni novijim DR sustavima te zadržali određene prednosti u kliničkoj primjeni. CR sustavi se priključuju postojećim radiografskim uređajima na kojima ostaje i dalje mogućnost izvođenja klasične radiografije. Oni koriste kazete s fosforescentnim materijalima koji primaju i pohranjuju informaciju o količini rendgenskog zračenja prispjelog na određeni

dio receptora. Kazete u CR sustavima su istog formata kao one koje koriste film-folijski sustavi i stoga se umetnu u isti nosač te eksponiraju na klasičnom radiografskom uređaju. Razlika je što se informacija dobivena na receptoru, umjesto razvijanja filma u tamnoj komori, dobiva na posebnom čitaču. Osim laserskog očitavanja, skener osvježava fosforescentni sloj koji je potom spreman za novu radiografiju. Pojednostavljeno se može govoriti o brisanju postojeće slike nakon očitavanja; taj se postupak može mnogo puta ponavljati, do maksimalnog broja kojeg propisuje proizvođač, kada treba promijeniti kazetu. Način rada na CR sustavima je vrlo sličan onom kod film-folijskih sustava zbog čega ih inženjeri medicinske radiologije lako prihvaćaju i primjenjuju u dnevnoj kliničkoj praksi. Naime, kazete u CR sustavima se također mogu koristiti na mobilnim radiografskim uređajima, a skeneri za očitavanje se mogu postaviti na bilo kojem mjestu kako bi bili što bliže mjestu snimanja. Stoga su CR sustavi vrlo fleksibilni, no kapacitet im je ipak ograničen, zbog čega je protok bolesnika sporiji u odnosu na DR sustave.

### 1.3.3. DR sustavi

DR sustavi (engl. *digital radiography*) najčešće koriste fiksne (takozvane ravne) detektore ugrađene u radiografski uređaj. Oni su u pravilu brži od CR sustava, što omogućuje veliki dnevni protok bolesnika, ali su također značajno skuplji jer zahtijevaju nabavku posebnoga digitalnoga radiografskog uređaja za tu namjenu. U novije se vrijeme, osim fiksnih DR sustava, razvijaju i mobilni ravni detektori. Oni otklanjaju glavni nedostatak ovih sustava, a to je nemogućnost primjene u mobilnoj radiografiji (primjerice odjeli klinika, jedinice intenzivnog liječenja, operacijske sale). Mobilni ravni detektori su, zasad, vrlo skupi i prilično osjetljivi na mehanička oštećenja da bi se masovno koristili u kliničkim bolnicama.

### 1.3.4. Svojstva receptora slike

Dva bitna svojstva bilo kojeg receptora slike u skeletnoj radiografiji su prostorna i kontrastna rezolucija. Osim tih svojstava, parametri kvalitete receptora slike obuhvaćaju također učinkovitost pretvorbe energije rendgenskog zračenja u slikovni zapis te dinamičku širinu, što je u svezi s izlaganjem bolesnika ionizirajućem zračenju.

**Prostorna rezolucija** receptora slike označuje njegovu sposobnost zasebnog prikazivanja dvaju vrlo bliskih objekata. Prostorna rezolucija rendgenskog filma izražava se u linijskim parovima po milimetru (lp/mm). MTF (engl. *modulation transfer function*) je mjera prostorne rezolucije digitalnog detektora i opisuje mogućnost kontrastnog prikaza dvaju bliskih objekata u ovisnosti o njihovoj veličini. Određuje se pomoću lamela olovne rešetke kao granična mogućnost razlučivanja najmanjeg razmaka između njih.

**Kontrastna rezolucija** označuje najmanji zamjetni kontrast nekog detalja zadane veličine kojeg se može prikazati pomoću slikovnog sustava različitom svjetlinom (denzitetom) unutar čitavoga dinamičkog raspona. Granični kontrast je mjera slikovnog prikaza slabo kontrastnih struktura. Snaga film-folijskih sustava leži u visokoj nominalnoj prostornoj rezoluciji i visokoj kontrastnoj rezoluciji uz uvjet optimalne ekspozicije, no već kod male ekspozicijske pogreške radiogram neće biti upotrebljiv. U radiogramima s velikom količinom raspršenog zračenja prostorna rezolucija nije toliko određena graničnom prostornom razlučivošću, koliko šumom i kontrastom. Stvarna je prostorna rezolucija koju se može zamijetiti na filmu, stoga ipak nešto manja od maksimalne koju deklarira proizvođač. Ako ekspozicija nije bila u optimalnom rasponu, slika na filmu neće imati odgovarajuću kontrastnost zbog manje dinamičke širine film-folijskih sustava. Dinamička širina digitalnih radiografskih sustava je višestruko veća u odnosu na film-folijске sustave tako da nema potrebe ponavljati ekspoziciju čak ni kada ona nije bila unutar opti-

malnog raspona. Usprkos nespornih prednosti digitalnih sustava, upravo mogućnost da se naknadnom obradom slike sakrije pogrešna ekspozicija nosi moguću opasnost kod njihove primjene u kliničkoj praksi, ako se redovito i dosljedno ne provode protokoli nadzora kakvoće.

## 1.4. NASTANAK RADIOGRAMA

Prolaskom kroz tkiva, rendgenski snop oslabljuje (atenuira) na dva načina – apsorpcijom koja znači potpunu predaju energije molekulama tkiva, i – rasapom koji uključuje gubitak dijela energije i promjenu smjera po načelu sudara biljarskih kugli. Dio zračenja koji prođe kroz tkivo bez sraza s molekulama pada izravno na receptor slike i najvažniji je čimbenik u stvaranju radiograma. Tkiva veće gustoće i debljine, a posebice tkiva koja u svom kemijskom sastavu imaju elemente većega atomskog broja, jače oslabljuju rendgenski snop zbog mnogo veće vjerojatnosti sudara s elektronima, dopuštajući manjoj količini rendgenskih zraka pristup do receptora slike. Tako nastaju rendgenske sjene čija se gustoća može na standardnom radiogramu podijeliti na četiri kategorije: zrak, mast, meko tkivo i kost (vapno). Metalna strana tijela (ne svi metali) u pravilu daju sjenu najveće gustoće. Nažalost, dio raspršenog zračenja može se pod nepovoljnim kutom odbiti i dospjeti na receptor slike. Ukoliko je inženjer medicinske radiologije, suprotno pravilima radiografije, podešavao širinu rendgenskoga snopa na veću površinu od formata receptora, raspršeno zračenje može dospjeti i iz tkiva koja uopće nisu bila u području dijagnostičkog interesa. Raspršeno zračenje umanjuje kakvoću radiograma, a neopravdano širenje snopa uzrokuje dodatno izlaganje bolesnika ionizirajućem zračenju. Suvremeni uređaji uglavnom imaju sustav za automatsko sužavanje snopa prema formatu receptora slike. Kod film-folijskih i CR sustava, automatsko sužavanje vrijedi samo uz uporabu Buckyeve rešetke, odnosno ne uključuje se kada je kazeta izravno na radiografskom stolu. Stoga

je iznimno važno ustrajati na ispravnom sužavanju snopa rendgenskog zračenja do ruba formata, a poželjno je i nešto uže kada se na rendgenskom filmu prikaže tanki neosvjetljeni rub.

**Buckyeva rešetka** smanjuje količinu raspršenog zračenja koja dopijeva na receptor slike. Uvedena je u radiološku praksu još početkom 20. stoljeća (Gustave Bucky, 1913). Obično se radi o tankoj ploči unutar koje su usporedno postavljene olovne lamele, a između njih karbonske niti. Visina olovnih lamela je uvijek nešto veća u odnosu na njihovu međusobnu udaljenost, a taj omjer visine i razmaka (engl. *grid ratio*) varira između 5 i 15, odražavajući učinkovitost rešetke. Veći omjer znači učinkovitiju apsorpciju raspršenog zračenja te se rabi u projekcijama s visokom vršnom energijom rendgenskog zračenja (kV), i obrnuto. Broj olovnih lamela po centimetru danas već dostiže 60 ili 70, dok je nekad bio 30 – 40. Kod manje gustoće debljih olovnih lamela, potrebno je brzo pomicati rešetku tijekom ekspozicije da pojedina lamela ne bi dala sjenu na slici. Kod velikog broja tankih lamela rešetka može biti nepokretna – Lysholmova rešetka. Pokretne su rešetke ugrađene u radiografski stol, dok se nepokretne fiksiraju na kazetu koja se prisloni uz snimani dio tijela.

U odnosu prema snopu rendgenskog zračenja, rešetka može biti usporedna ili fokusirana. Kod usporedne rešetke lamele su postavljene okomito na plohu rešetke i njihova je primjena ograničena na radiografiju s uporabom manjih formata receptora slike te kod većih udaljenosti između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike. Fokusirana rešetka ima koso položene olovne lamele koje svojim nagibom prate divergenciju rendgenskih zraka. Naime, središnja je zraka u rendgenskom snopu okomita na središte rešetke, dok ostale zrake udaljavanjem od središta sve više divergiraju prema periferiji rešetke zbog širenja rendgenskog snopa iz točkastog izvora u prostoru. Nagibi lamela fokusirane rešetke prilagođeni su zadanoj udaljenosti između žarišta i

receptora te se rešetka mora mijenjati kod promjene te udaljenosti. U skeletnoj radiografiji rešetku treba koristiti kod debljih dijelova tijela u kojima nastaje velika količina raspršenog zračenja. Buckyeva rešetka se stoga rabi za radiografiju glave (osim pojedinih projekcija u dentalnoj radiografiji te kod radiografije nosnih kostiju), aksijalnog skeleta, grudnog koša i ramenog pojasa te gornjeg ekstremiteta zaključno s nadlakticom, zdjeličnog obruča i donjeg ekstremiteta zaključno s potkoljenicom. Okrajke ekstremiteta (ruka od lakta do prstiju, noga od gležnja distalno) snima se bez primjene rešetke s ekstremitetom položenim izravno na receptor rendgenske slike.

Žarište (fokus) rendgenske cijevi je ograničeni dio površine anode na koji udaraju elektroni ubrzani s katode. Obično je kvadratnog oblika, širine od 0,6 mm do 1,2 mm u skeletnoj radiografiji. Smanjenje površine žarišta povećava geometrijsku oštrinu jer se smanjuje polusjena rubova objekata (idealno bi bilo točkasto žarište), ali istodobno povećava zagrijavanje anode na ograničenoj površini smanjujući vijek trajanja rendgenske cijevi. Načelno se deblji dijelovi tijela, koji uključuju veći rasap, snimaju velikim žarištem, dok se strukture koje treba prikazati maksimalnom rezolucijom snimaju uporabom malog žarišta. Povećanju oštine radiograma pridonosi udaljšavanje žarišta od objekta snimanja. Budući da su radiografski objekti različite debljine, obično se unaprijed zadaje samo udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike, dok se vršna energija podešava prema konstituciji bolesnika.

Vrlo bitan parametar u procjeni radiograma je **optički denzitet** koji je proporcionalan količini rendgenskog zračenja prispio na pojedine dijelove receptora slike. Iznimno je važno da optički denzitet bude u dijagnostičkom rasponu. Primjerice, ako se radiogramom koljena želi prikazati koštana struktura, a kontrastno se prikažu slojevi mišića, potkožja i kože bez vidljivih koštanih gredica, tada optički denzitet nije dostatan u dijagnostički važnom području

(kost). U drugom primjeru, kondicijama za standardni kraniogram, kod kojeg rendgenski snop mora probiti kosti neurokranija i voluminozni moždani parenhim, nosne kosti (relativno tanke koštane pločice) uvijek budu preeksponirane. Stoga se radiogram nosnih kostiju ne može analizirati na standardnom kraniogramu nego se rabi zasebna projekcija uz primjenu manje energije rendgenskog zračenja. Slično je s posteroanteriornom projekcijom sternuma. Optički denzitet, dakle, nadziru parametri koji se odabiru za svaku projekciju posebno (kV, mA, s) te svojstva snimanog objekta. Kontrast na radiogramu označuje vidljivu razliku gustoće sjene dvaju susjednih areala. U digitalnim sustavima optičkom denzitetu odgovara raspon sive skale koji se odnosi na nijansu između bijele i crne pridodanu svakom elementu slike (pikselu). Veliki raspon nijansi sive skale, odnosno optičkog denziteta, daje radiogram niske kontrastnosti. Obrnuto, mali raspon denziteta daje radiogram visoke kontrastnosti. Glavni čimbenik koji utječe na kontrastnost je vršna energija primijenjenog zračenja (odabir kV na radiografskom uređaju). Za dobivanje kontrastnog radiograma, treba izbjegavati prevelike vršne energije, odnosno koristiti najmanju moguću prodornost zračenja koja je još uvijek dostatna za prikaz tkiva od dijagnostičkog značenja. U skeletnoj radiografiji je to koštano tkivo, no poželjno je istodobno prikazati mekotkivne strukture kada je to moguće, nikad na uštrb prikaza koštane strukture.

Na mjestima gdje se pojedini organi međusobno prekrivaju nastat će nova sjena veće gustoće. Riječ je o **sumaciji** rendgenskih sjena. Važno je naglasiti da radiogram prikazuje sumaciju sjena svih objekata kroz koje prolazi snop rendgenskog zračenja tako da sjena vidljiva na radiogramu može biti posljedica preklapanja više objekata koji se nađu na istom pravcu širenja rendgenskih zraka. Šupljina ispunjena zrakom unutar mekotkivne sjene dovest će do smanjenja gustoće, oduzimanja rendgenske sjene, što se naziva **suptrakcija**. Kod radiograma cjevastih struktura, primjerice dijafiza dugih kostiju, **tangen-**

**cijalni efekt** je odgovoran za veću gustoću sjene na rubovima objekta. Debljina kompakte ili kortikalisa na površini kosti podjednaka je na čitavom obodu. Međutim, rendgenska zraka prolazi različitom debljinom kompaktne kosti na rubovima u odnosu na sredinu kosti. Stoga rubovi daju sjenu veće gustoće na radiogramu, bez obzira s koje strane ulazi rendgenski snop. Sumaciju, suptrakciju i tangencijalni efekt (koji na neki način čine artefakte jer ne odgovaraju stvarnoj anatomske građi) treba imati na umu prilikom tumačenja radiograma, da ih se ne bi zamijenilo sa sjenom nekoga nepostojećeg objekta.

Snop rendgenskih zraka divergira od žarišta rendgenske cijevi prema objektu snimanja. Stoga je rendgenska sjena nekog objekta, primjerice kosti, uvijek veća od njegove stvarne veličine. Uvećanje raste s udaljavanjem objekta od receptora slike, ali i smanjivanjem udaljenosti između žarišta i receptora. Osim uvećanja, divergencija rendgenskih zraka također uzrokuje deformaciju oblika sjene objekta (izobličenje) kada pojedini dijelovi objekta nisu podjednako udaljeni od receptora slike. Dakle, veličina i oblik rendgenske sjene nekog objekta bit će realniji kod udaljavanja rendgenske cijevi i približavanja snimanog objekta receptoru slike. Međutim, upravo zbog divergencije rendgenskih zraka, rendgenski snop progresivno gubi gustoću na većoj udaljenosti, što iziskuje povećanje ekspozicije (mAs) za isti učinak (dvostruko povećanje udaljenosti između žarišta i receptora zahtijeva četverostruko povećanje ekspozicijskih parametara – mAs). Prema tome, udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike je određena dogovorom da bi se smanjili učinci uvećanja i deformacije rendgenske sjene s jedne strane te opterećenje rendgenske cijevi s druge strane, te da bi se standardizirale pojedine projekcije. U skeletnoj radiografiji standardna udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike iznosi 115 centimetara ili 120 centimetara, što ovisi o uređaju. Stoga se standardnu udaljenost ne opisuje kod opisa pojedinih radiograma. Povećanje udaljenosti na 150 centimetara ili 180 centi-

metara je posebno označeno kod pojedinih projekcija koje to zahtijevaju. U dentalnoj radiografiji udaljenosti su manje i razlikuju se kod pojedinih projekcija.

## 1.5. POSTUPAK S BOLESNIKOM KOD RADIOGRAFIJE SKELETA

Prvi korak je identifikacija bolesnika. U kliničkoj praksi često se nailazi na osobe s oštećenim sluhom, poteškoćama govora, demencijom ili neurološkim smetnjama koji već u ovom početnom trenutku pregleda ne reaguju na očekivani način. Potrebno je strpljenje inženjera medicinske radiologije koji će takvom bolesniku pristupiti s posebnom brigom. Bolesniku, nadalje, treba objasniti da skine svu odjeću sa snimanog dijela tijela pri čemu treba paziti da se izbjegne nelagoda i sram, primjerice prekrivanjem tog dijela tijela unaprijed pripremljenom čistom plahtom. Potrebno je također skinuti sav nakit sa snimanog dijela tijela da se izbjegnu dodatne sjene stranih objekata na radiogramu. Budući da se radi o standardnom postupku kod svih vrsta radiograma, skidanje odjeće i nakita se podrazumijeva i ne navodi kod svake projekcije posebno. Bolesnika nikad ne treba požurivati. Njegov strah ili nervozu treba smanjivati smirenim pristupom i pojašnjavanjem tijeka pretrage.

Nepokretnog, posebice traumatiziranog bolesnika, treba prebacivati na radiografski stol vrlo oprezno, u pravilu uz pomoć drugog osoblja. Kada ga se postavi u položaj za radiografiju, bolesnik se mora osjećati udobno, što znači da je potrebno postignuti najveću moguću relaksaciju mišića. Nekontrolirani pokreti skeletnih (poprečno-prugastih) mišića mogu biti rezultat nervoze, neudobnog položaja, razdražljivosti, mentalne bolesti, straha, dobi (djeca, stariji bolesnici) i respiracije. Posebni spušvasti podlošci pomažu inženjeru medicinske radiologije postaviti bolesnika u traženi položaj, a istodobno služe imobilizaciji snimanog dijela tijela. Treba obratiti pozornost da se



vrećice s pijeskom ne nađu u primarnom snopu rendgenskog zračenja jer će svojom sjenom prekriti snimani objekt; spužvasti podlošci ne ometaju radiografski prikaz objekta. Vrećice s rižinom brašnom u radiografiji služe pojačavanju apsorpcije rendgenskih zraka koje prođu kroz tanje dijelove objekta snimanja dodajući vlastitu sjenu. Na taj se način uravnoteži optički denzitet na gotovom radiogramu. Važno je skratiti ukupno vrijeme pretrage kako bi se zadržala kontrola voljnih pokreta, posebice u djece i mentalnih bolesnika. Respiracijske pokrete treba prekinuti u trenutku ekspozicije u većine radiograma, ako bolesnik surađuje.

## 1.6. ZAŠTITA OD ZRAČENJA U SKELETNOJ RADIOGRAFIJI

Uporaba ionizirajućega rendgenskog zračenja u radiologiji, za prikaz unutrašnjosti ljudskog tijela, svjestan je rizik radi dobivanja dijagnostički važne informacije. Zaštita od zračenja temelji se na načelu smanjivanja doze zračenja na najmanju moguću mjeru, ali bez umanjivanja količine dijagnostički važnih informacija koje treba dobiti pretragom. Intenzitet ionizirajućeg zračenja, i njegovo djelovanje na organizam, može se izraziti kroz nekoliko parametara. Ekspozicija mjerena Coulombima po kilogramu (C/kg) odgovara ionizaciji zraka koju izaziva određeno zračenje, bez obzira koliko je zračenja apsorbirano u tkivima.

**Apsorbiranu dozu** izražava se Grayima (Gy), a odgovara količini primljene energije na određenu masu tkiva. Budući da svaka vrsta zračenja ima različitu učinkovitost, **ekvivalentnu dozu** koja odražava biološki učinak na osobu izloženu zračenju mjeri se u Sievertima (Sv) i ona je najbolji pokazatelj rizika izloženosti profesionalnog osoblja. Dozimetrijski instrumenti mogu biti jednostavni film-dozimetri, termoluminiscentni dozimetri ili ionizirajuće komorice. Film-dozimetri su najjeftiniji, ali relativno neprecizni. Danas najčešće korišteni termolumini-

scentni dozimetri mogu dulje vremena pohraniti energiju dobivenu radijacijom, pouzdaniji su, ali i skuplji od prethodnih. Džepne ionizacijske komorice nisu praktične za dnevnu uporabu, posebice u radiologiji, gdje nema potrebe za neposrednim očitavanjem. Inženjer medicinske radiologije mora nositi dozimetar tijekom čitavoga radnog dana, uključujući rad u angiološkim ili kirurškim salama, u jedinicama intenzivnog liječenja, te na odjelima na kojima se obavlja radiografija. Kada stavlja zaštitnu pregaču, profesionalno izloženo osoblje mora nositi osobni dozimetar ispod pregače. U skeletnoj radiografiji najveće je izlaganje ionizirajućem zračenju prigodom rendgenskih snimanja na pokretnim (mobilnim) uređajima, u pravilu izvan radiološkog odjela.

Apsorbirane rendgenske zrake su odgovorne za biološki učinak jer predaju svu energiju tkivima. Comptonov rasap ponajviše ugrožava profesionalno osoblje u blizini bolesnika i umanjuje kakvoću radiograma. U ovoj knjizi neće biti govora o biološkom djelovanju ionizirajućeg zračenja, nego će se usredotočiti na zaštitne mjere. Radiografija kod trudnica je zabranjena, osim u rijetkim vitalnim indikacijama, kada je to posebno istaknuto na uputnici. Budući da je plod najosjetljiviji u prvim tjednima nakon začeća, kad žena ne mora niti znati da je trudna, potreban je poseban oprez. Na ulazu u rendgensku dijagnostiku mora stajati natpis koji upozorava žene na opasnost od djelovanja ionizirajućeg zračenja na plod u slučaju moguće trudnoće. Osim toga, inženjer medicinske radiologije je dužan usmeno upozoriti svaku bolesnicu u generativnoj dobi na takvu opasnost prije početka pretrage. Neke ustanove primjenjuju pravilo naručivanja na rendgenske pretrage do 10-og dana od nastupa menstrualnog krvarenja kako bi na najmanju mjeru svele mogućnost ozračivanja u ranoj trudnoći. U skeletnoj radiografiji pravilo 10-og dana je uputno primijeniti barem kod radiograma lumbosakralne kralježnice, zdjelice i kukova kod kojih se plod nalazi u primarnom snopu rendgenskog zračenja.

Zaštita od zračenja je temeljni postulat struke radio-loškog inženjera; također je to i zakonska obveza. Kod radiografije skeleta ispravno sužavanje rendgenskog snopa štiti nesnimane dijelove tijela bolesnika od nepotrebnog zračenja. Gonade se štiti posebnim štitnicima koji su kod muškaraca primjenjivi u većini radiograma, dok gonadalne štitnike u žena nije moguće primijeniti kada se jajnici nalaze u području dijagnostičkog interesa. Ako zdjelica nije uključena u radiogram, najučinkovitije je postaviti zaštitnu pregaču oko pojasa. Kod radiografije zuba treba prekriti čitavo tijelo odgovarajućom zaštitnom pregačom zbog velike količine raspršenog zračenja. Profesionalno osoblje ne smije se naći u području primarnog snopa rendgenskog zračenja, no izloženo je raspršenom zračenju i eventualnom parazitskom zračenju rendgenske cijevi, ako se nalazi u blizini bolesnika, odnosno cijevi. Inženjeri medicinske radiologije i drugo bolničko osoblje ne smiju u rutinskom poslu pridržavati bolesnike tijekom ekspozicije. Imobilizaciju uvijek treba postignuti pomoću pomagala u snimaonici, a tek iznimno smiju pomagati pratitelji, primjerice kod male djece koja ne surađuju. Tu ulogu treba prepustiti rodbini i prijateljima izvanbolničkih pacijenata. Kada treba pridržati hospitalnog bolesnika, povremeno se smije uključiti prateće osoblje koje to ne radi rutinski. Pratitelj koji pridržava bolesnika prilikom ekspozicije mora nositi zaštitnu pregaču, a poželjno je također da nosi zaštitne rukavice. Osoba koja pomaže nikad ne smije biti izložena primarnom rendgenskom snopu; bolesniku u pravilu prilazi sa strane, pod pravim kutom u odnosu na smjer zračenja.

Najvažniji čimbenici zaštite od zračenja su vrijeme, udaljenost i zaštitna oprema. Vrijeme izlaganja izravno utječe na dozu. U skeletnoj radiografiji vremena ekspozicije su kratka za razliku od dijaskopije, osim posebnih projekcija o kojima će kasnije biti riječi. Udaljavanjem od bolesnika, koliko je to moguće, osoba koja ga pridržava značajno smanjuje vlastitu izloženost raspršenom zračenju. Zaštitna se oprema odnosi na olovom impregnirane barijere

(uglavnom se primjenjuju na dijaskopskim uređajima) te zaštitne pregače. Zaštitna odjeća je građena od gume impregnirane olovom. Guma sprječava lomljenje olovne impregnacije koja na mjestima loma gubi zaštitna svojstva. Osoblje koje rukuje sa zaštitnom odjećom mora voditi brigu o njezinoj ispravnosti te izbjegavati savijanje zaštitnih pregača.

**Zaštita bolesnika** kod skeletne radiografije uključuje brojne postupke koje treba poznavati i primjenjivati u dnevnoj praksi. Načelno, povećanje vršne energije zračenja (kV) smanjuje ekspoziciju (mAs) s podjednakim učinkom na receptor slike. Već je rečeno da takav postupak također umanjuje kontrastnost radiograma. Standardna radiografija stoga uključuje kompromis između suprotnih zahtjeva: dobiti što kvalitetniji radiogram uz što manje izlaganje bolesnika ionizirajućem zračenju.

**Filtriranje primarnoga rendgenskog snopa** izdvaža zračenje manje energije koje ne pridonosi kakvoći radiograma, ali se apsorbira u tijelu bolesnika uzrokujući negativni biološki učinak. Na otvoru primarnog snopa se, osim standardnih aluminijskih filtra, u nekim projekcijama koriste klinasti (kompenzirajući) filtri kod kojih se deblji kraj okrene prema tanjem dijelu snimanog objekta, i obrnuto. Klinasti filtri također smanjuju izlaganje bolesnika zračenju, makar je njihova primarna uloga kompenzacija denziteta kod objekata nejednake debljine, primjerice podlaktice, potkoljenice ili stopala. Osim klinastih filtra, kompenzaciju denziteta može se postignuti uporabom diferencijalnih folija koje različitim intenzitetom osvijetljavaju rendgenski film. Rešetke se u pravilu koriste kada objekt snimanja debljinom prelazi 10 – 12 centimetara. One poboljšavaju kakvoću radiograma apsorbirajući raspršeno zračenje, ali ne smanjuju izlaganje bolesnika jer zahtijevaju povećanje količine zračenja. Ispravna projekcija također prvenstveno utječe na dijagnostičku kakvoću radiograma, ne smanjujući izlaganje bolesnika na izravan način. Neizravno, dobra radiografska tehnika smanjuje ukupno izlaganje populacije jer smanjuje



potrebu za ponavljanjem radiograma. Ponekad se može birati projekciju koja manje izlaže određeni dio tijela zračenju. Primjerice, PA projekcija torakalnih organa i PA radiogram sternuma istodobno smanjuju izlaganje prsne kosti u odnosu na AP projekciju. Slično je sa PA projekcijom glave (kranioogram) kada je izlaganje leće zračenju značajno manje u odnosu na AP radiogram. PA projekcija lumbalne kralježnice smanjuje ekspoziciju gonada te se preferira kod radiograma u stojećem stavu kod kojeg je divergencija rendgenskog snopa sukladna položaju intervertebralnih diskusa. Osjetljivost receptora slike značajno utječe na izlaganje bolesnika zračenju. Osjetljiviji rendgenski filmovi smanjuju ekspoziciju, no istodobno smanjuju prostornu rezoluciju radiograma te je potrebno uravnotežiti ta dva svojstva prema konkretnoj projekciji, odnosno potrebnoj dijagnostičkoj informaciji.

**Sužavanje (kolimacija) snopa rendgenskog zračenja** jedan je od najvažnijih čimbenika zaštite bolesnika. Većina modernih uređaja posjeduje automatsku kolimaciju snopa prema formatu receptora slike. Jednako je važna uporaba štitnika za gonade koju treba primjenjivati u svih bolesnika generativne dobi i mladih. Jajnici i testisi moraju se nalaziti izvan primarnog snopa kad god je to moguće, odnosno moraju biti pokriveni sredstvima s olovnom zaštitom kada to ne pokriva strukturu od dijagnostičkog značenja. Postoje posebno oblikovani štitnici za ovarije kod žena, štitnici za testise u muškaraca, te gonadalni štitnici postavljeni na rendgenskoj cijevi koji daju sjenu preko gonada. Štitnike za testise treba primjenjivati kod radiograma zdjelice, kukova (osim kosih projekcija) i natkoljenične kosti. Primjenu ovarijalnih štitnika treba prilagoditi dijagnostičkom interesu kod radiografije lumbosakralne kralježnice i zdjelice, a svakako ih treba rabiti kod radiografije kuka. Rjeđe se koriste kontakti štitnici za leće te štitnici za dojke kod juvenilne skolioze.

## 1.7. ANATOMSKE RAVNINE I RELATIVNI POLOŽAJ OBJEKTA

Anatomske ravnine se rabe kao orijentacija za određivanje položaja tijela bolesnika ili položaja snimanog objekta (dijela tijela, regije od dijagnostičkog značenja) kod radiografije. Transverzalna ravnina je okomita na uzdužnu os tijela, dijeleći ga na gornji i donji segment. Sagitalna ravnina je okomita na transverzalnu, položena je okomito od naprijed prema natrag, i dijeli tijelo na desni i lijevi segment. Sagitalna ravnina koja prolazi točno sredinom tijela dijeleći ga na dvije podjednake polovice, naziva se medijana (središnja) ravnina tijela. Frontalna ili koronalna ravnina je također položena okomito, ali s lijeva na desno i dijeli tijelo na prednji i stražnji segment. Transverzalnih, sagitalnih i koronalnih ravnina ima neograničen broj, dok je medijana ravnina samo jedna. Primjeri koronalnih ravnina su prednja, srednja i stražnja aksilarna ravnina.

Kada se opisuje položaj pojedine anatomske strukture i/ili ulazno mjesto središnje zrake, koriste se referentne (orijentacijske) točke. To su u pravilu strukture koje se mogu nedvosmisleno odrediti pogledom (inspekcijom) ili opipom (palpacijom); uglavnom nisu ovisne o konstituciji bolesnika, obično je to koštano izbočenje ili udubina. Stoga se položaj objekta snimanja opisuje u relativnom odnosu prema nekoj orijentacijskoj točki. Pojam anteriorno ili ventralno koristi se za strukturu koja se nalazi ispred referentnog objekta. Nasuprot tomu, posteriorno ili dorzalno označuje da se struktura nalazi straga. Medijalno je bliže medijanoj ravnini u odnosu na referentnu točku; lateralno je dalje od nje. Kao primjer se mogu navesti potkoljenične kosti gdje je fibula smještena postranično (lateralno) u odnosu na tibiju što znači da je tibija bliža medijanoj ravnini tijela. Kranijalno (superiorno) označuje ono što je iznad, dok se kaudalno (inferiorno) odnosi na strukturu koja je ispod referentne točke. S obzirom na to da bolesnik može kod radiografije biti u ležećem stavu, treba istaknuti da je kranijalno uvijek

bliže glavi, a kaudalno bliže nogama. Za strukturu koja se nalazi bliže korijenu ekstremiteta, rabi se naziv proksimalno, dok je struktura bliža vrhovima prstiju u odnosu na referentnu točku smještena distalno. Za dlanove i stopala vrijede neke posebnosti. Struktura koja je u anatomskom položaju tijela straga na šaci je smještena dorzalno, a struktura bliža dlanu je smještena palmarno. Za objekt koji je bliži tabanu kaže se da je smješten plantarno, a na hrptu stopala dorzalno.

Opisi ravnina tijela i položaja objekta snimanja uvijek se odnose na anatomske (orijentacijske) položaje tijela koji su dogovorno određeni. Naime, pojedine projekcije mogu zahtijevati stojeći, sjedeći ili ležeći položaj bolesnika koji je prema receptoru slike okrenut trbuhom (čelom), leđima (zatiljkom), bočno ili koso. Stoga bi opisi poput gore, desno ili straga mogli unijeti zabunu. Anatomske položaje tijela ispitanika (bolesnika) je uspravan s rukama ispruženim uz tijelo, anteriorno okrenutim dlanovima, prilijubljenim gležnjevima i nožnim prstima usmjerenim prema naprijed. Glava, vrat i trup su postavljeni u medijanoj ravnini, pogled je usmjeren prema naprijed. Analizirajući radiogram, radiolog projicira skelet bolesnikova tijela kao da bolesnik stoji ispred njega u anatomskom položaju. Desna strana bolesnikova tijela je radiologu lijevo, i obrnuto. Tako treba orijentirati film na negatoskopu, odnosno digitalni radiogram na zaslonu računala, kod čega nije bitno je li radiogram učinjen u anteroposteriornoj ili posteroanteriornoj projekciji. Izuzetak su radiogrami ručnih zglobova, šaka i stopala koji se dogovorno orijentiraju tako da prsti moraju biti na radiogramu usmjereni prema gore, bez obzira što to ne odgovara anatomskom položaju. Postranični (lateralni) radiogram treba orijentirati kao da se promatra bolesnika iz perspektive rendgenske cijevi. Primjerice, lateralni radiogram desnog koljena mora biti postavljen na način da je patela usmjerena na desnu stranu u odnosu na bolesnika, odnosno na lijevu stranu u odnosu na dijagnostičara.

Pokreti pojedinih dijelova tijela omogućeni su djelovanjem lokomotornog sustava kojem potporan pruža skelet. Smjer i opseg pokreta određuju zglobovi, dok aktivne kretnje obavljaju mišići. Inženjer medicinske radiologije može sam postavljati zglob u određeni položaj koristeći pasivne kretnje, kada to projekcija zahtijeva. Postignuti položaj se održava uz obvezno korištenje imobilizacije. Odmicanje ekstremiteta od medijane ravnine naziva se abdukcija. Isti se naziv rabi za odmicanje prstiju od središnje osi šake. Primicanje medijanoj ravnini je addukcija. Međusobno udaljšavanje dva susjedna segmenta u određenom zglobu naziva se ekstenzija (primjerice udaljšavanje nadlaktice i podlaktice, ispružen lakat), dok se primicanje u istom zglobu naziva fleksija. Za unutarnju rotaciju rabi se naziv pronacija, a za vanjsku supinacija (primjer međusobne rotacije podlaktičnih kostiju kod kojih pronacija uključuje okretanje dlana prema natrag, a supinacija prema naprijed). Kod stopala se ponekad koristi naziv everzija za vanjsku, a inverzija za unutarnju rotaciju, makar se radi o malom opsegu pokreta.

## 1.8. PROJEKCIJE

Projekcija nekog dijela tijela na radiogramu je određena položajem čitavog tijela i snimanog objekta u odnosu na radiografski stol ili vertikalni stativ, formatom i položajem receptora slike, smjerom središnje zrake u odnosu na receptor slike i ulaznim mjestom središnje zrake na tijelu bolesnika. Ponekad se umjesto ulaznog mjesta navodi mjesto izlaza središnje zrake radi jasnijeg određivanja smjera, odnosno smanjenja utjecaja anatomskih varijacija na kakvoću radiograma. Za sve standardne radiograme koji će se opisati u ovoj knjizi postoje stroga pravila projekcije te zadani format receptora slike kako bi se izbjeglo neracionalno širenje snopa rendgenskog zračenja, odnosno izlaganje bolesnika ionizirajućem zračenju. Nestandardne projekcije inženjer medicinske radiologije smije koristiti samo u dogovoru s radiologom ili kada stanje bolesnika ne

dopušta izvedbu standardnog radiograma (primjerice kada je bolesnik bez svijesti, alkoholizirani ili traumatizirani bolesnik, bolesnik priključen na medicinske uređaje koji održavaju njegove vitalne funkcije).

**Anteroposteriorna (AP) projekcija** podrazumijeva ulaz središnje zrake s prednje strane, a izlaz sa stražnje strane tijela. Bolesnik leži leđima na radiografskom stolu ili je prislonjen leđima na vertikalni stativ; receptor slike je uvijek straga. **Posteroanteriorna (PA) projekcija** je upravo obrnuta: središnja zraka ulazi straga na tijelo, bolesnik je prislonjen prsima stojeći (sjedeći) ili ležeći, receptor slike je uvijek ispred bolesnika. Kod **lateralne (profilne) projekcije** bolesnik je bočno prislonjen na radiografski stol ili stativ. Kose projekcije uključuju nagib medijane ravnine tijela bolesnika u odnosu na receptor slike pod određenim kutom, najčešće 30 – 45°.

Četiri kosa položaja koja se koriste u skeletnoj radiografiji zavrjeđuju poseban osvrt. U radiografskoj literaturi uvriježene su engleske kratice koje će se rabiti i u ovoj knjizi. Položaji su prednji desni kosi (RAO, engl. *right anterior oblique*), prednji lijevi kosi (LAO, engl. *left anterior oblique*), stražnji desni kosi (RPO, engl. *right posterior oblique*) i stražnji lijevi kosi (LPO, engl. *left posterior oblique*) položaj. **Stražnji kosi položaji (RPO i LPO)** su kose anteroposteriorne projekcije, dok su **prednji kosi položaji (RAO i LAO)** kose posteroanteriorne projekcije s obzirom na ulazno mjesto rendgenske zrake u odnosu na tijelo bolesnika. Primjerice, prednji desni kosi položaj (RAO) znači da je bolesnik prednjom desnom stranom prislonjen na receptor slike, a središnja zraka ulazi straga s lijeve strane na tijelu bolesnika. Radiogram učinjen u kosoj projekciji uvijek treba orijentirati na negatoskopu ili zaslonu računala kao da se bolesnika promatra s prednje strane.

Skeletna radiografija uglavnom zahtijeva po dvije međusobno okomite projekcije kostiju i zglobova jer radiogram daje tek dvodimenzionalnu sliku trodimenzionalnog objekta. Stoga druga projekcija omogućuje radiologu “pogled sa strane” i uvid u anatomiju

kosti u cjelini. Kriteriji za procjenu radiograma služe inženjeru medicinske radiologije i radiologu za provjeru tehničke izvedbe odabrane projekcije, odnosno provjeru kakvoće vlastitoga rada.

Inženjer medicinske radiologije mora obratiti posebnu pozornost na označavanje radiograma. Neispravno označeni radiogram ne smije izaći s odjela radiologije. Svaki radiogram mora sadržavati ime i prezime, dob bolesnika, datum obavljene pretrage, naziv ustanove u kojoj je pretraga obavljena i oznaku strane tijela (desnu ili lijevu). To je od presudnog značenja s medicolegalnog gledišta te u radiografskom praćenju bolesnika (usporedba s prethodnim radiogramom). U novije vrijeme na oznakama je često dostupan točan datum rođenja bolesnika, ime i/ili prezime inženjera medicinske radiologije koji je obavio radiografiju i radiologa koji je očitao nalaz.

## 1.9. RADIOLOŠKA ANATOMIJA KOSTIJU I ZGLOBOVA

Na rendgenskoj snimci (radiogramu) mogu se razlikovati četiri osnovne kategorije gustoće sjene (denziteta). Najmanju gustoću ima sjena zraka, slijedi masno tkivo, meko tkivo, te sjena koštanog matriksa i ovapnjenih hrskavica. U radiografiji čeljusti i zuba tome treba pridodati sjenu dentina i cementa koje su još veće gustoće od koštane sjene te sjenu zubne cakline koja je najveće gustoće od prirodnih sjena ljudskog organizma. Da bi se na radiogramu međusobno razlikovala, tkiva ili organi moraju dati sjene različite gustoće jer se unutar iste gustoće sjene ne mogu razlučiti. U koštano-zglobnoj radiologiji, sjena zraka se rijetko pojavljuje (paranasalni sinusi, temporalna kost), no razlika denziteta između mekog, odnosno masnog tkiva i kosti je dostatna za dobar prikaz koštane strukture. Spongiozna koštana struktura se na standardnom radiogramu prikaže kao rešetka vapnene gustoće sjene zahvaljujući sjeni mekog ili masnog tkiva koštane srži koja ispunjava prostore između gredica. Patološki proces može pre-



kinuti kontinuitet koštanih gredica i zamijeniti ih mekim tkivom, kada se govori o osteolizi, ili ispuniti prostor koštane srži vapnenom sjenom kada se radi o osteosklerozi ili osteoplastičnom procesu. U obje varijante koštane se gredice ne razabiru. Na rubu kosti se prikazuje sjena veće gustoće koja odgovara kortikalisu ili kompakti zahvaljujući tangencijalnom efektu. Kompaktom se naziva zadebljani periferni dio kosti u području dijafize dugih kostiju, dok se za tanku koštanu ljusku koja prekriva metafize i epifize dugih kostiju, odnosno kratke i pločaste kosti, rabi naziv kortikalis.

Zglobna tijela završavaju kortikalnim rubom, a između njih se nalazi zglobna hrskavica, minimalna količina sinovijalne tekućine, eventualno menisci. Sve te strukture daju mekotkivnu sjenu. Stoga se na radiogramu udaljenost između dva zglobna tijela, koja obično iznosi 2 do 3 milimetra, opisuje kao zglobna pukotina ispunjena mekotkivnom

sjenom. Radiološka zglobna pukotina, dakle, ne odgovara anatomskej zglobnoj pukotini koja je virtualni (potencijalni) prostor između dodirnih ploha zglobnih hrskavica. Treba napomenuti da se u tekstu navedena zglobna pukotina uvijek odnosi na radiološku (onu koju se vidi na radiogramu), a ne na anatomske pukotinu. Širina zglobne pukotine odražava debljinu zglobne hrskavice. Zglobna kapsula, ligamenti, mišići, tetive i njihove ovojnice, menisci i labrum također su mekotkivne strukture zglobova, kao i zglobna hrskavica. Stoga se na radiogramu zglobova vide samo koštana zglobna tijela karakteristične građe koja su razmaknuta za debljinu zglobne hrskavice. Sve ostalo je mekotkivna sjena unutar koje nije moguće razabrati spomenute strukture, ukoliko nisu ovapnjene.

Opisana je radiološka anatomija kostiju i zglobova odrasle osobe. Tijekom razvitka skeleta postoji hrskavična osnova koja postupno okoštava. Budući da hrskavica daje mekotkivnu sjenu, ona se ne može razlikovati od okolnih mišića i vezivnog tkiva na standardnom radiogramu. Potrebno je poznavati vremensko razdoblje pojavljivanja jezgara okoštavanja nakon rođenja, njihov broj i oblik, da bi se radiogram mogao ispravno tumačiti. Tijekom školske dobi skelet u potpunosti sazrijeva, ali sve do završetka rasta zaostaju epifizne hrskavične ploče na spojevima metafiza i epifiza dugih kostiju (a). Potreban je oprez da ih se ne zamijeni s frakturnim pukotinama. Općenito vrijedi pravilo da su normalne anatomske strukture na skeletu – primjerice epifizne hrskavice, nutritivni kanali ili sulkusi mišićnih tetiva, živaca ili krvnih žila, obrubljene sklerotičnim rubom (kortikalisom) za razliku od svježih frakturnih pukotina kod kojih takvog ruba nema.

## 2.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA SKELETA GLAVE

Radiografija glave izazov je za inženjera medicinske radiologije zbog složenih oblika i međusobnih koštanih odnosa. Kostí glave su međusobno povezane čvrstim spojevima – suturama (lat. *suturae*). Nakon poroda nekoliko mjeseci zaostaju membranozni neokoštali dijelovi koji se nazivaju fontanele. Lubanja balansira na kondilima zatiljne kosti koji čine dva oslonca, a podupire ih prvi kralježak – atlas. Budući da je stražnji krak poluge kraći od prednjeg, prednji je dio glave teži. Napetost mišića šije nadoknađuje tu razliku u težini i postiže odgovarajuću ravnotežu. Skelet glave se može razmatrati u dvije osnovne cjeline: neurokranij i viscerokranij.

Neurokranij (*neurocranium*) je koštani oklop koji čuva mozak. Obično se dijeli na bazu lubanje i na krov lubanje – kalvariju, koju čine pločaste kosti spojene suturama. Na radiogramu se jasno razabiru dvije kompaktne koštane ploče i spužvasta (spongiozna) koštana struktura između njih. Neurokranij grade frontalna kost sprijeda, parijetalne kosti postranično, okcipitalna kost straga (također gradi veći dio stražnje lubanjske jame), sfenoidna kost koja tvori srednju lubanjsku jamu i temporalne kosti. Piramide temporalnih kostiju dijele srednju od stražnje lubanjske jame, a postranično se nastavljaju tanke koštane ploče (skvame). U tvorbi dna prednje lubanjske jame, osim frontalne, sudjeluje još i etmoidna kost.

Viscerokranij (*viscerocranium*) je složenije građe i sadrži ukupno 14 kostiju koje izgrađuju orbite, nosne šupljine, paranazalne sinuse, tvrdo nepce, gornju čeljust i donju čeljust. Granicu između neurokranija i viscerokranija približno određuje spojnica između vanjskoga očnog rasporka i vanjskoga sluš-

nog otvora (orbitomeatalna linija), ispod koje se vidi i palpira zigomatični luk. Oblik glave je vrlo različit, a te je različitosti potrebno poznavati kako bi se radiografska tehnika prilagodila anatomskim značajkama. Kada je glava ovalna s nešto duljim anteroposteriornim promjerom u odnosu na biparijetalni, govori se o mezocefalnom obliku prema kojem se utvrđuju standardni radiogrami. Kod mezocefalne lubanje tipičan je kut između piramida temporalnih kostiju i medijane ravnine glave približno 45°. Dolihocefalni oblik glave označuje dugački anteroposteriorni i kraniokaudalni promjer uz kraći laterolateralni promjer. Radi se o izduženoj uskoj glavi s kutom piramida prema medijanoj ravnini oko 40°. Brahicefalni oblik se odnosi na kratku široku glavu kod koje piramide temporalnih kostiju zatvaraju veći kut s medijanom ravninom, obično više od 50°.

Radi boljeg razumijevanja međusobnih odnosa i tumačenja kriterija prema kojima se ocjenjuje učinjeni radiogram, potrebno je opisati sljedeće pojedine kosti kranija:

Frontalna (čea) kost (*os frontale*) izgrađuje čelo, gornji dio orbita i dio prednje lubanjske jame. Pri rođenju postoje lijeva i desna polovica koje se ubrzo nakon toga spoje u jednu kost. Frontalni sinusi su zračni prostori (šupljine) unutar čeone kosti, varijabilne veličine i oblika, podijeljeni koštanim pregradom varijabilne dužine i položaja.

Sfenoidna (klinasta) kost (*os sphenoidale*) je nepravilne forme koja se često uspoređuje sa šišmišem raširenih krila. Ona zauzima središnje mjesto i ključna je poveznica kostiju baze lubanje. Sastoji se od trupa, velikih krila i malih krila te pterigoidnih nastavaka. Trup sfenoidne kosti je kockaste forme, sadrži dvije šupljine pregrađene septumom – sfe-



noidni sinus. Sprijeda se veže na etmoidnu kost, straga na zatiljnu kost. Prednja ploha trupa sfenoidne kosti čini stražnju stijenku nosne šupljine, a gornja je ploha udubljena i gradi tursko sedlo (*sella turcica*) u kojem je smještena hipofiza. *Sella* se u profilu projicira oko dva centimetara iznad i ispred vanjskoga slušnog otvora. Kroz otvore na velikim krilima sfenoidne kosti prolaze krvne žile i živci. Mala krila sfenoidne kosti dijele prednju od srednje lubanjske jame. Između trupa i malih krila sfenoidne kosti nalaze se optički otvori, a između velikih i malih krila, orbitalne fisure.

Etmoidna kost (*os ethmoidale*) je lagana, manja kost smještena ispred sfenoidne, a iza nosnih kostiju. Ona sudjeluje u izgradnji prednje lubanjske jame, gornjeg dijela nosnog septuma, medijalnih stijenki orbita i većeg dijela krova nosne šupljine. Etmoidna kost je glavni potporanj nosne šupljine. Sadrži vodoravnu i okomitu pločicu te dvije lateralne spužvaste mase u kojima su smještene etmoidne celule koje su dio paranasalnih sinusa.

Parijetalna (tjemena) kost (*os parietale*) je parna, pločasta kost s konveksnom i konkavnom plohom koja gradi veći dio lateralne stijenke neurokranija. Na vrhu glave obje se parijetalne kosti spajaju u sagitalnoj suturi čineći stražnji dio krova lubanje. Sprijeda su koronalnom suturom spojene s čeonom kosti. Prema toj suturi se u radiologiji umjesto anatomskog pojma frontalne ravnine često rabi naziv koronalna ravnina koja je usporedna s tim koštanim spojem. Straga su parijetalne kosti lambdoidnom suturom spojene sa zatiljnom kosti.

Okcipitalna (zatiljna) kost (*os occipitale*) čini stražnji dio lubanje. Ona zauzima gotovo polovicu baze lubanje i gradi najveći dio stražnje lubanjske jame. Također sadrži otvor kroz koji prolazi produljena moždina (*foramen magnum*). Prema naprijed sudjeluje u izgradnji klivusa, prema kaudalno se kondilima uzglobljava s prvim kralješkom (atlasom). Atlantookcipitalni zglobovi su jedine koštane artikulacije između glave i vrata. Na sredini vanjske površine okcipitalne kosti sa stražnje strane nalazi se

izbočenje – vanjska zatiljna protuberancija. Okcipitalna se kost prema kranijalno lambdoidnom suturom spaja s obje parijetalne kosti.

Temporalna (sljepoočna) kost (*os temporale*) je također parna, smještena između velikog krila sfenoidne kosti sprijeda, parijetalne kosti s gornje strane i okcipitalne kosti straga. Složene je anatomske građe. Temporalne kosti čine značajan dio srednje, i manji dio stražnje lubanjske jame. Temporalna se kost sastoji od skvamoznog, timpaničnog i petroznog dijela. Skvama temporalne kosti je relativno tanka koštana ploča koja gradi dio lateralne stijenke neurokranija. S gornje strane se veže na parijetalnu kost, a preko zigomatičnog luka spaja se s jagodičnom kosti. Zigomatični se luk straga proteže do vanjskoga slušnog otvora ispred kojeg se nalazi konkavno zglobo tijelo temporomandibularnog zgloba. Piramida temporalne kosti je najdeblja struktura najvećeg radiodenziteta među kostima glave. Bazom polazi s lateralne strane, vrhom je usmjerena prema naprijed i medijalno spajajući se s trupom sfenoidne kosti. Sprijeda je veliko krilo sfenoidne kosti, straga okcipitalna kost. Petrozni dio temporalne kosti obuhvaća piramidu i mastoidni nastavak. To je najtvrdi dio baze lubanje koji sadrži šupljine unutrašnjega i srednjega uha zaštićujući slušni organ. Mastoidni nastavak je pneumatično koštano izbočenje na vanjskoj površini lubanje oblika stošca. Smješten je iza i nešto ispod vanjskoga slušnog otvora, odnosno iza ušne resice. To je orijentacijska točka u skeletnoj radiografiji glave jer se može lako napipati u svakog bolesnika; istodobno je i hvatište sternokleidomastoidnog mišića. Medijalno i ispred mastoidnog nastavka temporalne kosti, prema dolje spušta se tanki dugački koštani izdanak – stiloidni nastavak. Timpanični dio je tanka pločica koja, zajedno sa skvamoznim dijelom temporalne kosti, oblikuje vanjski slušni hodnik.

Gornja čeljust (*maxilla*) je parna kost smještena u središtu lica. Trup maksile kao središnji najmasivniji dio je pneumatiziran, sadrži maksilarni sinus. Trup maksile je oblika tetraedra, sudjeluje u oblikovanju dna orbita i lateralnih stijenki nosnih šupljina. S

prednje i lateralne strane na maksilu se nastavlja jagodična kost. Palatinalni nastavak maksile poput ploče se usmjerava prema medijalno, čineći prednji dio tvrdog nepca, zajedno s maksilom suprotne strane. Alveolarni nastavak maksile je lučnog oblika; sadrži jamice u kojima su usađeni gornji zubi.

Donja čeljust (mandibula) je neparna kost, jedina pokretna među kostima lubanje. Na obje strane se uzglobljava s temporalnom kosti u temporomandibularnom zglobu smještenom neposredno ispred vanjskoga slušnog otvora. Prednji dio je trup mandibule (*corpus mandibulae*), savijen u obliku potkove. S gornje strane nosi alveolarni nastavak s jamicama za donje zube. Trup donje čeljusti se straga na obje strane nastavlja u granu (*ramus mandibulae*) koja je usmjerena prema kranijalno. Kut donje čeljusti (*angulus mandibulae*) kojeg tvore trup i grana donje čeljusti je individualno vrlo varijabilan, ovisi o stanju zubala. U djece je veći i postupno se smanjuje s razvojem zuba. U starijih osoba, s gubitkom zuba i stanjenjem alveolarnog nastavka, kut donje čeljusti se opet povećava.

## 2.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE

Inženjer medicinske radiologije koji obavlja radiografiju skeleta glave mora poznavati orijentacijske točke koje može nedvosmisleno odrediti svakom bolesniku da bi mogao postaviti objekt snimanja u željeni položaj. Također mora znati osnovne ravnine od kojih je najvažnija medijana ravnina. Ona dijeli glavu na dvije simetrične polovice i prolazi kroz sagitalnu suturu. Frontalna ili koronalna ravnina prati suturu koronalis, dakle spoj frontalne i parijetalnih kostiju. Transverzalna ili aksijalna ravnina je okomita na uzdužnu os tijela.

Neposredno iznad orbita u medijanoj ravnini, točnije iznad korijena nosa, palpira se glatko izbočenje frontalne kosti – glabela (*glabella*). Udubina ispod glabele odgovara korijenu nosa, a naziva se nazion (*nasion*). Na donjem rubu nosa, odnosno na prijelazu prema gornjoj usnici, je udubljenje – akantion (*acanthion*). Niže u medijanoj ravnini je izbočenje

koje odgovara vrhu brade – *mentum*. Krene li se od glabele prema straga i gore prateći medijanu ravninu glave nailazi se na spojnicu frontalne i sagitalne suture poznatu kao bregma. Posteriornije se nalazi vrh tjemena – verteks (*vertex*). Dalje prema natrag slijedi točka spajanja parijetalne i lambdoidne suture koja se naziva lambda. Konačno, sasvim sa stražnje strane se nalazi najizbočenije mjesto zatiljka – vanjska zatiljna protuberancija (*protuberantia occipitalis externa*).

Prateći donji rub trupa mandibule od vrha brade prema straga i lateralno dolazi se do kuta donje čeljusti (*angulus mandibulae*) gdje *corpus* prelazi u *ramus mandibulae*. Straga i gore u odnosu na *angulus*, neposredno iza donjeg ruba uške, može se napipati vrh mastoidnog nastavka temporalne kosti – mastoid. Jedna od važnih orijentacijskih točaka je također vanjski slušni otvor. Krene li se od uha prema gore i malo natrag, nailazi se na tupo blago izbočenje parijetalne kosti – parijetalnu kvrgu (*tuber parietale*). Sprijeda prema čelu nailazi se također na blago izbočenje frontalne kosti – frontalnu kvrgu (*tuber frontale*). Spoj očnih rasporaka naziva se kantus (*canthus*), a razlikuje se vanjski i unutarnji. Ako nije posebno naglašeno, kantus u pravilu označuje vanjski kut očnog rasporka. Orijentacijske točke smještene u medijanoj ravnini – stražnja vanjska protuberancija, lambda, verteks, bregma, glabela, nazion, akantion i *mentum* – su neparne, dok su parne točke smještene lateralno na glavi – kut donje čeljusti, mastoid, vanjski slušni otvor, parijetalna kvrga, frontalna kvrga i kantus.

Nekoliko linija koje spajaju navedene točke su od posebnog značenja za radiografiju skeleta glave. Jedna od najvažnijih je orbitomeatalna linija koja spaja kantus i vanjski slušni otvor, a nalazi se u ravnini baze lubanje. Nadalje, vanjski slušni otvor s donjim rubom orbite spaja infraorbitomeatalna linija, a s glabelom glabelomeatalna linija. Akantomeatalna linija je posebno važna u dentalnoj radiografiji. Glabeloalveolarna linija spaja najizbočeniju točku na glabeli s akantionom. Interpupilarna linija spaja zjenice oba oka.

## 2.3. RADIOGRAMI NEUROKRANIJA

### 2.3.1. Kraniogram – PA projekcija i Caldwellova projekcija



**Položaj bolesnika:** sjedeći licem prema vertikalnom stativu ili ležeći trbuhom na radiografskom stolu: u ležećem stavu ruke su flektirane u laktovima, a bolesnik se oslanja dlanovima koji su položeni na podlogu u visini ramena. Medijanu ravninu glave i tijela bolesnika treba postaviti u središte rešetke, okomito prema podlozi; ramena su podjednako udaljena od podloge.

**Položaj objekta snimanja:** orbitomeatalna linija mora biti okomita na receptor slike (a) što se u pravilu postiže tako da bolesnik dodiruje podlogu čelom i nosom (podložak ispod čela bit će potreban kod izrazito pretilog bolesnika, a ispod prsa kod izrazito mršavog bolesnika u ležećem stavu); vanjski rub orbite i vanjski slušni otvor trebaju biti na obje strane podjednako udaljeni od podloge.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela; centrirati na korijen nosa.

**Središnja zraka:** ako je frontalna kost od primarnog interesa, središnja zraka je okomito usmjerena, izlazi



na korijenu nosa. Caldwellova projekcija predviđa ukošenje središnje zrake  $15^\circ$  prema bradi dok je izlaz opet na nazionu. Neki uređaji imaju mogućnost nagiba okomitog receptora slike gornjim rubom prema rendgenskoj cijevi za traženih  $15^\circ$  tako da središnja zraka može ostati okomita. Za prikaz gornjih orbitalnih fisura ili foramina rotunda nagib treba povećati na  $20 - 25^\circ$ .

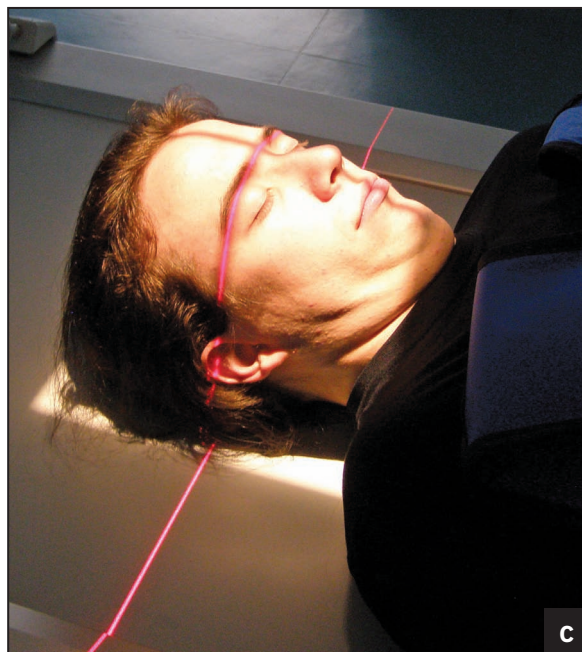
**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se čitava kalvarija s jasnim razlučivanjem tabule interne, eksterne i diploične spongioze; na obje strane mora biti podjednaka udaljenost lateralnih rubova kranija



## Kraniogram – PA projekcija i Caldwellova projekcija

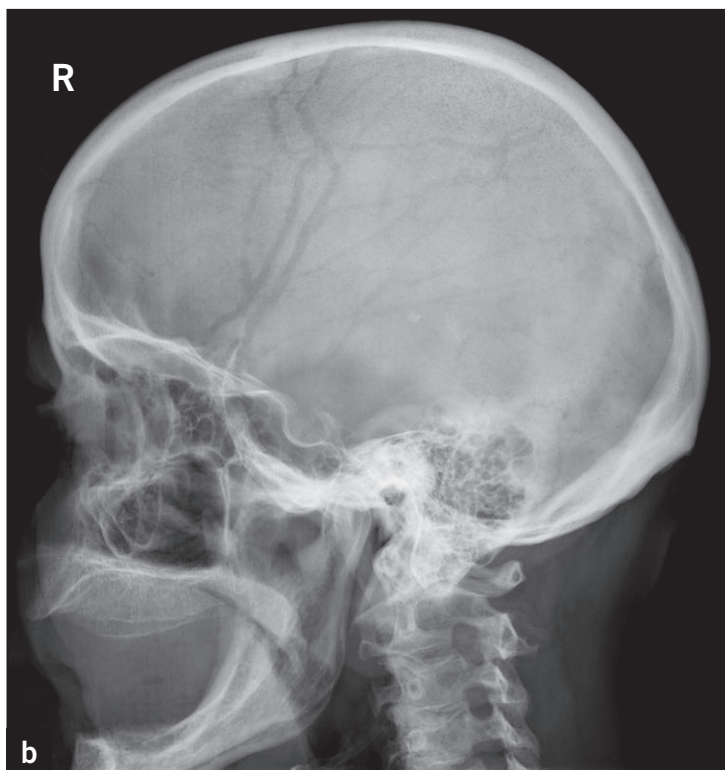
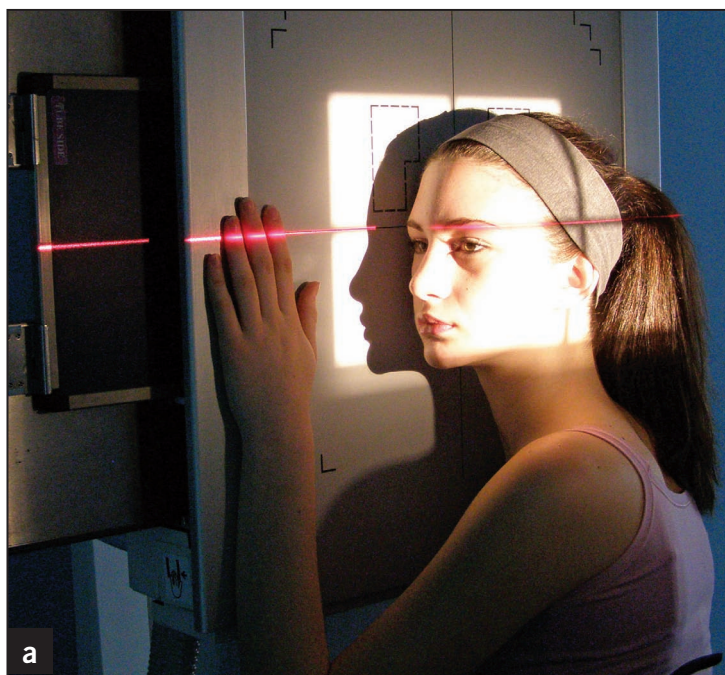
od lateralnih rubova orbita. *Sutura sagittalis* se mora prikazati kao jednostruka linija, što uključuje idealno preklapanje njezinoga prednjeg i stražnjeg odsječka; treba postići simetričan prikaz piramida temporalnih kostiju, posebice gornjih rubova. Piramide ispunjavaju orbite kada je središnja zraka okomita, a projiciraju se u njihovu donju trećinu kada se primijeni angulacija po Caldwellu (b) ili nagib receptora slike. Prodornost rendgenskog zračenja mora biti dovoljna da penetrira frontalnu kost. Trebaju se prikazati etmoidne celule i nosni septum.

**Preinaka:** Kada se ne može postaviti bolesnika u položaj za PA kraniogram (primjerice zbog teže povrede viscerokranija), rabi se **AP projekcija** kod koje bradu treba privući tako da orbitomeatalna linija bude okomita na podlogu; središnja zraka ulazi na korijenu nosa (c); trebaju se prikazati sve strukture kao kod PA projekcije; očekuje se uvećanje orbita u usporedbi s PA projekcijom; angulacija središnje zrake oko  $15^\circ$  prema tjemenu je opcija koja odgovara obrnutoj Caldwellovoj projekciji. Traumatizirani ili alkoholizirani pacijent često ne može zadržati položaj



u kojeg ga prije ekspozicije postavi inženjer medicinske radiologije zbog čega treba uskladiti nagib središnje zrake tako da ostane okomita na orbitomeatalnu liniju.

### 2.3.2. Kraniogram – lateralna (profilna) projekcija



Prema podlozi, odnosno receptoru slike, treba prisloniti onu stranu na kojoj se eventualno očekuje patološka promjena. Ukoliko nema očekivane patološke promjene, obično se prisloni desna strana glave.

**Položaj bolesnika:** sjedeći prsima okrenut prema stativu ili ležeći u semi-pronaciji na radiografskom stolu tako da flektiranom rukom i nogom podiže nesnimanu stranu oslanjajući se na koljeno i podlakticu; ruka i noga snimane strane su ispružene niz tijelo.

**Položaj objekta snimanja:** hvatajući jednom rukom bradu, a drugom tjeme bolesnika, inženjer medicinske radiologije namješta glavu u čisti profilni položaj tako da je medijana ravnina glave bolesnika usporedna s podlogom (a); ako je potrebno, može se umetnuti podložak pod bradu; treba provjeriti je li interpupilarna linija okomita na podlogu; fleksiju vrata treba prilagoditi infraorbitomeatalnoj liniji koja mora biti usporedna s duljom (gornjom) stranicom receptora slike.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, poprečno na os glave i tijela.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena prema podlozi, ulazi jedan centimetar ispred i 2 – 3 centimetra iznad vanjskoga slušnog hodnika (modificirati prema konfiguraciji glave), pada na sredinu receptora slike; treba zaustaviti disanje i gutanje tijekom ekspozicije.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** moraju se prikazati sve kosti neurokranija bez rotacije ili nagiba (b); na radiogramu

## Kraniogram – lateralna (profilna) projekcija



je važno međusobno preklapanje krovova orbita, velikih krila sfenoidnih kostiju, mastoida i vanjskih slušnih otvora, temporomandibularnih zglobova i klinoidnih nastavaka turskog sedla; penetracija parijetalnih regija rendgenskim zrakama mora biti dostatna; vratna kralježnica ne smije se preklapati s mandibulom.

**Preinake** standardnog kraniograma su prijeko potrebne u traumatiziranih ili nepokretnih bolesnika. U ležećeg bolesnika treba podignuti zatiljak na podložak i postaviti receptor slike okomito pored glave tako da se oslanja kraćom stranicom na podlogu. Medijana ravnina glave je okomita na podlogu, a interpupilarna linija na receptor slike (c). Ovaj po-

ložaj neki autori preporučuju kod sumnje na frakturu baze lubanje kada se krv nakuplja u sfenoidnom sinusu jer se samo horizontalnom središnjom zrakom može prikazati aerolikvidna razina. Druga je mogućnost okrenuti glavu na jednu stranu u ležećem položaju bolesnika tako da se glava prisloni na receptor slike. Okretanje glave nije dopušteno kod sumnje na koštanu ili ligamentarnu povredu vratne kralježnice.

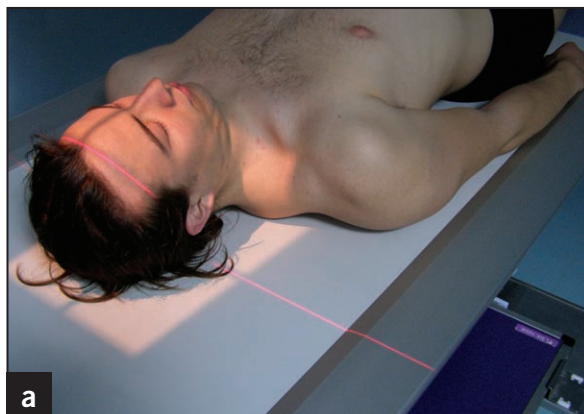
Kada se ne može isključiti traumatska lezija vratne kralježnice, za radiološku pretragu glave može se rabiti takozvanu "trauma seriju" koju čine AP kraniogram, Towneova projekcija te profilni kraniogram ležeći na radiografskom stolu s vodoravnom središnjom zrakom i receptorom slike prislo-

njenim sa strane.

Isti se položaj glave bolesnika kao za profilni kraniogram koristi i kod lateralne projekcije turskog sedla. Ova se projekcija rabi iznimno rijetko, na najmanjem dostupnom formatu receptora slike; okomita središnja zraka ulazi oko dva centimetra kranijalno i dva centimetra anteriorno od vanjskoga slušnog hodnika. Kolimaciju (sužavanje) rendgenskog snopa treba prilagoditi snimanom objektu; povećati udaljenost žarište-film do 180 centimetara da bi se dobila što realnija veličina turskog sedla. Projekcija je tehnički kvalitetna kada se na radiogramu idealno preklapaju lijevi i desni klinoidni nastavci sfenoidne kosti.



### 2.3.3. AP aksijalna projekcija po Towneu



**Položaj bolesnika:** bolesnik leži na radiografskom stolu ili sjedi leđima i zatiljkom prislonjen uz vertikalni stativ; medijana ravnina glave i trupa je okomita na podlogu; ramena su prislonjena i podjednako udaljena od podloge.

**Položaj objekta snimanja:** orbitomeatalnu liniju treba postaviti okomito prema podlozi. Ako bolesnik ne može dovoljno flektirati vrat, okomito treba postaviti infraorbitomeatalnu liniju.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os glave i tijela, gornjim je rubom u razini verteksa (vrha tjemena).

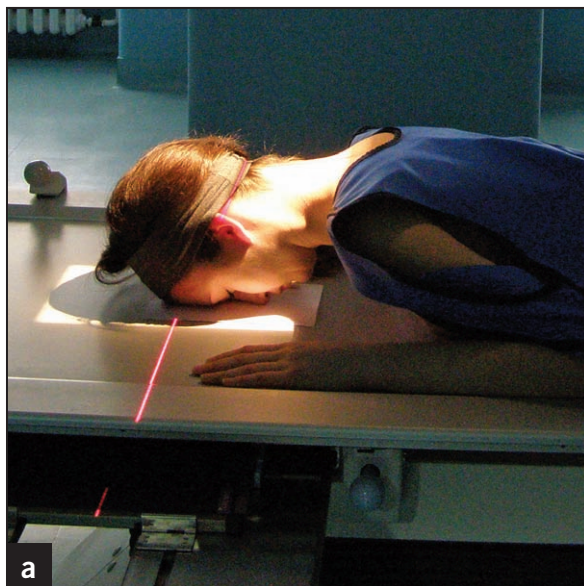
**Središnja zraka:** ukošena je prema nogama tako da s orbitomeatalnom linijom zatvara kut oko 30° (a). Ako fleksija glave nije bila dovoljna, treba povećati kut u odnosu na podlogu koliko je potrebno. Središnja zraka ulazi 6 – 7 centimetara iznad glabele, usmjerena je prema foramen magnumu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** jednaka udaljenost rubova kranija od foramen magnuma dokaz je da nema zakretanja glave; simetričan je prikaz piramida (b); *dorsum sellae turcicae* i stražnji klinoidni nastavci se moraju vidjeti u projekciji foramen magnuma.

Ako se želi prikazati čitav *foramen magnum*, rabi se projekcija po Altschulu (c) s angulacijom oko 45°.



### 2.3.4. PA aksijalna projekcija po Haasu



Ovaj se radiogram rabi u bolesnika u kojih nije moguće učiniti klasičnu Towneovu projekciju (primjerice rana na zatiljku), ili kada se želi prikazati selarne strukture u aksijalnoj projekciji.

**Položaj bolesnika:** ležeći trbuhom na radiografskom stolu, ruke su flektirane u laktovima. Pacijent se oslanja na podlogu dlanovima u visini ramena koja su podjednako udaljena od podloge (a). Isti je položaj još lakše postignuti sjedeći ili stojeći okrenut prema vertikalnom stativu, ako to dopušta stanje bolesnika.

**Položaj objekta snimanja:** oslonac čelom i nosom na podlogu; orbitomeatalnu spojnicu treba postaviti okomito prema podlozi.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela; gornjim rubom oko 8 centimetara iznad gornjeg ruba tjemena zbog kose projekcije, tako da se rub verteksa obuhvati formatom receptora slike, dakle prikaže na radiogramu.

**Središnja zraka:** ukošena je prema čelu pod kutom od 25°, ulazi oko 4 centimetra ispod vanjske zatiljne protuberancije, u blizini stražnjeg ruba foramen magnuma.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** simetričan je prikaz piramida temporalnih kostiju (b); dorzum sele i stražnji klinoidni nastavci se projiciraju u *foramen magnum*; čitav neurokranij treba biti obuhvaćen formatom.



### 2.3.5. Radiogram baze lubanje – submentovertikalna projekcija

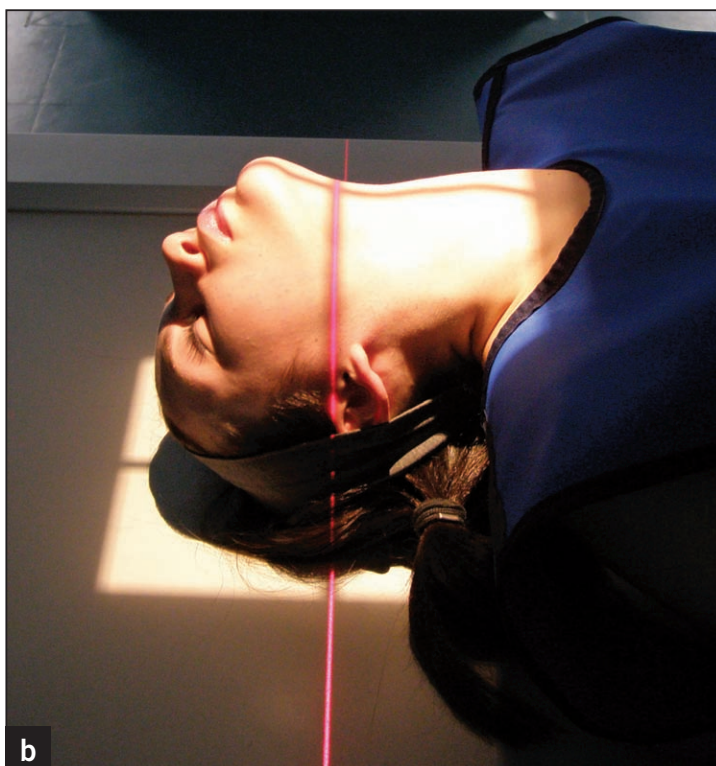
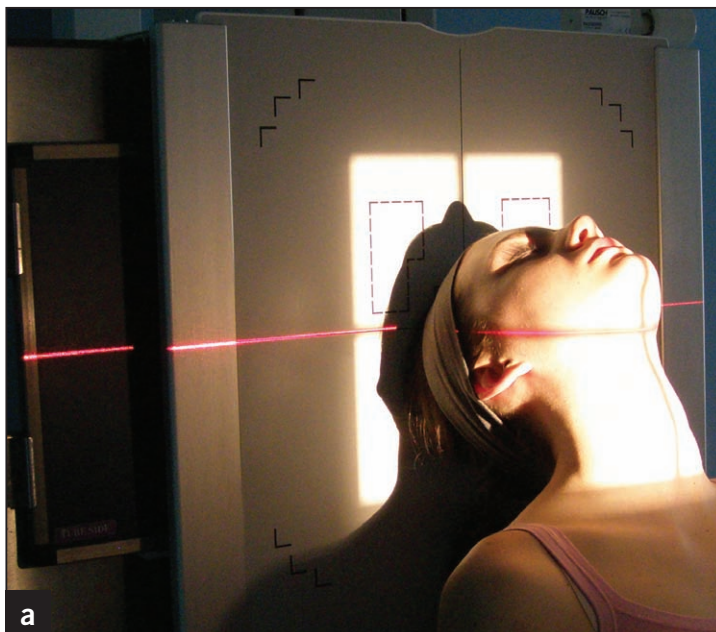
**Položaj bolesnika:** ovisno o općem stanju bolesnika bolje je koristiti sjedeći položaj na stolici malo odmaknutoj od okomitog stativa (a). Drugi je mogući položaj ležeći leđima na radiografskom stolu s debljim podloškom pod ramenima (b). U ležećem stavu treba flektirati koljena kako bi se smanjila napetost vratne muskulature.

**Položaj objekta snimanja:** medijanu ravninu glave treba centrirati u sredinu receptora; glavu retroflektirati tako da se orbitomeatalna linija postavi usporedno s podlogom. To je u pravilu lakše postignuti uz vertikalni stativ kada bolesnik tjemennom dodiruje podlogu, ali ne u svih bolesnika. Ako postoji mogućnost nagiba vertikalnog stativa gornjim rubom prema rendgenskoj cijevi, usporedni položaj orbitomeatalne linije u odnosu na podlogu gotovo uvijek je dostižan. Vrh tjemena (verteks) u svim varijantama treba prisloniti na podlogu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela, centar podesiti prema smjeru središnje zrake.

**Središnja zraka:** mora biti usmjerena okomito u odnosu na orbitomeatalnu liniju, idealno je kada je istodobno okomita na receptor slike; ulazi na sredini spojnice kutova donje čeljusti.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** jasno se prikažu strukture baze lubanje; podjednaka udaljenost lateralnih rubova kostiju kranija prema mandibularnim kondilima dokazuje da nema rotacije; preklapanje mentalne protuberancije i frontalne kosti





## Radiogram baze lubanje – submentovertikalna projekcija



potvrđuje dostatnu retrofleksiju vrata (c); mandibularni kondili se projiciraju ispred piramida temporalnih kostiju koje su simetričnog prikaza.

Ako stanje bolesnika ne dopušta submentovertikalnu projekciju, treba pokušati obrnutu, vertikosubmentalnu projekciju. Bolesnik je trbuhom okrenut prema vertikalnom stativu ili radiografskom stolu, ruke su ispružene niz tijelo. Vrat je maksimalno retroflektiran; vrh brade treba što više potisnuti prema



kranijalno i prisloniti na podlogu (d). Budući da kod ove projekcije često nije moguće postaviti orbitomeatalnu liniju usporedno s podlogom, smjer središnje zrake treba prilagoditi tako da ona bude okomita na orbitomeatalnu liniju. Ukošenje središnje zrake uzrokuje deformaciju sjene struktura baze lubanje zbog čega treba nastojati maksimalno retrofleksirati glavu bolesnika. Središnja zraka ulazi na verteksu, usmjerena je prema kutovima donje čeljusti.

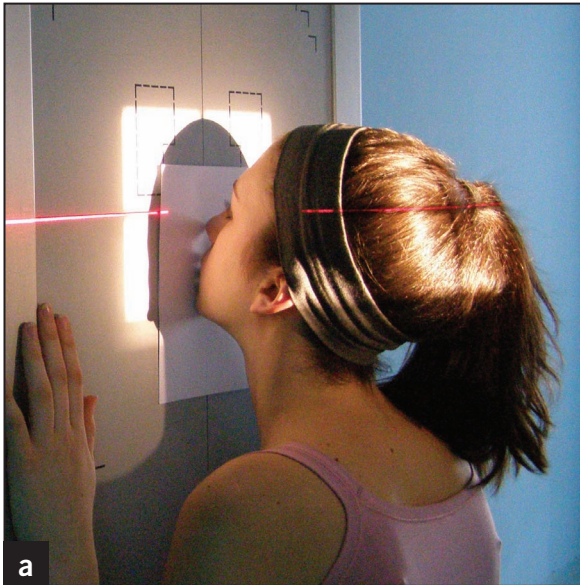


## 2.4. RADIOGRAMI ORBITA

**Orbite** su tankom koštanom stijenkom oklopljene mekotkivne strukture oblika stošca s bazom usmjerenom prema naprijed i vrhom okrenutim prema natrag. Vrh orbite odgovara optičkom kanalu kroz kojeg vidni živac iz orbite prelazi u lubanjsku šupljinu. Os orbite (spojnica vrha i sredine baze

orbite) je usmjerena koso od straga, medijalno prema naprijed, lateralno u odnosu na medijanu ravninu pod kutom  $35 - 40^\circ$  i prema kaudalno u odnosu na liniju baze lubanje oko  $30^\circ$ . Gornja orbitalna fisura je pukotina između dva krila sfenoidne kosti koja dijeli krov orbite od lateralne stijenke. Donja orbitalna fisura je uska pukotina između dna orbite i lateralne stijenke.

### 2.4.1. PA projekcija orbita



**Položaj bolesnika:** sjedeći, licem okrenut prema vertikalnom stativu ili ležeći trbuhom na radiografskom stolu.

**Položaj objekta snimanja:** brada i nos su u dodiru s podlogom (a).

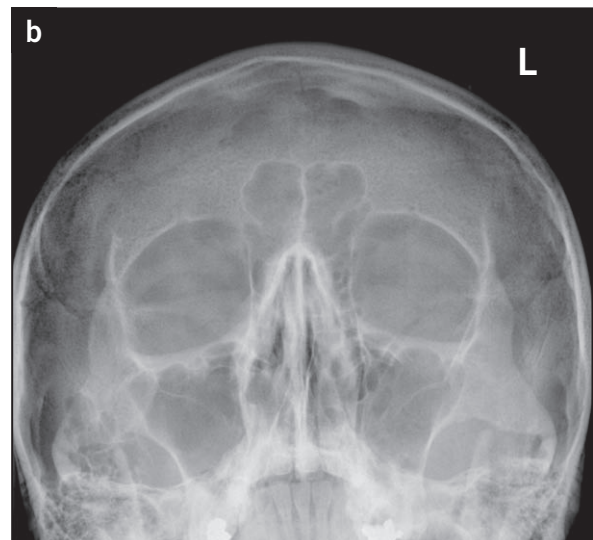
**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na os glave; centrirati na korijen nosa.

**Središnja zraka:** okomita je na podlogu; izlazi na korijenu nosa. Ako se traži metalno strano tijelo, potrebno je snimati u više različitih položaja očne jabučice i označiti smjer pogleda na radiogramu. Kut prema orbitomeatalnoj liniji treba biti oko  $30^\circ$  (da bi

se isključili utjecaji varijacija veličine nosa i brade ispitanika). Potrebno je zaustaviti disanje i ustaliti pogled u trenutku ekspozicije.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaz orbita mora biti simetričan (b), bez preklapanja s piramidama temporalnih kostiju.

Za prikaz dna orbita i donjih orbitalnih fisura, čelo i nos su prislonjeni uz stativ, dok je središnja zraka ukošena prema čelu oko  $20^\circ$ . Središnja zraka također izlazi na korijenu nosa.



### 2.4.2. Parijetoorbitalna projekcija optičkog kanala po Rheseu



**Položaj bolesnika:** semipronacija ležeći na radiografskom stolu ili stojeći uz vertikalni stativ. U ležećem stavu bolesnik flektiranom rukom i nogom nesnimane strane stabilizira položaj tijela.

**Položaj objekta snimanja:** bolesnik je u početku bradom, nosom i jagodičnom kosti snimane strane u dodiru s podlogom. Potom treba uskladiti nagib glave s navedenim kutovima osi orbite u odnosu na medijanu ravninu ( $35 - 40^\circ$ ) i orbitomeatalnu liniju ( $30^\circ$ ). Obično je akantomeatalna spojnica nesnimane strane okomita na podlogu (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra popola, centrirati na donji vanjski kut orbite.

**Središnja zraka:** okomita na receptor slike, ulazi nešto ispod parijetalnog tubera suprotne (nesnimane) strane; izlazi na donjem lateralnom kvadrantu orbite snimane strane.

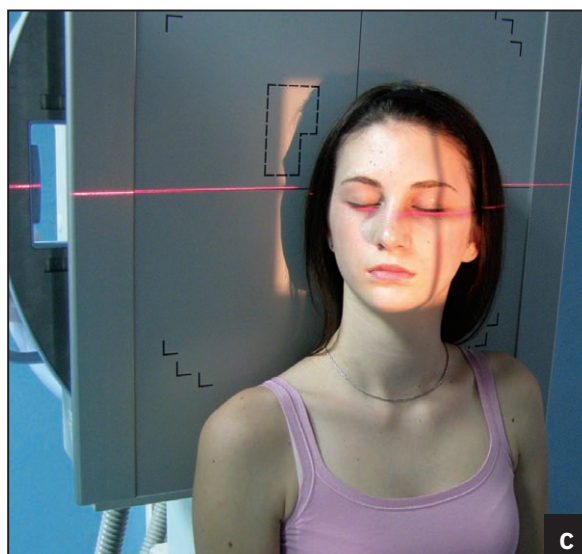
**Kriteriji za procjenu radiograma:** optički kanal se projicira u lateralnom i kaudalnom kvadrantu orbite



poput manjeg kruga obrubljenog kortikalisom (b). Kolimacija rendgenskog snopa treba biti prilagođena regiji od dijagnostičkog interesa tako da se prikaže čitav rub orbite na snimci.

**Orbitoparijetalna projekcija** se koristi kao inačica, ako prethodnu nije moguće izvesti. Ovdje akantomeatalnu liniju snima-

ne strane treba postaviti okomito u odnosu na podlogu, glavu okrenuti na nesnimanu stranu  $35 - 40^\circ$ , a središnju zraku usmjeriti okomito na vanjski donji kvadrant orbite (c). Kod ove projekcije dolazi do uvećanja optičkog kanala zbog povećane udaljenosti objekta u odnosu na film.



## 2.5. RADIOGRAMI KOSTIJU LICA

### 2.5.1. PA projekcija kostiju lica – “mačja glava”

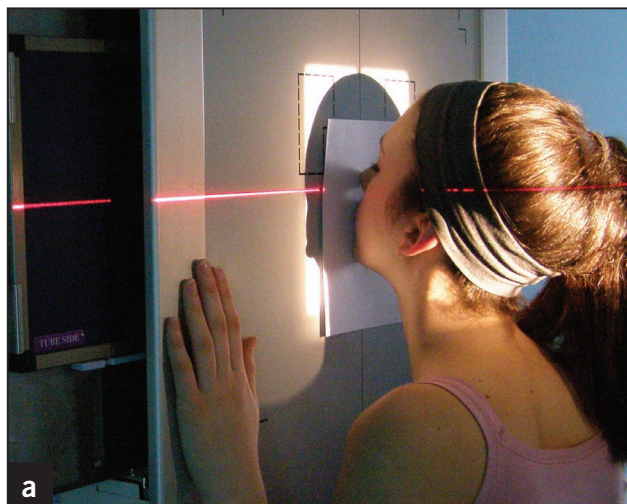
**Položaj bolesnika:** sjedeći licem prema vertikalnom stativu ili ležeći trbuhom na radiografskom stolu s flektiranim rukama koje se u visini ramena oslanjaju na podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** glava je bradom i nosom prislonjena na podlogu; akantomeatalna linija je približno okomita na receptor slike.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os glave.

**Središnja zraka:** okomita je na podlogu, izlazi na akantionu (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** kosti lica se na radiogramu simetrično prikazu (b), sjena dna obje orbite je oštro ocrtana (izvrsna projekcija za procjenu “blow-out” fraktura). Kod traume s trzajnom povredom vratne kralježnice koristi se obrnuta – AP projekcija.





## 2.5.2. Lateralna projekcija kostiju lica

**Položaj bolesnika:** položaj semipronacije na radiografskom stolu ili kosi sjedeći položaj uz vertikalni stativ.

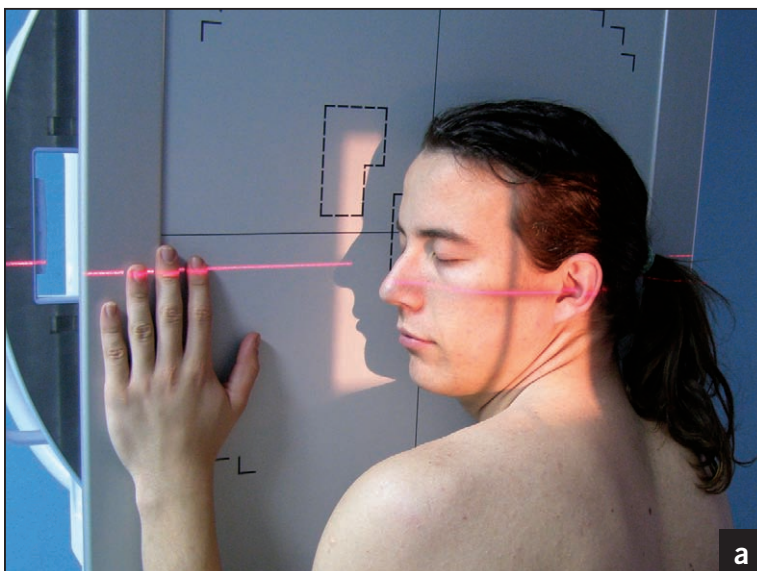
**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave je usporedna s podlogom, interpupilarna spojnica okomita je na podlogu. Fleksiju glave treba prilagoditi na način da je infraorbitomeatalna linija usporedna s gornjim rubom receptora slike.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os glave.

**Središnja zraka:** okomita je na podlogu; ulazi na lateralnom rubu trupa jagodične kosti u visini vanjskoga slušnog otvora (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se sve kosti lica; potrebno je postignuti što bolje međusobno preklapanje mandibularnih ramusa i krovova orbita lijeve i desne strane (b).

U traumatiziranih bolesnika sa suspektom lezijom vratne kralježnice rabi se preinaka s kazetom prislonjenom postrance i vodoravnom središnjom zrakom.



### 2.5.3. Parijetoakantalna projekcija po Watersu

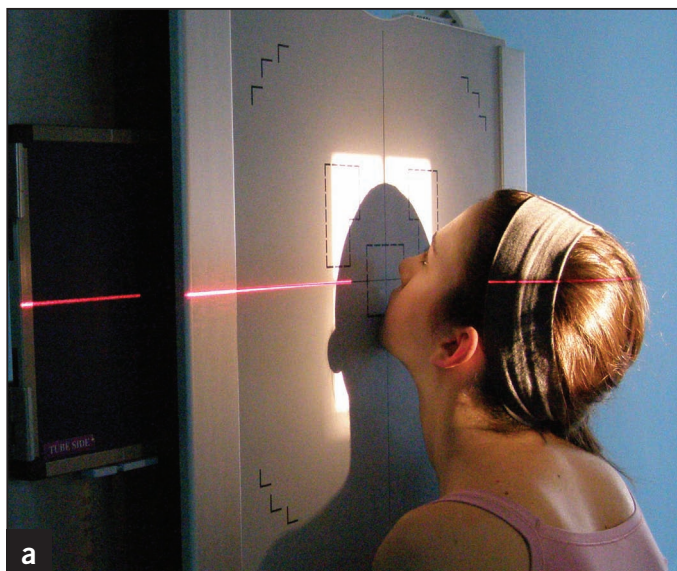
**Položaj bolesnika:** sjedeći licem okrenut prema stativu; medijana ravnina glave i vrata je okomita na podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** glavu treba zabaciti unatrag tako da je spojnica vrha brade i vanjskoga slušnog hodnika (mento-meatalna linija) okomita na podlogu; vrh brade je oslonjen na podlogu, a vrh nosa od nje odmaknut (a).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomita je na podlogu, izlazi na akantionu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** orbite trebaju biti podjednako udaljene od lateralnih rubova kranija; gornji rubovi piramida moraju se projicirati ispod dna maksilarnih sinusa (b). Radiogram prikazuje orbite, maksile i zigomatične lukove.



#### 2.5.4. Lateralna projekcija nosnih kostiju

Neki autori preporučuju snimiti obje strane. U kliničkoj praksi najčešće se snima na način da je bliža receptoru slike ona strana na kojoj je povreda.

**Položaj bolesnika:** semipronacija na radiografskom stolu ili uz vertikalni stativ.

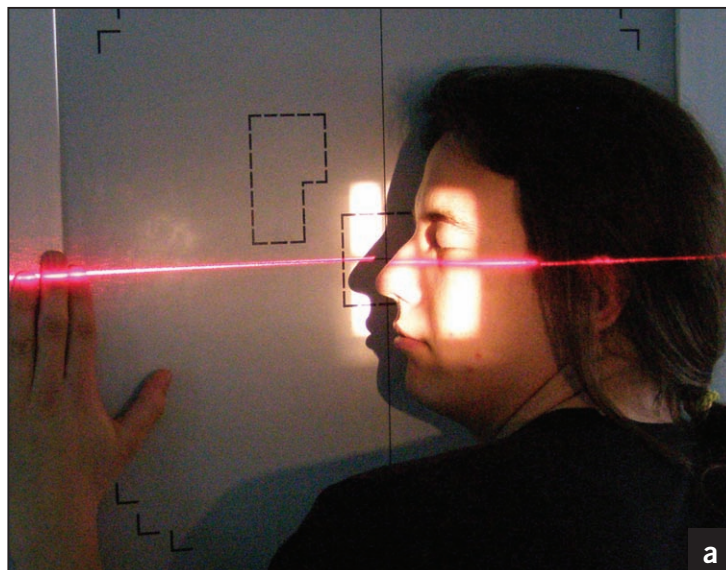
**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave je usporedna s podlogom; interpupilarna spojnica je okomita na podlogu.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra; format treba postaviti uzdužno na os glave. Ako se koristi zubni film, treba ga položiti na vrećicu s pijeskom.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na hrbat nosa (a), ulazi otprilike 1,5 centimetara distalno od korijena nosa.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prednja nosna spina mora biti prikazana na radiogramu (b); nosne kosti i nazofrontalne suture se prikazuju bez zakretanja.

Neki autori kod konvencionalne radiografije preporučuju podijeliti film i koristiti dvije ekspozicije od kojih je jedna mekotkivna, a druga koštana. CR i DR sustavi imaju veću dinamičku širinu s mogućnošću naknadne obradbe slike te nema potrebe ponavljati ekspoziciju. Za prikaz nosnog septuma izvrsne su Watersova projekcija i Caldwellova PA projekcija.





### 2.5.5. Kraniokaudalna projekcija nosnih kostiju

Može se koristiti ekstraoralna tehnika (standardna kazeta s filmom ili digitalni receptor slike) ili intraoralna tehnika (okluzalni film) radi procjene medijalnog ili lateralnog pomaka kod frakture nosnih kostiju.

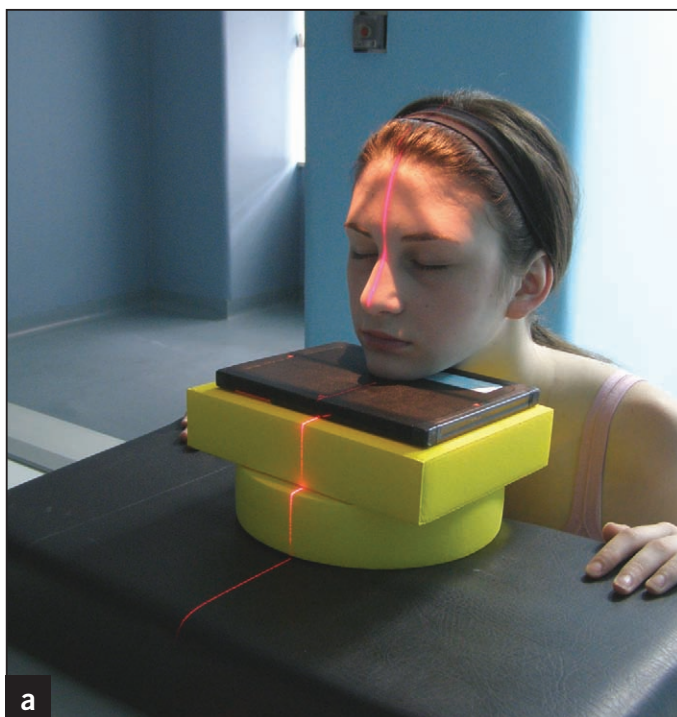
Kod ekstraoralne tehnike bolesnik sjedi pored radiografskog stola ili uz horizontalno okrenuti detektor na vertikalnom stativu; gornji dio tijela treba nagnuti prema naprijed, glavu zabaciti unatrag, a bradu položiti na već postavljenu kazetu (a) ili na digitalni detektor.

Kod intraoralne tehnike bolesnik leži na radiografskom stolu; glava mu je podložena i malo odmaknuta od stola; bolesnik zagrizе okluzalni film manje od polovice.

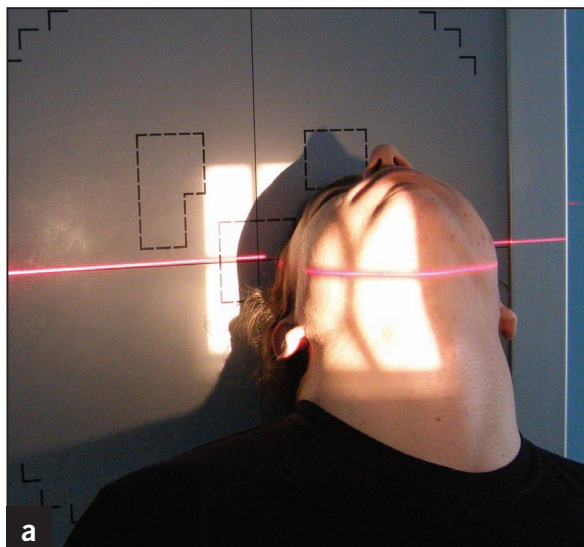
**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara, odnosno 18 x 24 centimetra ili okluzalni film (57 x 76 milimetara) postavljen okomito na glabeloalveolarnu spojnicu.

**Središnja zraka:** u obje varijante prati glabeloalveolarnu liniju i okomita je na receptor slike.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se nosne kosti uz minimalno preklapanje s drugim kostima lubanje (b), osim kod izrazite protruzije gornjih zuba ili čela. Problem također može predstavljati kratak nos.



### 2.5.6. Tangencijalna projekcija zigomatičnog luka



**Položaj bolesnika:** kao kod submentovertikalne projekcije baze lubanje.

**Položaj objekta snimanja:** glava je zabačena prema natrag, tjemenom dodiruje podlogu (infraorbitomeatalnu liniju se mora postaviti što bliže usporednom položaju u odnosu na podlogu), potom lateralno nagnuti glavu tjemenom prema nesnimanoj strani oko 15°; zigomatični luk snimane strane treba biti u središtu rešetke (a).

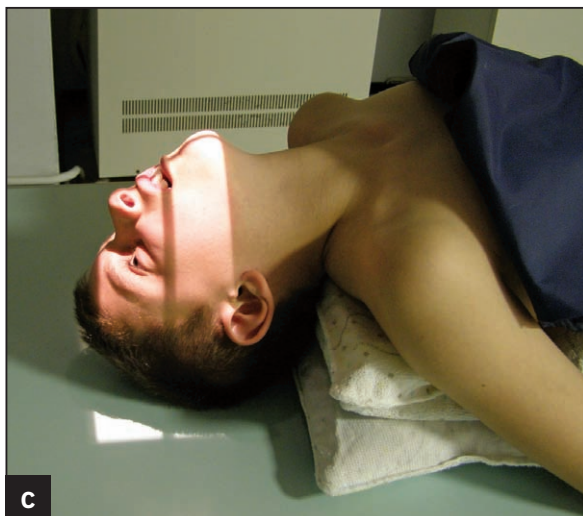
**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, uzdužno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomita je na sredinu infraorbitomeatalne linije koja prati snimani objekt, ulazi nešto medijalnije od zigomatičnog luka.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** zigomatični luk ne preklapa se s okolnim kostima (b). Ekspoziciju treba prilagoditi snimanom objektu, dakle smanjiti u odnosu na radiogram baze lubanje. Povećan radio-denzitet snimanog objekta, odnosno bolji prikaz zigomatičnog luka, može se postignuti umetanjem prikladnoga intraoralnog umetka koji će izbočiti obraz, a može pomoći i napuhavanje obraza snimane strane. Također se može prisloniti vrećica s rižinim brašnom uz snimani zigomatični luk.

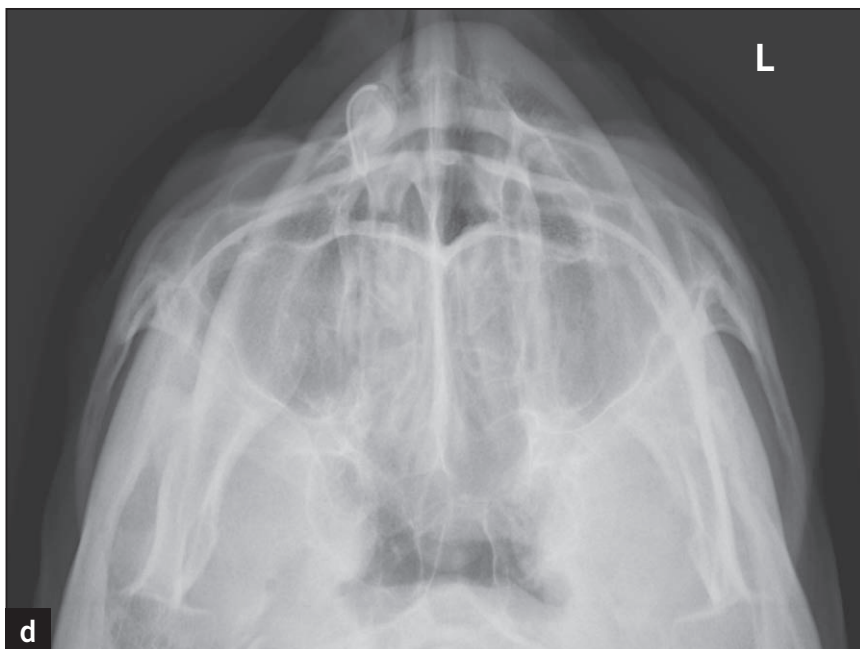


## Tangencijalna projekcija zigomatičnog luka



**Preinaka:** tangencijalna projekcija zigomatičnog luka po Mayu uključuje obrnuti, vertikosubmentalni položaj glave, s nagibom tjemena na nesnimanu stranu oko 15°. Istodobni prikaz oba zigomatična luka može se postignuti submentovertikalnom projekcijom po Gilliesu. Bolesnika i objekt snimanja treba postaviti kao za radiogram baze lubanje (c). Središnja zraka ulazi u medijanoj ravnini, okomito je usmjerena u visini stražnjeg ruba zigomatičnih kostiju. Format receptora slike je 18 x 24 centimetra, postavljen poprečno na os tijela u razini zigomatičnih lukova. Važno je smanjiti prodornost rendgenskog zračenja u odnosu na radiogram baze lubanje i prilagoditi ekspoziciju snimanom objektu da bi se

prikazala oba luka (d). Obrnuta je vertikosubmentalna projekcija kada bolesnik leži trbuhom prema radiografskom stolu. Zigomatični se lukovi mogu prikazati i modificiranom Towneovom metodom od koje se razlikuje ulazom središnje zrake na glabeli i formatom filma 18 x 24 centimetra kojeg treba postaviti poprečno na os tijela. Receptor slike treba prilagoditi kosom smjeru središnje zrake. Watersova projekcija također dobro prikazuje zigomatične lukove.



**Radiogrami maksile** mogu biti intraoralni i ekstraoralni. Prvi se opisuju zajedno sa specijalnim radiogramima u stomatologiji, dok je najvažniji ekstraoralni radiogram maksile Watersova projekcija. Profilni radiogram maksile rabi se iznimno rijetko. Položaj glave je kao za profilni kraniogram; središnja zraka ulazi 3 centimetra ispod zigomatičnog nastavka maksile okomito na film.



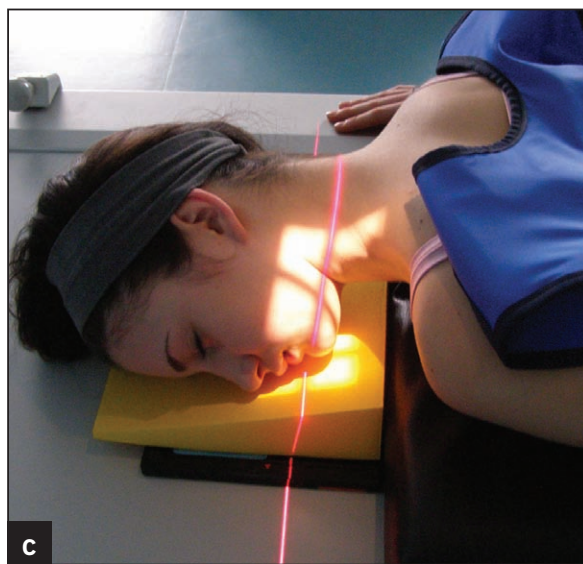
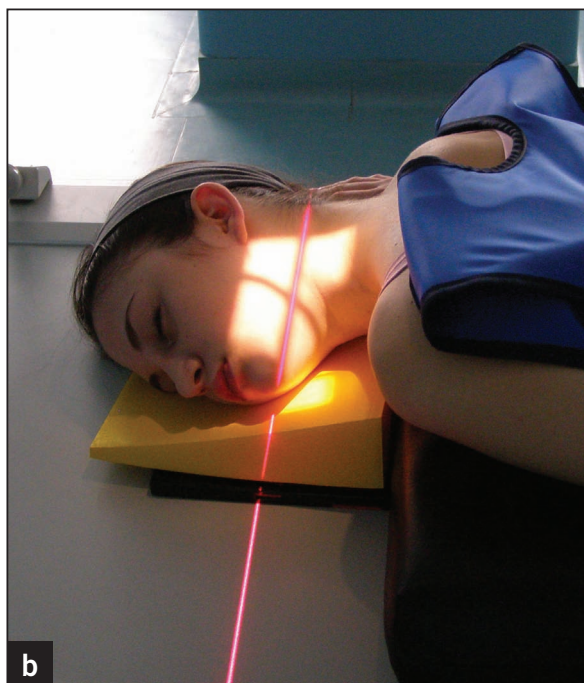
## 2.6. RADIOGRAMI DONJE ČELJUSTI

### 2.6.1. Kose projekcije ramusa i korpusa mandibule

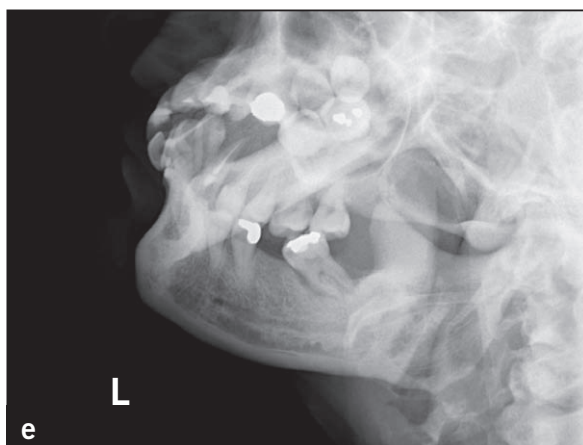
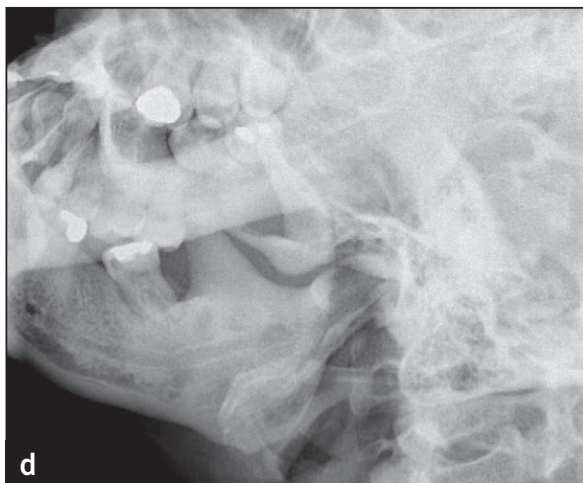


**Položaj bolesnika:** sjedeći na stolici kada bolesnik sam pridržava receptor slike ili ležeći na radio-grafskom stolu u položaju semipronacije ili semisupinacije (odabrati prema stanju bolesnika). U ležećem je stavu obično potrebno podložiti glavu klinastim podmetačem koji se postavi debljom stranom prema kaudalno. Naime, rame nesnimane strane može se preklapati s donjom čeljusti zbog kose središnje zrake, posebice kod hipersteničnih osoba s visokim stavom ramena.

**Položaj objekta snimanja:** glavu treba postaviti u početni profilni položaj tako da je interpupilarna spojnica okomita na podlogu; usta su zatvorena. Bradu treba pomaknuti naprijed (retrofleksija glave) tako da se *ramus mandibulae* ne preklapa s kralježnicom. Okretanje glave ovisi o kliničkom pitanju. Za radiogram ramusa mandibule koristi se minimalna rotacija bradom prema podlozi kako bi se izbjegla superpozicija ramusa nesnimane strane (a). Za radiogram trupa mandibule glavu treba rotirati bradom prema podlozi oko 30°; korpus postaviti



## Kose projekcije ramusa i korpusa mandibule



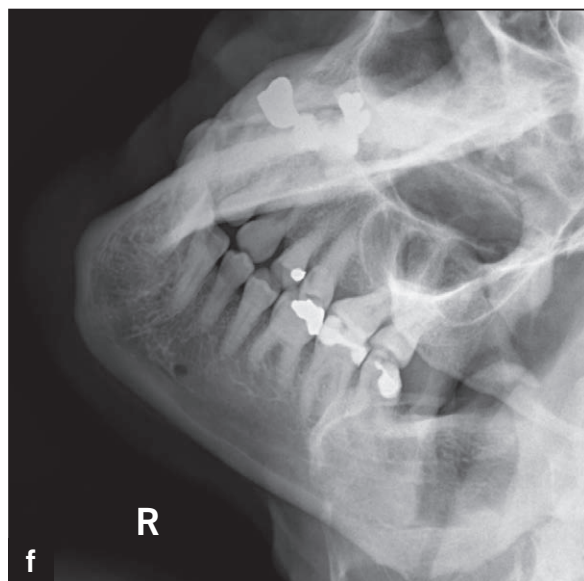
usporedno s podlogom (b). Za radiogram mandibularne simfize glavu treba zakrenuti oko 45° tako da je *mentum* u kontaktu s receptorom slike (c).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, bez rešetke, poprečno na os glave; donji rub receptora mora biti najmanje jedan centimetar ispod donjeg ruba mandibule.

**Središnja zraka:** ukošena prema tjemenu ukupno 25°; ako se podmetne klinasti podložak od 15°, treba oduzeti njegov kut i nagib središnje zrake u odnosu na podlogu smanjiti na 10°. Središnja zraka ulazi ne-

posredno iza angulusa mandibule za prikaz ramusa, odnosno ispred angulusa za prikaz korpusa i mentuma. U obje varijante ulazi jedan centimetar ispod donjeg ruba mandibule na gornjoj, nesnimanoj strani.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** ne smije se preklapati snimana strana sa suprotnom stranom mandibule (d,e,f), snimani segment ne smije biti skraćen; ramus mandibule se ne smije preklapati s kralježnicom.



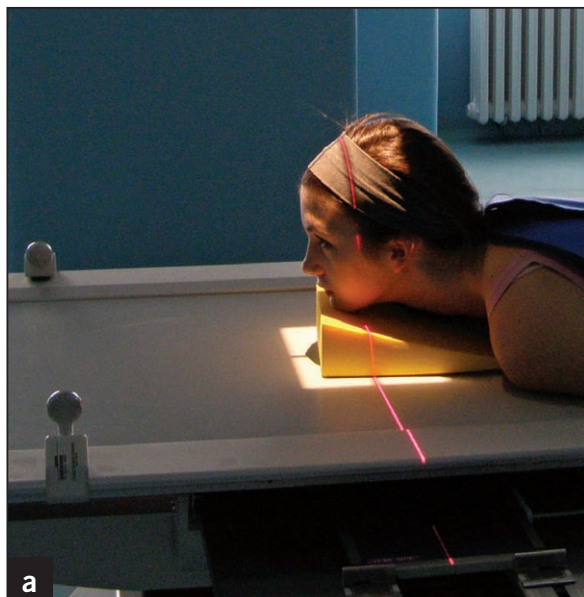
Postoje također *preinake* ovih projekcija:

a) PA projekcija mandibularnih ramusa na formatu 18 x 24 centimetra poprečno; glava je prislonjena čelom i nosom. Središnja zraka je okomita na podlogu, izlazi na akantionu. Simetričan je prikaz ramusa donje čeljusti; trup mandibule se preklapa s kralježnicom; čitava mandibula je obuhvaćena formatom.

b) PA projekcija trupa mandibule na istom formatu, nos i brada su položeni na podlogu; središnja zraka je okomita, izlazi na donjoj usnici.



### 2.6.2. Aksijalna vertikosubmentalna projekcija mandibule



**Položaj bolesnika i objekta snimanja:** isto kao kod radiograma baze lubanje, osim što je ovdje infraorbitomeatalna linija usporedna s podlogom. Vertikosubmentalna projekcija je ovdje pogodna jer je objekt snimanja bliži receptoru slike (a).

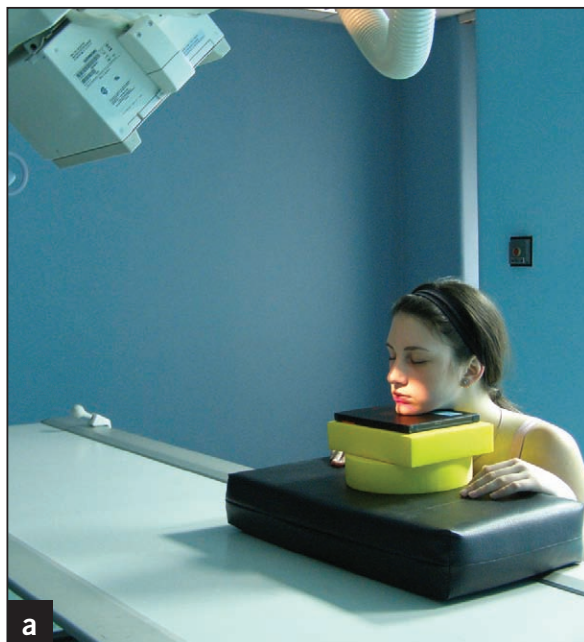
**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na os glave.

**Središnja zraka:** okomita je na infraorbitomeatalnu liniju glave bolesnika (angulacija središnje zrake obično se ne može izbjeći), ulazi na sredini mandibule.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** kondili mandibule su na snimci ispred piramida temporalnih kostiju; vrh brade se preklapa s čeonom kosti (b).



### 2.6.3. AP aksijalna projekcija mandibularne simfize



**Položaj bolesnika:** sjedeći pored radiografskog stola, tijelo treba nagnuti naprijed do ruba stola.

**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave okomita je na film; brada je istaknuta prema naprijed i položena izravno na receptor slike; po potrebi receptor se može podložiti vrećicama pijeska ili podlošcima od spužve kako bi se olakšao položaj bolesnikova tijela (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, duljom stranicom poprečno na os glave, bez uporabe rešetke.

**Središnja zraka:** iz okomitog smjera se ukosi prema bradi oko 45°, ulazi na sredini između donje usnice i vrha brade.



**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se mandibularna simfiza i mentum (b), eventualno korijeni donjih sjekutića i mentalna foramina.

#### 2.6.4. Radiogrami temporomandibularnih zglobova



Uvijek treba snimati obje strane zbog usporedbe. Na svakoj strani treba učiniti radiogram sa zatvorenim i maksimalno otvorenim ustima (ukupno četiri projekcije).

**Položaj bolesnika:** semipronacija ležeći na radio-grafskom stolu ili sjedeći uz vertikalni stativ.

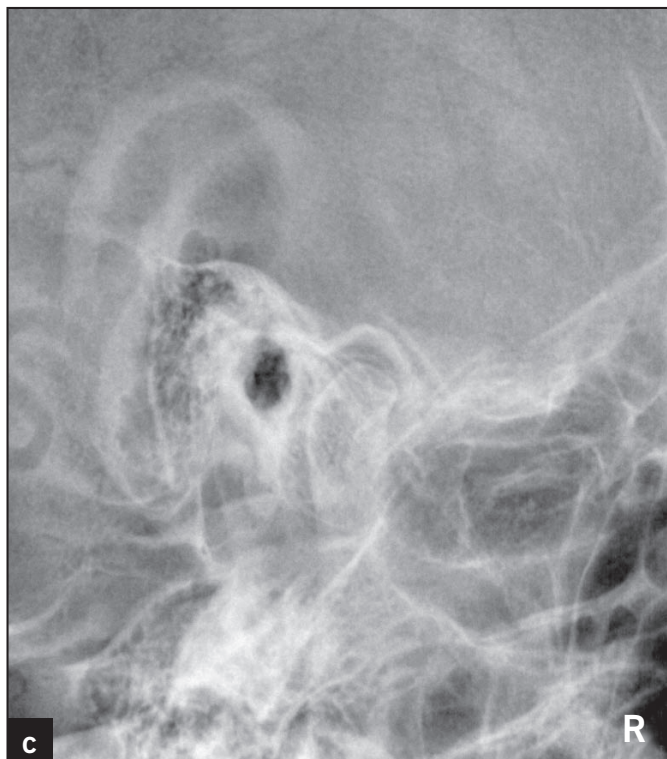
**Položaj objekta snimanja:** snimanu stranu treba prisloniti na podlogu; glavu iz početnog profilnog položaja blago zakrenuti nosom prema podlozi; infraorbitomeatalna linija je usporedna s gornjim i donjim rubom receptora slike. Prvu projekciju treba učiniti sa zatvorenim (a), a drugu s maksimalno otvorenim ustima (b) ne mijenjajući pritom položaj glave; mijenja se isključivo položaj donje čeljusti.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, poprečno na os glave.

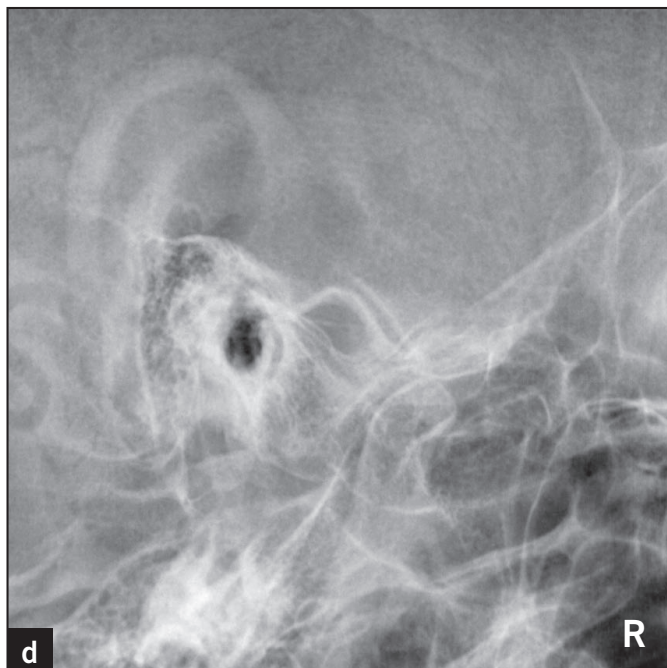
**Središnja zraka:** ukošena je prema nogama oko 30°, ulazi jedan centimetar ispred i 5 centimetara iznad vanjskoga slušnog hodnika nesnimane strane.







**Kriteriji za procjenu radiograma:** temporo-mandibularni zglob prikaže se na radiogramu ispred vanjskoga slušnog hodnika. Kod zatvorenih usta kondilarni nastavak mandibule se nalazi u mandibularnoj fosi (c), a kod maksimalno otvorenih usta na artikularnoj kvržici (d). Treba napomenuti da ne mogu svi bolesnici maksimalno otvoriti usta. Rijetko se koristi alternativna projekcija s ukošenjem središnje zrake oko 30° prema tjemenu (obrnuto od prethodne); središnja zraka kod te projekcije ulazi iza angulusa mandibule nesnimane strane, a izlazi na temporomandibularnom zglobu snimane strane.



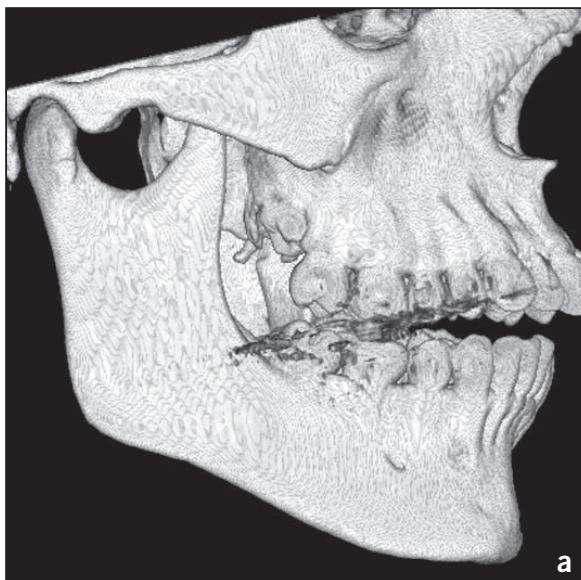
## 2.7. RADIOGRAMI ČELJUSTI I ZUBA OD OSOBITOGA INTERESA U STOMATOLOGIJI

Radiogrami u stomatološkoj praksi mogu se podijeliti u dvije glavne skupine: intraoralne i ekstraoralne radiograme zuba i čeljusti. Podjela se temelji na položaju receptora slike tijekom ekspozicije. Osim radiograma za prikaz dentoalveolarne regije u novije se vrijeme koristi i kompjutorizirana tomografija (a, b).

Intraoralni (enoralni) radiogrami podrazumijevaju film ili digitalni detektor u ustima bolesnika, a kod ekstraoralnih radiograma receptor slike je izvan usne šupljine.

### 2.7.1. Ekstraoralni radiogrami u stomatologiji

U ekstraoralne radiograme specifične za stomatološku praksu ubraja se panoramska tomografija čeljusti i obrnuta Towneova projekcija. U širem smislu ekstraoralni radiogrami su također kranio-gram, radiogrami temporomandibularnih zglobova, kose projekcije ramusa i korpusa mandibule, radiogram mandibularne simfize, Watersova projekcija te radiogrami paranazalnih sinusa.





### 2.7.1.1. Panoramska tomografija čeljusti

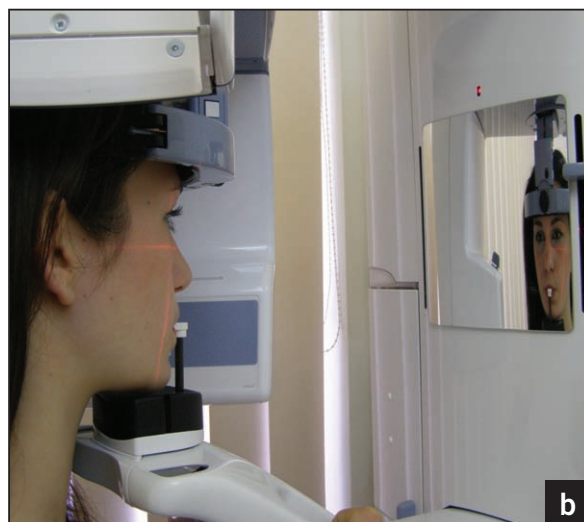
Također se rabe nazivi ortopantomografija i rotacijska tomografija koja označava tomografiju zakrivljenih površina. Ova se tehnika koristi za prikaz čitave mandibule, uključujući temporomandibularne zglobove i oba dentalna luka. Samo će strukture u blizini odabrane zone tomografiranja biti oštro prikazane na filmu. Rendgenski snop se sužava pomoću olovne dijafragme. Vrijeme rotacije i ekspozicije ovise o vrsti uređaja, obično se kreću oko 10 do 20 sekundi.

*Temeljna načela panoramske radiografije su:*

1. Izvor zračenja kruži oko vertikalne osi u smjeru kazaljke na satu, a držač filma u suprotnom smjeru, sinkrono oko dentalnih lukova koji su otprilike eliptičnog oblika;
2. Debljina tomografiranog sloja i brisanje rendgenske sjene tkiva ispred i iza odabranog sloja određeni su brzinom okretanja receptora slike i izvora zračenja;
3. Određivanje sloja koji je u žarištu, odnosno kojeg se želi prikazati, podešava se pomicanjem osi okretanja koja je kod panoramske tomografije promjenjiva;
4. Okomiti procjep na izlazu rendgenskog snopa gotovo isključuje njegovo raspršenje.

Za dobivanje kvalitetnog ortopantomograma treba imati poseban radiografski uređaj. U pripremi za pretragu treba skinuti naočale, kontaktne leće, nakit i (ovisno o dijagnostičkom pitanju) dentalne proteze. Za optimalnu panoramsku tomografiju čeljusti mora se točno namjestiti glavu bolesnika. Prije snimanja bolesnik zagrizne plastični držač na uređaju za ortopantomografiju koji osigurava razdvajanje zuba (sjekutića) gornje i donje čeljusti da ne dođe do međusobnog preklapanja njihovih sjena (a). Važno je prikazati alveolarni greben obje čeljusti, a to je moguće samo ako je okluzalna ravnina ispravno postavljena. Jezik se mora široko prisloniti na prednji dio tvrdog nepca vrhom savijen prema gore i natrag

kako bi se postigao tzv. efekt mekotkivnog filtra. Bolesnici nehotično potiskuju vrh jezika na krune sjekutića čime se stvara zračni prostor između jezika i nepca pa su korijeni maksilarnih sjekutića preekspozirani i ne vide se na radiogramu. Ispravnost položaja kolimatora na koži provjerava se svjetlošću i ogledalom (b). Posebnu pozornost treba obratiti na



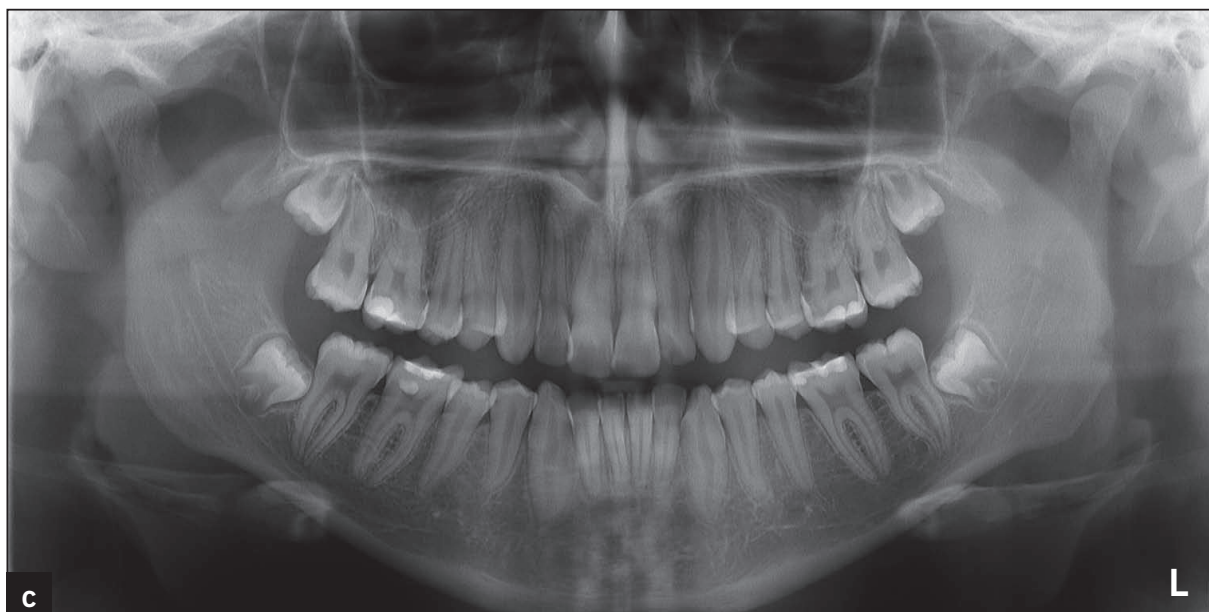
## Panoramska tomografija čeljusti

ispravno pozicioniranje okluzalne ravnine i postavljanje mediosagitalne ravnine na ogledalu. Određuje se također srednja tomografska ravnina u prednjem segmentu zubala. Redoslijed radnji je sljedeći: oprati ruke, staviti masku i obući rukavice pred bolesnikom; objasniti postupak bolesniku, postaviti receptor slike te postaviti bolesnika u položaj za ortopantomografiju. Okluzalna ravnina mora biti lagano podignuta prema dorzalno. Treba zatražiti od bolesnika da jezikom pritisne na nepce i da diše plitko i polagano. Potom se eksponira receptor slike.

Mora se obratiti pozornost na izbjegavanje tipičnih grešaka koje treba imati na umu. Glava bolesnika uvijek mora biti namještena prema frankfurtskoj horizontali (b) koja je u pravilu shematski prikazana na uređaju. Preveliki nagib glave prema naprijed

uzrokovat će lučni prikaz zagrizne linije, deformacije i preklapanja pojedinih zuba. Preveliki nagib prema natrag onemogućit će prikaz korijena gornjih zuba. Ukoliko su prednji zubi smješteni iza idealne zone tomografiranja, bit će uvećani zbog veće udaljenosti objekta od filma, *et vice versa* (ako su ispred ravnine tomografiranog sloja, bit će smanjeni). Postavljanje prednjih zuba u zagrizni blok povećava vjerojatnost vjernog prikaza prednjih zuba bez deformacije na slici. Ako bolesnik ne potisne jezik na nepce, gubi se mekotkivni filter koji omogućuje prikaz detalja korijena prednjih gornjih zuba.

Ortopantomogram čeljusti prikazuje dentoalveolarne regije obje čeljusti, ramuse mandibule i temporo-mandibularne zglobove. Zubi gornje i donje čeljusti su međusobno razdvojeni, a okluzalna ravnina se postupno uzdiže od inciziva prema molarima (c).



### 2.7.1.2. PA aksijalna ili obrnuta Towneova projekcija čeljusti



**Položaj bolesnika:** sjedeći okrenut licem prema vertikalnom stativu ili ležeći trbuhom na radiografskom stolu.

**Položaj objekta snimanja:** čelom i nosom u dodiru s podlogom; orbitomeatalna linija je okomita na podlogu; donja čeljust je maksimalno otvorena (a); poželjno je koristiti umetak koji pacijent zagriže da se izbjegne nekontrolirano gibanje donje čeljusti.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os glave.

**Središnja zraka:** ukošena je oko 15° prema čelu, izlazi na akantionu. Udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike je standardna, iznosi 120 centimetara.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** simetričan je prikaz mandibularnog ramusa uključujući kondile; donja čeljust se ne preklapa s drugim kostima lubanje; maksila se projicira unutar mandibularnog luka (b), a njezini stražnji segmenti vide se kroz dna maksilarnih sinusa. Ova se projekcija rabi uglavnom u stomatološkoj praksi jer izvrsno dopunjava panoramski radiogram prikazujući strukture ispred i iza donje čeljusti. Kod sumnje na frakturu čeljusti ne treba nastojati otvoriti usta preko granice boli.





## 2.7.2. Intraoralni radiogrami u stomatologiji

### 2.7.2.1. “Bite-wing” radiogram

Naziva se još snimka ugrizom u krilce, retrokoronarna snimka ili Raperova snimka. Tom se snimkom prikazuju krune i vratovi zuba gornje i donje čeljusti istodobno, dok se apeksi ne moraju prikazati. Film je umotan u plastičnu košuljicu čiji se krajevi sastaju na sredini snimane plohe i nastavljaju poput krilca kojeg bolesnik zagrizne zubima obje čeljusti. Tako se zagrizom u izdanak plastičnog omota (krilce) film učvrsti u retrokoronarnom položaju. Film je obično duži od pojedinačnog (27 x 54 milimetra) i obuhvaća istodobno nekoliko zuba obje čeljusti. Angulacija u horizontalnoj ravnini ovisi o skupini zuba koje se želi radiografirati; središnja zraka mora biti približno okomita na receptor slike. Središnja zraka je u okomitoj ravnini ukošena oko 10° kraniokaudalno (a). Snimka ugrizom u traku služi ranoj dijagnostici proksimalnog karijesa i zubnih kamenaca. S obzirom na fizikalnu osnovu nastanka rendgenske slike, jasno je da će se najbolje prikazati oni procesi koji su pogođeni tangencijalno i koji nisu prekriveni debljim slojem zdravog zubnog tkiva. Snimka ugrizom u traku ima povoljan odnos količine dobivenih informacija i izlaganja rendgenskom zračenju.

Na “Bite-wing” radiogramu prikazu se krune zuba obje čeljusti, interproksimalni prostori i rubovi alveolarnih nastavaka maksile i mandibule (b). Apeksi se ovim radiogramom ne prikazu.



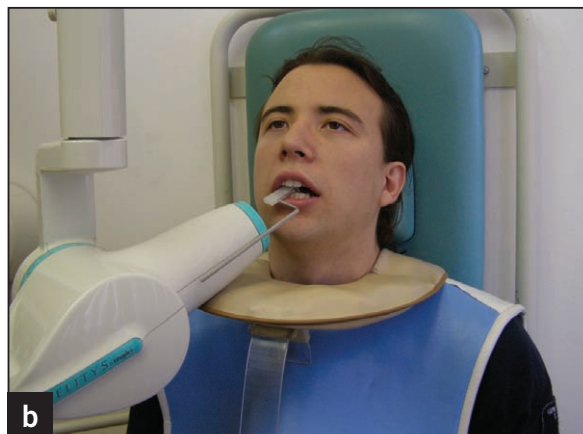
### 2.7.2.2. Apikalni i periodontalni radiogram

To su retroalveolarni pojedinačni radiogrami s najmanjom deformacijom stvarne morfologije snimanog zuba. Služe za dijagnostiku periapikalnog područja i endodontalnih procesa. Kod apikalnog radiograma središnja zraka cilja na apeks, a kod periodontalnog na vrh alveolarnog nastavka. Odabir ovisi o kliničkom pitanju. Za sve intraoralne radiograme vrijedi početni položaj bolesnika kod kojeg su glava, vrat i tijelo postavljeni u mediosagitalnu ravninu. Tek kada se postigne takav početni položaj glave, može se govoriti o određivanju kuta središnje zrake u odnosu na pojedini zub, odnosno čeljust. Potrebno je koristiti



kvalitetan nosač filma da bi se dobio optimalan radiogram.

Nagib središnje zrake u vodoravnoj ravnini određuje se prema pravilu ortoprojekcije. Središnju zraku treba usmjeriti okomito na ravninu bukalnih ploha između dva susjedna snimana zuba (a). Cilj je izbjegnuti preklapanje kruna susjednih zuba, odnosno, što je moguće bolje, prikazati interdentalni prostor. Kutovi ortoprojekcije su različiti za različite zube obje čeljusti jer je dentalni luk gornje čeljusti oblika slova U (incizivi 0°, kanini 45 – 50°, premolari 60°, molari 80 – 90°), a donje čeljusti kao slovo V (incizivi 0°, kanini 45 – 50°, premolari 55°, molari 75°). Radi se o kutovima koji vrijede za prosječnu populaciju, no treba ih prilagoditi zubalu svakog



bolesnika posebno. Položaj filma pri apikalnim i periodontalnim pojedinačnim radiogramima zuba ovisi o odabiru jedne od dviju tehnika, a to su usporedna i bisekcijska tehnika.

Kod usporedne tehnike nosač usmjerava film ili detektor usporedno s ravninom zuba (b) od kojeg je malo udaljen, a središnja je zraka okomita na receptor slike. Najveća je udaljenost receptora slike u odnosu na krunu zuba kod gornjih sjekutića zbog njihova kosog smjera. Da bi se smanjio učinak uvećanja sjene koji je tipičan za ovu tehniku, treba povećati udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i filma. Projekcija iz žarišta veće udaljenosti u odnosu na objekt i receptor slike zahtijeva uređaje dovoljne snage koji postižu dostatnu količinu zračenja.



## Apikalni i periodontalni radiogram

Budući da se količina zračenja smanjuje s kvadratom udaljenosti, za dvostruko povećanje udaljenosti između žarišta i receptora slike mora se količinu zračenja koja nastaje u rendgenskoj cijevi povećati oko četiri puta.

Kod bisekcijske tehnike pacijent pridržava film ili detektor prstom (palcem ili kažiprstom suprotne ruke) i prislanja ga na oralnu stranu zuba (c). Zbog debljine alveolarnog nastavka čeljusti film je pri intraoralnom snimanju uvijek koso postavljen u odnosu na uzdužnu os odgovarajućeg zuba. U tom slučaju središnja zraka usmjerena okomito na zub, na koso postavljenom filmu, daje uvećanje rendgenske sjene. Obrnuto, središnja zraka okomita na film koji priliježe uz alveolarni nastavak, a kosa u odnosu na os zuba, dovest će do skraćivanja njegove sjene. Bisekcijska tehnika nastoji suprotstaviti ta dva učinka tako da je središnja zraka usmjerena na zamišljenu ravninu koja dijeli na dva jednaka dijela kut između ravnina zuba i filma, odnosno detektora (simetrizirana kuta zub – detektor). Radiogram koji vjerno odražava veličinu i oblik snimanog objekta se naziva izometričnim.

Zakon izometrije određuje kutove nagiba središnje zrake u okomitoj ravnini za različite zube. Vertikalna



angulacija za zube gornje čeljusti (ukošenje prema kaudalno) iznosi za incizive  $40^\circ$ , za kanine  $45^\circ$ , za premolare  $35^\circ$  i za molare  $25^\circ$ . Isti su kutovi za zube donje čeljusti s negativnim predznakom jer je središnja zraka usmjerena prema kranijalno, kako slijedi: incizivi  $-10^\circ$ , kanini  $-15^\circ$ , premolari  $-10^\circ$  i molari  $-5^\circ$ . Može se uočiti da su kutovi angulacije u okomitoj ravnini veći za zube gornje čeljusti, u odnosu na zube donje čeljusti jer su gornji zubi vodoravnije položeni, posebice sjekutići. Za okomitu angulaciju navedeni kutovi također vrijede kao orijentacijski, odnosno moraju se prilagoditi stvarnom nagibu zuba koji se procjenjuje temeljem kliničkog pregleda. Kod bezubih osoba alveolarni je nastavak skraćen, zbog čega nagibe središnje zrake u okomitoj ravnini treba povećati otprilike  $5 - 10^\circ$  u odnosu na prosječne kutove. Korekcija je također potrebna kod snimanja zuba u djece kod kojih je nepce pliće, alveolarni nastavak kraći, što zahtijeva povećanje angulacije. Kvalitetan periapikalni zubni radiogram mora obuhvatiti vrat i korijen zuba te barem 5 milimetara alveolarnog nastavka čeljusti oko apeksa (d).

Položaj apeksa određuje ulazno mjesto središnje zrake na licu bolesnika kod apikalnog radiograma. Apeksi gornjih zuba su smješteni na spojnici donjeg ruba nosnih krila i tragusa (Chandlerova linija), a kod snimanja grizna ravnina gornjih zuba mora biti postavljena vodoravno. Apeksi donjih zuba su smješteni oko jedan centimetar kranijalnije u odnosu na donji rub čeljusti. Kod radiografije zuba donje čeljusti u vodoravnu ravninu postavlja se spojnicu grizne ravnine donjih sjekutića i donjeg ruba ušne resice.

Periapikalni pregled svih zuba (engl. *survey*) za odrasle uključuje ukupno 14 ekspozicija. Pritom se svi incizivi jedne čeljusti snimaju zajedno na jednom filmu, a kanini, premolari i molari zasebnim projekcijama na svakoj strani (po sedam radiograma za svaku čeljust).

### 2.7.2.3. Intraoralni okluzalni radiogram

Okluzalni radiogram omogućuje aksijalnu projekciju mandibule i modificiranu aksijalnu projekciju maksile. Budući da daje uvid u treću dimenziju, rabi se za lokalizaciju prekobrojnih zuba, tumora ili fraktura. Za odrasle je obično format receptora slike 57 x 76 milimetara, kod male djece 31 x 41 milimetar. Film treba pažljivo umetnuti u usta i potisnuti prema ramusima mandibule koliko to dopuštaju individualni anatomske odnosi. Pacijentu treba objasniti da omot filma ili digitalni detektor zagrizne kontroliranom snagom te da zadrži položaj receptora slike bez pomaka tijekom ekspozicije. Okluzalnih radiograma čeljusti ima više, no ovdje se navode samo najvažniji.



Za **topografski okluzalni radiogram maksile** najčešće se koristi nagib središnje zrake oko 25° u odnosu na glabeloalveolarnu liniju, odnosno kut središnje zrake u odnosu na film treba biti oko 65°. Središnja zraka prolazi kroz nosne kosti i usmjerava se na središte filma (a). Na radiogramu se prikaže čitav gornji dentalni luk, nosni septum, palatinalni nastavak maksile te vodoravne lamine palatinalnih kostiju (b).

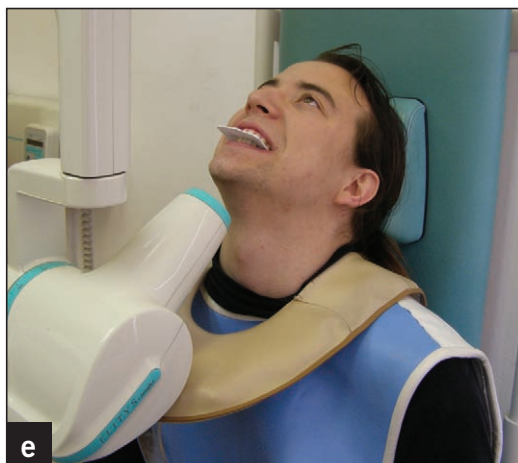


## Intraoralni okluzalni radiogram



**Lateralni okluzalni radiogram maksile** zahtijeva angulaciju od lateralno prema medijalno (c) na način da središnja zraka s filmom zatvara kut oko 60°. Prikaže se samo jedna polovica gornje čeljusti (d). Okluzalni radiogram maksile je nadopuna apikalnim, periodontalnim te “bite-wing” radiogramima kada se želi odrediti je li neki objekt (primjerice strano tijelo ili pre-kobrojni zub) smješten lingvalno ili bukalno u odnosu na alveolarni nastavak gornje čeljusti.

**Aksijalni okluzalni radiogram mandibule** zahtijeva maksimalno zabacivanje glave prema vertikalnom stativu. Središnju zraku treba usmjeriti okomito prema filmu. Ona je vodoravna u kaudokranijalnom smjeru i ulazi kroz dno usne šupljine na središte intraoralnog receptora slike (e). Prikaže se veći dio donje čeljusti u aksijalnoj projekciji (f).



## 2.8. RADIOGRAMI PARANAZALNIH SINUSA

### 2.8.1. PA projekcija paranazalnih sinusa

**Položaj bolesnika:** sjedeći, licem okrenut prema vertikalnom stativu.

**Položaj objekta snimanja:** usta su maksimalno otvorena, pacijent bradom i nosom dodiruje podlogu (a).

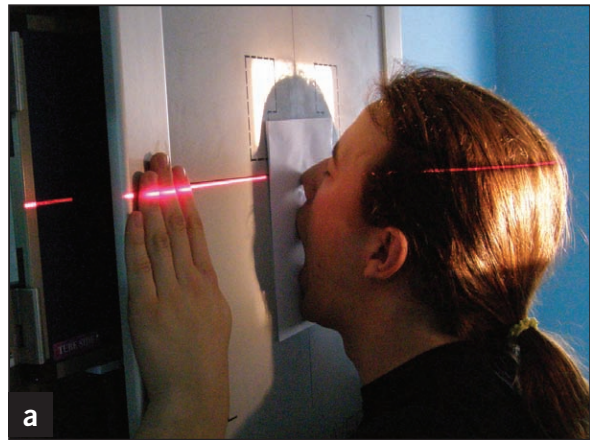
**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os glave.

**Središnja zraka:** okomita je ili ukošena do 15° prema kaudalno u bolesnika s kraćim nosom; izlazi na vrhu nosa.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** na radiogramu se simetrično prikazu sve paranazalne šupljine (b), osim sfenoidnog sinusa.

Neki autori ovu projekciju smatraju preinakom Watersove projekcije s otvorenim ustima. Drugi pak preporučuju klasičnu Watersovu projekciju (opisana je kod radiografije kostiju lica) za dijagnostiku paranazalnih sinusa, posebice za prikaz maksilarnog sinusa bez preklapanja s piramidama temporalnih kostiju.

Lateralna projekcija paranazalnih sinusa ima ograničenu dijagnostičku vrijednost, omogućuje istodobnu procjenu sfenoidnog sinusa. Središnja zraka ovdje okomito ulazi dva centimetra posteriorno od vanjskog ruba kantusa (vanjskog očnog kuta).





### 2.8.2. Radiogram frontalnog sinusa i prednjih etmoidnih celula po Caldwellu

**Položaj bolesnika:** sjedeći, licem okrenut prema vertikalnom stativu.

**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave okomita je na podlogu. U prvoj varijanti bolesnik dodiruje čelom i nosom vertikalni stativ koji je gornjim rubom pomaknut prema natrag tako da s okomicom zatvara kut oko  $15^\circ$  (a). U drugoj varijanti podloga ostaje okomita, a podložak se postavlja ispod čela bolesnika.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os glave.

**Središnja zraka:** u obje varijante s orbitomeatalnom linijom zatvara kut oko  $15^\circ$ ; izlazi na korijenu nosa (nazion).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** simetričan je prikaz gornjih rubova piramida koje se projiciraju u donjoj trećini orbita; prednje etmoidne celule trebaju biti kranijalnije od piramida (b); jasno se prikaže frontalni sinus. Projekcija s nagibom okomite stijene pogodnija je jer su paranazalni sinusi bliži receptoru slike što rezultira većom oštrinom radiograma, no izvedivost ove tehnike ovisi o mogućnostima radiografskog uređaja.





## 2.9. RADIOGRAMI TEMPORALNIH KOSTIJU

Temporalnu kost zbog složene anatomske građe nije moguće radiografski dobro prikazati u jednoj projekciji. Stoga se obično radiogrami temporalnih kostiju dijele na radiograme mastoidnih nastavaka i radio-

grame piramida. Temporalne se kosti uvijek snimaju na obje strane zbog individualnih odstupanja i mogućnosti pogrešnog tumačenja radiološkog nalaza.

### 2.9.1. Radiogram mastoida po Schülleru

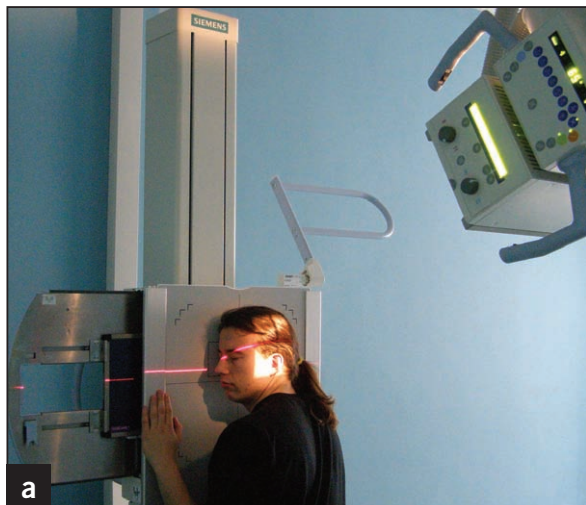
**Položaj bolesnika:** sjedeći, prsima dodiruje vertikalni stativ ili ležeći trbuhom na radiografskom stolu tako da flektiranom rukom i nogom nesnimane strane postigne stabilan semipronacijski položaj tijela.

**Položaj objekta snimanja:** medijanu ravninu glave postaviti usporedno s podlogom; interpupilarna linija je okomita na podlogu; infraorbitomeatalna linija usporedna je s gornjim rubom receptora slike. Ušku snimane strane treba presaviti prema naprijed i učvrstiti samoljepivom trakom.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, uzdužno na os glave.

**Središnja zraka:** ukošena je prema nogama oko 25°, ulazi oko 5 centimetara kranijalnije od vanjskoga slušnog hodnika nesnimane strane (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** mastoidne celule se projiciraju iza, a temporomandibularni zglob ispred piramide temporalne kosti (b); mastoid suprotne strane se na radiogramu projicira ispod snimanog objekta. Potrebno je snimati obje strane zbog usporedbe.



### 2.9.2. Radiogram mastoida po Lawu

**Položaj bolesnika:** sjedeći bočno uz vertikalni stativ ili ležeći u semipronaciji na radiografskom stolu tako da flektiranom rukom i nogom nesnimane strane zadrži stabilan položaj glave.

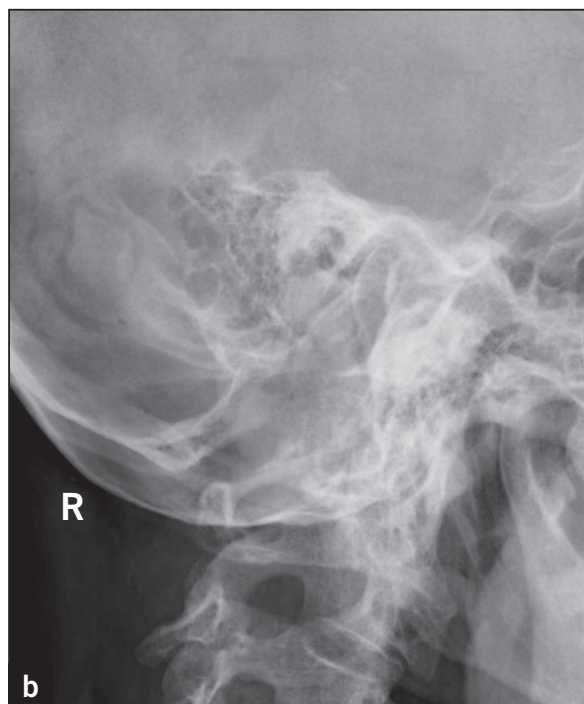
**Položaj objekta snimanja:** početni je profilni položaj glave; slijedi okretanje glave  $15^\circ$  čelom prema podlozi tako da se snimani mastoid postavi straga u odnosu na nesnimani; infraorbitomeatalna linija mora biti usporedna s gornjim rubom receptora slike; ušku snimane strane treba presaviti prema naprijed i učvrstiti u tom položaju samoljepivom trakom.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, uzdužno na os glave.

**Središnja zraka:** ukošena je oko  $15^\circ$  prema nogama (kaudalno), ulazi 2 – 3 centimetra iza i iznad vanjskoga slušnog hodnika suprotne strane (a), te izlazi na mastoidu prislonjene strane. Druga opcija zahtijeva dvostruku angulaciju središnje zrake ( $15^\circ$  anteriorno i kaudalno) dok glava ostaje u čistom profilnom položaju.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** mastoidni nastavak temporalne kosti snimane strane treba biti u središtu radiograma. Mastoid suprotne strane se na radiogramu projicira ispred i ispod objekta snimanja (b).

Obje piramide temporalnih kostiju se mogu prikazati submentovertikalnom projekcijom u položaju bolesnika kao kod radiograma baze lubanje, no ovdje je format 18 x 24 centimetra postavljen poprečno. Središnja zraka ulazi na sredini spojnice vanjskih slušnih hodnika. Također se može upotrijebiti preinačena projekcija po Towneu, ali s ulazom središnje zrake neposredno iznad glabele. PA projekcija unutarnjih slušnih hodnika se postiže položajem glave kao za kranioigram, ali na formatu 18 x 24 centimetra poprečno na os glave. Središnja zraka ulazi u visini piramida i prolazi kroz sredinu orbita unutar kojih se projiciraju piramide. Postiže se simetričan prikaz unutarnjih slušnih hodnika u sredini orbita.



### 2.9.3. Radiogram piramida po Stenversu

**Položaj bolesnika:** sjedeći uz vertikalni stativ naslonjen prsima, no ako bolesnik ne može sjediti, koristi se ležeći stav trbuhom na radiografskom stolu. Flektirana ruka i noga nesnimane strane služe kao oslonci.

**Položaj objekta snimanja:** bolesnik okrene glavu na snimanu stranu, privuče bradu tako da se čelom, nosom i jagodicom snimane strane naslanja na podlogu. Važno je da piramida temporalne kosti snimane strane bude usporedna s podlogom. Kod najčešćeg, mezocefalnog oblika glave lateralna rotacija iznosi oko 45°. S istim ciljem kod brachicefalične lubanje (skraćen anteroposteriorni promjer) lateralnu rotaciju treba smanjiti, a kod dolichocefalične lubanje (glava je izdužena od čela prema zatiljku), lateralni nagib glave treba povećati. Infraorbitomeatalna linija mora biti usporedna s gornjim rubom receptora slike.

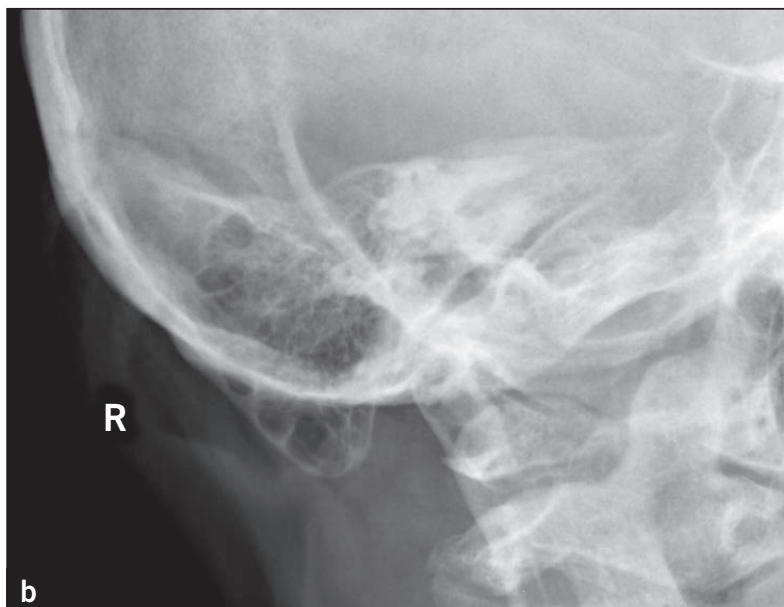
**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, poprečno na os glave.

**Središnja zraka:** ukošena je oko 12° prema kranijalno, ulazi oko jedan centimetar kaudalnije od sredine spojnice vanjskoga slušnog otvora i vanjske zatiljne protuberancije (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se piramida temporalne kosti u profilu bez deformacije (b). Na radiogramu je obuhvaćen lateralni rub orbite i lateralni rub temporalne kosti, dok je mastoidni nastavak slobodan. *Ramus mandibulae* se potpuno preklapa s vratnom kralježnicom. Uvijek treba snimati obje strane.



U bolesnika koji ne mogu zauzeti pronacijski položaj na stolu ili sjedeći uz stativ, te u djece koja slabije surađuju, može se koristiti obrnuti položaj na leđima (preinaka po Arcelinu). Položaj glave i smjer središnje zrake su obrnuti u odnosu na Stenversovu projekciju, no uvećanje temporalne kosti čini ovu projekciju manje pogodnom.



### 2.9.4. Radiogram piramida po Mayeru

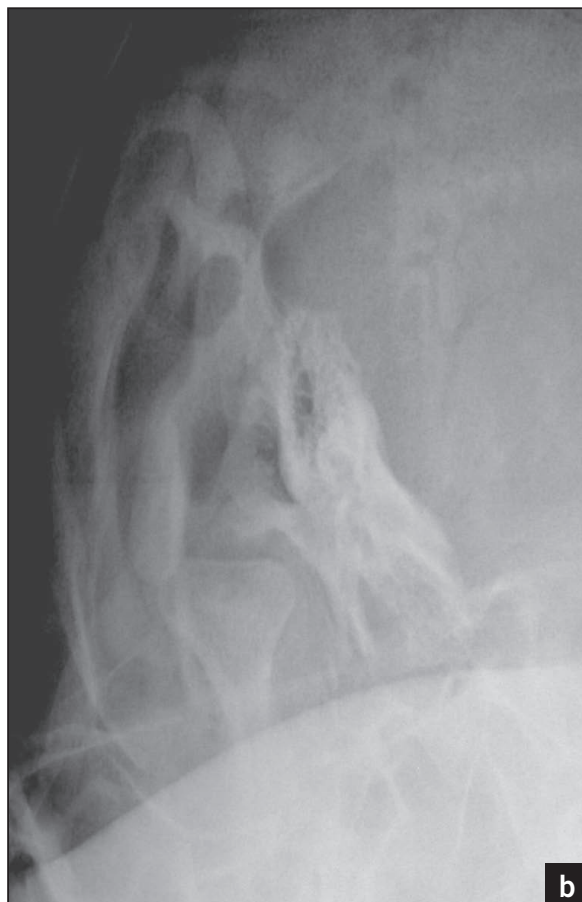
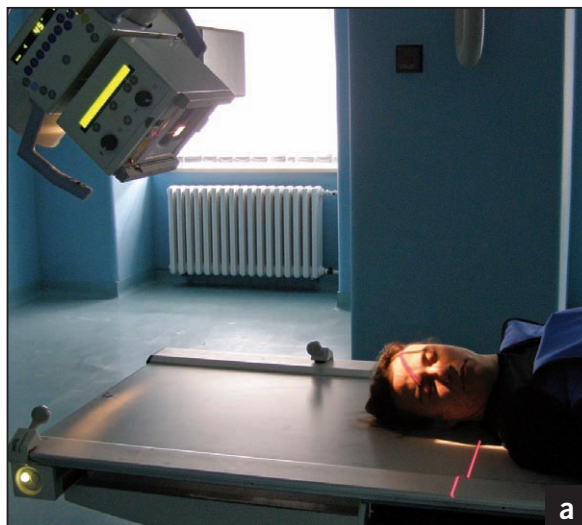
**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu ili sjedeći uz vertikalni stativ.

**Položaj objekta snimanja:** ušku snimane strane treba preklopiti prema naprijed i učvrstiti samoljepivom trakom; glavu okrenuti na snimanu stranu oko 45°; infraorbitomeatalnu liniju nesnimane strane postaviti usporedno s gornjim rubom receptora slike.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, uzdužno na os glave.

**Središnja zraka:** ukošena je 45° prema nogama; ulazi otprilike na čeonom tuberu suprotne strane (a); izlazi na vanjskom slušnom otvoru snimane strane.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** piramida se na filmu projicira ispod mastoidnih celula (b); temporo-mandibularni zglob se prikaže neposredno ispred vanjskog slušnog hodnika; aurikula se ne preklapa s piramidom ili mastoidom; kolimacija rendgenskog snopa mora biti uska, prilagođena snimanom objektu.





Radiogrami kralježnice – vertebrogrami, uvijek se rade u paru i to anteroposteriorna i profilna projekcija. Vratnu kralježnicu u pravilu treba snimati u stojećem stavu bolesnika, dok se torakalna i lumbalna kralježnica te sakrum standardno snimaju u ležećem stavu. Stabilni bočni položaj na radiografskom stolu se postiže fleksijom obje ruke u laktu uz antefleksiju u ramenu; ruka bliža filmu je položena vanjskom stranom na podlogu i hvata gornju koja se pod pravim kutom oslanja dlanom na podlogu. Torakolumbalni vertebrogrami u stojećem stavu pokazuju anatomske odnose kada je kralježnica opterećena tjelesnom težinom.

## 3.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA KRALJEŽNICE

Kralježnica je središnji dio aksijalnog skeleta i glavni potporanj čitavog tijela. Građena je od 24 prava kralješka i oko 8 do 10 međusobno sraslih segmenata. Kralješke se može svrstati u pet skupina. Među pravim kralješcima je 7 vratnih kralježaka, 12 prsnih kralježaka i 5 slabinskih kralježaka. Pet sakralnih kralježaka je sraslo u jednu – križnu kost ili sakrum (*os sacrum*). Varijabilnih 3 do 5 trtičnih kralježaka je također sraslo u jednu koštanu cjelinu – trtičnu kost (*os coccygis*). Ponekad se razvije prekobrojni kralježak u jednom segmentu uz smanjen broj kralježaka u susjednom odsječku (primjerice lumbalna asimilacija S1 kralješka ili sakralna asimilacija L5 kralješka). Lateralna projekcija kralježnice prikazuje fiziološke zavoje. Vratni i slabinski segmenti kralježnice čine luk s konveksitetom prema naprijed, dok su prsni i križni segmenti konkavni. Trtični je segment varijabilne zakrivljenosti. Lateralni zavoj kralje-

nice koji se prikaže na AP ili PA radiogramu naziva se skolioza. Minimalni fiziološki lateralni zavoj udesno u dešnjaka i obrnuti u lijevaka, nađe se u torakalnom segmentu kralježnice, dok su svi ostali lateralni zavoji kralježnice patološki.

Sve kralješke s prednje strane gradi masivniji dio koji odgovara trupu – korpusu (*corpus vertebrae*), dok se straga nalazi luk – arkus (*arcus vertebrae*). Trup kralješka izgrađuje spongiozna koštana struktura, a obrubljen je tankim slojem kompaktne kosti na površini. Trup je najmasivniji dio kralješka, ovalnog ili okruglog je oblika na poprečnom presjeku. U AP i lateralnoj projekciji trupovi kralježaka su približno pravokutne forme s oštro ocrtanom, blago konkavnom gornjom i donjom pokrovnom plohom. Gornja i donja pokrovnna ploha nazivaju se terminalnim ploham, a između njih su prostori koje ispunjavaju intervertebralni diskovi. U nizu kralježaka susjedni segmenti zatvaraju središnju šupljinu čije stijenke upotpunjuju ligamenti te nastaje tunel u kojem je zaštićena leđna moždina. Mekotkivna sjena diska ne razlikuje se od sjene okolnih ligamenata i mišića, niti od sjene sadržaja kralježničnog kanala koji čine ovojnice, cerebrospinalni likvor i leđna moždina.

Luk kralješka čine 2 pedikla i 2 lamine, a na njega se nastavljaju koštani izdanci – po 2 gornja i 2 donja artikularna, 2 poprečna nastavka i jedan spinozni nastavak. Pedikli su kratke koštane pločice približno valjkastog oblika koje se nastavljaju na stražnji i lateralni dio trupa kralješka, tako da su na AP (PA) projekciji obrubljeni ovalnom sklerotičnom linijom. Na njihovu gornjem i donjem rubu je utor koji u spoju sa susjednim kralješkom zatvara otvor (*foramen*) namijenjen prolazu spinalnih živaca iz

kralježničnog kanala prema periferiji. Lamine se nastavljaju posteriorno i medijalno u odnosu na pedikle i spajaju u medijanoj ravnini zatvarajući vertebralni kanal. Na mjestu fuzije dviju lamina pripojen je spinozni nastavak koji se usmjerava prema natrag i nadolje. Na spoju pedikla i lamina obostrano se prikazu parni artikularni nastavci (gornji i donji) kojima se susjedni kralješci međusobno uzglobljuju. Intervertebralni se zglobovi u skeletnoj radiografiji često nazivaju apofizalni ili fasetni. S istog spoja pedikla i lamina polaze poprečni nastavci prema lateralno i natrag.

Vratni su kralješci manjeg volumena od ostalih jer nose najmanju težinu. Posebne su građe C1 i C2 kralježak. C1 kralježak – atlas, prstenastog je oblika, nema trupa. Preko pobočnih masa atlas se uzglobljava s okcipitalnom kosti i C2 kralješkom, a s prednje i stražnje strane pobočne mase povezuju prednji i stražnji lukovi. C2 kralježak – aksis (*axis*) ili epistrofeus (*epistropheus*) tijekom embrionalnog razvoja preuzima trup C1 kralješka pripajajući ga u odontoidni nastavak – dens (*dens axis*) vlastitoga trupa, koji strši prema gore. Oko densa se odvijaju najvažniji rotacijski pokreti glave. Najizbočeniji spinozni nastavak koji prominira pod kožom pripada C7 kralješku i služi kao važna orijentacijska točka. Torakalni kralješci postaju sve glomazniji u kranio-kaudalnom smjeru (Th1 – Th12). Rebra se uzglobljavaju s prsnim kralješcima na trupovima i na poprečnim nastavcima (po dva zgloba za svako rebro). Slabinski su kralješci masivniji od prsnih, volumen im postupno raste prema kaudalno do spoja sa sakrumom. Lumbosakralni spoj se naziva promontorijem i točka je najvećeg opterećenja u kojoj se tjelesna težina prenosi preko slabinske kralježnice na križnu kost i dalje na sjedne kosti ili donje ekstremitete, ovisno o stavu tijela (sjedeći ili stojeći).

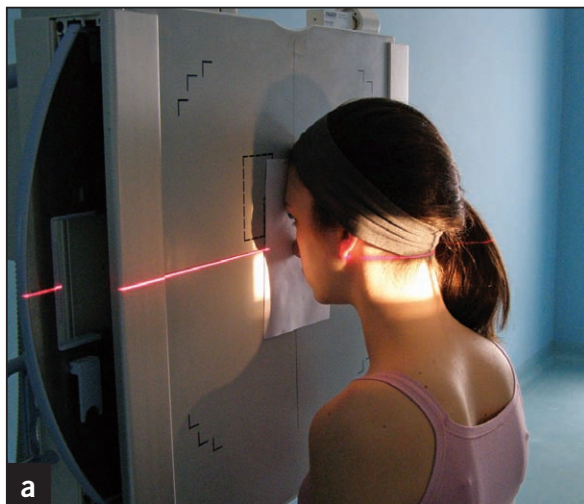
Sakrum anatomski pripada kralježnici, ali funkcionalno čini cjelinu sa zdjeličnim kostima te se opisuje u radiografiji zdjeličnog obruča.

### 3.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE

Orijentacijske točke na kralješcima odnose se samo na spinozne nastavke koji se mogu napipati pod kožom jer je veći dio kralješka okružen snažnom paravertebralnom muskulaturom i stoga nedostupan palpaciji, a sprijeda su mekotkivne strukture vrata, toraksa, abdomena i zdjelice. Kada se odredi najizbočeniji spinozni nastavak C7 kralješka (*vertebra prominens*), mogu se izbrojati spinozni nastavci gotovo svih kralježaka. Međutim, brojanje kralježaka je složen i neprikladan postupak u kliničkoj praksi te nema većeg značenja u skeletnoj radiografiji. Naime kao orijentacijske točke za radiografiju kralježnice uzimaju se druge strukture koje se jednostavno i brzo mogu odrediti na tijelu bolesnika. Donji rub tiroidne hrskavice na vratu visinom odgovara C4 kralješku. Gornji rub jugularne incizure je oko pet centimetara kaudalnije u odnosu na cervikotorakalni prijelaz. Prema ksifoidnom nastavku prsne kosti određuje se najpovoljniji položaj gornjeg ruba receptora slike za uspješnu radiografiju lumbalne i lumbosakralne kralježnice. Donji je kut lopatice važan u radiografiji torakalne kralježnice, visinom odgovara Th7 kralješku. Gornji je rub ilijačne kriste u visini trupa L4 kralješka i važna je orijentacijska točka u radiografiji lumbosakralne kralježnice. Prednja gornja ilijačna spina je u visini promontorija. U radiografiji torakolumbalne kralježnice, sakruma i kokcigisa također su važne 3 uzdužne, međusobno usporedne, linije koje se prate od pazušne jame prema kaudalno – prednja, srednja i stražnja aksilar-na linija.

### 3.3. RADIOGRAMI KRANIOCERVICALNOGA SPOJA

#### 3.3.1. PA projekcija atlanto-okcipitalnih zglobova



**Položaj bolesnika:** ležeći trbuhom na radiografskom stolu ili sjedeći okrenut licem prema vertikalnom stativu; medijana ravnina tijela okomita je na sredinu rešetke; u ležećem stavu flektirati laktove i postaviti dlanove pored ramena koja moraju biti podjednako udaljena od podloge. Prema potrebi, kod mršavijeg se bolesnika postavi jastučić ispod sternuma.

**Položaj objekta snimanja:** čelo i nos su prislonjeni na radiografski stol ili vertikalni stativ bez rotacije glave; orbitomeatalna spojnica je okomita na stol.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, poprečno na uzdužnu os tijela; centar je u visini mastoida.

**Središnja zraka:** ulazi na sredini spojnice mastoida, okomita je na sredinu receptora (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** obostrano su otvorene zglobne pukotine atlantookcipitalnih zglobova koji se prikazuju kroz maksilarne sinuse (b); mandibularni kondili su podjednako udaljeni od ruba radiograma.

Atlanto-okcipitalni zglob također se može prikazati pojedinačnom AP projekcijom s okretanjem glave kod koje bolesnik leži leđima na radiografskom stolu. Glava se okrene oko 45° suprotno od snimanog zgloba; infraorbitomeatalna linija je usporedna s gornjim rubom receptora slike. Središnja je zraka okomita, ulazi neposredno lateralno od ruba mandibularnog ramusa u visini vrha mastoida. Uvijek treba snimati obje strane zbog usporedbe.



### 3.3.2. AP projekcija atlasa i aksisa s otvorenim ustima

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu ili prislonjen zatiljkom uz vertikalni stativ; medijana ravnina glave okomita je na sredinu rešetke; ruke su spuštene niz tijelo, ramena su u istoj vodoravnoj ravnini. Sjedeći položaj se može koristiti samo ako je bolesnik u tom stavu stabilan, odnosno ako to dopušta opće stanje bolesnika.

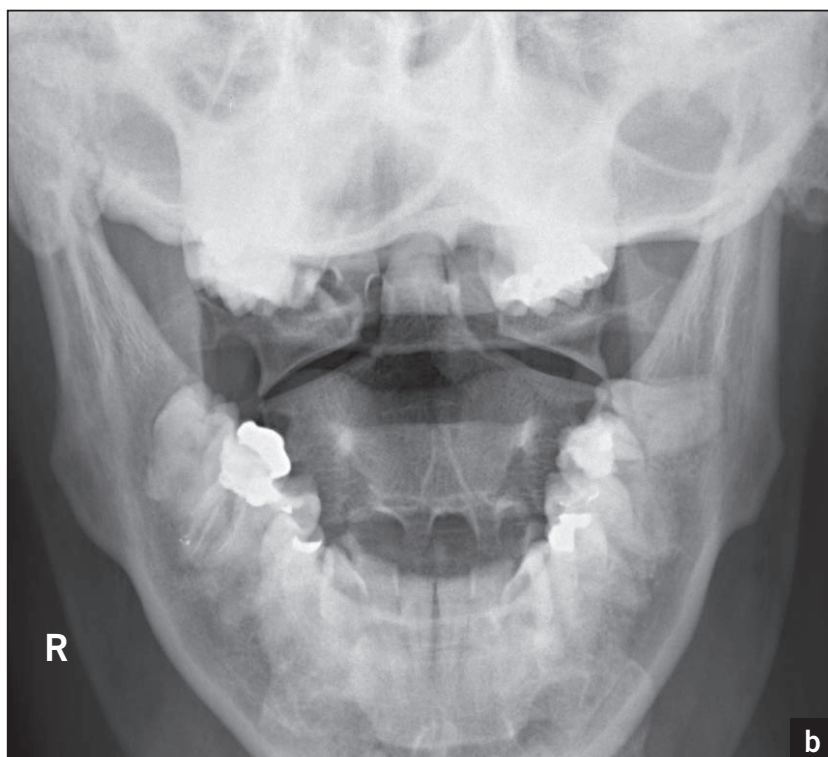
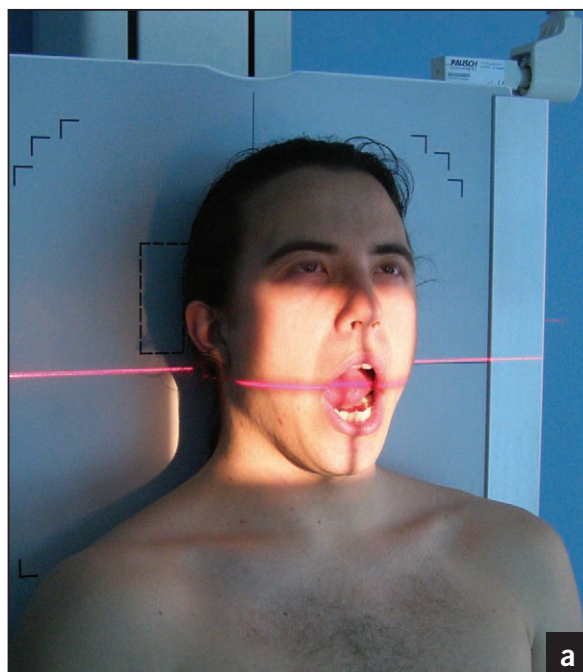
**Položaj objekta snimanja:** bolesnik treba najprije otvoriti usta; nakon toga treba prilagoditi položaj glave tako da spojnica grizne plohe gornjih sjekutića i vrha mastoida bude okomita na podlogu (a); tijekom ekspozicije bolesnik izgovara slovo "a" da bi jezik potisnuo na dno usne šupljine i time izbjegao preklapanje njegove sjene s C1 i C2 kralješkom.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra poprečno na os tijela; visinu prilagoditi smjeru središnje zrake.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu otvorenih usta (a).

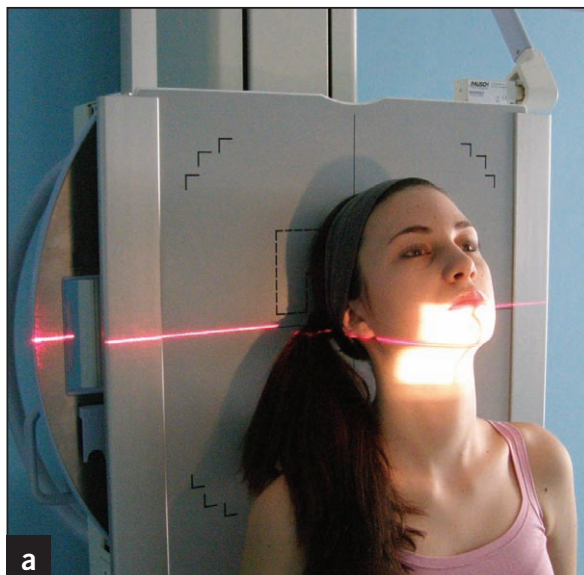
**Kriteriji za procjenu radiograma:** *dens*, *atlas*, *axis* i intervertebralni zglobovi između C1 i C2 kralješka prikazani su na radiogramu (b). Gornji sjekutići preklapaju se s bazom lubanje; usta su široko otvorena; sjena jezika ne preklapa se s prva dva cervikalna kralješka. Ramusi mandibule su podjednako udaljeni od densa.

U traumatiziranih bolesnika koji ne mogu pomaknuti glavu i otvoriti usta, može se učiniti AP tomogram atlasa i aksisa.





### 3.3.3. AP projekcija densa po Fuchsu



Ovu projekciju neki preporučuju za gornji dio densa ukoliko nije odgovarajuće prikazan tehnikom otvorenih ustiju. Ne smije se primjenjivati u bolesnika kod kojih postoji sumnja na frakturu.

**Položaj bolesnika:** leđima prislonjen uz vertikalni stativ ili ležeći leđima na radiografskom stolu. Medijana ravnina tijela je okomita na sredinu rešetke; ruke su položene uz tijelo, ramena su podjednako udaljena od podloge.

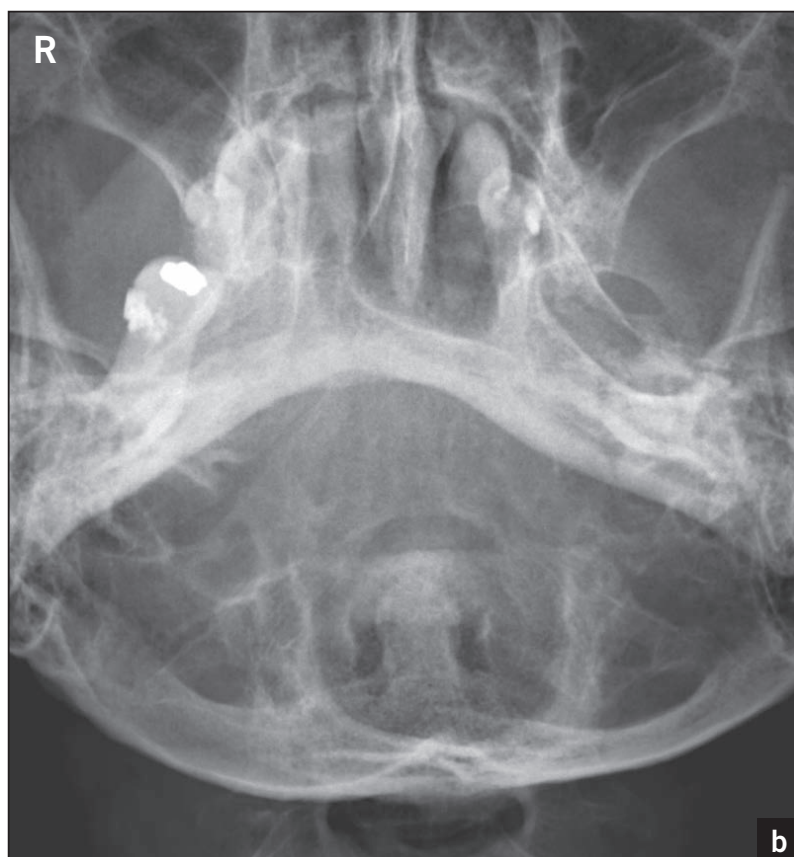
**Položaj objekta snimanja:** glavu zabaciti; spojnica vrha brade i vrha mastoida treba biti okomita u odnosu na vertikalni stativ ili radiografski stol (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, poprečno na uzdužnu os tijela, centar u visini vrha mastoida.

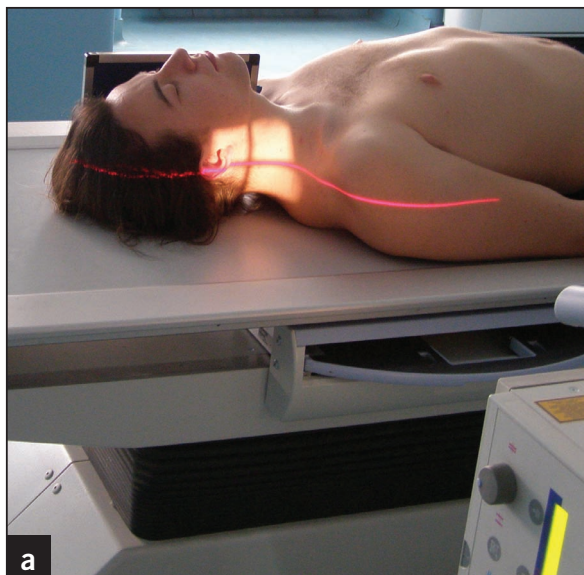
**Središnja zraka:** usmjerena je okomito na vrat, ulazi 1 – 2 centimetra ispod vrha brade.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se čitav dens i *foramen magnum* (b); simetričan prikaz mandibule i kralježaka na radiogramu je dokaz da nije bilo zakretanja glave kod snimanja.

**Preinaka po Juddu:** PA projekcija atlasa i densa. Projekcija je obrnuta od prethodne; glava je u retrofleksiji prislonjena bradom na podlogu; spojnica vrha mastoida i vrha brade je okomita na radiografski stol ili vertikalni stativ. Središnja zraka je okomita, ulazi neposredno ispod spojnice vrhova mastoida.



### 3.3.4. Lateralna projekcija atlasa i aksisa



**Središnja zraka:** vodoravna, okomito usmjerena na receptor slike, ulazi 2 – 3 centimetra distalno od vrha mastoida (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** lamine atlasa, odnosno aksisa prikazuju se jednom konturom jer se lijeva i desna strana moraju gotovo idealno preklapati (b); mandibularni ramusi ne smiju prekrivati kralješke, ali se moraju međusobno preklapati na radiogramu.

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu, ruke su uz tijelo; ramena moraju biti u istoj vodoravnoj ravnini; glavu treba oprezno podložiti spužvom, posebice ako je bolesnik pretrpio traumatu vrata.

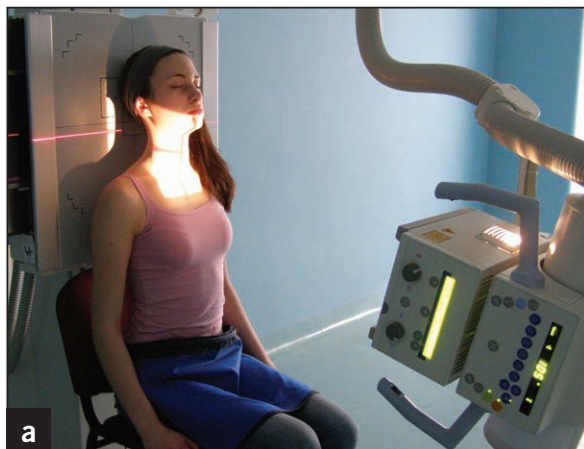
**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave okomita je na podlogu; glavu treba blago ekstenirati tako da se mandibularni ramusi ne preklapaju s kralježnicom.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetara, uzdužno na os tijela, položen okomito postranično uz vrat; centar receptora treba postaviti 2 – 3 centimetra distalno od vrha mastoida; receptor fiksirati podloškom ili vrećicom s pijeskom. Oštrina objekta je ovdje bolja u odnosu na standardni postranični vertebrogram jer je objekt bliži receptoru slike uz primjenu nepokretne rešetke izravno na receptoru. Kod DR sustava krevet s bolesnikom se može postranično približiti vertikalnom stativu s detektorom.



### 3.4. RADIOGRAMI VRATNE KRALJEŽNICE (CERVIKALNI VERTEBROGRAMI)

#### 3.4.1. AP projekcija vratne kralježnice



**Položaj bolesnika:** stojeći ili sjedeći, iznimno ležeći (kada se bolesnik ne može ili ne smije ustati, primjerice kod traume sa sumnjom na ozljedu vratne kralježnice). Bolesnik je leđima i ramenima prislonjen na podlogu; ramena treba spustiti i postaviti u istu visinu.

**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave, vrata i leđa mora biti okomita na ravninu receptora slike; bradu treba podignuti na način da spojnica okluzalne ravnine i vrha mastoida bude okomita na podlogu čime se otkriva C3 kralježak dok su kod standardne AP projekcije atlas i aksis u pravilu prekriveni. Treba postignuti preklapanje donjih rubova zatiljne kosti i donjeg ruba mandibule na optimalnom radiogramu. Kod pojačane lordoze vratne kralježnice, što je često povezano s pojačanom torakalnom kifozom, potrebno je podmetnuti podložak pod glavu bolesnika.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, dužom stranicom uzdužno na os tijela; gornji rub postaviti otprilike na gornju trećinu uške.

**Središnja zraka:** usmjerena je oko 15° prema kranijalno (povećati nagib do 20° u bolesnika s izraženijom torakalnom kifozom); ulazi na donjem rubu tiroidne hrskavice (a), odnosno neposredno ispod najizbočenije točke na vratu; cilja na C4 kralježak. Varijanta s okomitom središnjom zrakom, koja cilja na C3 kralježak uz jače zabacivanje glave, nema prednosti. Uvijek treba snimati u potpunom izdahu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se vratni kralješci od gornjeg ruba C3 do Th2, uključujući okolna meka tkiva (b). Sjene mandibule i zatiljne kosti se preklapaju sa C1 i C2 kralješkom; vidljivi su intervertebralni prostori. Podjednaka udaljenost spinoznih nastavaka u odnosu na pedikle dokaz je da nema rotacije kod snimanja. Kutovi donje čeljusti trebaju biti podjednako udaljeni od kralježnice.



### 3.4.2. Lateralna projekcija vratne kralježnice

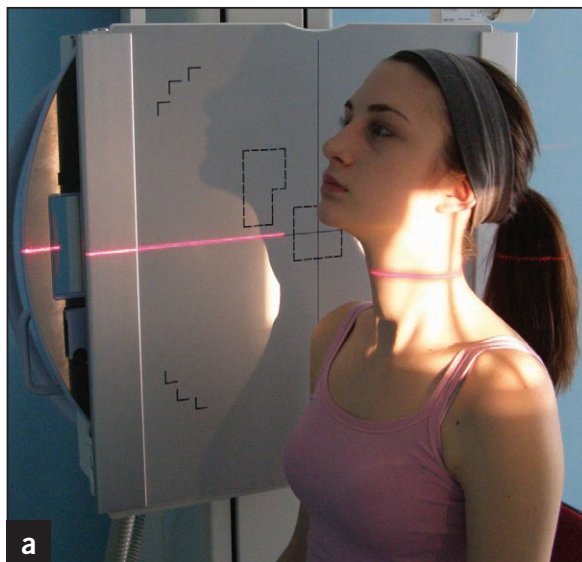
**Položaj bolesnika:** stojeći ili sjedeći bočno prema vertikalnom stativu; rame prisloniti uz stativ. Ramena treba maksimalno spustiti, što se može postignuti pomoću utega; obje ruke treba opteretiti jednakom težinom. Važno je snimati u potpunom izdahu da se toraks spusti zajedno s ramenima.

**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave, vrata i leđa usporedna je s receptorom slike. Spojnica mastoida temporalnih kostiju okomita je na podlogu, brada je lagano odmaknuta da se mandibularni ramusi ne bi preklapali s kralješcima (a). Od bolesnika treba zatražiti da pogledom fiksira jednu točku na zidu jer će tako zadržati namješteni položaj glave tijekom ekspozicije.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os tijela; gornji rub treba postaviti otprilike na gornju trećinu uške.

**Središnja zraka:** vodoravna, okomito je usmjerena na receptor slike, cilja na korpus C4 kralješka koji je u visini donjeg ruba tiroidne hrskavice; ulazi na vertikali koja prolazi kroz mastoid. Udaljenost između žarišta i receptora slike treba povećati za širinu ramena u odnosu na standardnu (otprilike 150 – 180 centimetara) jer je kod ovog radiograma objekt snimanja (vratna kralježnica) udaljen od receptora slike.

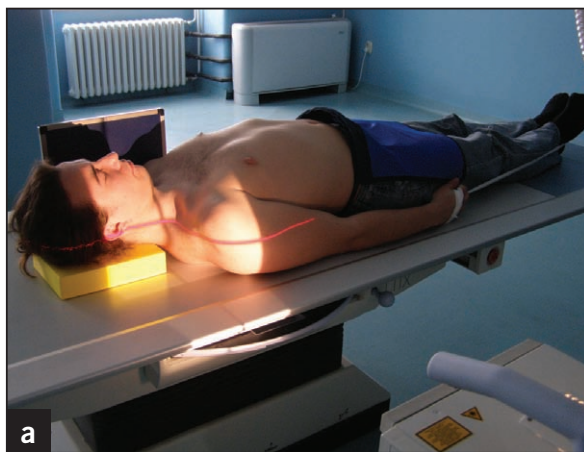
**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se svih 7 vratnih kralježaka; poželjno je prikazati i Th1 kralježak. Mandibula se ne smije preklapati sa C1 i C2 kralješcima; mandibularni ramusi bi se trebali međusobno potpuno preklapati. Otvoreni apofizalni zglobovi s vidljivom zglobovom pukotinom dokaz su da nema rotacije vratne kralježnice kod snimanja (b). Osim koštanih struktura, moraju se također prikazati retrofaringealna meka tkiva.





### 3.4.3. Preinaka lateralnog radiograma u traumatiziranog bolesnika sa sumnjom na ozljedu vratne kralježnice

Ova se projekcija navodi kao zasebna zbog svoje izuzetne važnosti u bolesnika sa sumnjom na ozljedu vratne kralježnice. Treba je učiniti kao prvu u traumatiziranog bolesnika jer o nalazu lateralnog vertebrograma vratne kralježnice ovisi slijed radio-loške dijagnostike, odnosno procjenjuje se mogućnost pomicanja bolesnika tijekom slijedećih dijagnostičkih ili terapijskih postupaka.



**Položaj bolesnika:** ležeći na radiografskom stolu ili na ležećim kolicima (krevetu) kojima je prevezen; ramena je potrebno spustiti; snimati u potpunom izdahu. Ruke u nesvjesnog ili nekooperabilnog boles-

nika treba pasivno potegnuti prema nogama uz obveznu uporabu zaštitne pregače. U bolesnika koji surađuje koristi se vrpca (primjerice zavoj) zategnuta preko stopala koju bolesnik drži rukama, a potiskujući stopalima vrpcu prema dolje (doziranom ekstenzijom u koljenima) spušta vlastita ramena (a).

**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave, vrata i leđa je okomita na podlogu; bradu lagano podignuti da se mandibularni ramusi ne bi preklapali s kralješcima.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela, prisloniti postranično uz vrat bolesnika; donjim rubom receptor treba osloniti na rame i podložiti s lateralne strane. Ako su ramena konstitucijski visoko položena, receptor je bolje postaviti uz rub ramena, ali tada treba povećati udaljenost žarišta i receptora.

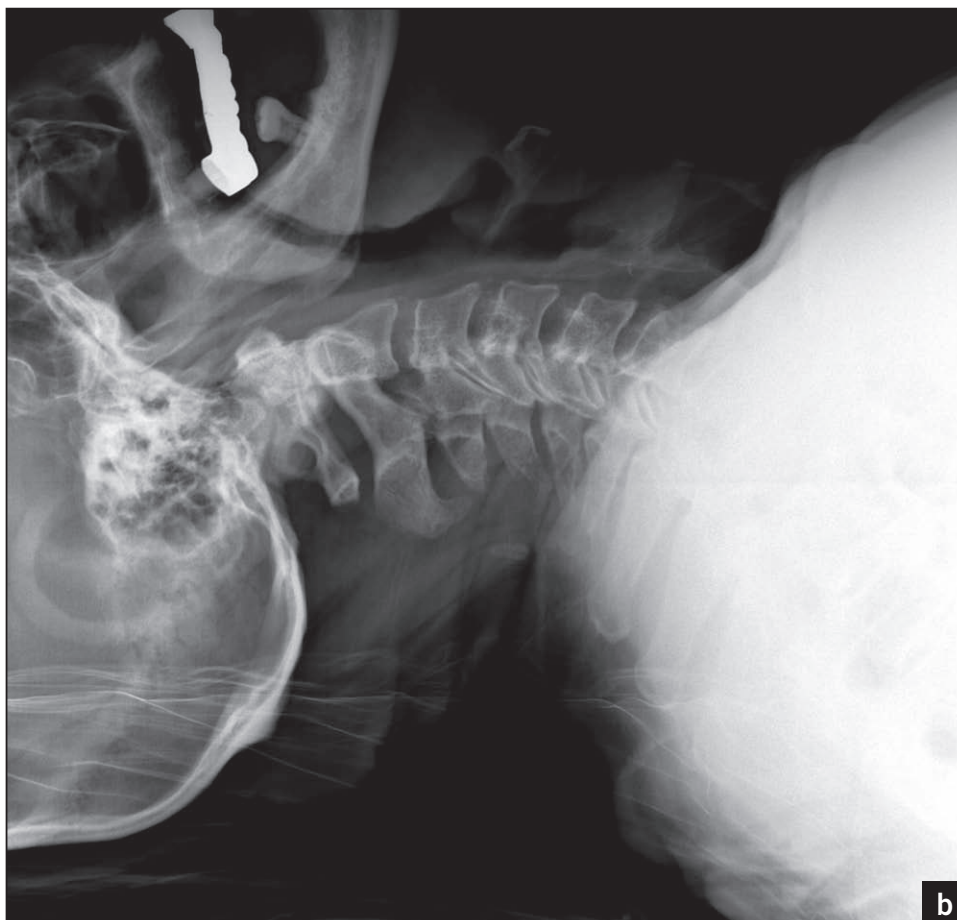
**Središnja zraka:** vodoravna, okomito usmjerena na receptor slike, cilja na C4 kralježak u visini donjeg ruba tiroidne hrskavice, na okomici koja prolazi kroz mastoid. Standardnu udaljenost žarište – receptor slike kod ove projekcije ne treba povećavati ako je objekt u neposrednom kontaktu s receptorom, ali treba ako je receptor prislonjen uz rub ramena.

## Preinaka lateralnog radiograma u traumatiziranog bolesnika sa sumnjom na ozljedu vratne kralježnice

**Kriteriji za procjenu radiograma:** najvažnije je prikazati sve vratne kralješke, uključujući C7, što kod ove projekcije nije uvijek izvedivo (primjerice u bolesnika s krupnijim ramenima i dubokim torakom). Svi ostali kriteriji su kao kod standardnog vertebrograma (b).

**Preinaka:** AP projekcija vratne kralježnice s produženom ekspozicijom po Otonellu. Ovom se metodom postiže zamućenje ili čak nestanak sjene mandibule zbog njezinoga kretanja tijekom ekspozicije. Osobito

je važno čvrsto imobilizirati glavu bolesnika (primjerice vrpcom) da bi se kretanje ograničile isključivo na donju čeljust. Vrijeme ekspozicije mora biti dovoljno dugo da omogući kretanje donje čeljusti tijekom snimanja. Bolesnik treba započeti s pokretima donje čeljusti prije početka ekspozicije (primjerice ponavlja slogove: la, la). Središnja zraka je okomita na sredinu tiroidne hrskavice, ekspozicija je produžena. Prikaže se svih 7 vratnih kralježaka; zahvaljujući zamućenju sjene mandibule, atlas i aksis se također prikažu na radiogramu vratne kralježnice.



### 3.4.4. Funkcionalni radiogrami vratne kralježnice

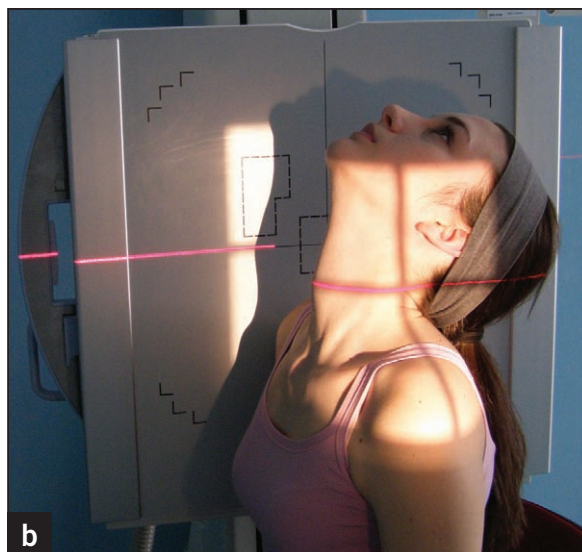
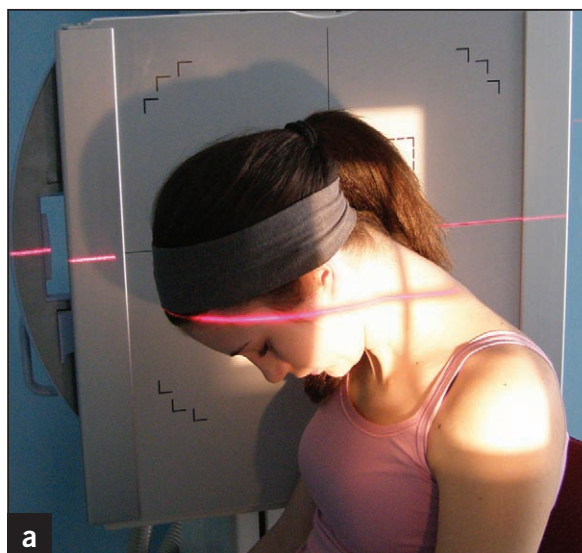
Ovi radiogrami služe prikazu pomaka između pojedinih vratnih segmenata, kod čega patološki pomak ukazuje na ozljedu ligamentarnog sustava. Ne smiju se niti pokušati bez standardnih radiograma kojima prethodno treba isključiti frakturu kralješka ili pomak između kralježaka izvan granica dopuštenog.

**Položaj bolesnika:** stojeći ili sjedeći; rame prisloniti uz vertikalni stativ na način da medijana ravnina glave i trupa bude usporedna sa stativom; snimati u potpunom izdahu.

**Položaj objekta snimanja:** maksimalna antefleksija, zatim retrofleksija glave nastojeći da se tijelo ne pomiče kod snimanja; kretnju ostvariti samo u vratnom dijelu kralježnice. Bolesnik bradom treba pokušati dodirnuti sternum u antefleksiji (a), maksimalno podignuti bradu u retrofleksiji (b).

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela, centar na C4, paziti da se lateralnim rubovima obuhvate svi vratni kralješci uključujući prominentni spinozni nastavak C7 kralješka.

**Središnja zraka:** vodoravna, okomito je usmjerena na podlogu, cilja na C4 kralježak u visini donjeg ruba tiroidne hrskavice. Udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike treba povećati za širinu ramena u odnosu na standardnu projekciju (otprilike 150 – 180 centimetara).





**Kriteriji za procjenu radiograma:** trup mandibule bi trebao biti gotovo okomit kod maksimalne ante-fleksije (c) u bolesnika bez patologije; prikaže se svih sedam spinoznih nastavaka koji su kod ante-fleksije razmaknuti. Kod maksimalne retrofleksije (hiperekstenzije), mandibularni ramus gotovo je vodoravan, spinozni su nastavci međusobno zbijeni (d).



### 3.4.5. AP kose projekcije vratne kralježnice – RPO i LPO

Kosi radiogrami služe prikazu intervertebralnih otvora (foramina) kojima izlaze spinalni živci. Uvijek se snimaju obje strane zbog usporedbe.



**Položaj bolesnika i objekta snimanja:** stojeći (sjedeći) ili ležeći leđima okrenut prema receptoru slike; tijelo zakrenuti oko 45° tako da se rame nesnimane strane prisioni uz vertikalni stativ ili na radiografski stol, a suprotno rame odmakne od podloge (a). Važno je zadržati glavu, vrat i trup u istoj medijanoj ravnini, a to je lakše učiniti u stojećem stavu; u ležećem su potrebni brojni podlošci. Bradu treba odmaknuti, *mentum* podignuti, da se izbjegne preklapanje donje čeljusti i kralježnice. Foramina snimane strane su kod ove projekcije bliža rendgenskoj cijevi u odnosu na nesnimanu stranu.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os tijela; centar postaviti na C3, što znači oko dva centimetra iznad najizbočenije točke na vratu zbog kose središnje zrake.

**Središnja zraka:** ukošena je prema kranijalno 15 – 20° prateći kut foramina, ulazi na sternokleido-mastoidnom mišiću u visini donjeg ruba tiroidne

hrskavice. Udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora treba povećati u odnosu na standardnu AP projekciju na 150 ili 180 centimetara; snimati u potpunom izdahu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** otvorena su intervertebralna foramina od C2/C3 do C7/Th1 (b); također su djelomično otvoreni diskalni prostori; podjednaka je veličina i oblik foramina; mandibula se ne smije preklapati s kralješcima.



### 3.4.6. PA kose projekcije vratne kralježnice – RAO i LAO

PA radiogrami su alternativa AP projekcijama; podjednaka je udaljenost snimanih foramina u odnosu na podlogu.



**Položaj bolesnika i objekta snimanja:** stojeći (sjedeći) ili ležeći licem okrenut prema podlozi; tijelo je zakrenuto oko  $45^\circ$  u odnosu na podlogu; rame snimane strane treba prisloniti uz vertikalni stativ ili na radiografski stol (a); važno je zadržati glavu, vrat i trup u istoj medijanoj ravnini. Kod ležećeg stava tijelo treba odmaknuti od podloge uz pomoć koljena i lakta suprotne strane kojima se bolesnik odupire, a glavu podložiti. Foramina snimane strane su kod ove projekcije bliža receptoru slike u odnosu na nesnimanu stranu. Međutim, u AP i PA varijanti, foramina koja se žele prikazati su relativno udaljena od receptora slike zbog interpozicije ramena. Bradu treba odmaknuti od kralježnice da se izbjegne preklapanje. Paziti da se glava ne zakrene u odnosu na medijanu ravninu.

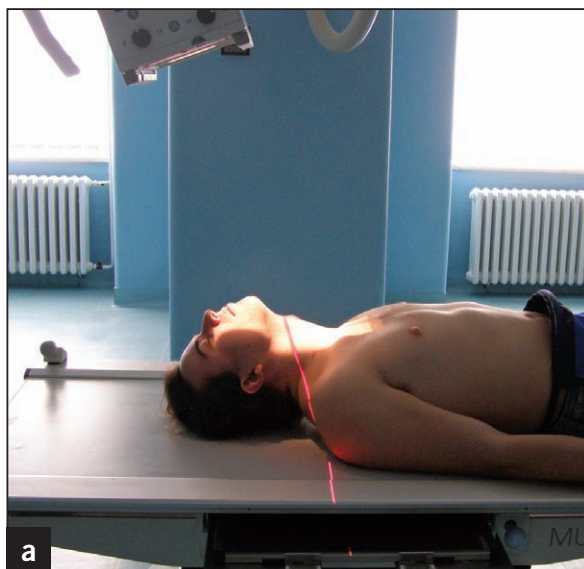
**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os tijela, centar na C5 (oko dva centimetra ispod najizbočenije točke na vratu) zbog kose središnje zrake; gornji rub otprilike u visini vanjskoga slušnog otvora.

**Središnja zraka:** ukošena prema kaudalno  $15 - 20^\circ$  tako da prati kut foramina, cilja na C4; udaljenost žarište-film treba povećati na 150 centimetara. Snimati u potpunom izdahu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** otvorena su intervertebralna foramina bliža filmu od C2/C3 do C7/Th1 (b); dijelom su otvoreni diskalni prostori; foramina su podjednake veličine i oblika; mandibula se ne smije preklapati s kralješcima.

### 3.4.7. AP kosa projekcija arkusa i apofizalnih zglobova cervikotorakalnog prijelaza

Primjenjuje se tek nakon što se isključi frakturu standardnim snimkama; služi za prikaz posteriornih elemenata donjih vratnih i gornjih torakalnih kralježaka (prva 3 torakalna kralješka). Prikazu se artikularni nastavci i pripadajuća zglobna tijela, lamine i spinozni nastavci. Zahvaljujući nagibu središnje zrake, izbjegava se preklapanje korpusa i poprečnih nastavaka s arkusima vratnih kralježaka.



**Položaj bolesnika:** ležeći na radiografskom stolu; medijana ravnina tijela je u središnjoj ravnini stola; ruke su uz tijelo bolesnika; ramena treba spustiti na podlogu tako da leže u istoj vodoravnoj ravnini.

**Položaj objekta snimanja:** središnja ravnina glave i vrata okomita je na radiološki stol. Glavu treba maksimalno retroflektirati da bi ova projekcija bila uspješna. Ipak, ne smije se prijeći granica kod koje pacijent signalizira bol.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili 24 x 30 centimetara, ovisno o konstituciji bolesnika; postaviti uzdužno na os tijela. Centar receptora treba biti na spinoznom nastavku C7 kralješka.

**Središnja zraka:** ukošena je prema kaudalno 20 – 30° (a) za prikaz zglobnih pukotina apofizalnih zglobova, što ovisi o cervikalnoj lordozi u snimanog bolesnika; veći nagib se rabi kod izraženije lordoze. Ulazno mjesto na vratu je gornji rub tiroidne hrskavice; snimati u potpunom izdahu.

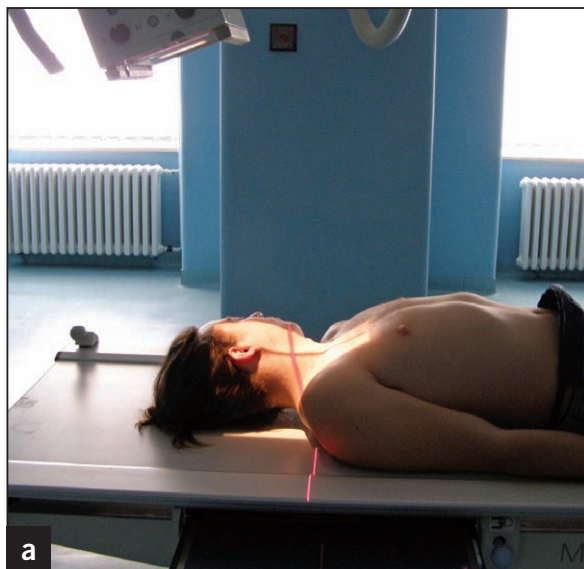
**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaz lukova kralježaka, gornjih i donjih artikularnih nastavaka bez preklapanja s trupovima i poprečnim nastavcima (b); zglobne pukotine apofizalnih zglobova moraju se otvoriti na radiogramu.





### 3.4.8. AP kose projekcije arkusa i zglobnih nastavaka cervikotorakalnog prijelaza sa zakretanjem glave

Ove projekcije služe kao zamjena prethodnoj kada bolesnik ne može učiniti hiperekstenziju vratne kralježnice. Snimaju se dvije projekcije u paru kod čega se glava zakreće na lijevu, potom na desnu stranu.



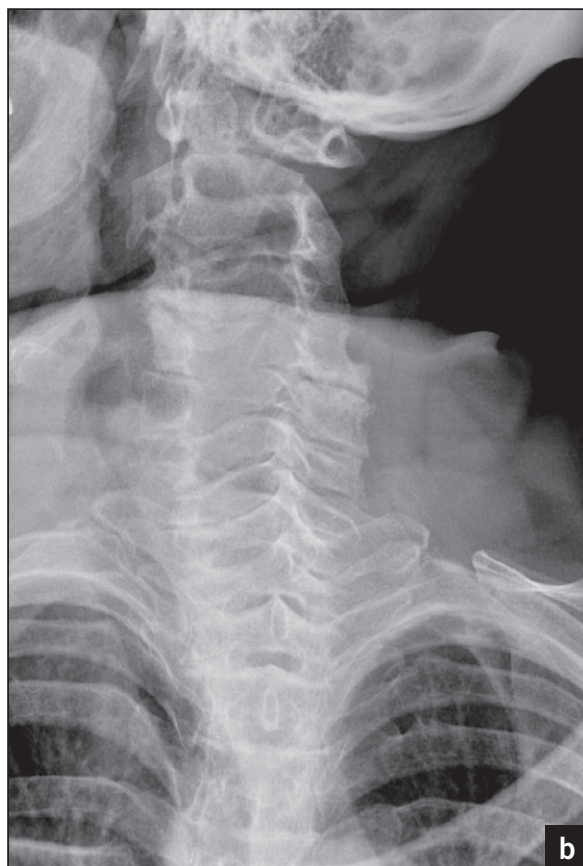
**Položaj bolesnika:** ležeći na radiografskom stolu; ruke su uz tijelo; ramena spustiti na podlogu tako da leže u istoj vodoravnoj ravnini.

**Položaj objekta snimanja:** okrenuti glavu više od 45° na svaku stranu za dvije projekcije (a).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os tijela, gornjim rubom otprilike na mastoidnom nastavku; centar na trnastom nastavku C7 kralješka.

**Središnja zraka:** ukošena prema kaudalno 20 – 30° za prikaz zglobnih pukotina apofizalnih zglobova, ovisno o cervikalnoj lordozi pacijenta; veći nagib kod izraženije lordoze. Središnja zraka ulazi na vertikali koja prolazi kroz vanjski slušni otvor u visini gornjeg ruba tiroidne hrskavice, cilja na C7 kralježak.

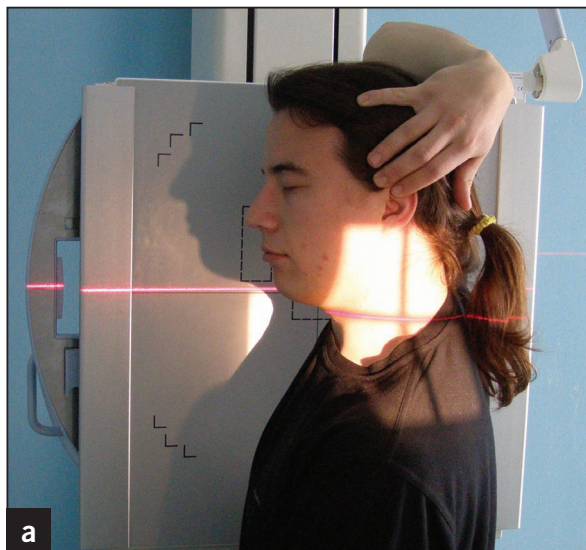
**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se arkusi kralježaka, posebice gornji i donji artikularni nastavci bez preklapanja korpusa i poprečnih nastavaka (b); otvorene su zglobne pukotine apofizalnih zglobova barem na jednoj strani.





## 3.5. RADIOGRAMI CERVIKOTORAKALNOG PRIJELAZA

### 3.5.1. Lateralna projekcija cervikotorakalnog prijelaza po Twiningu



Ova se projekcija često naziva lateralnom projekcijom plivača.

**Položaj bolesnika:** stojeći ili sjedeći uz vertikalni stativ; medijana ravnina glave, vrata i leđa usporredna je s receptorom slike. Ruku koja je bliža stativu treba podignuti iznad glave, podlakticu osloniti na glavu i pokušati uhvatiti uho suprotne strane (a); nadlakticu prisloniti što bliže uz podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** rame bliže cijevi maksimalno spustiti i minimalno pomaknuti prema naprijed, rame uz stativ podignuti i sasvim oprezno pomaknuti prema natrag ili obrnuto, ovisno o konstituciji bolesnika. Suprotan smjer zakretanja ramena omogućit će da se izbjegne preklapanje ramena s kralježnicom kod čega zakretanje ramena ne smije dovesti do istodobnog zakretanja kralježnice. Ako bolesnik dobro surađuje i može zadržati položaj tijela u koji je postavljen, u obzir dolazi produžena ekspozicija uz plitko disanje tijekom snimanja čime će se izbrisati (zamutiti) plućni crtež koji se inače preklapa sa sjenom prsnih kralježaka.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela; centar treba postaviti na cervikotorakalni prijelaz (C7/Th1); obratiti pozornost na kolimaciju rendgenskog snopa prema veličini receptora slike da bi se izbjegao utjecaj raspršenog zračenja na receptor jer se u profilnoj projekciji radi o masivnom dijelu tijela.

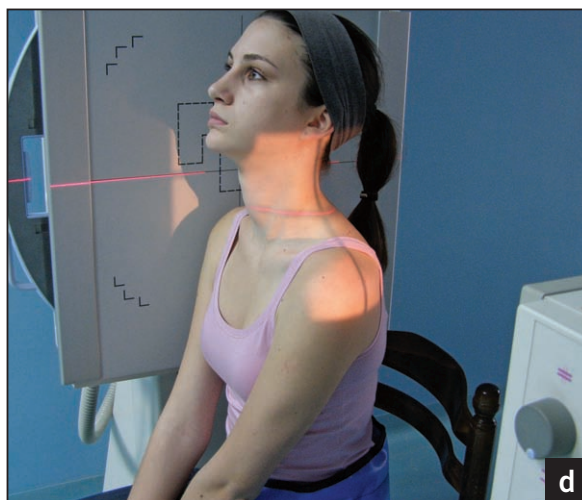
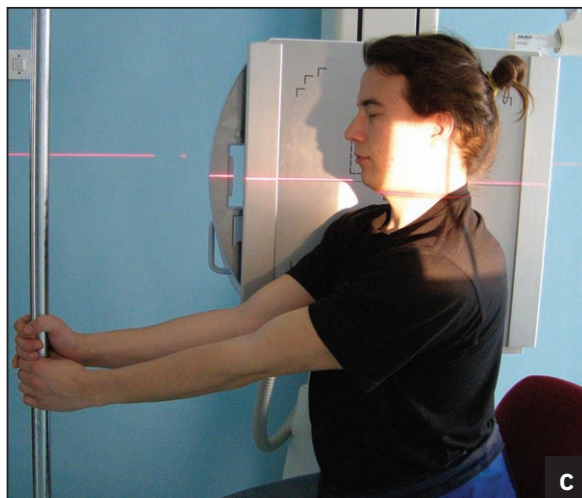


## Lateralna projekcija cervikotorakalnog prijelaza po Twiningu

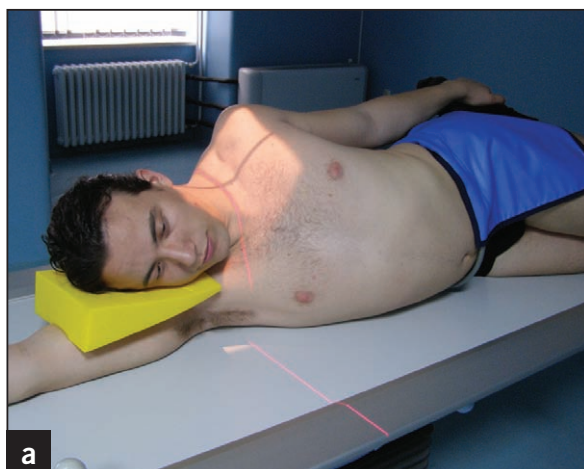
**Središnja zraka:** ulazi na liniji koja se spušta okomito s vrha mastoida. Usmjerena je na intervertebralni prostor C7/Th1 koji je smješten otprilike pet centimetara iznad visine jugularne incizure. Smjer je okomit kada je rame bliže cijevi dovoljno spušteno; ukositi oko  $5^\circ$  prema dolje kod atletski građenih muškaraca ili pretilih bolesnika s visokim stavom ramena.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** trebaju biti prikazani donji cervikalni i gornji torakalni kralješci (otprilike C5 do Th4) u čistoj lateralnoj projekciji, bez zakretanja (b). Ramena se ne smiju međusobno preklapati na snimci. Prodornost zračenja mora biti dostatna za prikaz kralježaka kroz mišićnu masu ramena.

Postoje i preinake radiograma cervikotorakalnog prijelaza. Prva je položaj skijaša na vodi (c) kada bolesnik s ispruženim rukama i ramenima potisnutim prema naprijed drži stup za infuziju ispred sebe. Druga preinaka uključuje ispružene ruke koje bolesnik postavlja između vlastitih nogu uz potiskivanje ramena prema naprijed (d).



### 3.5.2. Radiogram cervikotorakalnog prijelaza po Pawlowu



Ova je projekcija slična Twiningovoj projekciji, ali se izvodi u ležećem stavu tijela. Ruke su u istom položaju kao kod prethodnog radiograma s tim da sada bolesnik leži na ruci ispruženoj prema gore naslanjajući glavu na nadlakticu, dok rame ruke koja je bliža rendgenskoj cijevi bolesnik spušta hvatajući šakom vlastitu flektiranu potkoljenu (a). Na radiogramu se prikaže cervikotorakalni prijelaz bez preklapanja sa sjenom nadlaktičnih kostiju (b).



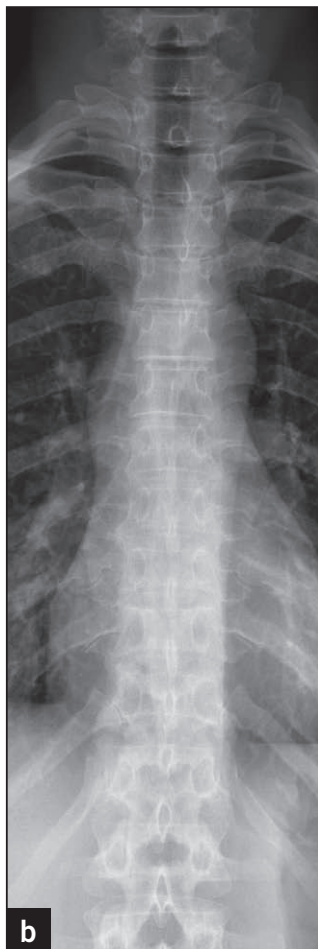
## 3.6. TORAKALNI VERTEBROGRAMI

### 3.6.1. AP projekcija torakalne kralježnice



**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu ili stojeći leđima prislonjen uz stativ; ruke treba ispružiti, privući postrance uz tijelo; ramena se moraju prisloniti na podlogu (a). U stojećem stavu noge su ispružene. U ležećem su stavu noge flektirane u koljenima i kukovima. Treba staviti podložak ispod koljena.

**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave, vrata i tijela treba biti u sredini rešetke, okomita u odnosu na podlogu.



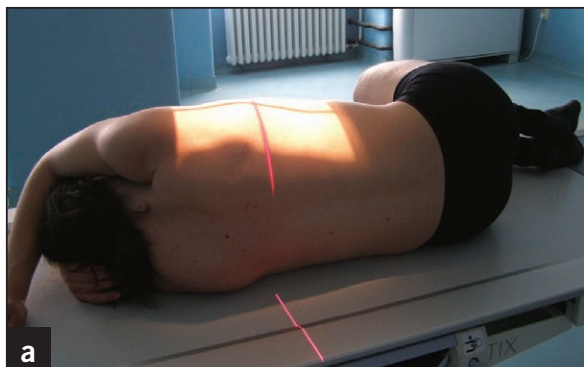
**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra ili 35 x 43 centimetra kod veće deformacije toraksa, primjerice kifoskolioze; gornji rub postaviti 3 – 4 centimetra iznad ruba ramena.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na polovicu spojnice jugularne incizure i ksifoidnog nastavka prsne kosti, što obično odgovara Th7 kralješku. Treba snimati u izdahu ili produljenom ekspozicijom uz plitko disanje zbog brisanja ili zamućenja sjene rebara. Problem je veći radiodenzitet torakalne kralježnice u donjem dijelu gdje se preklapaju sjene abdominalnih organa i srca u odnosu na gornju polovicu s kojom se na radiogramu preklapaju manje voluminozne strukture gornjeg medijastinuma. Ujednačenost denziteta torakalne kralježnice može se postignuti koristeći "heel effect" na način da se katodnu stranu cijevi usmjeri prema donjem dijelu tijela zbog čega veća količina radijacije dopijeva u donji dio toraksa. Postoje i klinasti filtri na izlazu rendgenske cijevi kojima se također postiže nejednakomjerno izlaganje tijela rendgenskom zračenju. Dobar je način kompenzacije kod film-folijskih sustava, da bi se postiglo jednako-mjerno osvjetljenje receptora slike, korištenje diferencijalnih (graduiranih) folija koje nejednakomjerno reagiraju na rendgensko zračenje, odnosno jače osvjetljuju jednu polovicu rendgenskog filma.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** moraju se prikazati svi torakalni kralješci (b) uz širok raspon optičkog denziteta (ili treba odvojeno snimati gornji i donji dio kralježnice); snop zračenja treba kolimirati prema širini kralježnice; spinozni nastavci moraju se projicirati na sredini radiograma. Važno je kod pojačane torakalne kifoze smanjiti standardnu udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike kako bi se iskoristila veća divergencija rendgenskog snopa za odgovarajuću projekciju intervertebralnih prostora.



### 3.6.2. Lateralna (profilna) projekcija torakalne kralježnice



**Položaj bolesnika:** stojeći postrance uz stativ ili ležeći bočno na radiografskom stolu. Poželjno je lijevu stranu postaviti bliže filmu da bi se smanjilo preklapanje srčane sjene i korpusa kralježaka. Potrebno je podložiti slabine kod mršavijih bolesnika; fleksijom u kukovima i koljenima treba postignuti udoban položaj (a); ponekad treba staviti podložak između koljena kako bi se izbjegla rotacija zdjelice.

**Položaj objekta snimanja:** medijana ravnina glave, vrata i tijela mora biti usporedna s podlogom. Ruke su maksimalno flektirane u laktovima i anteflektirane u ramenima, prslonjene uz glavu bolesnika da bi se podigla rebra i otvorila intervertebralna foramina.

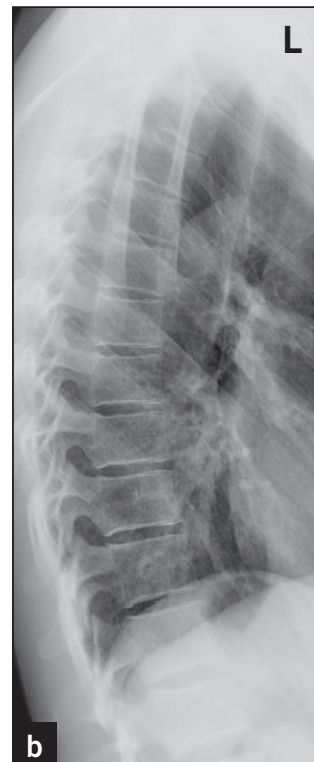
**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra standardno; 35 x 43 centimetra kada se radi o izrazitoj kifozi ili skoliozi. Gornjim rubom receptor ne treba prelaziti spinozni nastavak C7 jer se nekoliko gornjih torakalnih kralježaka ionako ne prikaže zbog superpozicije ramena. Posebice je važna uska kolimacija rendgenskog snopa jer se koristi prodorno rendgensko zračenje koje može uzrokovati veliko raspršenje.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na objekt i receptor slike. Ukositi prema kranijalno do 15° kada su ramena značajno šira od zdjelice (obično u muškaraca) ili kaudalno u obrnutom slučaju (češće u žena). Središnju zraku treba centrirati na Th7 kralježak koji se nalazi otprilike u visini donjeg ruba skapule u stražnjoj polovici toraksa. Treba snimati u

izdahu ili produljenom ekspozicijom uz plitko disanje da bi se izbrisale sjene rebara i vaskularne sjene u plućima (autotomografija).

#### Kriteriji za procjenu radiograma:

jasno se prikazu kralješci kroz rebra i vaskularne plućne sjene (b). Ne može se očekivati prikaz kranijalnih segmenata (obično Th1 do Th3) zbog superpozicije ramena kod ovog radiograma. Rebra s desne i lijeve strane u stražnjem dijelu moraju se preklapati što dokazuje da nije bilo zakretanja kralježnice kod snimanja. Intervertebralni prostori su otvoreni. Važna je uska kolimacija snopa da se smanji količina raspršenog zračenja koja bitno umanjuje kvalitetu radiograma.



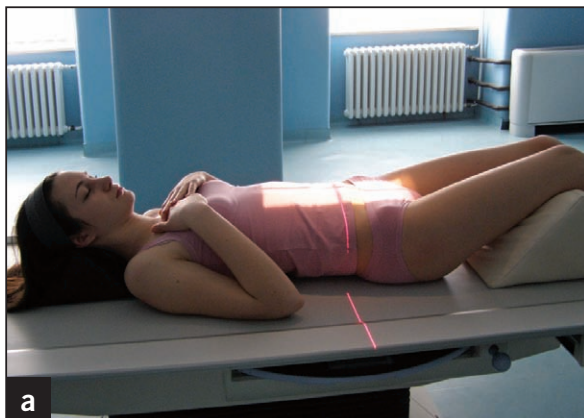
Dopunske AP i PA kose projekcije torakalne kralježnice za prikaz intervertebralnih artikulacija (apofizalnih zglobova) rijetko se rabe. Početni je profilni položaj, slijedi zakretanje oko 20° prema naprijed (PA) ili natrag (AP) iz početnog položaja tako da frontalna (koronalna) ravnina tijela zatvara s podlogom kut od 70°. Središnja je zraka okomito usmjerena na Th7 kralježak koji je otprilike u visini donjeg ruba skapule. PA projekcije prikazuju apofizalne zglobove koji su bliži receptoru slike, dok AP projekcije prikazuju one koji su udaljeni od podloge, dakle bliži rendgenskoj cijevi.

## 3.7. RADIOGRAMI LUMBALNE I LUMBOSAKRALNE KRALJEŽNICE

### 3.7.1. AP projekcija lumbalne (lumbosakralne) kralježnice

U pripremi za radiografiju treba smanjiti fekalne mase i plin u crijevima za sve abdominalne ili pelvične projekcije skeleta (nužna je dijeta dva dana prije pretrage, a rijetko su potrebni laksativi). Važno je isprazniti mokraćni mjehur prije snimanja. Najčešće se rabi AP projekcija; PA je bolja opcija u stojećem položaju. AP projekcija je nepovoljna ukoliko je lumbalna lordoza povećana jer divergentni rendgenski snop ne prati smjer intervertebralnih prostora. Upravo zato se PA projekcija lumbalne kralježnice, kod koje su divergentne rendgenske zrake gotovo usporedne s intervertebralnim prostorima, često koristi u stojećem stavu i u bolesnika s hiperlordozom. U ležećem stavu fiziološku lordozu treba smanjiti fleksijom kukova i koljena. U bolesnika s jakom boli iznimno se može koristiti dijaskopski uređaj na način da ga se, zajedno sa stolom, iz stojećeg postavi u ležeći položaj i učini standardni radiogram. Nadalje, za svaku novu projekciju treba ponovno podignuti stol, postaviti bolesnika u položaj za slijedeću projekciju i stol spustiti u vodoravni položaj.

**Položaj bolesnika:** za AP projekciju većinom se koristi ležeći položaj, osim kod jakih bolova. Ramena i kukove treba položiti u istu vodoravnu ravninu. U



stojećem stavu treba odabrati PA projekciju kod koje je povoljniji smjer divergentnoga rendgenskog zračenja u odnosu na intervertebralne prostore, ali treba računati na uvećanje sjene objekta (kralježnice). Upravo je zato prvi izbor AP projekcija lumbalne kralježnice. Središnju ravninu tijela treba postaviti u sredinu rešetke.

**Položaj objekta snimanja:** u ležećem stavu ruke treba flectirati u laktovima, prekrížiti na prsima; noge flectirati u kukovima i koljenima zbog izravnjanja fiziološke lordoze (a). U stojećem stavu ruke treba postaviti iznad glave; tijelo prisloniti trbuhom i prsima uz vertikalni stativ.

**Receptor slike:** za lumbosakralnu kralježnicu neki autori preporučuju 35 x 43 centimetra ili 30 x 40 centimetara, no najčešće je dovoljna uža kolimacija rendgenskog snopa uz format 18 x 43 centimetra, osim kod skolioze. Centar receptora slike treba postaviti na ilijačnu kristu (visina L4 kralješka); gornji rub je otprilike u visini ksifoida. Za radiogram lumbalne kralježnice rabi se format 24 x 30 centimetara, a centar receptora se postavlja 4 centimetra iznad ilijačne kriste.

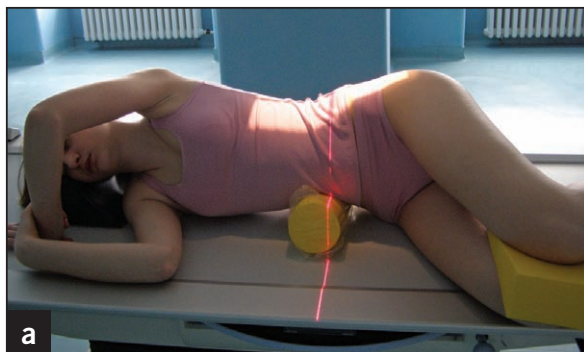
**Središnja zraka:** okomito ulazi u medijanoj ravnini u visini spojnice ilijačnih krista za vertebrogram lumbosakralne kralježnice. Kriste treba pažljivo palpirati da ih se ne zamijeni s nakupinom masnog tkiva ili mišićnom masom. Središnja zraka ulazi 4 centimetra kranijalnije kada se snima samo lumbalna kralježnica, također u medijanoj ravnini. Udaljenost žarišta rendgenske cijevi i receptora slike je najmanje 120 centimetara kako bi se smanjila deformacija objekta. Potrebno je snimati u izdahu kada je manji anteroposteriorni promjer trbuha, odnosno količina raspršenog zračenja koje umanjuje oštrinu radiograma.

## AP projekcija lumbalne (lumbosakralne) kralježnice



**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se nekoliko kaudalnih torakalnih kralježaka, svi lumbalni kralješci i sakrum kod lumbosakralne projekcije (b); kolimacija rendgenskog snopa je prilagođena lateralnim rubovima psoasa. Otvoreni su intervertebralni prostori osim L5/S1 kojeg se ovom projekcijom u pravilu ne može prikazati. Sakroilijačni zglobovi trebaju biti podjednako udaljeni od kralježnice kod radiograma lumbosakralne kralježnice. Kod lumbalnog vertebrograma važno je obuhvatiti Th12 i S1 kralješke. U obje se varijante spinozni nastavci lumbalnih kralježaka moraju projicirati u sredinu korpusa (osim kod skolioze).

### 3.7.2. Profilna projekcija lumbalne i lumbosakralne kralježnice



**Položaj bolesnika:** lateralna projekcija može se izvesti ležeći bočno na radiografskom stolu ili stojeći u profilu uz vertikalni stativ. Ako postoji lumbalna skolioza, tada konveksitet mora biti okrenut prema podlozi, suprotno od žarišta rendgenske cijevi. Divergencija rendgenskog snopa u tom se slučaju koristi za bolji prikaz intervertebralnih prostora. Posebice je važno primijeniti to pravilo u stojećem stavu bolesnika jer se tada pojačava skolioza.

**Položaj objekta snimanja:** ruke treba flektirati u laktovima pod pravim kutom. Gornjom se rukom treba oduprijeti prema podlozi, a donjom, koja se lateralnim rubom osloni na podlogu i odmakne od tijela treba prihvatiti gornju. Noge flektirati u kukovima i koljenima. Treba staviti podložak između koljena kako bi se onemogućilo zakretanje zdjelice. Kod mršavijih pacijenata i šire zdjelice treba umetnuti podložak pod slabinu da se spriječi laterofleksija lumbalne kralježnice (a), odnosno da spojnica ilijačnih krista bude okomita na podlogu.

**Položaj receptora slike:** za lumbosakralnu kralježnicu ponekad se rabi 35 x 43 centimetra ili 30 x 40 centimetara, no najčešće je dovoljan format 18 x 43 centimetra. Kod hiperlordoze ili izraženije skolioze preporučuje se upotrijebiti veći format. Ukoliko se snima samo lumbalna kralježnica, dovoljan je format 24 x 30 centimetara. Gornji rub treba postaviti otprilike u visini ksifoidnog nastavka sternuma; receptor slike centrirati na ilijačnu kristu za radiogram

lumbosakralne kralježnice, odnosno 4 centimetra kranijalnije za radiogram lumbalne kralježnice. Uska kolimacija rendgenskog snopa ovdje je presudna zbog velikog rasapa (masivan objekt).

**Središnja zraka:** okomito usmjerena na vrh ilijačne kriste (L4) za lumbosakralni vertebrogram, 4 centimetra kranijalnije za radiogram lumbalnog segmenta u srednjoj aksilarnoj liniji. Ponekad je potrebno ukositi središnju zraku 5 – 10° prema glavi kod masivnijeg trupa u odnosu na zdjelicu, odnosno prema nogama kod jako široke zdjelice i uskih ramena. Središnja zraka uvijek ulazi u srednjoj aksilarnoj liniji. Snimati u potpunom izdahu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaz Th12 kralješka, svih lumbalnih kralježaka i sakruma kod lumbosakralnog vertebrograma. Radiogram lumbalne kralježnice mora obuhvatiti Th12 i S1 kralješke. Intervertebralni prostori moraju biti otvoreni (b) što je vrlo teško postignuti kod skolioze. Stražnji rub lumbalnih korpusa ne smije biti podvostručen; obje ilijačne kriste moraju se gotovo potpuno preklapati. Na radiogramu se moraju prikazati spinozni nastavci kao i foramina od L1 do L4. Foramina u razini L5/S1 ovom se projekcijom slabije prikazuju u profilu zbog svojega kosog smjera.





### 3.7.3. AP kose projekcije lumbalne kralježnice – RPO i LPO



Svrha je prikazati artikularne nastavke lumbalnih kralježaka koji u većine bolesnika zatvaraju kut od 30° do 50° s korpusima, odnosno apofizalne zglobove koji se u lumbalnom segmentu kralježnice često nazivaju fasetnim zglobovima. Značajne su varijacije kutova između različitih ispitanika, ali i razlika između dvije strane u istog pacijenta može biti značajna, posebice u bolesnika sa skoliozom. Uvijek se snimaju obje strane (RPO i LPO) zbog usporedbe.

**Položaj bolesnika:** ležeći na radiografskom stolu ili stojeći uz vertikalni stativ. U ležećem stavu bolesnik flektiranom rukom i nogom nesnimane strane stabilizira položaj (isto je moguće postignuti pomoću podložaka). Stojeći je položaj manje povoljan kod bolesnika s većim trbuhom koji uzrokuje nastanak veće količine raspršenog zračenja.

**Položaj objekta snimanja:** bolesnik se iz položaja leđima prema podlozi treba zakrenuti oko 40° tako da podigne nesnimanu stranu pazeći da glava i trup ostanu u istoj mediosagitalnoj ravnini (a), što je lakše postignuti u stojećem stavu. Prikazu se zglobovi koji su bliži receptoru slike. Za kosu projekciju L5/S1 zgloba potrebno je manje zakretanje (oko 30°).

**Receptor slike:** neki autori preporučuju 30 x 40 centimetara, no ako nema veće deformacije kralježnice dovoljan je format 24 x 30 centimetara. Centar receptora slike je 4 centimetra iznad ilijačne kriste,

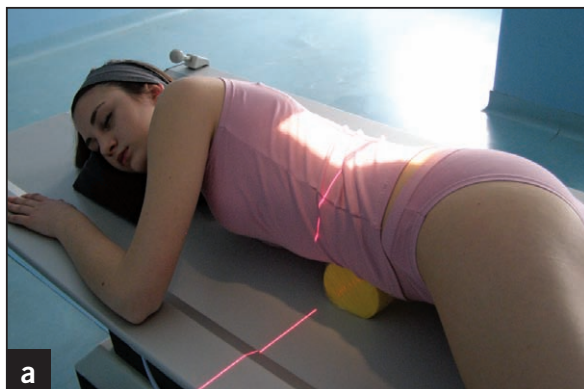
gornji rub otprilike u visini ksifoida. Za radiograme apofizalnih zglobova L5/S1 centar treba postaviti kaudalnije od kriste.

**Središnja zraka:** usmjerena je okomito na receptor slike, ulazi 4 centimetra iznad kriste (visina L3 kralješka) na vertikali smještenoj oko 4 centimetra medijalno od elevirane prednje gornje ilijačne spine. Potreban je potpuni izdah kod snimanja. Za L5/S1 segment središnja zraka ulazi 4 centimetra medijalno od prednje gornje ilijačne spine nesnimane strane.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** kod dobre projekcije artikularni nastavci svojom konturom imitiraju obrise “škotskog terijera”; prikazu se svi lumbalni segmenti uključujući Th12 i S1 kralježak. Kod nedovoljnog zakretanja, pedikl se projicira u prednjem segmentu, a kod prevelikog zakretanja u stražnjem segmentu korpusa odgovarajućeg kralješka. U pravilu se kod zakretanja oko 40° dobro prikazu fasetni zglobovi od L1 do L5 kralješka (b). Ako su od dijagnostičkog interesa apofizalni zglobovi u razini L5/S1, potrebna je zasebna projekcija s manjim kutom zakretanja (oko 30°), no tada ostali segmenti neće biti odgovarajuće prikazani.



### 3.7.4. PA kose projekcije lumbalne kralježnice – RAO i LAO



Rabe se kao alternativa AP projekcijama, kada bolesnik ne može legnuti na leđa, primjerice zbog lumbalne boli. Pozicioniranje bolesnika kod PA projekcije je nešto lakše u odnosu na AP, ali zbog povećane udaljenosti snimanog objekta od receptora slika smanjena je oštrina radiograma.

**Položaj bolesnika:** ležeći trbuhom na radiografskom stolu ili stojeći prislonjen trbuhom uz stativ. Ležeći je položaj u prednosti jer smanjuje sagitalni promjer trbuha i povećava oštrinu radiograma.

**Položaj objekta snimanja:** bolesnika iz položaja trbuhom prema podlozi treba zakrenuti oko 45° tako da podigne snimanu stranu (a). Postignuti se položaj može olakšati odgovarajućim podloščima. Glava i trup moraju prigodom okretanja ostati u istoj medijanoj ravnini što je lakše postignuti u stojećem stavu. Kod ležećeg stava bolesnik se podupire flektiranom rukom i nogom snimane strane. Prikazu se zglobovi koji su udaljeni od receptora slike. Ako se želi prikazati L5/S1 segment, treba smanjiti kut rotacije u odnosu na receptor slike.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara; kod većih deformacija, primjerice skolioze i hiperlordoze treba koristiti format 30 x 40 centimetara. Format treba postaviti uzdužno na os tijela; centar u visini L3, što znači 4 centimetra iznad ilijačne kriste. Za prikaz

L5/S1 segmenta treba centrirati dva centimetra kaudalnije od kriste.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena, otprilike pet centimetara lateralnije od trnastih nastavaka lumbalnih kralježaka, četiri centimetra iznad visine ilijačne kriste. Za prikaz lumbosakralnog prijelaza središnja zraka ulazi dva centimetra kaudalnije od kriste. Potpuni izdah kod snimanja.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** kod ispravne projekcije artikularni nastavci daju sliku “škotskog terijera”; prikaz svih lumbalnih segmenata uključujući Th12 i S1 (b). Kod premale rotacije pedikl se projicira u prednjem, a kod prevelike u stražnjem dijelu korpusa odgovarajućeg kralješka.



### 3.7.5. Funkcionalni radiogrami lumbalne kralježnice u antefleksiji i retrofleksiji

Služe za procjenu međusobne pokretljivosti lumbalnih kralježaka kada se očekuje ograničenje pokreta, odnosno funkcionalni blok odgovarajućeg segmenta, te nakon operacijske korekcije kongenitalne fuzije kralježaka.

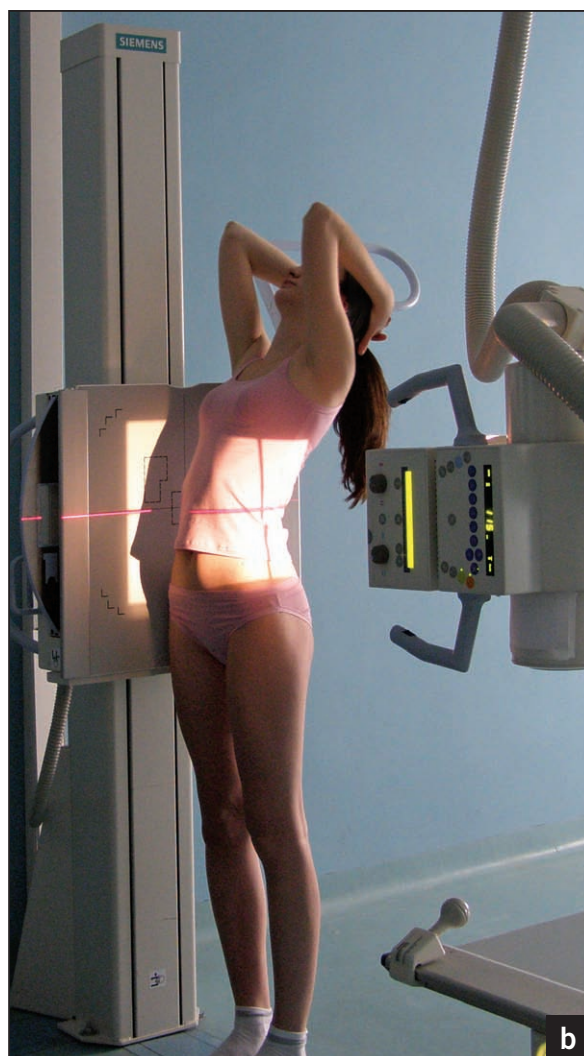


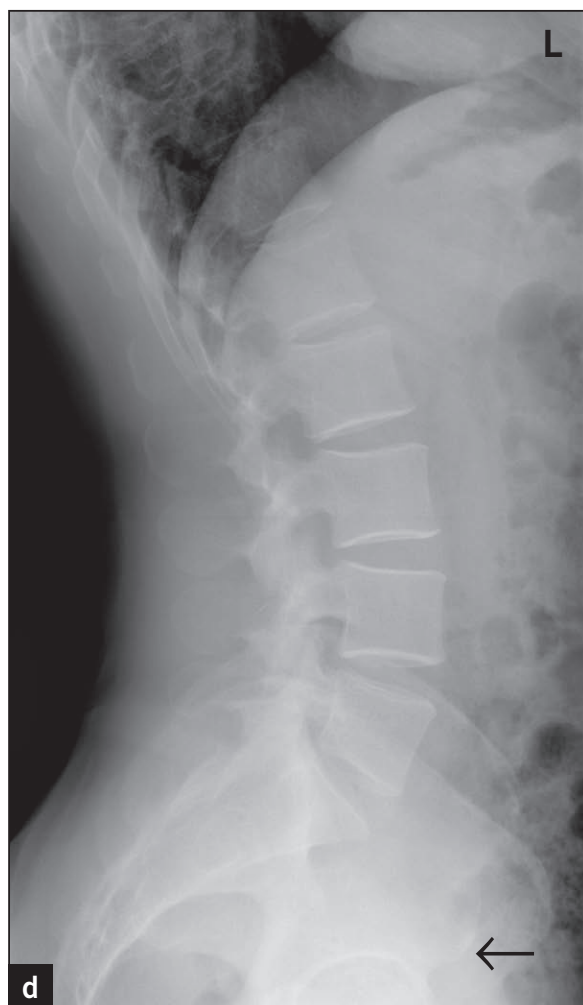
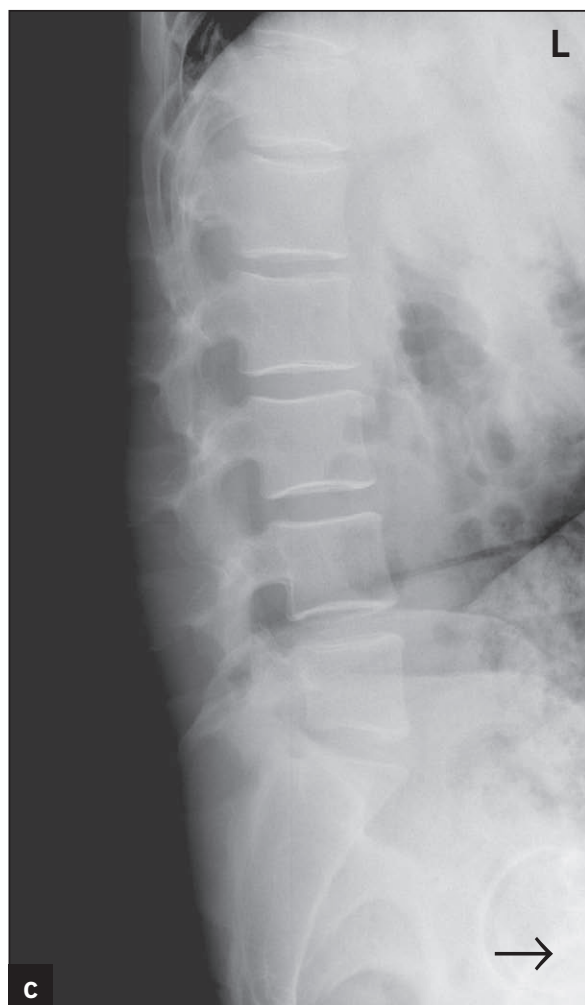
**Položaj bolesnika:** bočno ležeći na radiografskom stolu ili stojeći uz stativ s rukama na zatiljku. Medijalna ravnina tijela mora biti usporedna s podlogom.

**Položaj objekta snimanja:** kod maksimalne antefleksije u ležećem stavu treba prignuti gornji dio tijela prema naprijed, ali i fleksijom kukova te koljena pomoći savijanje lumbalne kralježnice (a). Kod maksimalne retrofleksije (hiperekstenzije) gornji dio tijela treba pomaknuti prema natrag, a noge ekstenzirati. U stojećem stavu bolesnik čini pokret samo u lumbalnom segmentu kralježnice što je potrebno uvježbati s njim prije ekspozicije (b).

**Receptor slike:** 35 x 43 centimetra ili 30 x 40 centimetara, ovisno o konstituciji bolesnika; centrirati na L3, uzdužno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena 4 centimetra iznad ilijačne kriste, cilja na korpus L3 kralješka u srednjoj aksilarnoj liniji.





**Kriteriji za procjenu radiograma:** stražnji se rubovi kralježaka prikazuju kao jedna linija bez zakretanja. Položaji hiperfleksije (c) i hiperekstenzije (d) moraju biti označeni strjelicom na radiogramu.

Dopunske su PA ili AP projekcije lumbalne kralježnice u laterofleksiji koje se vrlo rijetko koriste. PA pro-

jekcija bolji je izbor jer je divergentni snop rendgenskog zračenja usmjeren usporedno s intervertebralnim prostorima; također, značajno smanjuje dozu zračenja koju primaju gonade u odnosu na AP projekciju. Središnja je zraka okomito usmjerena na L3 kralježak, dakle 4 centimetra iznad spojnice ilijačnih krista. Snimati u potpunom izdahu.



### 3.7.6. Lateralna projekcija lumbosakralnog prijelaza



**Položaj bolesnika:** ležeći bočno na radiografskom stolu, medijana ravnina glave i trupa usporedna je s podlogom; spojnica kukova mora biti okomita na podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** ekstenzirati natkoljenice, postaviti podložak između koljena da se onemogući rotacija zdjelice. Gornjom rukom flektiranom u laktu bolesnik se odupire prema podlozi, a donjom koja je anteflektirana u ramenu i flektirana u laktu, prihvaća gornju. Kod šire zdjelice potrebno je podložiti donji dio toraksa.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, centar postaviti 2 – 3 centimetra kaudalnije od ilijačne kriste.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena prema objektu, ulazi 5 centimetara posteriorno od prednje gornje ilijačne spine (a) koja određuje visinu promontorija, odnosno intervertebralnog prostora L5/S1. Kod široke zdjelice središnju je zraku poželjno minimalno ukositi prema nogama, kod masivnijeg trupa nagib usmjeriti prema glavi. Središnja zraka trebala bi biti usporedna sa spojnicom ilijačnih krista.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se donji lumbalni i gornji sakralni kralješci, uključujući lumbosakralni prijelaz (b) koji je u središtu receptora slike. Ilijačne kriste su paralelne, potpuno preklapanje nije moguće jer je zdjelica koja je bliža rendgenskoj cijevi (gornja) uvećana u odnosu na donju koja je u kontaktu s podlogom.

Dopunske su PA i AP projekcije lumbosakralnog prijelaza. Središnju zraku kod AP projekcije treba ukositi prema kranijalno oko 30° (u žena obično 35°); kut korigirati prema konstituciji bolesnika. Središnja zraka ulazi oko tri centimetra iznad gornjeg ruba pubične simfize. Za PA projekciju treba kaudalno ukositi središnju zraku pod istim kutom. Ulaz je na trnastom nastavku L4, što otprilike odgovara visini ilijačnih krista.



### 3.8. RADIOGRAMI TORAKOLUMBALNE KRALJEŽNICE

Torakolumbalni vertebrogrami rabe se za procjenu i praćenje skolioze, obično kod adolescenata, prije konačnog završetka rasta. U pravilu se koristi kombinirana **PA i lateralna projekcija** u stojećem stavu, ponekad s laterofleksijom ili fleksijom i ekstenzijom, rijetko u ležećem položaju. Radiogrami s laterofleksijom služe razlikovanju primarnog i kompenzirajućeg zavoja; primarni zavoј će ostati fiksiran, dok će se kompenzirajući zavoј kod laterofleksije izravnati.

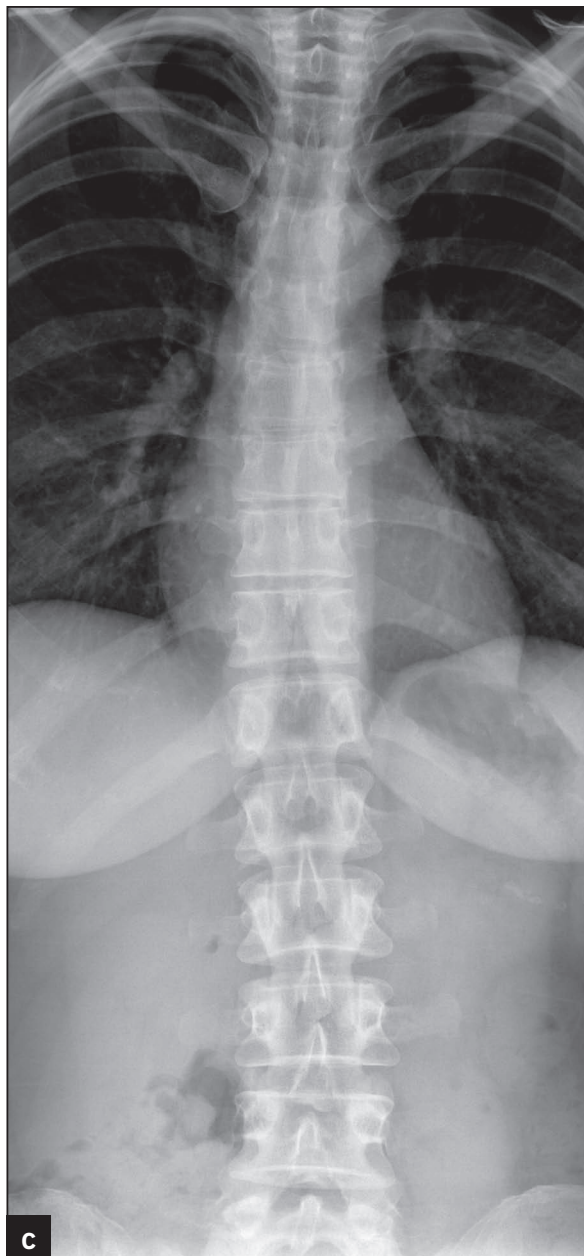


**Položaj bolesnika:** stoji trbuhom okrenut i prslonjen uz stativ; kod profilne projekcije bolesnik je postavljen bočno uz stativ.

**Položaj objekta snimanja:** kod PA projekcije medijana ravnina tijela mora biti okomita i centrirana na središnji dio rešetke (a). Kod profilne projekcije bolesnik ispruženim rukama hvata posebni držač (b).

**Receptor slike:** obično su dimenzije 30 x 90 centimetara za prikaz čitave kralježnice jednom ekspozicijom. Kod manje djece dovoljan je standardni format za kralježnicu, 18 x 43 centimetra. Donji rub receptora slike treba postaviti otprilike 2 – 3 centimetra distalnije od ilijačne kriste.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena na središte receptora slike.



**Kriteriji za procjenu radiograma:** svi torakalni i lumbalni kralješci moraju biti prikazani na radiogramu; ilijačnu kristu treba prikazati uz donji rub radiograma (c).

Zaštita od zračenja ovdje je od presudne važnosti. Temelj zaštite je uska kolimacija rendgenskog snopa, ali oprez kod skolioze; pomaže također uporaba folija od rijetkih zemljinih elemenata. Prodornije rendgenske zrake također smanjuju ekspoziciju. PA projekcija rezultira manjom dozom za dojke i gonade. Osim toga, obvezna je uporaba olovom impregni-ranih štitnika za dojke i gonade.

**Fergusonova metoda** se također rabi za razlikovanje primarnoga od kompenzirajućega skoliotičnog za-voja. Bolesnik stoji ili sjedi uz stativ okrenut prsima; format i položaj receptora slike isti su kao kod pret-hodne projekcije. Prva se snimka učini u opisanom položaju. Kod druge treba postaviti podložak visine do 10 centimetara (primjerice knjigu) pod stranu na kojoj je veći konveksitet skoliotičnog zavoja i pustiti bolesnika da bez pridržavanja drži ravnotežu tijela prigodom snimanja. U stojećem stavu podložak je ispod stopala, u sjedećem ispod gluteusa. Poželjno je učiniti i treću projekciju s podloškom pod suprotnu stranu. Primarni skoliotični zavoj u svim projekcijama ostaje fiksiran, dok se kompenzirajući mijenja, ovis-no o rasporedu opterećenja na nogama ili gluteu-sima.

# RADIOGRAFIJA ZDJELIČNOGA OBRUČA

## 4

### 4.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA ZDJELICE

Zdjelični obruč povezuje aksijalni skelet sa skeletom donjih ekstremiteta, odnosno natkoljeničnim kostima na koje se prenosi tjelesna težina. Čine ga parne zdjelične kosti koje se sprijeđa uzglobljavaju u području simfize, i križna kost – sakrum (*os sacrum*) s trtičnom kosti sa stražnje strane. Poveznica između zdjeličnih kostiju i sakruma su parni sakroilijačni zglobovi koji su u funkcionalnom smislu gotovo nepomični.

U vrlo male djece sakrum i trtičnu kost čini 9 zasebnih segmenata. Kranijalnih 5 segmenata koštano sraste (ankilozira) gradeći sakrum, dok tri do četiri sraštena rudimentarna segmenta kaudalno od sakruma čine trtičnu kost. Sakrum je masivna kost trokutastoga oblika sa širom bazom prema proksimalno i vrhom usmjerenim distalno. Kranijalno se uzglobljava s L5 kralješkom na promontoriju, kaudalno s trtičnom kosti. Sakrum se lateralno uzglobljava s ilijačnim kostima preko sakroilijačnih zglobova koji su izduženi u kraniokaudalnom smislu, a plohe im se približavaju prema natrag, ukošene oko 30° u odnosu na sagitalnu ravninu. Iako anatomski pripadaju kralježnici, sakrum i kokcigis su čvrsti dijelovi zdjeličnog obruča. Sakrum je lučno savijen tako da s prednje strane stvara veliku udubinu u kojoj su zaštićeni zdjelični organi. Vertebralni kanal se prema kaudalno nastavlja u sakralni kanal koji se konično sužava prema kaudalno.

Zdjelična kost (*os coxae*) je parna, nepravilne je forme koja se uspoređuje s brodskim vijkom. Građena je od tri koštane cjeline koje zasebno okoštavaju i razvijaju se kao zasebne kosti: ilijačna (*os ilium*), sjedna (*os ischii*) i pubična (*os pubis*) kost. Završetkom osifikacije, tri kosti srastu u jednu. Zdjelična kost je u središnjem dijelu masivnija. S vanjske strane toga zadebljanog dijela je udubina oblika čašice –

*acetabulum*. To je konkavno zglobno tijelo zgloba kuka preko kojeg se tjelesna težina prenosi na donje ekstremitete. Najveći segment zdjelične kosti je ilijačna kost koju grade trup i krilo. Gornji rub krila ilijačne kosti naziva se ilijačnom kristom na čijem je prednjem rubu koštano izbočenje – prednja gornja ilijačna spina. Trup ilijačne kosti gradi gornji dio acetabuluma. Sjedna kost čini veći donji i stražnji dio acetabuluma svojim trupom od kojeg se prema naprijed nastavlja grana sjedne kosti (*ramus ossis ischii*). Na grani je sjedna kvrga, koštano zadebljanje usmjereno prema dolje, na kojeg se prenosi tjelesna težina u sjedećem položaju. Pubična kost svojim trupom gradi manji prednji donji dio acetabuluma i nastavlja se na gornju granu do pubične simfize. Pubična simfiza je trajni hrskavični spoj između dvije pubične kosti (sinhondroza), smještena u medijanoj ravnini, od koje se prema dolje i straga nastavljaju donje grane pubičnih kostiju. Donje grane pubičnih kostiju spajaju se s granama sjednih kostiju i tako zatvaraju parni koštani obturatorni otvor prema kojem se na radiogramu može procijeniti simetrija projekcije.

### 4.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE

Najvažnije orijentacijske točke kod radiografije zdjeličnog obruča su ilijačne kriste i gornje prednje ilijačne spine. Gornji rub ilijačnih krista treba se točno odrediti opipom kod svakog bolesnika, iako to ne mora biti jednostavno u izrazito pretilih osoba. Spine su u pravilu dostupnije pregledu. Pubičnu simfizu kao vrlo bitnu orijentacijsku točku je kod pretilih bolesnika najteže odrediti. Zglob kuka se ne može palpirati za razliku od većine zglobova u tijelu, nego mu se položaj određuje prema orijentacijskim točkama i strukturama u okolini. Spojnicu između prednje gornje ilijačne spine i simfize čini ingvinalni ligament koji ujedno razdvaja trbuh od natkoljenice.

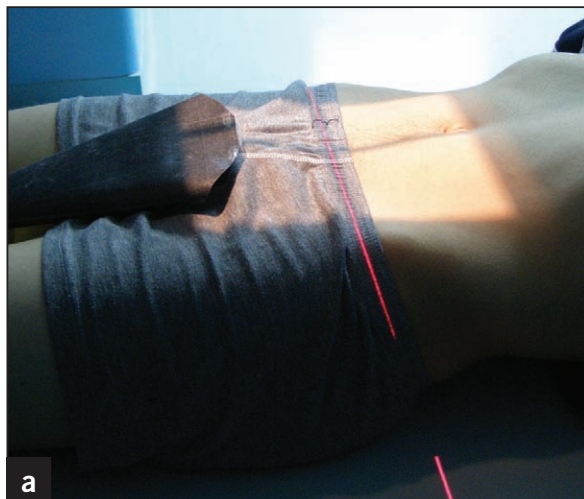


## 4.3. RADIOGRAMI SAKRUMA I KOKCIGISA

### 4.3.1. AP i PA projekcije sakruma i kokcigisa

Kod ovih je projekcija važno izbjegnuti veću količinu plina i fekalnih masa u rektumu i sigmoidnom kolonu što se postiže dijetalnom prehranom dva dana prije pretrage. Kod opstipiranog bolesnika potrebna je priprema laksativom ili klizmom. Važno je također isprazniti mokraćni mjehur neposredno prije snimanja.

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu s ispruženim nogama kod AP projekcije. Položaj na trbuhu (PA) treba koristiti samo kod bolnih ozljeda ili destruktivnih lezija sakrokokcigealne regije.



**Položaj objekta snimanja:** gornje prednje ilijačne spine moraju biti podjednako udaljene od podloge; ruke su flektirane u laktovima i prekrižene na prsima.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili 24 x 30 centimetara za sakrum (prilagoditi konstituciji bolesnika), 18 x 24 centimetra za trtičnu kost; postaviti uzdužno na os tijela; centar prilagoditi smjeru središnje zrake.

#### Središnja zraka:

- AP projekcija sakruma: središnja zraka ulazi 5 centimetara iznad simfize, treba se kranijalno ukositi oko 15° (a). PA projekcija zahtijeva isti nagib prema nogama, ulaz je na najizbočenijem dijelu sakruma. Kut središnje zrake varira kod radiografije sakruma s obzirom na konstituciju, tako da je u žena obično veći, a u muškaraca ponekad središnja zraka treba biti gotovo okomita. Inženjer medicinske radiologije treba procijeniti položaj sakruma prema vanjskom izgledu bolesnika. Kod pojačane lordoze nagib središnje zrake treba povećati, a kod okomitijeg položaja sakruma smanjiti.

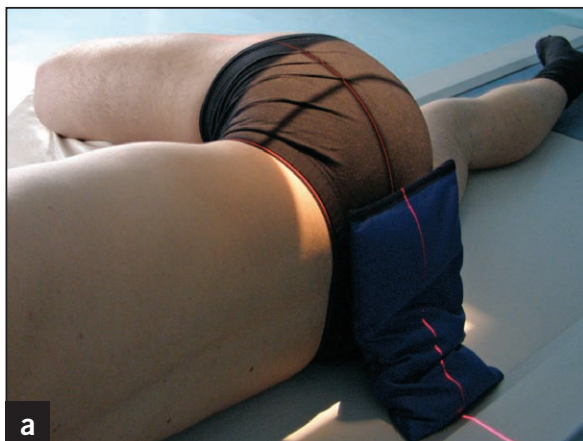
- AP projekcija trtične kosti: središnja zraka ulazi također pet centimetara iznad simfize, ali se mora ukositi oko 15° u suprotnom, kaudalnom smjeru. PA projekcija trtične kosti je manje povoljna alternativa s kranijalnim ukošenjem središnje zrake u bolesnika na trbuhu.



**Kriteriji za procjenu radiograma:** objekt (sakrum ili kokcigis) je u središtu receptora slike, ne preklapa se s pubičnim kostima; simetričan je položaj sakroilijačnih zglobova (b).

Za zaštitu gonada kod muškaraca treba koristiti štitnike. U žena to nije moguće kod ovih radiograma jer bi štitnici prekrili područje dijagnostičkog interesa. Stoga je jedina zaštita u smanjivanju raspršenog zračenja uskom kolimacijom rendgenskog snopa.

### 4.3.2. Lateralna projekcija sakruma i kokcigisa



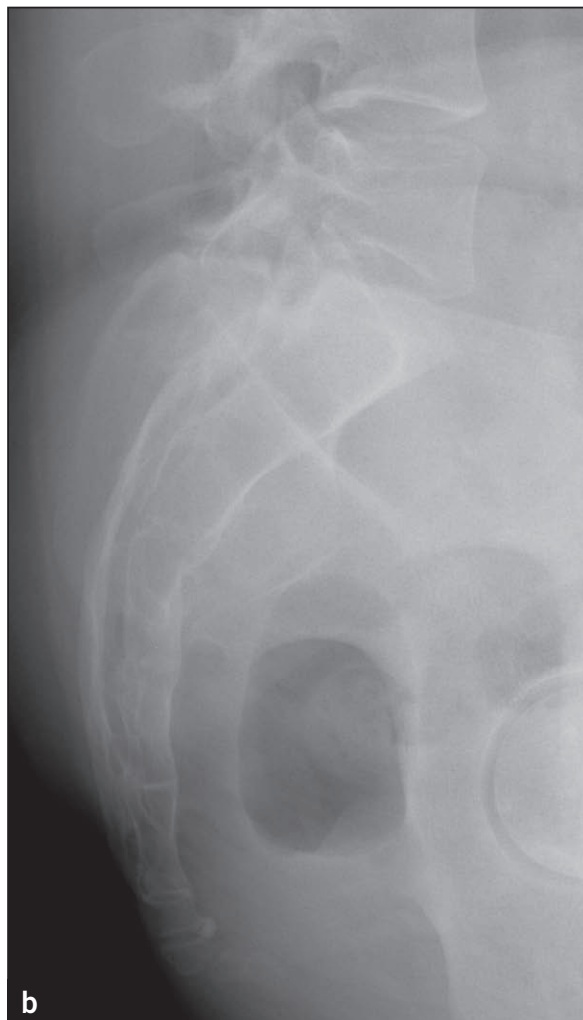
**Položaj bolesnika:** ležeći bočno na radiografskom stolu, gornju nogu treba flektirati i podložiti ispod koljena zbog stabilnosti. Donju nogu ispružiti zbog pojačanja denziteta trtične kosti koja je inače vrlo tanka (a). Ruke flektirati u laktovima pod pravim kutom; gornjom se rukom treba oduprijeti prema podlozi, a donjom prihvatiti gornju.

**Položaj objekta snimanja:** kod mršavijih bolesnika postaviti podložak pod slabinu da spojnica ilijačnih krista bude okomita u odnosu na stol; ramena i zdjelica moraju biti u čistom lateralnom položaju. Sakrum i kokcigis treba postaviti u središte rešetke (radiografskog stola). Može se prisloniti vrećicu s rižinom brašnom, eventualno olovom impregniranu gumu na stražnju površinu objekta snimanja kako bi se smanjila prevelika razlika u denzitetu između koštane mase sakruma i relativno tankog sloja mekog tkiva. Prislanjanje vrećice s rižinom brašnom ili gume s olovnom impregnacijom dovodi do efekta sumacije i sprječava zacrnjenje stražnje konture križne i trtične kosti na radiogramu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara za sakrum i trtičnu kost, uzdužno na os tijela; središte prilagoditi smjeru središnje zrake.

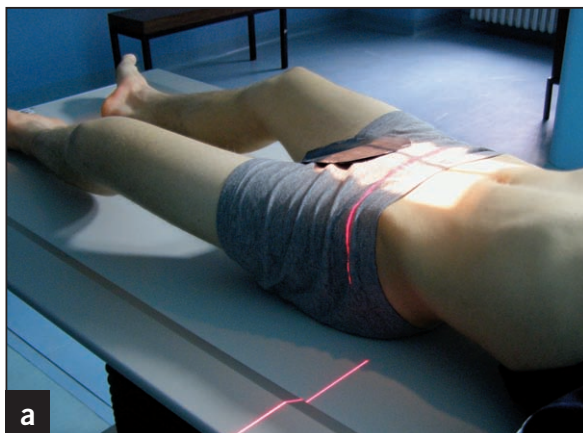
**Središnja zraka:** okomito ulazi oko 10 centimetara posteriornije i 2 centimetra kaudalnije od prednje gornje ilijačne spine u stražnjem dijelu zdjelice.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** sakrum i kokcigis moraju biti obuhvaćeni formatom receptora slike, bez rotacije (b). Krila ilijačnih kostiju moraju se preklapati na radiogramu.



## 4.4. RADIOGRAMI SAKROILIJAČNIH ZGLOBOVA

### 4.4.1. AP projekcija sakroilijačnih zglobova



**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu.

**Položaj objekta snimanja:** koljena su lagano flektirana, natkoljenice maksimalno abducirane; potkoljenice su međusobno usporodne, gležnjevi su fibularnom stranom prislonjeni na radiografski stol.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela, centrirati prema smjeru središnje zrake.

**Središnja zraka:** ukošena je kranijalno pod kutom od 15 do 30°, ovisno o nagibu sakruma; ulazi 3 – 5 centimetara iznad simfize i pada na sredinu receptora (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se sakroilijačni zglobovi na obje strane; zglobne pukotine moraju biti što više otvorene (b).

Osim AP, može se koristiti i PA projekcija sakroilijačnih zglobova s obrnutim ukošenjem središnje zrake kod koje divergencija rendgenskoga snopa odgovara položaju zglobnih pukotina, ali dolazi do uvećanja zbog veće udaljenosti objekta od podloge.

**Preinaka:** flektirati koljena pod pravim kutom; stopala priljubiti, koljena maksimalno razmaknuti; središnju zraku ukositi 25° prema kranijalno, ulaz četiri centimetra iznad simfize.

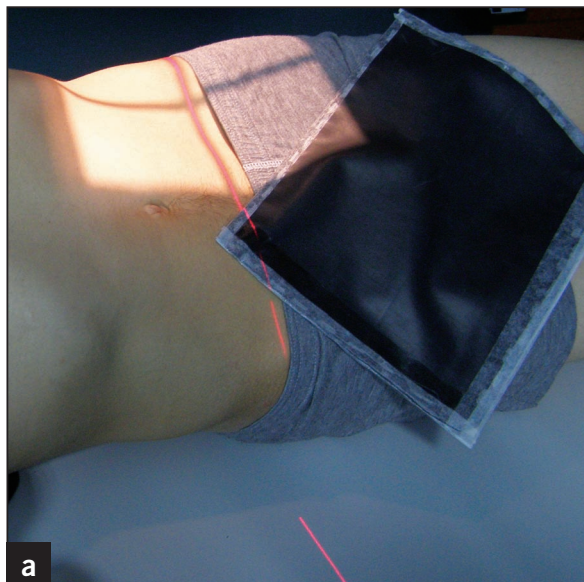




#### 4.4.2. AP kosa projekcija sakroilijačnih zglobova

U pravilu treba snimati oba sakroilijačna zgloba radi usporedbe, odnosno individualnih varijacija koje mogu imitirati patološku promjenu.

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; uzdužna os tijela mora pratiti os stola; potrebno je podignuti bok snimane strane.



**Položaj objekta snimanja:** podignuti stranu na kojoj je snimani sakroilijačni zglob oko 30° (a), podložiti rame, donji dio toraksa i gornji dio natkoljenice.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili 24 x 30 centimetara, ovisno o konstituciji, uzdužno na os tijela; centar u visini gornje prednje ilijačne spine.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena, ulazi 2 – 3 centimetra medijalno od prednje gornje ilijačne spine snimane (podignute) strane (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** otvorena zglobna pukotina sakroilijačnog zgloba koji je u središtu receptora slike (b); minimalno preklapanje ilijačne kosti i sakruma. Kod ove projekcije treba pokušati zaštititi gonade gumom s olovnom impregnacijom da ne bi bile u primarnom snopu zračenja, što je u muškaraca lakše provesti.



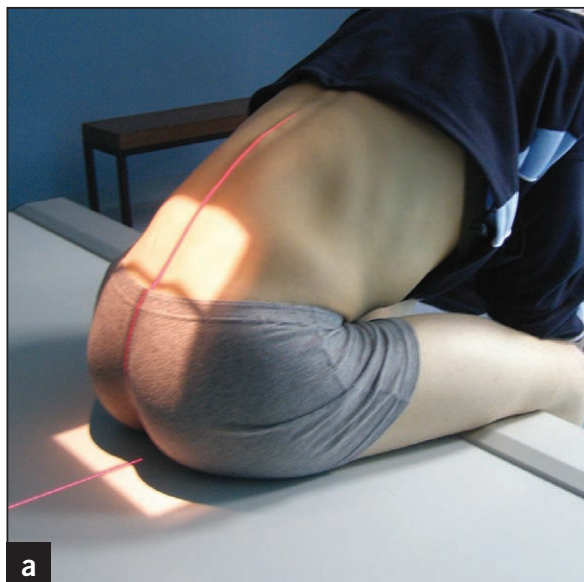
## AP kosa projekcija sakroilijačnih zglobova

Neki autori preporučuju varijantu s ukošenjem središnje zrake oko  $20^\circ$  prema kranijalno; ulaz središnje zrake ovdje je 2 centimetra medijalno i 5 centimetara kaudalno od prednje gornje ilijačne spine. Ukošenjem središnje zrake sakroilijačni zglob se prikaže u čitavoj dužini (c).

**Preinaka:** PA kosa projekcija sakroilijačnih zglobova je preinaka prethodne, kada bolesnik ne može legnuti na leđa. Ovdje treba podignuti nesnimanu, suprotnu stranu oko  $30^\circ$  u odnosu na podlogu.



#### 4.4.3. Aksijalna projekcija sakroilijačnih zglobova



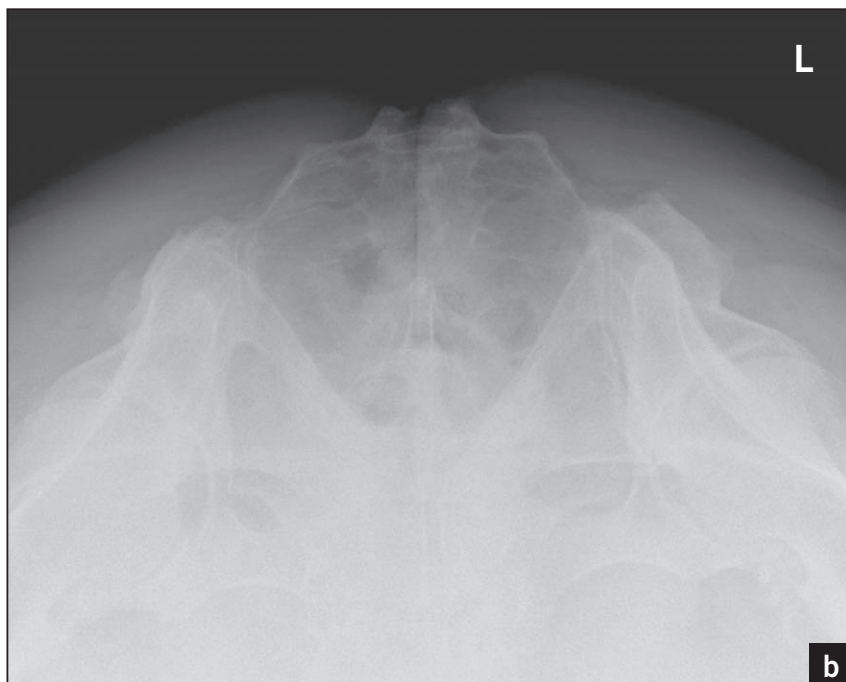
**Položaj bolesnika:** sjedi poprečno na radiografskom stolu tako da stražnjicom dosegne Buckyevu rešetku; stopala treba osloniti na stolac.

**Položaj objekta snimanja:** nagnuti se prema naprijed; bolesnik se laktovima oslanja na vlastita koljena (a).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na os tijela, uzdužno prema radiografskom stolu; dulja stranica je usporedna s kukovima; središte receptora uskladiti sa smjerom središnje zrake.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena prema radiografskom stolu, prati uzdužnu os sakruma.

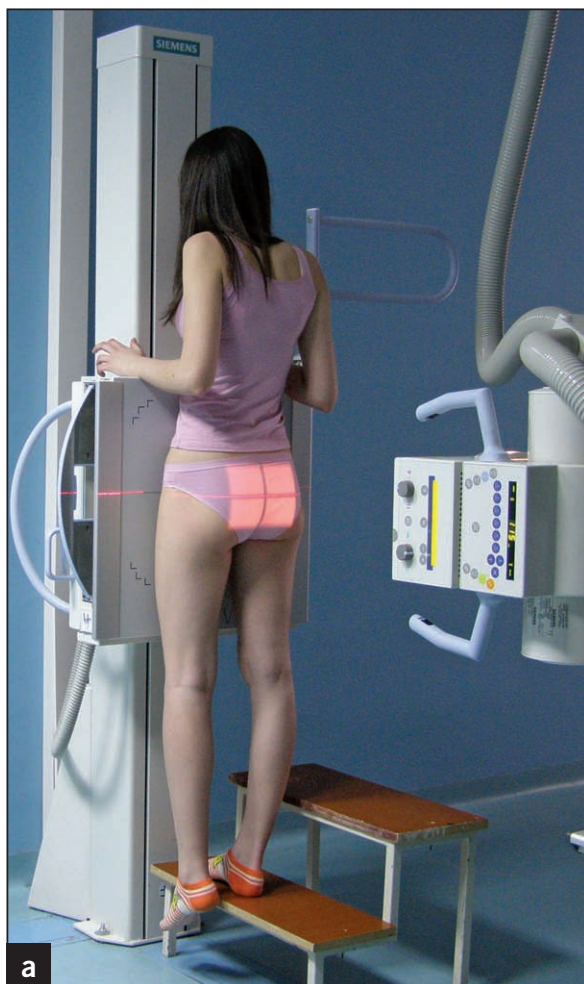
**Kriteriji za procjenu radiograma:** simetričan je prikaz zdjelčnih kostiju i sakroilijačnih zglobova (b). Također se prikaže sakralni kanal koji mora biti u središtu receptora slike.



#### 4.4.4. PA projekcija pubične simfize po Chamberlainu

Uvijek su potrebne dvije projekcije za procjenu pokretljivosti pubične simfize u bolesnika sa suspektnim klizanjem ili relaksacijom sakroilijačnih zglobova. Pomičnost zglobnih tijela pubične simfize kod prebacivanja tjelesne težine predstavlja patološki nalaz.

**Položaj bolesnika:** stojeći na klupici, okrenut prema stativu tako da prebacuje težinu tijela na jednu, pa na drugu nogu (a).



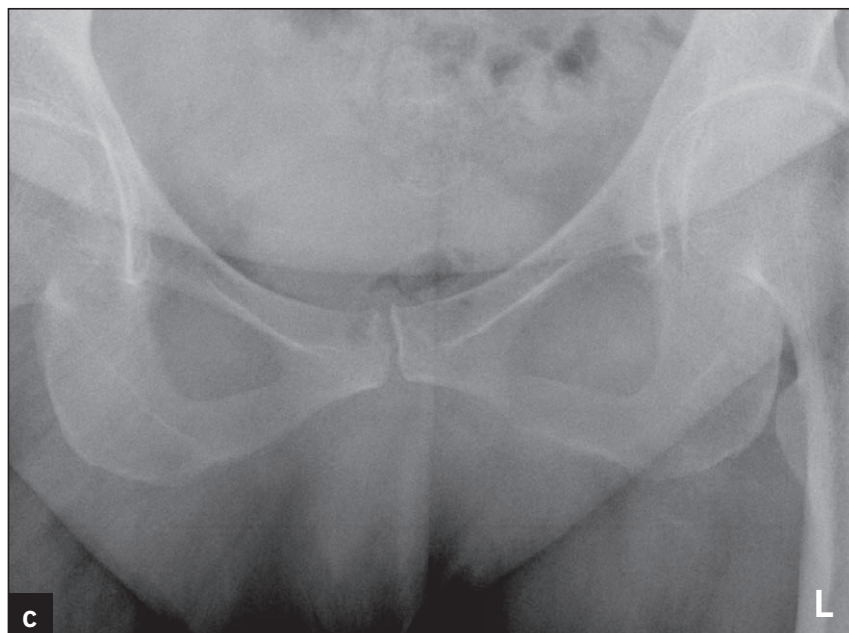
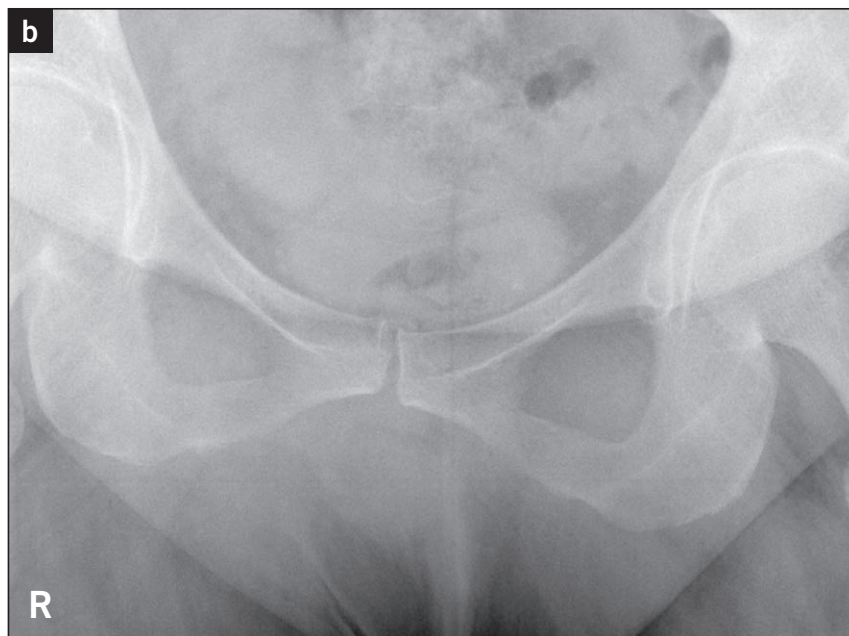
**Položaj objekta snimanja:** gornje prednje ilijačne spine moraju biti podjednako udaljene od podloge. Bolesnik desnom nogom stoji na klupici dok druga slobodno visi bez napinjanja miškulature (a, b). Kod druge ekspozicije bolesnik se oslanja lijevom nogom, dok desna slobodno visi.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra; za drugu projekciju rabi se zaseban format; postaviti poprečno na os tijela; centar je u visini pubične simfize. Oznaku na radiogramu treba staviti na onu stranu koja nosi tjelesnu težinu.

**Središnja zraka:** okomita, ulazi sa stražnje strane u medijanoj ravnini, izlazi u visini pubične simfize. Treba uvažiti individualne razlike u tjelesnoj konstituciji.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** pubična simfiza je u središtu radiograma. Simetrija pubičnih kostiju i obturatornih otvora na radiogramu su jamstvo da nema rotacije kod snimanja. Oznaka mora biti postavljena na strani opterećenja tjelesnom težinom (b, c).





## 4.5. RADIOGRAMI ZDJELICE

### 4.5.1. AP projekcija zdjelice



**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; prednje gornje ilijačne spine na obje strane podjednako su udaljene od podloge kao jamstvo da nema rotacije zdjelice; sredinu tijela treba postaviti na sredinu rešetke.

**Položaj objekta snimanja:** pronirati donje ekstremitete oko 15°, ukoliko to nije kontraindicirano zbog traume, tako da se vratovi femura postave usporedno s filmom. Pete treba razmaknuti koliko je potrebno kako bi se postigla tražena angulacija; nožni prsti su spojeni.

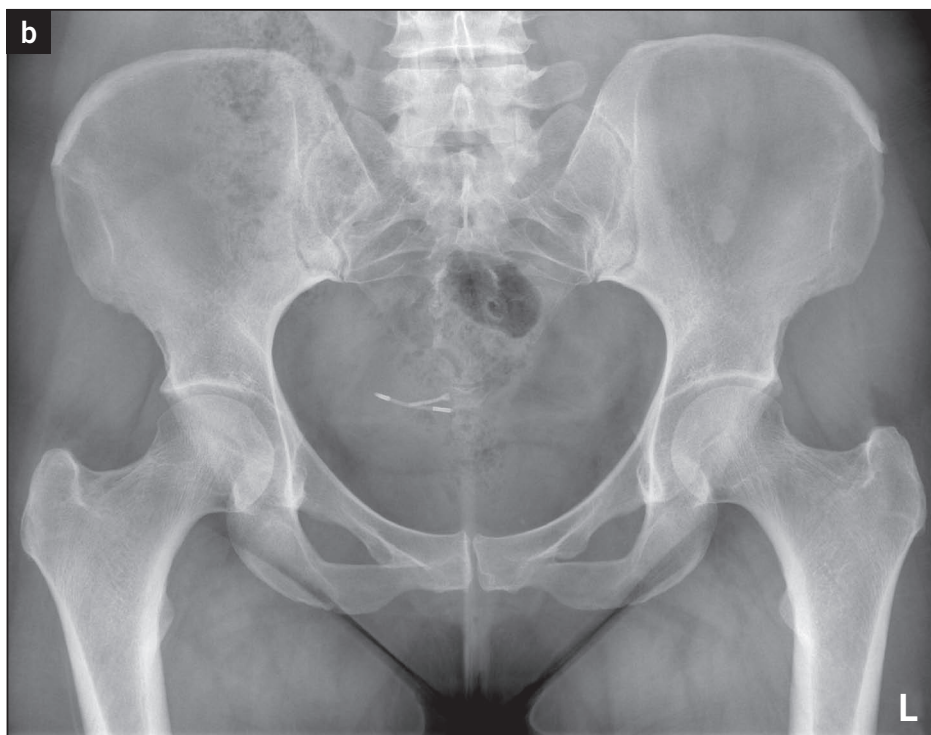
**Receptor slike:** 35 x 43 centimetra ili 30 x 40 centimetara, ovisno o konstituciji bolesnika, poprečno na os tijela; gornjim rubom najmanje 3 centimetra kranijalnije od ilijačne kriste.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena prema objektu i podlozi; ulazi u medijanoj liniji, na podjednakoj udaljenosti od gornjih prednjih ilijačnih spina i simfize (a), obično oko pet centimetara iznad simfize. Važno je snimati u izdisaju da se smanji sagitalni promjer trbuha, odnosno interpozicija crijevnih vijuga.

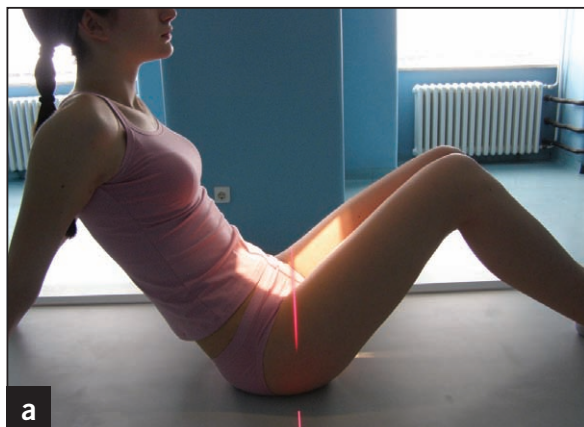
**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se sve zdjelčne kosti i proksimalne metaepifize obje natkoljenične kosti (b). Mali trohanteri samo vrhom prominiraju u medijalnoj konturi femura; vratovi natkoljeničnih kostiju se prikazu u čitavoj dužini; veliki trohanteri se prikazu u profilu, podjednako udaljeni od lateralnog ruba receptora slike; donji lumbalni kralješci trebaju biti podjednako udaljeni od rubova radiograma; simetričan je prikaz obturatornih otvora i krila ilijačnih kostiju. Obturatorni otvori su kod ženske zdjelice elipsoidnog oblika zbog većeg nagiba otvora zdjelice (b), dok su kod muške zdjelice pretežito okrugle forme (c).

**Kod kongenitalne luksacije kuka** dvije projekcije zdjelice mogu točnije odrediti pomak. Okomitom projekcijom dobro se prikaže pomak glave femura prema lateralno ili gore kada se centrira na pubičnu simfizu. Ukošenjem središnje zrake oko 45° prema kranijalno, prikaže se prednja ili stražnja dislokacija temeljem relativnog pomaka u odnosu na *acetabulum* (prema kranijalno kod prednje, prema kaudalno kod stražnje luksacije).

Moguće je odgovarajuću AP projekciju zdjelice dobiti u stojećem stavu, tada je bolesnik leđima prislonjen uz vertikalni stativ. Međutim, kod te je projekcije potrebna kompresija trbuha vrpcom. Važno je zabilježiti ako je jedna noga kraća.



### 4.5.2. Kraniokaudalna aksijalna “inlet” projekcija zdjelice



**Položaj bolesnika:** sjedeći na radiografskom stolu, ispruženim se rukama prema natrag oslanja na podlogu. Gornji je dio tijela ukošen pod kutom oko  $45^\circ$  (a). Medijanu ravninu tijela treba postaviti na središte rešetke.

**Položaj objekta snimanja:**

koljena blago flektirati da bi se opustila muskulatura. Zdjelica ne smije biti zakrenuta; prednje gornje ilijačne spine su podjednako udaljene od podloge. Ravninu u kojoj je smještena pubična simfiza treba postaviti okomito u odnosu na podlogu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, poprečno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na središte receptora slike, ulazi oko 5 centimetara posteriorno od gornjeg ruba simfize.

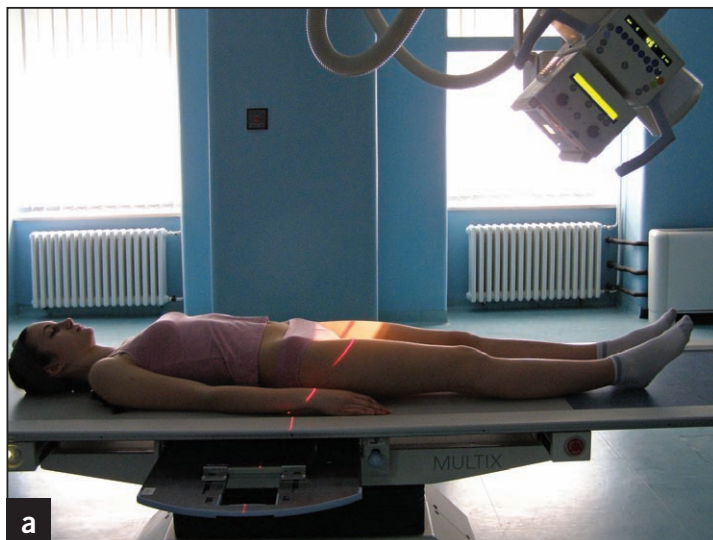
**Kriteriji za procjenu radiograma:** gornji i donji ramusi pubičnih kostiju trebaju se na radiogramu preklapati (b); simetričan je prikaz pubičnih i sjednih kostiju; obostrano se prikaže zglobovi kuka. Slična se “inlet” projekcija zdjelice može postignuti u ležećem položaju, ali je tada potrebno ukošiti središnju zraku oko  $40^\circ$  prema kaudalno. Takva se preinaka rabi kod suspektne frakture zdjelice u traumatiziranog pacijenta, no treba računati na deformaciju objekta zbog većeg ukošenja središnje zrake.

Druga preinaka je PA aksijalna “inlet” projekcija, obrnuta od ležeće; bolesnik je na trbuhu, središnja zraka je ovdje ukošena prema kranijalno oko  $40^\circ$ . Kriteriji za procjenu su isti za sve tri varijante.





### 4.5.3. Kaudokranijalna “outlet” projekcija zdjelice



**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu, noge su ispružene.

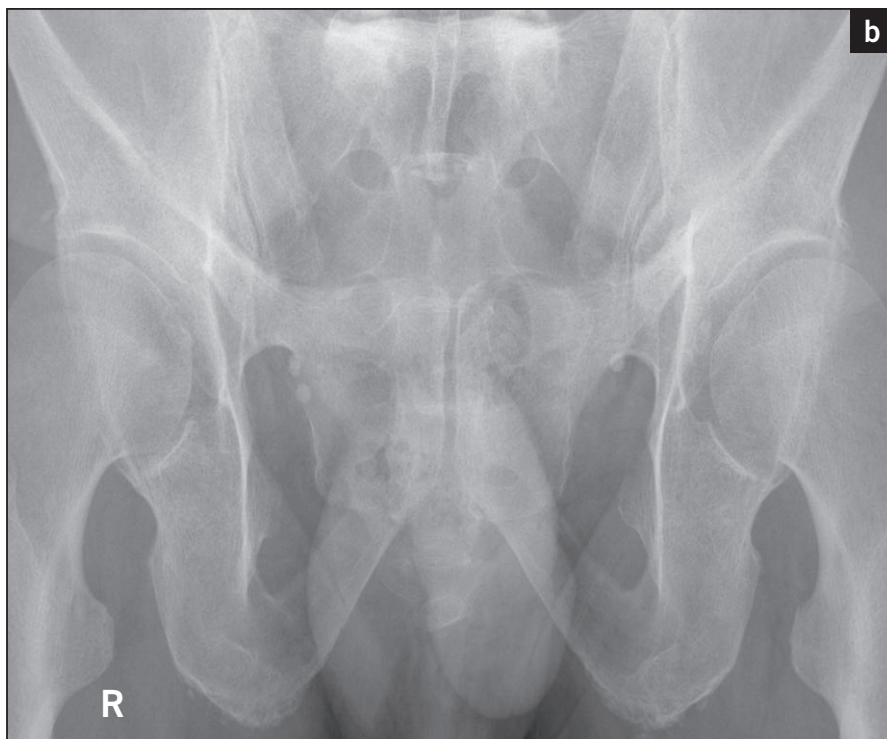
**Položaj objekta snimanja:** prednje gornje ilijačne spine moraju biti podjednako udaljene od podloge.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara ili 30 x 40 centimetara, ovisno o konstituciji, poprečno na os tijela; centrirati na gornji rub simfize.

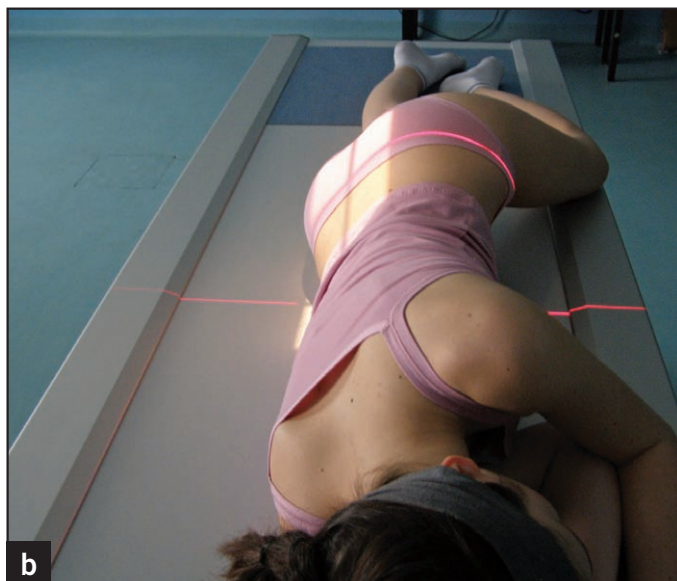
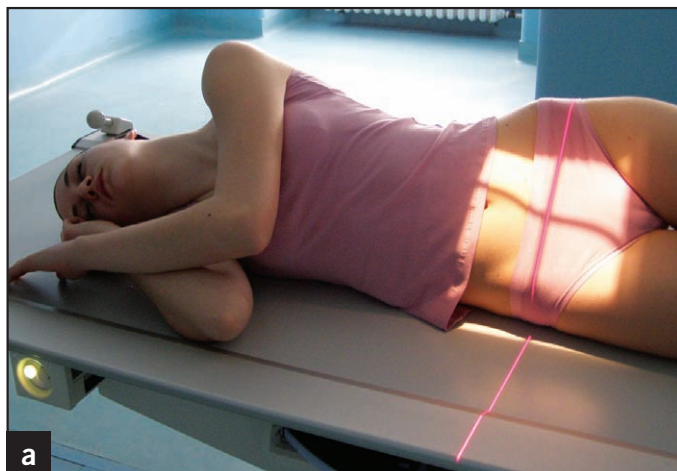
**Središnja zraka:** ukošena je prema kranijalno (a) oko 30° u muškaraca, oko 45° u žena. Ukošenje središnje zrake treba prilagoditi stvarnoj konstituciji bolesnika pri čemu je važan nagib zdjelice prema lumbalnoj kralježnici. Zdjelični otvor je

pretežito vodoravan u muškaraca, okomitiji u žena, no velike su individualne varijacije koje treba uvažiti. Središnja zraka ulazi oko 5 centimetara kaudalnije od gornjeg ruba pubične simfize.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** pubične i sjedne kosti su uvećane; pubične kosti se preklapaju sa sakrumom i koccigisom; simetričan je prikaz obturatornih otvora na radiogramu (b), prikazu se također oba kuka.



#### 4.5.4. AP i PA kose projekcije ilijačne kosti

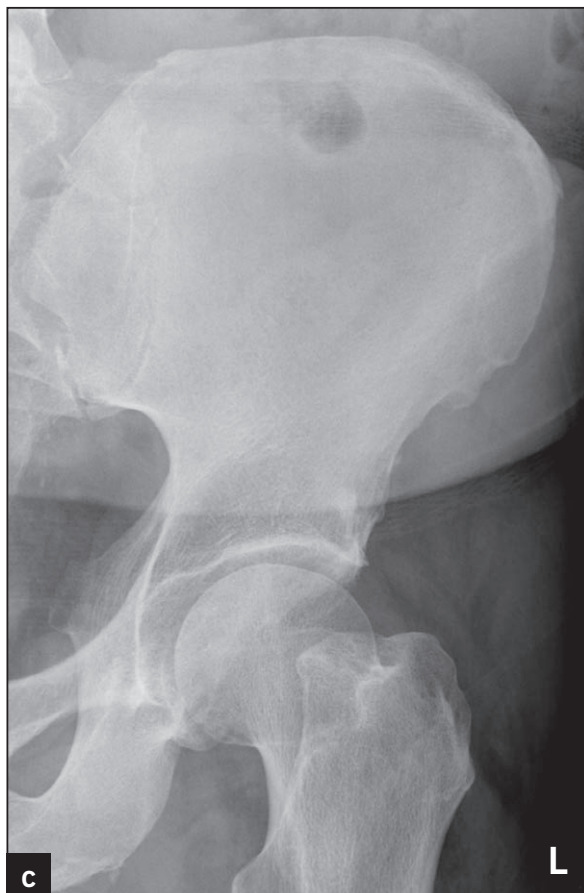


Za svaku ilijačnu kost rade se po dvije projekcije, uvijek u paru (AP i PA).

**Položaj bolesnika i objekta snimanja:** kod AP kose projekcije (RPO ili LPO) bolesnik leži leđima na radiografskom stolu; nesnimanu stranu treba podignuti oko 45° (a) postavljanjem podloška pod rame, leđa, zdjelicu i koljeno. Krilo snimane ilijačne kosti postaviti usporedno s receptorom slike. Za PA kosu projekciju ilijačne kosti (RAO ili LAO) nesnimanu stranu treba podignuti oko 45° uz pomoć flektirane ruke i noge tako da se krilo snimane ilijačne kosti postavi okomito na podlogu (b).

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela.

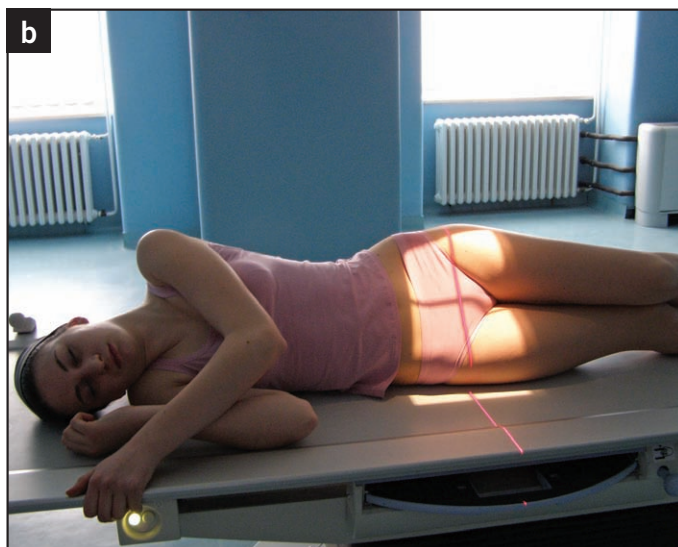
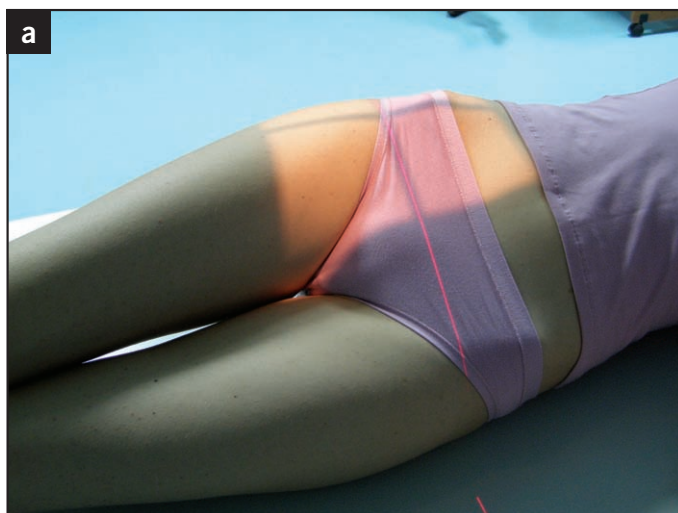
**Središnja zraka:** okomita je prema podlozi u obje projekcije; kod AP ulazi 5 centimetara medijalno od prednje gornje ilijačne spine snimane strane koja je na podlozi; kod PA usmjeriti središnju zraku točno na prednju gornju ilijačnu spinu snimane strane koja je u dodiru s podlogom.



**Kriteriji za procjenu radiograma:** čitava ilijačna kost mora biti prikazana; u obje projekcije prikaže se zglob kuka, proksimalni dio femura i sakroilijačni zglob snimane strane. Kod AP projekcije krilo ilijačne kosti prikazano je “en face” (c). PA projekcija prikazuje krilo ilijačne kosti u profilu (d), poput tanke pločice.



#### 4.5.5. AP kose projekcije acetabuluma po Judetu



Uvijek se rabe po dvije projekcije za isti zglob.

**Položaj bolesnika:** dva posteriorna kosa položaja za svaki *acetabulum*, RPO i LPO; zdjelicu podložiti zbog stabilnosti.

**Položaj objekta snimanja:** kod unutarnjeg kosog položaja (a) treba podignuti snimanu stranu zdjelice oko 45°; za vanjsku kosu projekciju (b) treba podignuti suprotnu stranu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela; snimani kuk smjestiti u središte receptora slike.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na snimani *acetabulum*. Kod unutarnjega kosog položaja središnja zraka ulazi oko 5 centimetara kaudalno od gornje prednje ilijačne spine strane koja je bliže rendgenskog cijevi, a kod vanjskoga kosog na pubičnoj simfizi. Obje se projekcije odnose na isti zglob kuka.





**Kriteriji za procjenu radiograma:** *acetabulum* je u obje projekcije u sredini radiograma. Iliopubična kolumna i stražnji rub acetabuluma vidljivi su kod unutarnjega kosog položaja (c); ilioishijalna kolumna i prednji rub acetabuluma se dobro prikažu kod vanjskoga kosog položaja (d).

# RADIOGRAFIJA DONJEGA EKSTREMITETA

## 5

Većina radiograma donjega ekstremiteta izvodi se u ležećem ili sjedećem položaju. Stabilni sjedeći položaj za radiografiju donjega ekstremiteta postiže se na način da se bolesnik oslanja na dlanove ispruženih ruku koje su malo odmaknute iza njegovih leđa. Gornji je dio tijela ispružen i blago nagnut prema natrag; bolesnik sjedi na radiografskom stolu poput tronošca. Zdjelica je postavljena simetrično što se provjerava jednakom udaljenošću prednjih gornjih ilijačnih spina u odnosu na podlogu. Stojeći stav može se koristiti kada se želi prikazati neki zglob donjega ekstremiteta pri opterećenju tjelesnom težinom. Treba imati na umu da kukovi, koljeno i gležanj nemaju jednaku debljinu te da su velike individualne varijacije. Stoga se za postizanje usporednog položaja potkoljenice u profilu često mora služiti podlošcima; nerijetko je potrebno minimalno ukošenje središnje zrake kod radiografije koljena. Prijeko je potrebno zaštititi gonade prigodom snimanja donjega ekstremiteta. Zaštita je posebno važna kod radiografije kuka kada to projekcija dopušta, odnosno kada se zaštita za gonade ne preklapa sa dijelom objekta koji je od dijagnostičkog interesa. Kod radiografije koljena, potkoljenice, gležnja i stopala zdjelicu treba prekriti gumenom pregačom impregniranom olovom.

## 5.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA SKELETA DONJEGA EKSTREMITETA

Skelet donjega ekstremiteta nastavlja se na zdjelični pojas preko zgloba kuka u kojem je konavno zglobno tijelo zglobna čašica – *acetabulum*, a konveksno zglobno tijelo je glava femura. Zglob kuka predstavlja korijen donjega ekstremiteta. S obzirom na ulogu

koju ispunjava, noga je masivnija i manje pokretljiva u usporedbi s rukom. Čine je natkoljenica, potkoljenica i stopalo. Koljeni zglob povezuje natkoljenicu s potkoljenicom, a gornji nožni zglob potkoljenicu sa stopalom.

Natkoljenična kost (*femur*) je najduža, najmasivnija i najčvršća kost čitavoga ljudskog skeleta. Dijafiza je u blagom luku konveksna prema naprijed. Proksimalni okrajak čine glava i vrat femura. Glava je kuglastog oblika i čini konveksno zglobno tijelo zgloba kuka. Pri bazi vrata, na prijelazu k dijaфизи, dvije su koštane izbočine koje služe kao mišićna hvatišta. Veliki trohanter je masivniji, smješten proksimalnije od malog trohantera i sasvim lateralno, tako da se može napipati kod većine ispitanika. Vrh velikog trohantera zavija diskretno prema dorzalno i medijalno. Mali trohanter smješten je medijalno i malo straga; prekriven je mišićnom masom i stoga nedostupan opipu. Kut između vrata i trupa natkoljenične kosti, poznat kao kolodijafizni kut, različit je s obzirom na dob, spol i konstituciju ispitanika. Vrat femura je usmjeren prema medijalno pod kutom od 120° do 135° u prosječne odrasle populacije. U djece je taj kut veći od 135° (maksimalno do 148°), posebice dok dijete ne prohoda. Vrat femura je također usmjeren prema naprijed u odnosu na os dijafize s kojom zatvara kut oko 160° (kut anteverzije iznosi 15 – 20°). Os dijafize femura u anatomsom položaju tijela je otklonjena od vertikale distalnim okrajkom prema medijalno prosječno oko 10°. U mladih kolodijafizni kut je otvoreniji, vrat natkoljenične kosti okomitiji, a otklon dijafize manji od 10°. U starijih osoba, te u ispitanika s konstitucijski širom zdjelicom, kolodijafizni kut se smanjuje, vrat femura postaje vodoravniji, a medijalna devijacija

dijafize se povećava više od  $10^\circ$ . Te je razlike potrebno poznavati kako bi se upotrijebio odgovarajući format receptora slike.

Distalni okrajak femura tvore dva valjkasta zadebljanja, veći medijalni i manji lateralni kondil. S prednje strane kondile dijeli plitka udubina koja odgovara zglobnom tijelu prema pateli, a straga je veća udubina (interkondilarna fosa). Kada je os dijafize okomitija, medijalni je kondil niži od lateralnog tako da spojnica distalnih okrajaka femoralnih kondila zatvara kut  $5 - 7^\circ$  prema horizontali. Prednji dio koljenog zgloba štiti najveća sezamska kost u tijelu – patela (*patella*). To je trokutasta koštana ploča smještena uz prednju distalnu plohu femura, unutar tetive mišića kvadricepsa. Baza je širi, proksimalni dio kosti, dok je vrh usmjeren distalno. Zglobnu plohu patele greben dijeli na veću lateralnu i manju medijalnu fasetu.

Skelet potkoljenice čine dvije međusobno usporedne kosti. Masivnija kost, koja prenosi tjelesnu težinu s femura na kosti stopala, je tibija (*tibia*), smještena medijalno i sprijeda. Tibija se proksimalno uzglobljava s femurom čineći koljeni zglob. Na proksimalnom su okrajku zadebljanja, medijalni i lateralni kondil sa svojim zglobnim plohami koje se često nazivaju tibijalnim platoom, a između njih je koštana uzvisina – interkondilarna eminencija, također dobro vidljiva na radiogramu. Koštanu uzvisinu tvore dvije kvržice: medijalni i lateralni interkondilarni tuberkul. Tibijalni platoi su blago ukošeni prema straga i dolje tako da s vodoravnom ravninom zatvaraju kut  $10 - 20^\circ$ . Kondile tibije, kao i zglobnu pukotinu koljenog zgloba, moguće je napipati jer su smješteni neposredno pod kožom. Na prednjoj strani proksimalne metafize tibije može se napipati koštano izbočenje (tuberozitet) koje služi kao hvatište ligamenta patele. Tibija ne nastavlja smjer dijafize femura nego je blago angulirana prema lateralno, zatvarajući kut oko  $175^\circ$  prema dijafizi bedrene kosti. Fibula (*fibula*) je lateralna potkoljenična kost usporedna s tibijom, smještena dorzolateralno od nje.

Uzglobljavaju se na proksimalnom i distalnom okrajku. Glava fibule smještena je ispod zglobne pukotine koljenog zgloba lateralno i odostraga.

Na distalnom je okrajku tibije zglobno tijelo za spoj sa stopalom. S medijalne strane zglobnog tijela je koštani produžetak, medijalni maleol, koji čini dio zglobne vilice gornjega nožnoga – talokruralnog zgloba. On je masivniji u odnosu na lateralni maleol koji pripada fibuli. Fibularni maleol je smješten lateralno i malo odostraga u odnosu na zglobno tijelo tibije; vrhom se spušta nešto niže u odnosu na medijalni maleol. Potkoljenične kosti su na distalnom okrajku povezane tibiofibularnom sindezmozom koja učvršćuje zglobnu vilicu. Veći dio konkavnoga zglobnog tijela distalnog okrajka potkoljeničnih kostiju čini tibija. Takvo zajedničko zglobno tijelo potkoljeničnih kostiju oblika vilice obuhvaća valjkasto zglobno tijelo talusa (*talus*) – trohleju (*trochlea*). Gornji nožni zglob – talokruralni zglob, dopušta kretnje fleksije i ekstenzije.

Stopalo je komplicirane anatomske građe, sadrži ukupno 26 kostiju posloženih na način da stvaraju više uzdužnih i poprečnih lukova prema podlozi. Tarsus (*tarsus*) čini ukupno 7 zastopaljnih kostiju. *Talus* se trohlejom uzglobljava s potkoljeničnim kostima u gornjem nožnom zglobu, dok se trima fasetama s donje strane uzglobljava s kalkaneusom. Tri fasete zglobnih ploha talusa i kalkaneusa čine funkcijsku cjelinu – donji nožni ili subtalarni zglob. Između srednje i stražnje fasete zglobnih ploha, u donjem nožnom zglobu, postoji žlijeb na obje kosti tako da one zajedno zatvaraju uski kanal – tarzalni sinus, kojim prolaze krvne žile i živci. Najveća kost stopala je petna kost – kalkaneus (*calcaneus*), smještena straga i lateralno, u kontaktu s podlogom. Dulja os kalkaneusa s podlogom zatvara kut oko  $30^\circ$ . Stražnje uporište uzdužnog svoda stopala je petna kvrga – tuber kalkaneusa (*tuber calcanei*). S gornjega medijalnog dijela trupa kalkaneusa prominira pločasti izdanak za uzglobljivanje s talusom – sustentakulum. Talus i kalkaneus čine stražnji dio

tarzusa. Ispred talusa je navikularna kost. Tri klinaste (kuneiformne) kosti se uzglobljavaju s navikularnom kosti s prednje strane, a nadalje prema distalno slijede prve tri metatarzalne kosti. Kuboidna je kost smještena lateralno, ispred kalkaneusa, a prema distalno se na nju nastavljaju baze 4. i 5. metatarzalne kosti.

Metatarzalne kosti i falange su tipične duge kosti s jasno izraženim zadebljanim okrajcima i dijafizama. Proksimalni okrajci nose konkavna zglobova tijela i nazivaju se bazama; distalni formiraju konveksna zglobova tijela – glavice metatarzalnih kostiju. Na lateralnom rubu stopala ističe se baza 5. metatarzalne kosti koja prominira pod kožom. Na plantarnoj strani se uz glavicu 1. metatarzalne kosti oko desete godine života pojave dvije sezamske kosti. Glavice metatarzalnih kostiju čine zajedničko prednje uporište uzdužnog svoda stopala.

## 5.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE

Iako ne pripadaju kostima donjeg ekstremiteta, prednja gornja ilijačna spina i gornji rub pubične simfize važne su orijentacijske točke kod radiografije kuka. To su hvatišta ingvinalnog ligamenta koji dijeli trbuh od natkoljenice. Veliki trohanter femura često se može odrediti opipom, no nije standardna orijenta-

cijska točka jer ovisi o konstytuciji bolesnika. Mali trohanter je okružen mišićnom masom i ne može se palpirati. Medijalni i lateralni epikondil femura na njegovu distalnom okraju su mišićna te ligamentarna hvatišta i mogu se odrediti u svih ispitanika. To su koštana izbočenja postranično na koljenu, smještena oko 2 do 3 centimetra proksimalnije od zglobne pukotine. Kondile tibije i zglobnu pukotinu koljenog zgloba moguće je napipati jer su smješteni neposredno pod kožom, posebice s medijalne strane. Glavu fibule može se odrediti opipom, a smještena je neposredno ispod zglobne pukotine koljenog zgloba lateralno i sa stražnje strane. Patela je sprijeda sasvim izložena pod kožom, rubovi se jasno ocrtavaju. S prednje strane se ispod vrha patele, na hvatištu patelarnog ligamenta, palpira hrapavost – tuberozitet tibije. Tibija se u čitavoj dužini potkoljenice palpira pod kožom, dok je fibula okružena mišićima. U području gležnja su medijalni i lateralni maleol. Medijalni maleol pripada tibiji; lateralni se kao završetak fibule nastavlja nešto niže od medijalnog. Oba se maleola dobro palpiraju i služe kao orijentacijske točke za radiografiju gležnja i stopala. Na dorzumu stopala ističe se srednja klinasta kost. Palpacijom lateralnog ruba stopala lako se odredi kvržica na bazi 5. metatarzalne kosti. Dva uporišta uzdužnog svoda stopala, petna kvrga i glavice metatarzalnih kostiju, lako se odrede inspekcijom i palpacijom.



## 5.3. RADIOGRAMI KUKOVA

### 5.3.1. AP projekcija kukova

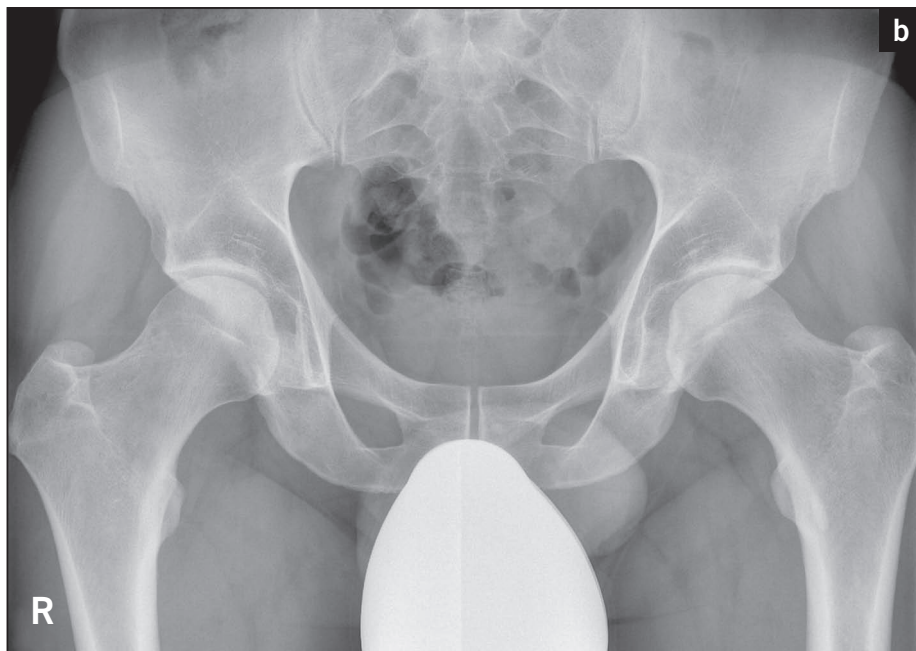
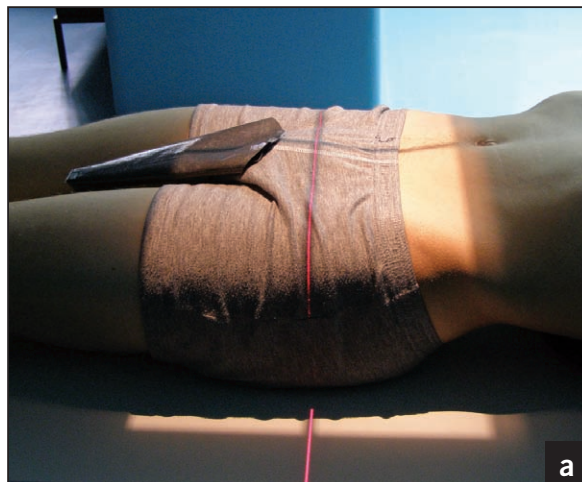
**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; noge su ispružene; unutarnja je rotacija stopala oko  $15^\circ$  tako da su prsti spojeni, a pete razmaknute; ruke su prekrížene na prsima.

**Položaj objekta snimanja:** ilijačne spine moraju biti podjednako udaljene u odnosu na podlogu. Ako je potrebno, može se učvrstiti traku koja sa rubova radiografskog stola prelazi preko zdjelice u visini ilijačnih spina zbog stabilizacije položaja.

**Receptor slike:** 35 x 43 centimetra ili 30 x 40 centimetara, ovisno o konstituciji bolesnika; orijentirati poprečno na os tijela, odnosno na zdjelicu; gornji se rub receptora slike postavi otprilike na gornji rub ilijačne kriste.

**Središnja zraka:** ulazi okomito u medijanoj ravni u gornji rub pubične simfize (a). Ne smije se zaboraviti uporaba zaštitnih pomagala za gonade kod ove projekcije.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** vratovi natkoljeničnih kostiju moraju biti prikazani u čitavoj dužini, što znači da se moraju postaviti usporedno s podlogom. Mali trohanter smije tek vrhom prominirati izvan medijalne konture femura (b). Ako se otkrije više od vrha, zakretanje noge nije bilo dovoljno.



### 5.3.2. “Frog leg” projekcija – AP projekcija vratova femura u položaju žabljih krakova

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; ruke su prekrížene na prsima; ilijačne spine moraju biti jednako udaljene u odnosu na podlogu. Ako je potrebno, može se postaviti traku preko zdjelice (iznad kukova) zbog stabilizacije položaja.

**Položaj objekta snimanja:** bolesnik treba flektirati kukove i koljena, spojiti stopala i privući ih maksimalno prema zdjelici; slijedi abdukcija obih natkoljenica po mogućnosti do 45° na svaku stranu tako da međusobno zatvaraju pravi kut (a).

**Receptor slike:** 35 x 43 centimetra ili 30 x 40 centimetara, ovisno o konstituciji bolesnika; postaviti poprečno na os tijela, odnosno na zdjelicu.

**Središnja zraka:** okomita je, cilja 2 centimetra iznad gornjeg ruba pubične simfize.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** jasno se prikazu konture vrata femura (b) usprkos preklapanja sjene velikog trohantera; mali trohanter se prikaže u medialnoj konturi.

Aksiolateralna projekcija vratova femura je preinaka po Cleavesu. Format receptora slike, položaj tijela i snimanog objekta su isti kao kod “frog leg” projekcije; receptor treba pomaknuti prema kranijalno zbog kose projekcije. Središnja zraka je usmjerena prema kranijalno oko 45°, ulazi na donjem rubu simfize.



Kod ove projekcije vratovi femura na radiogramu moraju biti usmjereni prema naprijed u odnosu na osi dijafiza.

### 5.3.3. AP projekcija kuka

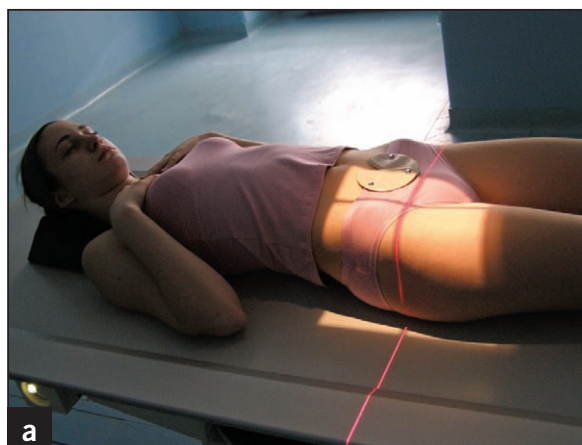
**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; prednje gornje ilijačne spine moraju biti podjednako udaljene od podloge; ruke su prekrížene na prsima; snimani kuk treba centrirati u sredinu receptora slike (a).

**Položaj objekta snimanja:** medijalna rotacija (pronacija) stopala 15 – 20° da bi vrat femura bio usporedan s podlogom, ukoliko nema kontraindikacija (fraktura, osteoliza). Može se staviti podložak ispod koljena zbog udobnosti, a vrećicu pijeska treba koristiti za imobilizaciju gležnja.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara; kod endoproteze kuka odabrati format 18 x 43 centimetra; postaviti uzdužno na os tijela; centrirati prema smjeru središnje zrake.

**Središnja zraka:** cilja na medijalni rub vrata femura; ulazi oko 3 centimetra kaudolateralno od sredine spojnice prednje gornje ilijačne spine i simfize, odnosno od sredine ingvinalnog ligamenta koji se može napipati, a koji dijeli trbuh od natkoljenice. Ne smiju se zaboraviti štitnici za gonade.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prodornost rendgenskog zračenja mora biti dostatna da se glava femura prikaže kroz *acetabulum*; treba se jasno prikazati zglob kuka i proksimalna trećina femura; vrat femura prikaže se bez skraćivanja (b); mali trohanter ne prominira u potpunosti na medijalnoj konturi, samo njegov vrh smije biti vidljiv na radiogramu.





### 5.3.4. Radiogram kuka po Lauensteinu

Rabi se za prikaz odnosa glave femura prema acetabulumu, omogućuje izvrstan prikaz zglobnog prostora. Ova je projekcija kontraindicirana kod sumnje na frakturu.

**Položaj bolesnika i objekta snimanja:** ležeći leđima na radiografskom stolu. Bolesnik mora flektirati i abducirati natkoljenicu snimane noge tako da stopalo prsloni na potkoljenicu ispružene nesnimane noge (a). Slijedi zakretanje tijela prema snimanoj strani dok se natkoljenica snimane noge lateralnom stranom ne prsloni na podlogu. Suprotnu, nesnimanu nogu, bolesnik retrofektira u kuku. Po potrebi se može umetnuti podložak ispod kuka i koljena nesnimane noge zbog stabilnosti.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, poprečno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomita je na liniju koja se spušta s prednje gornje ilijačne spine snimane strane, ulazi u razini gornjeg ruba pubične simfize.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** vrat femura je u središtu receptora slike; jasno se prikažu acetabulum i glava femura (b); veliki trohanter se preklapa sa sjenom vrata femura.

**Preinaka** po Hickeyu s ukošenjem središnje zrake prema kranijalno oko 25°; veliki trohanter na radiogramu nije prekriven sjenom vrata femura nego prominira na njegovoj donjoj konturi.





### 5.3.5. Aksiolateralna projekcija kuka u traumatiziranog bolesnika

**Položaj bolesnika:** ležeći na radiografskom stolu. Ako se radi o mršavom bolesniku ili je na mekoj podlozi (primjerice na krevetu), potrebno je podložiti kuk jastucima da bi najprominentniji dio trohantera bio u središtu receptora slike. Nesnimanu nogu bolesnik flektira u koljenu i kuku pod pravim kutom i oslanja petu na odgovarajući podložak (a), primjerice kartonsku ili drvenu kutiju, koja se ne smije naći na putu središnje zrake. Ponekad sam bolesnik povlači koljeno nesnimane noge rukama ili vrpcom.



**Položaj objekta snimanja:** snimana noga je ispružena u neutralnom položaju. Ukoliko to kliničko stanje dopušta, treba pokušati pronaciju 15 – 20°.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, ukošen prema smjeru centralne zrake koja na receptor ulazi okomito; centrirati na veliki trohanter; postaviti na rub duljom stranicom i fiksirati vrećicom pijeska s vanjske strane. Nepokretnu rešetku treba postaviti izravno na kazetu jer se radi o masivnom objektu koji uzrokuje veliki rasap rendgenskog zračenja.

**Središnja zraka:** vodoravna je, ukošena oko 45° prema kranio-lateralno; ulazi na sredini prepone s medijalne strane, odnosno na najvišoj točki medijalnog ruba natkoljenice snimanog ekstremiteta. Središnja zraka mora biti okomita na receptor slike.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** vrat femura se prikaže u profilu (b); mali trohanter se pojavljuje na stražnjoj konturi samo vrhom; veliki trohanter još manje prominira na prednjoj konturi; mora se vidjeti zglob kuka s acetabulumom; sjedna kvrga se prikaže ispod glave femura.

U bolesnika s obostranom frakturom kuka ili nepokretnom suprotnom nogom, ova metoda nije izvediva. Tada se može koristiti preinaka kod koje bolesnik leži na radiografskom stolu s ispruženim nogama; središnja zraka je poprečno usmjerena na os vrata natkoljenične kosti, dorzalno angulirana u odnosu na horizontalu oko 15°; ulaz središnje zrake je otprilike na pubičnoj simfizi.



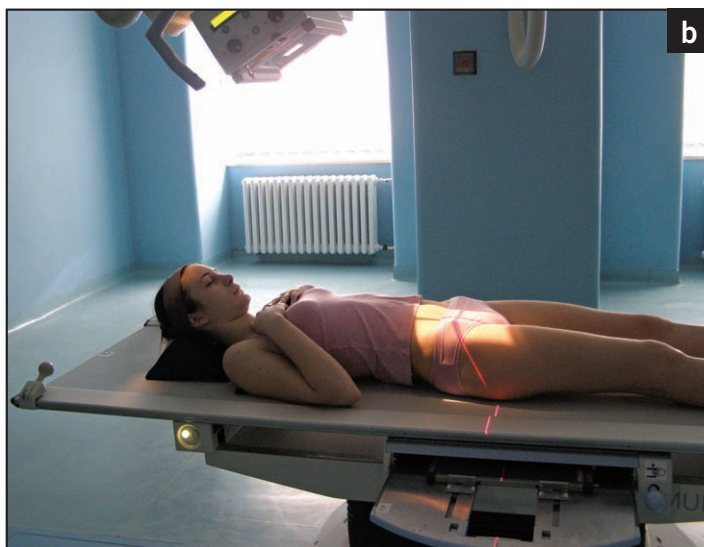
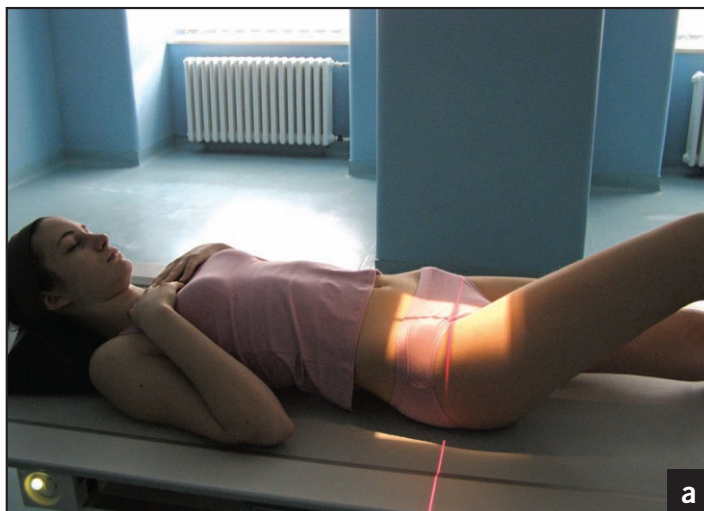
### 5.3.6. Projekcija prednje i stražnje konture glave femura po Schneideru

**Položaj bolesnika i objekta snimanja:**

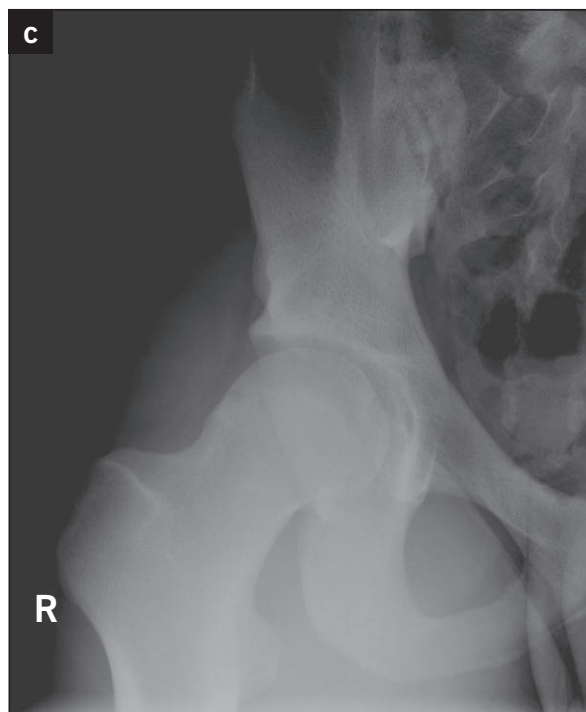
ležeći leđima na radiografskom stolu. Za prikaz prednje konture glave femura natkoljenicu snimane noge treba flektirati oko  $45^\circ$  (a); stopalo je na podlozi. Za radiogram stražnje konture glave femura bolesnik ispruži nogu uz standardnu unutarnju rotaciju stopala.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela, gornjim rubom na ilijačnu kristu kod okomite središnje zrake. Kod ukošene središnje zrake receptor slike prati njezin smjer, pomaknut je kaudalnije.

**Središnja zraka:** za prikaz prednje konture okomito usmjerena središnja zraka ulazi na vanjskoj trećini prepone. Za prikaz stražnje konture treba ukositi središnju zraku prema kaudalno oko  $30^\circ$  (b); ulazi oko tri centimetra medijalno od prednje gornje ilijačne spine.



## Projekcija prednje i stražnje konture glave femura po Schneideru



**Kriteriji za procjenu radiograma:** zglob kuka mora biti u središtu receptora slike. U dvije projekcije, koje se uvijek snimaju u paru, trebaju se prikazati prednja (c) i stražnja (d) kontura glave femura.



## 5.4. RADIOGRAMI NATKOLJENICE

### 5.4.1. AP projekcija natkoljenice

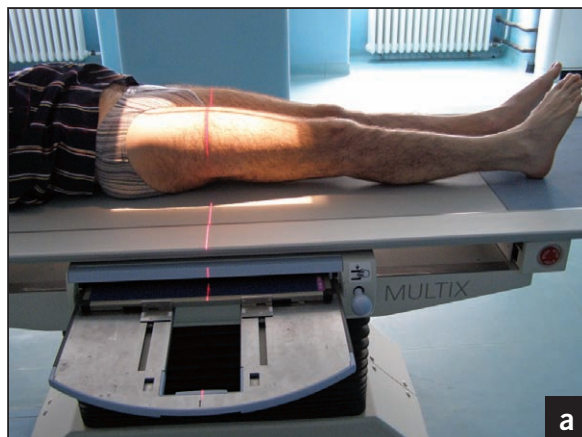
**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu, paziti da zdjelica nije rotirana.

**Položaj objekta snimanja:** za bolji prikaz distalnog dijela natkoljenične kosti s koljenom potrebna je pronacija do anatomskog položaja femura kada su epikondili jednako udaljeni od podloge (oko  $5^\circ$ ). Za projekciju proksimalnog femura s kukom (a) unutarnja rotacija treba biti oko  $15^\circ$  da bi se vrat femura postavio usporedno s filmom, odnosno da se isključi kut anteverzije. Prema kliničkim znacima, odnosno uputnoj dijagnozi, treba izabrati koji dio natkoljenične kosti je od primarnoga dijagnostičkog značenja. Naime, kod većine ljudi natkoljeničnu kost nije moguće obuhvatiti na jednom formatu u čitavoj duljini.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra ili 35 x 43 centimetra, ako se radi o izrazitoj medijalnoj devijaciji dijafize femura, što se vidi u ispitanika s jako širokom zdjelicom. Stvarnu širinu zdjeličnog obruča može se procijeniti palpacijom velikog trohantera femura. Receptor treba postaviti uzdužno na os natkoljenice. Da bi se na radiogramu obuhvatilo koljeno, donji rub receptora slike mora biti 5 centimetara distalno od zglobne pukotine koljenog zgloba. Ako se želi na radiogramu natkoljenice sa sigurnošću obuhvatiti kuk, gornji rub receptora treba postaviti na prednju gornju ilijačnu spinu.

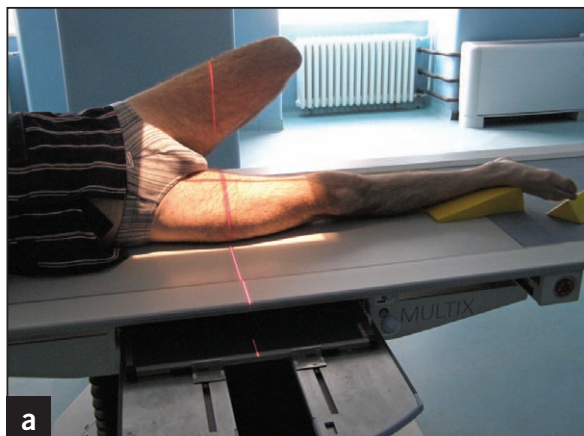
**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na središte receptora slike; poželjno je koristiti kazete s diferencijalnim folijama ili vrećice s rižinim brašnom zbog kompenzacije razlike denziteta s obzirom na veliku razliku u debljini proksimalnog i distalnog dijela natkoljenice u nekih ispitanika.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** mora biti prikazan veći dio femura uključujući zglob koji je bliži patološkoj promjeni ili mjestu ozljede. Preporučuje se zasebno snimiti i drugi zglob. Rijetko se na zadanom formatu uspije prikazati oba zgloba i to kod izrazito niskih ispitanika. Vrat femura ne smije biti skraćen ako je kuk od primarnog interesa. Ako je distalni femur od većeg dijagnostičkog značenja (b), unutarnja rotacija iznosi oko  $5^\circ$ . To znači da mali trohanter ne smije biti prekriven medijalnim rubom femura nego u cjelini prikazan izvan konture natkoljenične kosti. Trabekularna struktura mora biti vidljiva i u području dijafize femura.





## 5.4.2. Lateralna projekcija natkoljenice



a



R

**Položaj bolesnika:** ležeći na boku snimane strane u obje varijante. Za radiogram distalnog dijela femura suprotnu nogu treba flektirati i prebaciti prema naprijed. Ako se želi prikazati proksimalni dio femura, zdjelicu treba rotirati svega 10 – 15° nesnimanom, dakle gornjom stranom prema natrag; nogu nesnimane strane retroflektirati u kuku (a).

**Položaj objekta snimanja:** koljeno flektirati oko 30°; postaviti podložak pod gležanj snimane noge. Ako je zdjelica jako široka, potrebno je podložiti i koljeno.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra, uzdužno na os natkoljenice; centar postaviti na sredinu natkoljenice, ako bolesnik nije visok. Ako je natkoljenica preduga za format receptora slike, preporučuje se uključiti koljeno za čiji prikaz donji rub receptora slike mora biti pet centimetara distalno od zglobne pukotine.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena na središte receptora slike.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** veći dio femura mora biti vidljiv, uključujući područje ozljede ili patološke promjene. Ortopedski implan-tati se moraju prikazati u cjelini na jednom formatu. Prednji rubovi femoralnih kondila moraju se preklapati na radiogramu dok se donji rubovi ne mogu preklapati zbog divergencije rendgenskog snopa (b). Patela se prikaže u čistom profilu; femoropatelarna zglobna pukotina je otvorena. Veliki i mali trohanter ne prominiraju u konturi kosti.

**Preinaka** ovog radiograma u traumatiziranog ili nepokretnog bolesnika je lateromedijalna projekcija u ležećem položaju. Kazetu s filmom i nepokretnom rešetkom ili portabilni digitalni detektor treba umetnuti između nogu, gornjim rubom do prepone. Vodoravna središnja zraka ulazi s lateralne strane okomito na natkoljenicu; zglob kuka ovdje nije moguće prikazati. Također se može rabiti mediolateralna projekcija s podignutom zdravom nogom, ako se želi istodobno prikazati zglob kuka.

## 5.5. RADIOGRAMI KOLJENA

### 5.5.1. AP projekcija koljena



Uporaba rešetke za radiogram koljena nije obvezna, ali se može koristiti kod masivnijeg objekta, što ovisi o procjeni inženjera medicinske radiologije.

**Položaj bolesnika:** ležeći ili sjedeći na radiografskom stolu s ispruženim nogama; nesnimana noga je malo odmaknuta; paziti da zdjelica ne bude zakrenuta.

**Položaj objekta snimanja:** koljeno je u ekstenziji, femoralni kondili su usporedni s podlogom kod čega je patela minimalno ekscentrično postavljena, medioponirana (a). Unutarnja rotacija stopala kod ove projekcije iznosi svega 5°, za razliku od AP projekcije kuka.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara ili 18 x 24 centimetra, ovisno o konstituciji; postaviti uzdužno na os ekstremiteta.

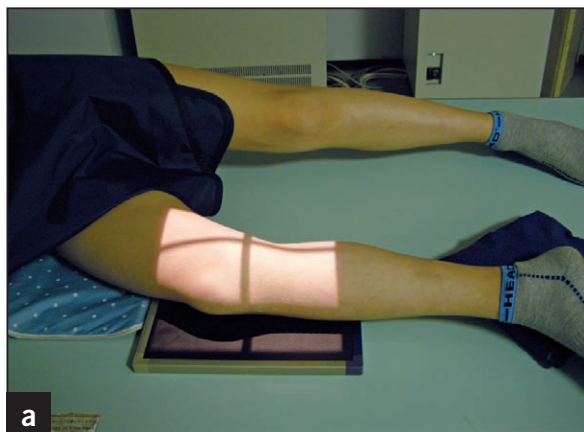


**Središnja zraka:** ulazi jedan centimetar ispod vrha patele; cilja na zglobnu pukotinu, a smjer ovisi o debljini zdjelice. Ako je zdjelica prosječne debljine, što znači da je udaljenost prednje gornje ilijačne spine 20 – 25 centimetara u odnosu na podlogu, središnja zraka je okomita na receptor slike. Kod deblje zdjelice, kada udaljenost spine prelazi 25 centimetara prema podlozi, potreban je kranijalni nagib središnje zrake 3 – 5°. Vrlo tanka zdjelica s udaljenošću spine od podloge manjom od 20 centimetara zahtijeva kaudalni nagib središnje zrake 3 – 5°. Kutovi su ipak samo orijentacijski, važno je procijeniti stvarni odnos debljine zdjelice i potkoljenice u snimanog bolesnika.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** femorotibijalna zglobna pukotina je otvorena (b); patela i femur se potpuno preklapaju; femur i tibia ne smiju biti zakrenuti; glava fibule se minimalno preklapa s tibijom; koštana struktura i meka tkiva koljena moraju se prikazati na istom radiogramu.

PA projekcija koljena rijetko se koristi. Središnja zraka je angulirana prema kaudalno oko 5° jer je potkoljenica blago flektirana; stopalo je pod pravim kutom u odnosu na podlogu; ispruženi prsti su u kontaktu s podlogom.

### 5.5.2. Profilna projekcija koljena



**Položaj bolesnika:** ležeći na boku snimane strane; suprotna je noga retrofleksirana u zglobu kuka kako bi se izbjeglo preklapanje sa snimanom nogom, prema potrebi podložiti koljeno.

**Položaj objekta snimanja:** poželjna je blaga fleksija snimanog koljena oko 30° jer taj položaj omogućuje relaksaciju mišića i postiže maksimalan volumen zglobnog prostora (a). Spojnicu epikondila femura treba postaviti okomito na podlogu; pritom je obično potrebno postaviti podložak pod gležanj. Ravnina patele treba biti okomita na podlogu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara ili 18 x 24 centimetra, ovisno o konstituciji; postaviti uzdužno na os potkoljenice.

**Središnja zraka:** ukošena je prema kranijalno 5 – 7° jer je medijalni kondil femura nešto niži od lateralnog; ulazi oko dva centimetra kaudalno od medijalnog epikondila femura. Središnja zraka je usmjerena točno na zglobnu pukotinu koju se može napipati u većine bolesnika. Kod šire zdjelice, dijafiza femura je ukošena prema medijalno, kondili su podjednake dužine i središnja zraka može ostati okomita na podlogu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** femoralni kondili se potpuno preklapaju (b); zglobni prostor između femoralnih i tibijalnih kondila mora biti otvoren. Patela se mora prikazati u profilu; patelofemoralna zglobna pukotina je otvorena; glava fibule i lateralni kondil tibije se minimalno preklapaju. Kut između natkoljenice i potkoljenice treba biti oko 30°; istodobno se mora prikazati koštana struktura kondila i sjena mekih tkiva koljena.

### 5.5.3. Usporedna AP projekcija koljena u stojećem stavu

U pravilu se rabi kod procjene osteoartritisa s očekivanim suženjem zglobne pukotine koje se nije prikazalo na radiogramu bez opterećenja tjelesnom težinom. Također se prikaže varus ili valgus devijacija koljena, ukoliko postoji. Usporedna projekcija koljena u ležećem stavu nema kliničkog opravdanja; standardno se treba primjenjivati pojedinačna radiografija koljena.

**Položaj bolesnika:** stojeći, leđima okrenut prema vertikalnom stativu.

**Položaj objekta snimanja:** noge su ispružene, stopala blago razmaknuta; težina je podjednako raspoređena na obje noge (a).

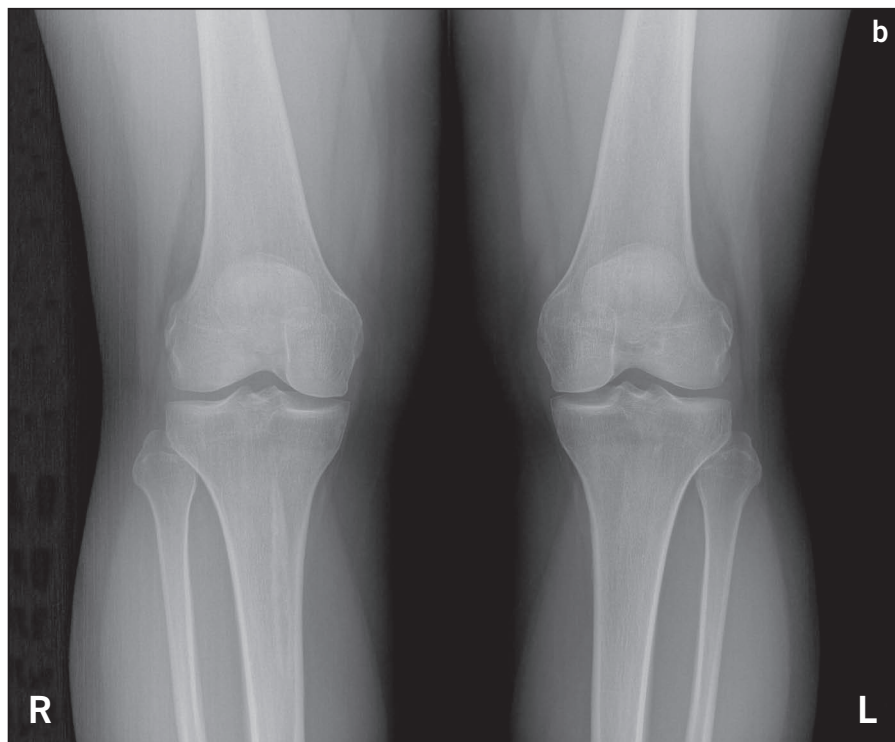
**Receptor slike:** 35 x 43 centimetra za obje noge na jednom formatu, uzdužno na os tijela i donjih ekstremiteta. Neki preporučuju format 24 x 30 centimetara poprečno na os donjih ekstremiteta, ako se želi prikazati uže područje zglobova koljena.

**Središnja zraka:** vodoravna je; cilja između koljena; ulazi jedan centimetar kaudalnije od spojnice vrhova patela.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se oba koljena bez zakretanja, zglobne pukotine se projiciraju na sredini receptora slike (b); dobro se prikazu osi natkoljeničnih i potkoljeničnih kostiju.



**PA preinaka za procjenu osteoartritisa:** bolesnik stoji uz stativ, natkoljenice su u djelomičnoj fleksiji, središnja zraka je vodoravno usmjerena u visini zglobnih pukotina. Prikazu se zglobne pukotine i interkondilarne udubine.





#### 5.5.4. AP kosa projekcija koljena u medijalnoj rotaciji

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima ili sjedeći na radio-grafskom stolu, snimana noga je centrirana na stol, ona koja se ne snima odmaknuta je od sredine receptora slike.

**Položaj objekta snimanja:** medijalna rotacija noge u zglobu kuka oko  $45^\circ$  (a). U bolesnika koji ne mogu okretati nogu u zglobu kuka, može se podložiti kuk snimane strane. Međutim, tada se objekt snimanja udaljava od podloge.

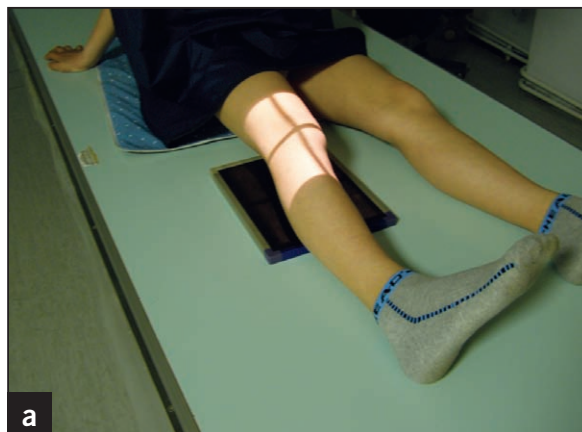
**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara ili 18 x 24 centimetra, uzdužno na os noge (koljena).

**Središnja zraka:** usmjerena je okomito na sredinu objekta, oko jedan centimetar ispod donjeg ruba patele; korekcija kuta ovisi o debljini zdjelice.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** tibija i fibula su razdvojene u proksimalnom zglobu; prikazu se lateralni kondili fibule i tibije (b). Zglobna pukotina je otvorena; rub patele minimalno prominira preko medijalnog ruba femoralnog kondila; na istom radiogramu se prikazu koštana struktura i meka tkiva koljena.

Varijanta s položajem na trbuhu (PA snimka) je preinaka s oštrijim prikazom patele koja je bliža filmu. Rotacija se postiže elevacijom kuka nesnimane strane.

**Preinaka:** kose projekcije koljena moguće je postignuti nagibom središnje zrake oko  $45^\circ$  prema lateralno, odnosno prema medijalno umjesto rotacije koljena. Ipak, poželjno je koristiti projekcije s okomitom središnjom zrakom kad god je to moguće kako bi se izbjegla deformacija sjene objekta na radiogramu.



### 5.5.5. AP kosa projekcija koljena u lateralnoj rotaciji

**Položaj bolesnika:** ležeći na leđima ili sjedeći na radiografskom stolu; snimanu nogu treba postaviti u sredinu receptora slike; odmaknuti nogu koju se ne snima.

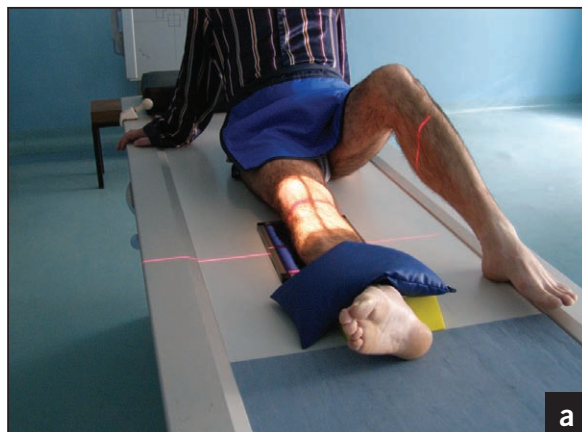
**Položaj objekta snimanja:** snimanu nogu zakrenuti prema van (supinacija u zglobu kuka) oko  $45^\circ$  (a). Ako bolesnik ne može okretati snimanu nogu, treba podignuti stranu koju se ne snima i postaviti podložak pod zdjelicu; eventualno se može pomoći fleksijom nesnimane noge i ruke kojima se odupire o podlogu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara ili 18 x 24 centimetra, uzdužno na os noge.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu objekta, jedan centimetar distalnije od vrha patele. Ovdje također treba procijeniti potrebu za korekcijom kuta središnje zrake, ovisno o debljini zdjeličnog pojasa.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se medijalni kondili femura i tibije; otvorena je zglobna pukotina, jasno je vidljiv tibijalni plato (b). Fibula se preklapa s proksimalnim dijelom tibije; rub patele minimalno prominira preko ruba lateralnoga femoralnog kondila; odgovarajući prikaz koštane strukture i sjene mekih tkiva.

Varijanta s položajem na trbuhu (PA snimka) daje gotovo istovjetan prikaz kao AP, osim što se oštrije prikaže patela koja je ovdje bliža filmu. Okretanje se postiže podizanjem kuka snimane strane.

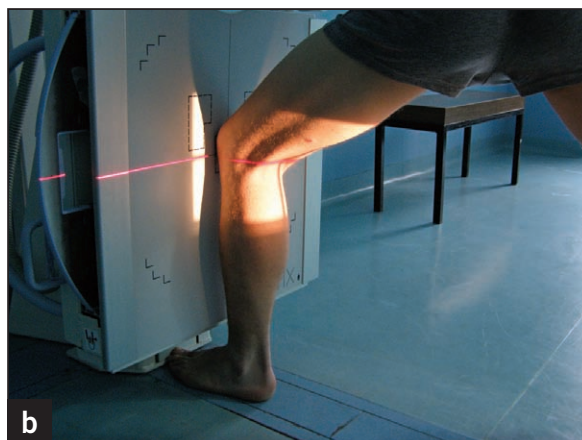
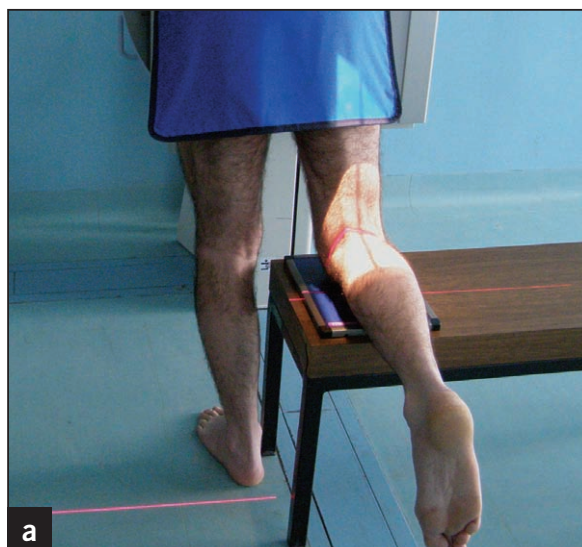


### 5.5.6. PA aksijalna projekcija interkondilarne fose po Holmbladu

**Položaj bolesnika i objekta snimanja:** ovise o općem stanju bolesnika. Na raspolaganju su tri moguća položaja tijela bolesnika, kut natkoljenice prema potkoljenici je u svim varijantama  $120^\circ$ . U prvoj varijanti bolesnik stoji, kuk snimane noge je u retrofleksiji, koljeno je flektirano i položeno na stolac s receptorom (a). Druga varijanta uključuje stojeći položaj licem prema vertikalnom stativu; bolesnik flektiranu potkoljenicu prislanja uz stativ (b). Treća je varijanta klečeći na radiografskom stolu (c).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os potkoljenice.

**Središnja zraka:** u sva tri položaja središnja je zraka okomita na os potkoljenice i na receptor slike, ulazi kroz interkondilarnu fosu, a izlazi na vrhu patele.



## PA aksijalna projekcija interkondilarne fose po Holmbladu



**Kriteriji za procjenu radiograma:** interkondilarna fosa je otvorena; prikazu se posteroinferiorni dijelovi femoralnih kondila i konture interkondilarne fose (d); mora se vidjeti interkondilarna eminencija i zglobna pukotina.

**Preinaka:** AP projekcija je alternativa kada PA radiogram nije moguće izvesti. Bolesnik leži na radiografskom stolu, snimana noga je flektirana u koljenu do kuta od 120°; potkoljenica i koljeno leže na podlošku na kojem je receptor slike. Okomita središnja zraka ulazi jedan centimetar distalno od vrha patele.



### 5.5.7. AP radiogram koljena s postraničnim potisnućem (stress radiogram)

Koristi se za ispitivanje integriteta kolateralnih ligamenata.

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; nogu koju se ne snima odmaknuti.

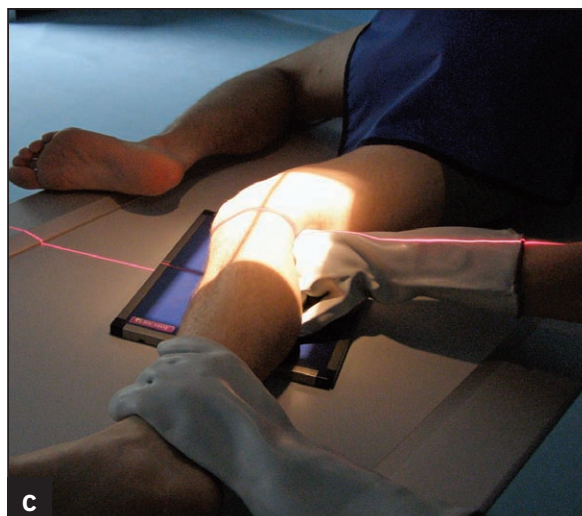
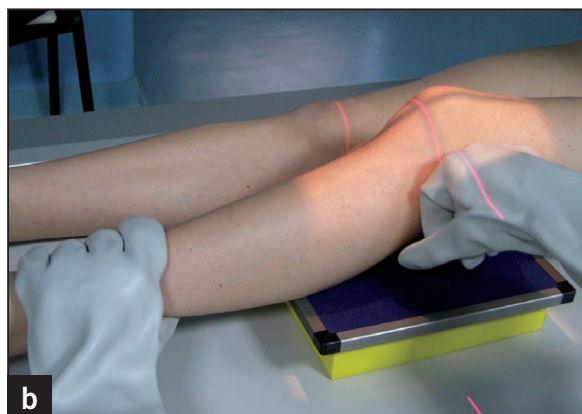
**Položaj objekta snimanja:** bolesnik flektira snimano koljeno do 30°; liječnik stoji sa strane obučen u zaštitnu pregaču s navučenim rukavicama impregniranim olovom; potiskuje koljeno s medijalne (a), zatim s lateralne strane (b) jednom rukom (zatvorenom šakom da se prsti ne bi superponirali s objektom), a drugom rukom hvata i stabilizira distalni dio potkoljenice.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara ili 18 x 24 centimetra, ovisno o konstituciji; format postaviti uzdužno na os koljena; snimati s rešetkom.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena, ulazi oko 2 centimetra ispod donjeg ruba patele.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** zglobni prostor treba biti jasno prikazan; tibijalni plato se mora prikazati kao jednostruka linija. U pravilu treba usporediti s drugom nogom pazeći pritom da sila opterećenja bude na obje strane podjednaka.

Rijetko se rabi profilni radiogram koljena s potiskom prema naprijed za procjenu integriteta prednje ukrižene sveze kod kojeg liječnik jednom rukom drži stopalo, a šakom druge ruke postavljenom u poplitealnu jamu, potiskuje potkoljenicu (tibiju) prema naprijed (c). Za ispitivanje integriteta stražnje ukrižene sveze potkoljenicu treba uhvatiti s prednje strane i potiskivati prema natrag.



## 5.6. RADIOGRAMI PATELE

### 5.6.1. PA projekcija patele

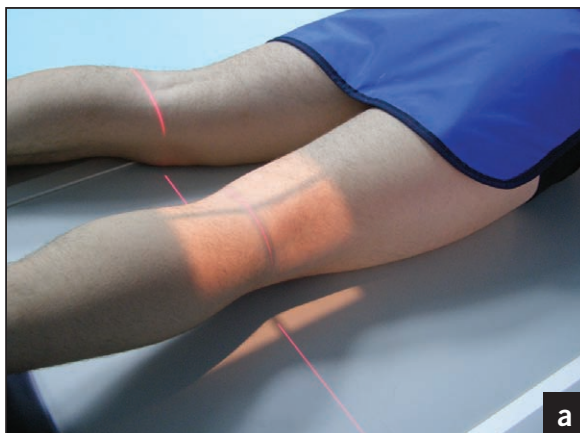
**Položaj bolesnika:** ležeći trbuhom na radiografskom stolu; noge su ispružene, noga koja se ne snima je odmaknuta.

**Položaj objekta snimanja:** snimana noga je u sredini receptora slike, također i radiografskog stola; petu treba minimalno zakrenuti prema lateralno, otprilike  $5 - 10^\circ$  da bi patela bila usporedna s filmom, odnosno treba postaviti podložak pod prednji dio stopala.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os koljena; rendgenski snop mora biti sužen sukladno objektu snimanja.

**Središnja zraka:** okomita je na sredinu poplitealne jame (a).

**Kriteriji za procjenu radiograma:** patela je u potpunosti prekrivena femurom; prodornost rendgenskog snopa mora biti dostatna da se patela jasno prikaže kroz sjenu femura (b).



### 5.6.2. Lateralna projekcija patele

Lateralna projekcija patele je položajem tijela slična profilnoj projekciji koljena od koje se razlikuje manjim kutom fleksije koljenog zgloba i mjestom ulaza središnje zrake.

**Položaj bolesnika:** na boku snimane strane; nogu koju se ne snima retrofektirati u kuku i zabaciti iza snimane noge; podložiti koljeno nesnimane noge zbog stabilnosti.

**Položaj objekta snimanja:** snimanu nogu položiti fibularnom stranom na podlogu; po potrebi podložiti gležanj; koljeno flektirati  $5 - 10^\circ$  jer povećanje fleksije smanjuje patelofemoralni zglobni prostor; spojnica epikondila femura treba biti okomita na podlogu kao i ravnina patele (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, uzdužno na os koljena; centar na sredini patelofemoralnog zgloba.

**Središnja zraka:** okomita je na sredinu receptora slike, odnosno patelofemoralnog zgloba; vrećicu rižinog brašna može se prisloniti sprijeda uz patelu zbog kompenzacije denziteta.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** fleksija koljena ne smije prelaziti  $5 - 10^\circ$ ; patelofemoralna zglobna pukotina mora biti otvorena; patela se prikaže u čistom profilu (b); rendgenski snop mora biti sužen.





### 5.6.3. PA kosa projekcija patele u medijalnoj i lateralnoj rotaciji

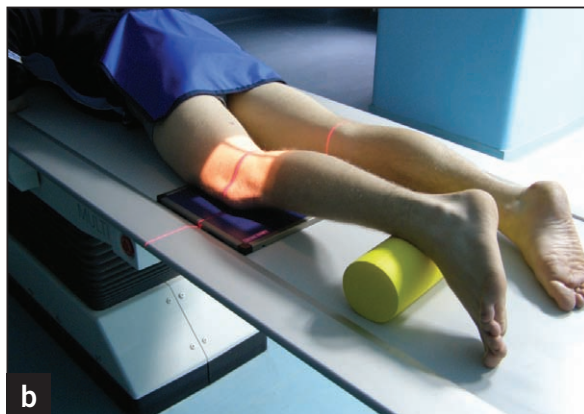
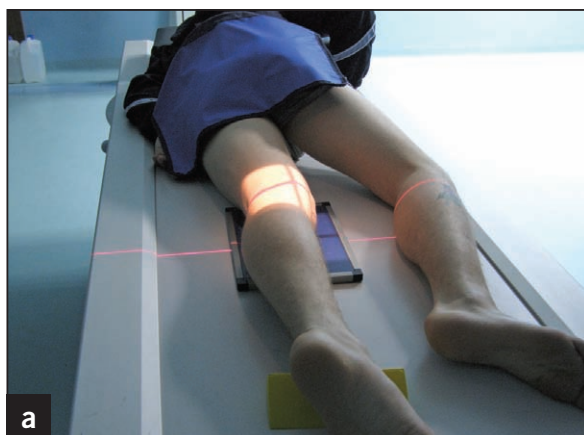
**Položaj bolesnika:** ležeći trbuhom na radiografskom stolu. Položaj tijela prilagoditi snimanom objektu.

**Položaj objekta snimanja:** fleksija koljena 5 – 10°; medijalna (a), zatim lateralna rotacija (b) snimane noge oko 45°.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os koljena.

**Središnja zraka:** usmjerena je okomito na patelu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** medijalni (c), odnosno lateralni (d) dio patele se u odgovarajućoj rotaciji noge ne preklapa s femurom; uska kolimacija rendgenskog snopa.





#### 5.6.4. Tangencijalna projekcija patele

Ova je projekcija izvrsna za prikaz luksacije ili frakture patele, također za prikaz kondila femura. Može se učiniti radiogram suprotnog koljena zbog usporedbe, ali samo na traženje liječnika.

**Položaj bolesnika:** ležeći trbuhom na radiografskom stolu; paziti da snimana noga ne bude zakrenuta.

**Položaj objekta snimanja:** potkoljenica je flektirana tako da s podlogom zatvara kut oko  $60^\circ$ ; dorzum stopala se oslanja na kolimator rendgenskog snopa. U drugoj varijanti bolesnik svojim rukama povlači traku ili zavoj koji se zategne preko palca (a).



**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra; postavljen izravno na radiografski stol, uzdužno na os koljena; centar je kranijalnije zbog kose središnje zrake.

**Središnja zraka:** ukošena je  $45^\circ$  prema kranijalno, ulazi na patelofemoralnom zglobu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** otvorena je patelofemoralna zglobna pukotina; prikazu se zglobne površine femoralnih kondila, mora se prikazati spongiozna koštana struktura patele (b).



### 5.6.5. Aksijalne projekcije patele

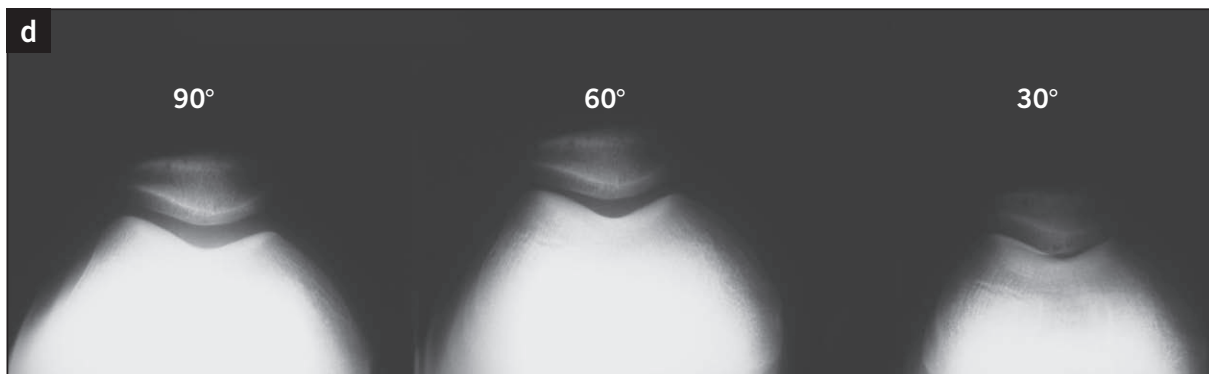
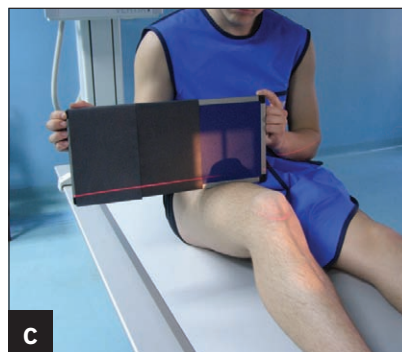
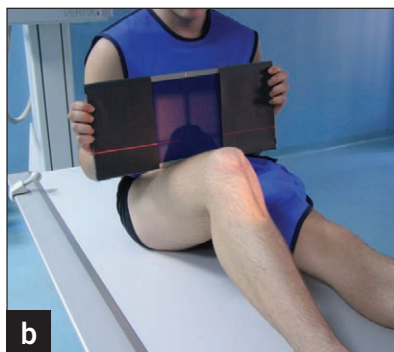
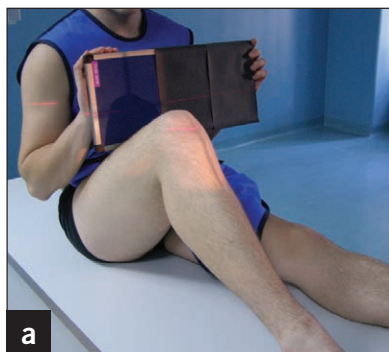
**Položaj bolesnika:** sjedeći na radiografskom stolu, nesnimana noga je ispružena.

**Položaj objekta snimanja:** potkoljenica snimane noge se flektira tako da s natkoljenicom zatvara kutove od 90° (a), 120° (b) i 150° (c). Aksijalne projekcije patele uključuju ukupno 3 ekspozicije, a fleksija se na radiogramu označuje u odnosu na ispruženi položaj potkoljenice, dakle 90°, 60° i 30°. Patela je u sva tri položaja usporedna s radiografskim stolom.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra, podijeliti u tri formata koristeći olovom impregniranu gumu za prekrivanje neekspoziranih dijelova receptora; poprečno na os noge; bolesnik rukama pridržava receptor okomito u odnosu na podlogu.

**Središnja zraka:** vodoravna; usmjerena kaudokranijalno u odnosu na bolesnika; cilja na vrh patele.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** stražnja kontura patele na kojoj je zglobna ploha mora biti jasno prikazana na radiogramu (d).



## 5.7. RADIOGRAMI POTKOLJENICE

### 5.7.1. AP projekcija potkoljenice

Zbog velike divergencije rendgenskog snopa na okrajcima postoji opasnost da koljena i gležnjevi ne budu prikazani unutar zadanog formata, posebice kod visokih ljudi. Da bi se osigurao prikaz oba zglobova, kazeta rubom mora prelaziti zglobnu pukotinu najmanje za četiri centimetra. Kod jako duge potkoljenice mogu se kombinirati dva receptora slike.

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; zdjelica mora biti postavljena simetrično u odnosu na sredinu rešetke, bez zakretanja. Nesnimanu nogu treba odmaknuti.



**Položaj objekta snimanja:** snimana noga je u sredini radiografskog stola, stopalom oko 5° zakrenuta prema unutra tako da su femoralni kondili usporedni s filmom (a); stopalo je pod pravim kutom u odnosu na potkoljenicu, ponekad ga treba učvrstiti podloščima.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra ili 35 x 43 centimetra popola, uzdužno na os potkoljenice; koljeno zglob bit će obuhvaćen na radiogramu kada se gornji rub receptora postavi najmanje 4 centimetra iznad zglobne pukotine. Za siguran prikaz talokruralnog zgloba, donji rub receptora slike treba spustiti do plantarnog ruba stopala.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu snimanog objekta i receptora slike. S obzirom na razliku u debljini objekta, može se postaviti vrećica rižinog brašna preko donjeg dijela potkoljenice za ujednačavanje gustoće sjene, ili se rabi građuirana folija u film-folijskom sustavu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** koljeno i talokruralni zglob prikazani su na jednom ili pak 2 radiograma potkoljenice, bez zakretanja. Zglobna tijela u proksimalnom i distalnom tibiofibularnom zglobovima djelomično se preklapaju (b); zglobne pukotine nisu otvorene u ovoj projekciji. Istodobno su vidljiva meka potkoljenična tkiva i trabekularna struktura potkoljeničnih kostiju.



### 5.7.2. Profilna projekcija potkoljenice

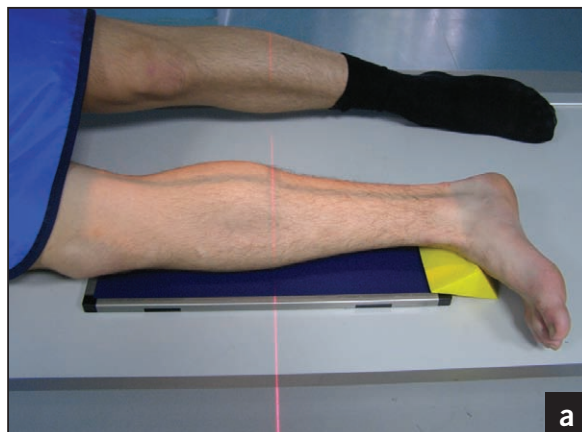
**Položaj bolesnika:** ležeći na boku snimane noge koja je ispružena; noga koju se ne snima je retro-flektirana u zglobu kuka i zabačena iza snimane noge.

**Položaj objekta snimanja:** patela je usmjerena okomito na film; spojnica femoralnih kondila također treba biti okomita na film (a) što uključuje minimalnu rotaciju prednjeg dijela stopala snimane noge prema unutra; postaviti podmetače ispod gležnja. Ako bolesnik ne može zauzeti bočni položaj, primjerice zbog traume, koriste se alternativne tehnike snimanja vodoravnom središnjom zrakom. Prva varijanta rabi lateromedijalni smjer središnje zrake, dok je kazeta postavljena između nogu bolesnika. Druga je mediolateralna projekcija kod koje središnja zraka ulazi s medijalne strane, a receptor slike je prislonjen postranično uz potkoljenicu. Međutim, ovdje se mora podignuti suprotnu nogu na podložak da se ne bi našla na putu rendgenskog snopa.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra ili 35 x 43 centimetra podijeliti na dva formata, uzdužno na os potkoljenice. Rub receptora mora prelaziti zglobnu pukotinu koju se želi obuhvatiti radiogramom barem 4 centimetra.

**Središnja zraka:** okomita je na sredinu receptora slike.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** koljeno i talokru-ralni zglob prikažu se na jednom ili pak na 2 radio-grama. Distalni okrajak fibule se preklapa s posteriornim dijelom istog okrajka tibije; proksimalni okrajak fibule se tek minimalno preklapa s tibijom. Dijafize potkoljениčnih kostiju na profilnom radio-gramu su razdvojene (b). Moraju biti vidljive koštane gredice i sjena mekog tkiva.

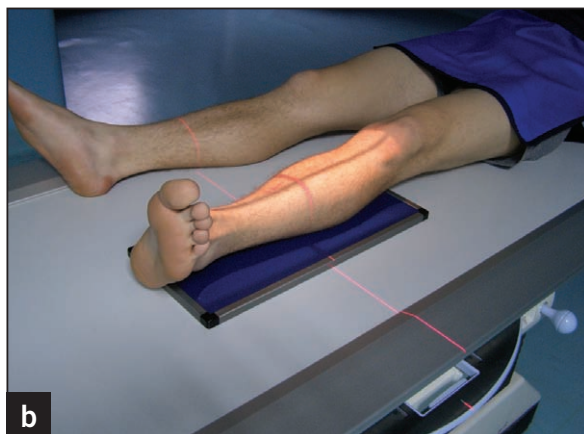




### 5.7.3. AP kosa projekcija potkoljenice s medijalnom i lateralnom rotacijom

**Položaj bolesnika:** ležeći na leđima ili sjedeći na radiografskom stolu.

**Položaj objekta snimanja:** pronacija (a), potom supinacija (b) ispruženoga donjeg ekstremiteta oko 45°; stopalo uvijek ostaje okomito u odnosu na os potkoljenice.



**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra ili 35 x 43 centimetra, podijeliti na 2 formata, postaviti uzdužno na os potkoljenice.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena na sredinu potkoljenice i receptora slike.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** u obje projekcije moraju biti obuhvaćeni susjedni zglobovi, dakle koljeno i gornji nožni zglob. Kod medijalne rotacije otvori se zglobna pukotina proksimalne i distalne tibiofibularne artikulacije (c); interosalni prostor između tibije i fibule u ovoj je projekciji prikazan u punoj širini (c). U lateralnoj rotaciji tibija i fibula se moraju potpuno preklapati (d).



## 5.8. RADIOGRAMI GLEŽNJA

### 5.8.1. AP projekcija gležnja

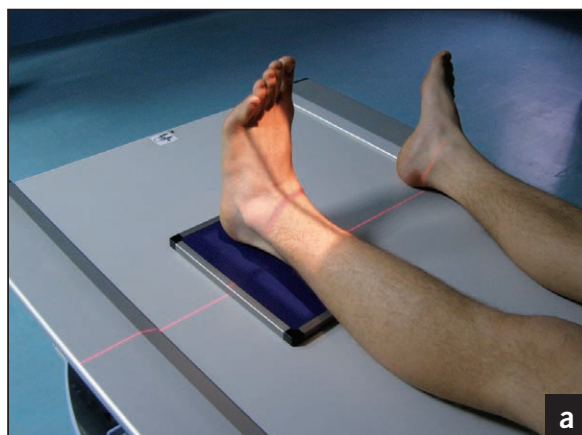
**Položaj bolesnika:** sjedi ili leži leđima na radio-grafskom stolu; snimana noga je potpuno ispružena; noga koja se ne snima je flektirana ili odmaknuta na stranu.

**Položaj objekta snimanja:** stopalo treba biti pod pravim kutom u odnosu na potkoljenicu (a). Ako je potrebno, stopalo se može na plantarnoj strani fiksirati vrećicama s pijeskom ili se omota duga vrpca oko stopala koju bolesnik povlači rukama. Unutarnja rotacija stopala treba biti oko 10°, dakle manja u odnosu na radiogram kuka.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili 24 x 30 centimetara podijeliti na dva formata; postaviti uzdužno na os potkoljenice.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu gležnja, jedan centimetar proksimalnije od vrha medijalnog (tibijalnog) maleola.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** tibiotalarna zglobova pukotina se mora prikazati na radiogramu; gornji nožni zglob je centriran na sredinu receptora slike; tibiofibularna sindezmoza se preklapa s anteriornim tibijalnim tuberkulom (b) koji također lateralnim rubom prelazi preko medijalnog ruba fibule; kranio-lateralni rub talusa se preklapa s fibularnim maleolom; medijalni talomaleolarni zglob je na radiogramu otvoren.



### 5.8.2. Profilna projekcija gležnja

**Položaj bolesnika:** ležeći na boku snimane strane. Nesnimana noga je zabačena iza snimane noge koja je u kontaktu s podlogom.

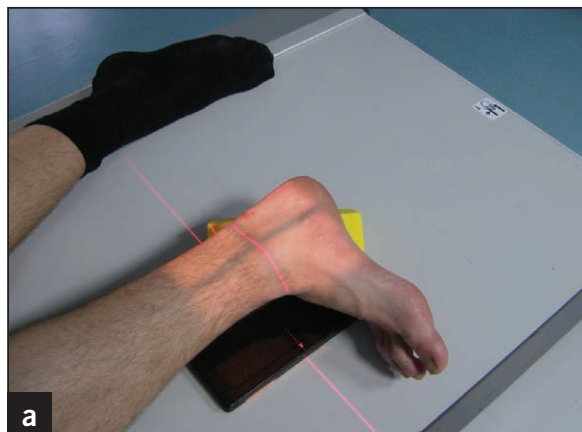
**Položaj objekta snimanja:** lateralni rub stopala je u kontaktu s podlogom (a); stopalo je flektirano do pravog kuta kako bi se spriječilo zakretanje gležnja.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os potkoljenice.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na gležanj, ulazi jedan centimetar proksimalno od vrha medijalnog maleola.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** gornji nožni zglob je u središtu receptora slike; otvorena je zglobna pukotina tibiotalnog zgloba uz idealno preklapanje medijalnog i lateralnog ruba trohleje talusa (b). Fibula se na radiogramu preklapa sa stražnjom polovicom tibije. Prikaže se talus i kosti tarzusa. Denzitet radiograma mora biti dovoljan da se kroz tibiju jasno prikaže distalni okrajak fibule.

Lateromedijalna projekcija gležnja ponekad se preporučuje jer je medijalni dio potkoljenice i gležnja relativno ravan i stoga bolje priliježe uz podlogu; središnja zraka okomito ulazi 2 centimetra proksimalno od vrha fibularnog maleola. Ova varijanta postiže oštrije prikaz koštane strukture, no položaj nije udoban, posebice ako je bolesnik teško pokretan.



### 5.8.3. AP kosa projekcija tibiofibularne sindezmoze

**Položaj bolesnika:** ležeći na leđima ili sjedeći na radiografskom stolu, snimana je noga ispružena.

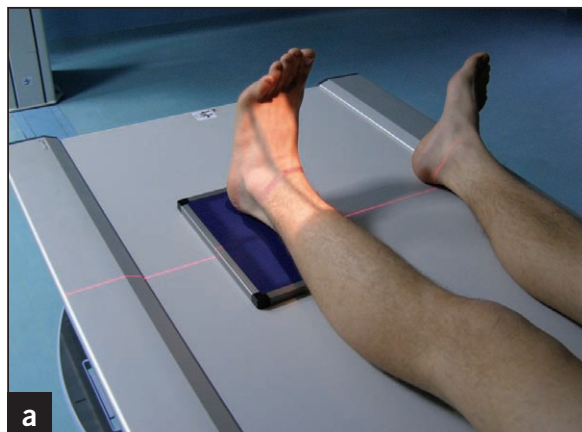
**Položaj objekta snimanja:** ispruženu nogu bolesnik zakrene prema unutra u zglobu kuka 15 – 20° tako da intermaleolarna spojnica bude usporedna s podlogom (a); stopalo ostaje pod pravim kutom prema potkoljenici. Važno je zakrenuti čitavu nogu, a ne samo stopalo.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili podijeliti 24 x 30 centimetara na dva dijela, uzdužno na os potkoljenice.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena na sredinu intermaleolarne spojnice.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** sva 3 segmenta gornjega nožnog zgloba (zglobna vilica) moraju biti prikazana bez preklapanja s okolnim koštanim strukturama (b), primjerice s prednjim tibijalnim tuberkulom; talofibularna zglobna pukotina se na radiogramu mora otvoriti.

Varijanta s medijalnom rotacijom oko 45° može dati vrijedne informacije kada se sumnja na frakturu.





#### 5.8.4. AP radiogrami gležnja s forsiranom rotacijom

Tehnike radiografije gležnja s forsiranom rotacijom obično se rabe za ispitivanje integriteta ligamenata, nakon inverzijske ili everzijske ozljede. Ovim je projekcijama moguće dokazati rupturu kolateralnih ligamenata koju karakterizira proširenje zglobne pukotine na strani lezije. Prethodno je potrebno isključiti frakturu standardnim projekcijama jer su kod frakture ove tehnike zabranjene. Ako se radi o svježoj ligamentarnoj ozljedi, kod koje je gležanj jako osjetljiv, ortoped može aplicirati lokalni anestetik u tarzalni sinus prije izvođenja forsirane rotacije. Kada je osigurao bezbolnost, ortoped provjerava integritet medijalnoga (a) i lateralnoga (b) kolateralnog ligamenta na AP projekcijama. Dva su moguća načina dobivanja ovih radiograma:

- Bolesnik sjedi na radiografskom stolu, gležanj se postavi u položaj maksimalne inverzije (pronacije), zatim everzije (supinacije). Zadani položaj bolesnik sâm održava tijekom ekspozicije pomoću vrpce prebačene preko stopala koju asimetrično povlači rukama.



## AP radiogrami gležnja s forsiranom rotacijom



Za provjeru anteriorne ligamentarne potpore talusa rabi se profilna projekcija; bolesnik sjedi u stabilnom položaju; stopalom se oslanja na podlogu, a ortoped uhvati potkoljenicu iznad gležnja potiskujući je snažno prema dorzalno. Zbog nelagode koju ove projekcije izazivaju u bolesnika, čitav postupak pozicioniranja mora biti što kraći. Također se može aplicirati lokalni anestetik u područje tarzalnog sinusa zbog smanjenja boli.

- Liječnik, najčešće ortoped, sâm namješta položaj gornjega nožnog zgloba bolesnika na način da jednom rukom uhvati potkoljenicu iznad gležnja, a drugom rukom izvodi supinaciju (c) i pronaciju (d); rukavice impregnirane olovom štite liječnikove ruke od ionizirajućeg zračenja, a zaštitna pregača štiti tijelo.

### 5.8.5. AP projekcija gležnjeva pri opterećenju tjelesnom težinom

**Položaj bolesnika:** stoji na niskoj platformi (a) koja ima utor za kazetu; noviji uređaji imaju mogućnost spuštanja vertikalnog stativa gotovo do podloge. Rendgensku cijev je potrebno spustiti što je moguće niže. Ako postoji tehničko ograničenje, bolesnik mora stajati na višem postolju što je potencijalno opasno.

**Položaj objekta snimanja:** pete osloniti na okomito položenu kazetu; palčeve usmjeriti ravno prema naprijed, dakle prema rendgenskoj cijevi.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, poprečno na uzdužnu os potkoljenica.

**Središnja zraka:** vodoravna je, usmjerena okomito između medijalnih maleola na središte receptora slike.



**Kriteriji za procjenu radiograma:** oba gornja nožna zglobova trebaju se prikazati u sredini receptora slike; medijalni dio zglobne pukotine talokruralnih zglobova je otvoren (b); lateralni segmenti talokruralnih zglobova su zatvoreni zbog međusobnog preklapanja kostiju na radiogramu.



## 5.9. RADIOGRAMI KALKANEUSA

### 5.9.1. Profilna projekcija kalkaneusa

**Položaj bolesnika:** leži na boku snimane strane, nogu koja se ne snima prebaci naprijed.

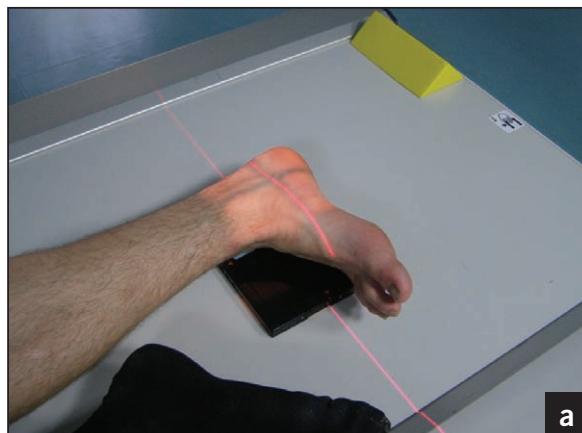
**Položaj objekta snimanja:** gležanj snimane noge je prislonjen fibularnom stranom na receptor slike (a).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na os stopala; centar je na subtalarnom zglobu.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na receptor, ulazi 2 – 3 centimetra distalno od vrha medijalnog maleola.

**Kriteriji za procjenu radiograma:**

kalkaneus ne smije biti zakrenut; moraju se vidjeti tarzalni sinus, donji nožni zglob i kosti tarzusa (b); istodobni prikaz koštane strukture i mekih tkiva.





### 5.9.2. Aksijalna plantodorzalna projekcija kalkaneusa

**Položaj bolesnika:** sjedeći ili ležeći leđima na radiografskom stolu; snimana noga je potpuno ispružena.

**Položaj objekta snimanja:** dugačku traku zategnutu preko glavica metatarzalnih kostiju bolesnik povlači rukama prema glavi u položaj maksimalne dorzalne fleksije stopala (a), a najmanje do pravog kuta stopala prema podlozi.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os potkoljenice; centrirati na sredinu gležnja.

**Središnja zraka:** ukošena prema kranijalno oko  $45^\circ$ , okomito usmjerena na uzdužnu os kalkaneusa; ulazi na petu s plantarne strane.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaz petne kosti od tubera do sustentakuluma (b); razlika u denzitetu između anteriornog i posteriornog segmenta kalkaneusa ne smije biti prevelika; moguća je kompenzacija denziteta rižinim brašnom.

**Preinaka:** aksijalna dorzoplantarna projekcija. Bolesnik leži trbuhom na radiografskom stolu, snimana noga je ispružena, gležanj je podložen, stopalo potpuno priliježe na okomito postavljene i prislonjene receptore slike. Središnja zraka je ovdje usmjerena prema distalno pod kutom od  $45^\circ$ , ulazi na Ahilovoj tetivi.

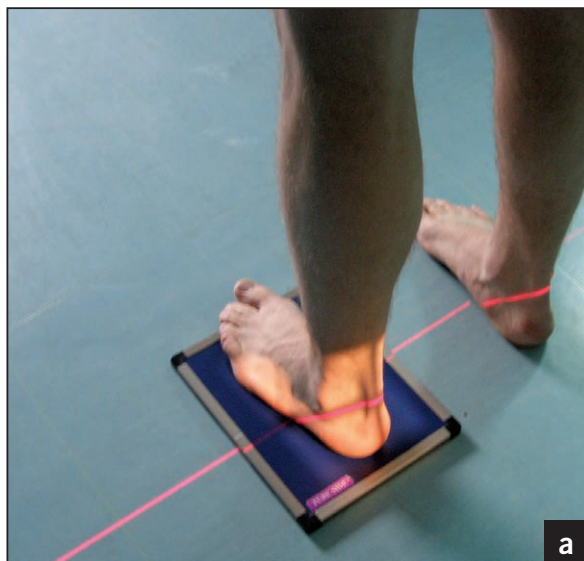


### 5.9.3. Radiogrami kalkaneusa pri opterećenju tjelesnom težinom

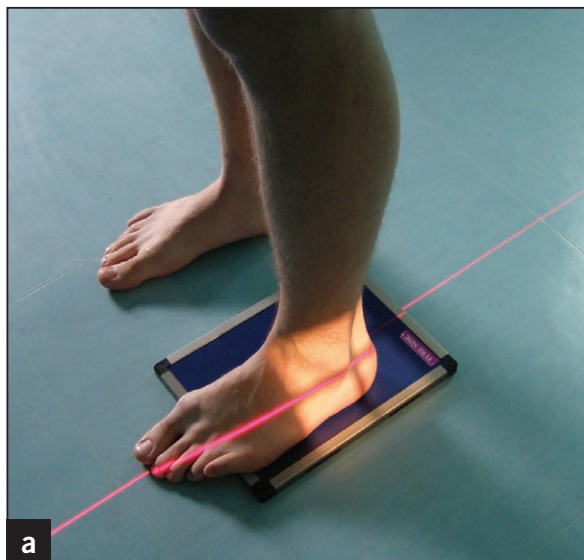
Postoje dvije varijante, aksijalna i lateromedijalna kosa projekcija; obje se izvode u stojećem stavu.

#### 5.9.3.1. Aksijalna snimka kalkaneusa pri opterećenju tjelesnom težinom

Bolesnik stoji izravno na receptoru slike; snimano stopalo je okomito prema potkoljenici, nogu koja se ne snima razdvojiti od snimane zbog stabilnosti; središnja zraka je ukošena oko 45° prema prstima, ulazi s dorzalne strane u visini gležnja (a). Prikaže se petna kost u čitavoj dužini (b)



### 5.9.3.2. Lateromedijalna kosa projekcija kalkaneusa pri opterećenju tjelesnom težinom



Bolesnik stoji snimanom nogom na receptoru slike; središnja zraka je ukošena lateromedijalno oko 45°, ulazi na lateralnom maleolu; petu treba postaviti na lateralni dio receptora slike tako da se projicira na sredinu radiograma prateći kosi smjer središnje zrake (a). Snimka je izvrsna za procjenu stres frakture kalkaneusa ili tubera (b).



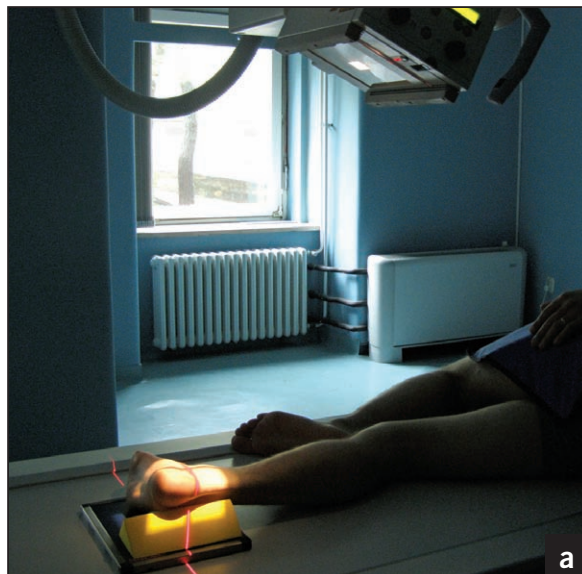
#### 5.9.4. Radiogrami subtalarnog zgloba

Brojne su projekcije subtalarnog zgloba opisane, no ovdje se spominju samo neke koje se preporučuju za primjenu u kliničkoj praksi.

Standardno se koristi format receptora slike 18 x 24 centimetra, poprečno na os potkoljenice za sve navedene projekcije.

##### 5.9.4.1. Radiogram tarzalnog sinusa

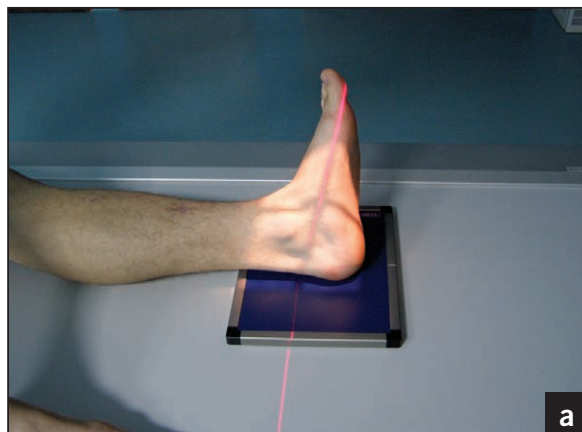
Za prikaz tarzalnog sinusa rabi se ležeći položaj na boku snimane strane. Nesnimana noga je flektirana u koljenu, prebačena preko snimane noge prema naprijed, služi stabilizaciji snimanog objekta. Gornji nožni zglob snimane noge je u neutralnom položaju. Iz tog položaja treba podignuti petu oko 5 centimetara u odnosu na podlogu (a). Središnju zraku treba ukositi oko  $25^\circ$  prema kaudalno, ciljati neposredno ispod vrha medijalnog maleola. Osim tarzalnog sinusa, prikazu se talokalkanealni zglobovi koje čine zajednički subtalarni zglob i to posebice srednji i stražnji segment zgloba. Tarzalni sinus mora biti otvoren (b).





#### 5.9.4.2. Radiogram subtalarnog zgloba u lateralnoj rotaciji

Brodenova verzija je posebno vrijedna kod kominutivnih fraktura petne kosti za prikaz posteriorne artikularne fasete kalkaneusa te procjenu zahvaćenosti subtalarnog zgloba. Bolesnik leži na leđima, noga je ispružena, stopalo postavljeno pod pravim kutom u odnosu na potkoljenicu. Iz tog položaja treba lateralno rotirati prednji dio stopala do kuta od  $45^\circ$  prema receptoru slike (a). Središnju zraku ukositi oko  $15^\circ$  prema kranijalno, ciljati dva centimetra ispred i ispod medijalnog maleola. Na radiogramu se mora otvoriti zglobna pukotina stražnjega talokalkealnog zgloba (b).



### 5.9.4.3. Radiogram prednjeg segmenta subtalarnog zgloba



Isherwoodova varijanta uključuje položaj bolesnika na boku nesnimane strane. Snimanu nogu bolesnik flektira u koljenu, stopalo prsloni medijalnim rubom na receptor slike s nagibom potkoljenice oko  $45^\circ$  prema podlozi (a). Stopalo mora biti pod pravim kutom u odnosu na potkoljenicu. Okomita središnja zraka ulazi oko 2 centimetra ispred i ispod lateralnog maleola. Prikaže se prednji segment subtalarne zglobne pukotine (b).



## 5.10. RADIOGRAMI STOPALA

### 5.10.1. Dorzoplantarna projekcija stopala

Dvije su varijante ove projekcije: okomita i kosa. Razlika je u kutu središnje zrake. Blagim ukošenjem postiže se okomit smjer središnje zrake u odnosu na metatarzalne kosti i isključuje učinak skraćanja stopala koji nastaje kod okomite AP projekcije.

**Položaj bolesnika:** sjedeći na radiografskom stolu, iznimno ležeći na leđima.

**Položaj objekta snimanja:** koljeno snimane strane treba flektirati da stopalo čvrsto stane na receptor slike (a).

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, bez rešetke, uzdužno na os stopala.

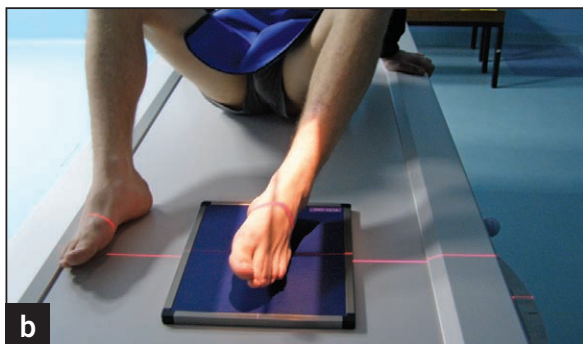
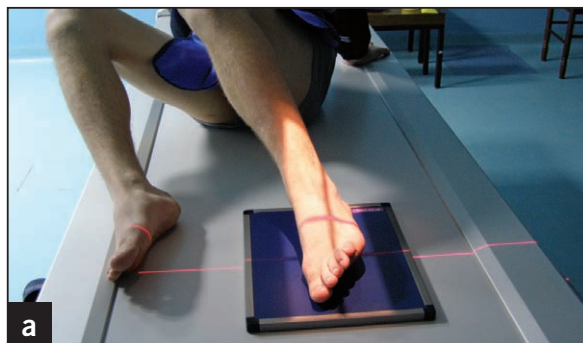
**Središnja zraka:** okomito je usmjerena ili 10 – 15° ukošena prema peti; ulaz je u obje varijante na bazi treće metatarzalne kosti. Značajna razlika u denzitetu koja je karakteristična za stopalo može se kompenzirati prekrivanjem prednjeg dijela stopala vrećicom s rižinim brašnom ili uporabom diferencijalnih folija u film-folijskim sustavima.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** razmak između dijafiza metatarzalnih kostiju mora biti vidljiv (b), dok se preklapanje njihovih baza na radiogramu ne može izbjeći.

**Preinaka:** dorzoplantarna projekcija stopala u stojećem stavu, pri opterećenju tjelesnom težinom. Bolesnik stoji na receptoru slike; ovdje se preporučuje ukošenje prema peti oko 10°.



### 5.10.2. Dorzoplantarne kose projekcije stopala



**Položaj bolesnika:** stabilni sjedeći položaj na radiografskom stolu; gornji dio tijela je blago nagnut prema natrag, bolesnik se oslanja na podlogu ispruženim rukama; potrebno je flektirati koljeno snimane noge tako da stopalo čvrsto prilegne na podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** medijalno (a), zatim lateralno (b) rotirati snimano stopalo pomičući flektirano koljeno u istom smjeru; stopalo s receptorom slike treba zatvarati kut oko  $30^\circ$ .

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os stopala.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu stopala u visini baza metatarzalnih kostiju.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** kod medijalne rotacije ne smije biti međusobnog preklapanja 3., 4. i 5. metatarzalne kosti (c). Moraju se dobro vidjeti kalkaneus i kuboidna kost uz jasan prikaz baze 5. metatarzalne kosti. Općenito, medijalna rotacija otkriva lateralne kosti tarzusa i pripadajuće zglobove.

Kod lateralne rotacije 1. i 2. metatarzalna kost trebaju biti razdvojene; medijalna i srednja kuneiformna kost također se odvojeno prikazuju; jasno se prikaže navikularna kost stopala.

**Preinaka:** kose projekcije stopala u plantodorzalnom smjeru; bolesnik leži potrbuške na radiografskom stolu, snimano stopalo je malo podignuto na podlozi. Medijalna i lateralna rotacija također su oko  $30^\circ$ .

Profilna projekcija stopala se vrlo rijetko koristi zbog međusobnog preklapanja metatarzalnih kostiju, primjerice kada se želi točnije odrediti položaj metalnoga stranog tijela. Stopalo je pod pravim kutom u odnosu na potkoljenu, položeno lateralnim rubom na podlogu.





### 5.10.3. Profilna projekcija uzdužnog luka stopala stojeći

Radiogram stopala u stojećem stavu služi prikazu strukturalnog statusa longitudinalnog luka stopala pod fiziološkim opterećenjem težine vlastitog tijela; uvijek treba snimati oba stopala radi usporedbe. Moguće su dvije varijante ove projekcije, ovisno o položaju receptora slike: lateromedijalna i medio-lateralna.

**Položaj bolesnika:** stojeći bočno uz vertikalni stativ; potreban je stolac jer se rendgenska cijev ne može spustiti do poda; treba pokušati podjednako raspodijeliti tjelesnu težinu na obje noge (a).

**Položaj objekta snimanja:** stopalo treba postaviti pod pravim kutom u odnosu na potkoljenu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, između gležnjeva postavljen duljom stranicom prema osi stopala kod lateromedijalne projekcije. Stopalo je lateralnim rubom prslonjeno uz vertikalni stativ kod mediolateralne projekcije; noga koja se ne snima prebačena je naprijed ili natrag kako se ne bi preklapala s područjem dijagnostičkog interesa.

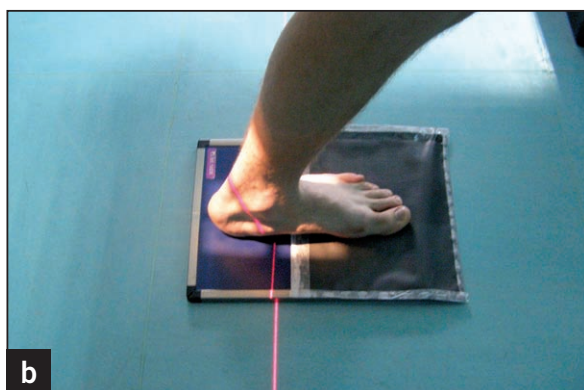
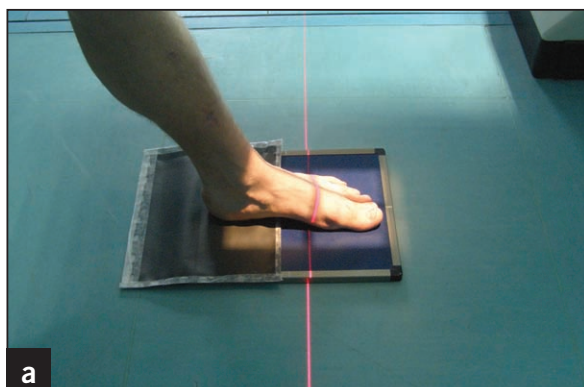


**Središnja zraka:** vodoravna je; okomito usmjerena na navikularnu kost kod mediolateralne projekcije, odnosno na kuboidnu kost kod lateromedijalne projekcije.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** glavice metatarsalnih kostiju se moraju potpuno preklapati na radiogramu, prikaz čitavog stopala i distalnog dijela potkoljenice (b); fibula se preklapa sa stražnjim rubom tibije.



#### 5.10.4. Dorzoplantarna projekcija stopala dvostrukom ekspozicijom



**Položaj bolesnika:** stoji na podu ili niskom stolcu.

**Položaj objekta snimanja:** nesnimanom nogom korak natrag za snimku prednjeg dijela (a), odnosno korak naprijed za prikaz stražnjeg dijela stopala (b); snimana noga oslanja se izravno na receptor slike; stopalo se minimalno odvaja od receptora kod iskoraka.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara za obje ekspozicije na jednom receptoru, uzdužno na os stopala; bolesnik stoji na njemu. Jednu polovicu receptora treba prekriti gumom s olovnom impregnacijom. Kada se snima prednji dio stopala, prekriva se stražnja polovica receptora. Obrnuto, kod druge ekspozicije se mora prekriti prednji dio receptora pazeći pritom da se snimano stopalo kod izvlačenja i ponovnog umetanja olovom impregnirane gume što manje pomiče.

**Središnja zraka:** najprije treba postaviti cijev ispred bolesnika i ukositi središnju zraku prema peti oko  $15^\circ$ , ulaz je na bazi 3. metatarzalne kosti. Zatim bolesnik suprotnom nogom iskoraci prema naprijed, a cijev treba postaviti iza bolesnika i ukositi središnju zraku oko  $25^\circ$  prema prstima; ciljati na stražnju površinu gležnja. Kod 2. ekspozicije, koja se odnosi na stražnji dio stopala, treba povećati prodornost i količinu rendgenskog zračenja jer se mora probiti deblja koštana struktura.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** moraju biti prikazane sve kosti tarzusa; sjena potkoljenice ne smije se preklapati s tarzalnim kostima; ne smije biti rotacije stopala; treba postignuti sličan radiodenзитet prstiju, metatarzusa i tarzusa na istom radiogramu (c).



### 5.10.5. Radiogrami kongenitalnog pes ekvinovarususa

Kod ekvinovarususa se zapravo radi o trostrukoj devijaciji stopala koje je prednjim dijelom u addukciji (usmjereno medijalno), eleviranog medijalnog ruba (supinacija) uz inverziju kalkaneusa (*equinus*). Standardno se rabi AP i profilna projekcija. Dijete treba postaviti u ležeći ili još bolje sjedeći položaj na rubu podloška (primjerice jastuka) u visini njegova koljena. Potrebno je flektirati koljeno da bi se stopalo oslonilo na receptor slike za AP projekciju, okrenuti

dijete na bok snimane noge za profilnu projekciju. Koristeći olovom impregnirane rukavice, treba potisnuti nožne prste djeteta k podlozi za AP, odnosno zadržati stopalo na fibularnom rubu kod profilne projekcije. Receptor je formata 18 x 24 centimetra, može se podijeliti popola za oba stopala. Središnja zraka je okomito usmjerena prema sredini receptora slike na tarsus za AP projekciju, okomita na sredinu tarzusa u profilu.

## 5.11. RADIOGRAMI NOŽNIH PRSTIJU

### 5.11.1. Dorzoplantarna projekcija nožnih prstiju

Okomitu projekciju treba odabrati kada interfalan-gealni zglobovi nisu od primarnoga dijagnostičkog interesa; ukošenje središnje zrake pomaže upravo boljem prikazu tih zglobova.

**Položaj bolesnika:** sjedeći ili ležeći na radiografskom stolu.

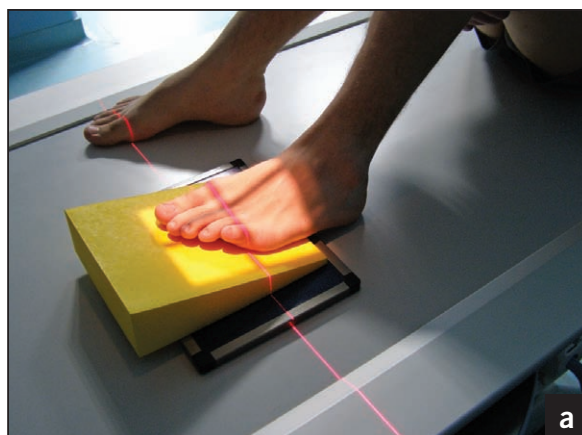
**Položaj objekta snimanja:** flektirati i spojiti koljena, malo razdvojiti stopala; postaviti nožne prste na zadani format ili na klinasti podložak od spužve koji podiže prednji dio stopala pod kutom od 15° (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, poprečno na os stopala.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na stopalo kada prikaz zglobnih pukotina nije bitan. Za prikaz zglobnih pukotina metatarzofalangealnih i interfalan-gealnih zglobova treba ukositi središnju zraku oko 15° prema peti ili koristiti klinasti podložak pod stopalom s istim nagibom i okomitom središnjom zrakom. Ulaz središnje zrake u svim varijantama je na 3. metatarzofalangealnom zglobu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se svih 14 falangi nožnih prstiju uz distalne okrajke metatarzalnih kostiju bez rotacije (b); prsti su međusobno razdvojeni. Istodobno se prikazu meka tkiva i koštane gredice.

**Preinaka:** nožni prsti se mogu prikazati također plantodorzalnom projekcijom. Bolesnik leži trbuhom na radiografskom stolu; stopalo i prsti su dorzalnom stranom prislonjeni na receptor slike; treba staviti manji podložak pod snimani dio radi udobnijeg položaja. Središnja zraka je okomita, ulazi na 3. metatarzofalangealnom zglobu. Zbog divergencije rendgenskog snopa, ovdje je bolji prikaz zglobnih prostora.





### 5.11.2. Kose projekcije nožnih prstiju

Dvije su varijante: radiogrami u medijalnoj ili lateralnoj rotaciji. Kose projekcije mogu biti također dorzoplanarne ili plantodorzalne poput odgovarajućih projekcija stopala.

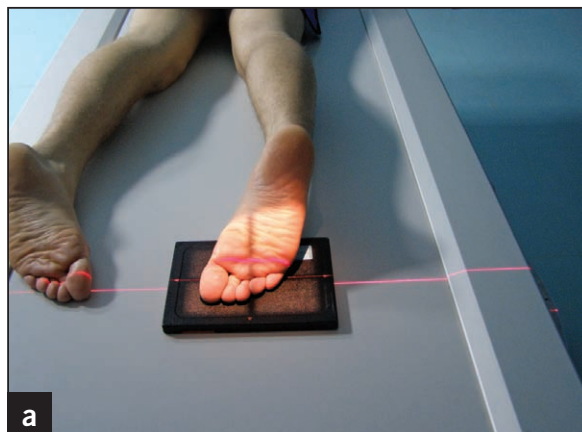
**Položaj bolesnika:** ležeći ili sjedeći na radiografskom stolu; flektirati koljeno snimane noge koliko je potrebno da se stopalo čvrsto postavi na podlogu. Kod plantodorzalne varijante bolesnik leži na trbuhu, a stopalo snimane noge je potpuno ispruženo.

**Položaj objekta snimanja:** medijalno (a), zatim lateralno zakretanje potkoljenice i stopala bez pomaka u talokruralnom zglobu tako da os stopala s podlogom zatvara kut oko  $30^\circ$ .

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, poprečno na os stopala.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na 3. metatarsfalangealni zglob u svim varijantama.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se sve falange u kosoj projekciji; interfalangealni zglobovi su otvoreni, ali ponekad se ne prikaže interfalangealni zglob nožnog palca; istodobno se prikazu meka tkiva i koštane gredice (b).



### 5.11.3. Profilne projekcije nožnih prstiju

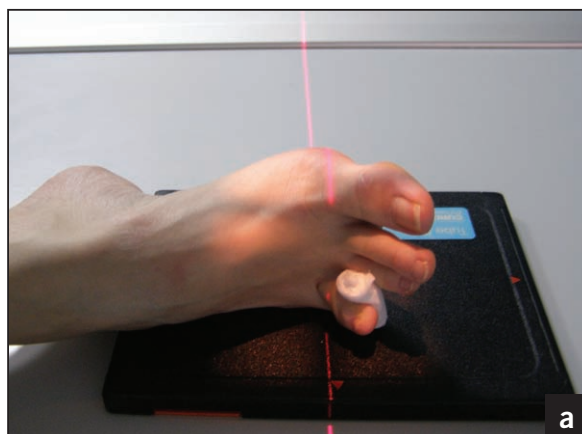
**Položaj bolesnika:** za radiograme 1. i 2. prsta ležeći na boku koji se ne snima; snimanu nogu podložiti vrećicama s pijeskom da bude u udobnom položaju; medijalnim rubom stopalo se oslanja na podlogu; koljeno je u čistom profilu. Kod radiografije 3., 4. i 5. prsta, bolesnik leži na fibularnom rubu snimane noge (a).

**Položaj objekta snimanja:** snimani prst se može izdvojiti od ostalih podloškom od gaze, drvenom špatulom ili plastičnom špricom. Druga mogućnost je da se prsti koji se ne snimaju međusobno povežu samoljepivom trakom tako da ostane ispružen samo snimani prst.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, podijeliti popola za dvije ekspozicije na istom filmu; podijeljeni format postaviti uzdužno na os snimanog prsta. Kod radiograma nožnih prstiju može se koristiti također okluzalni zubni film.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na metatarzofalangealni zglob kod radiografije palca, odnosno na proksimalne interfalangealne zglobove kod radiografije drugog do petog prsta.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** falange moraju biti u čistoj profilnoj projekciji što se procjenjuje prema položaju nokta, odnosno unguikalnog nastavka; distalna i srednja falanga se ne smiju preklapati sa susjednim kostima (b). Također, treba biti vidljiv veći dio proksimalne falange; metatarzofalangealni zglob snimanog prsta se vrlo rijetko prikaže. Interfalangealne zglobne pukotine moraju biti otvorene. Treba postignuti odgovarajući prikaz mekih tkiva i koštanih gredica.



#### 5.11.4. Tangencijalna projekcija sezamskih kostiju

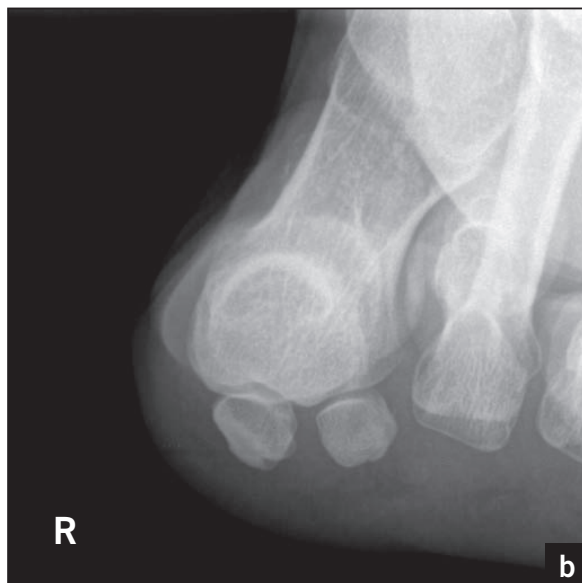
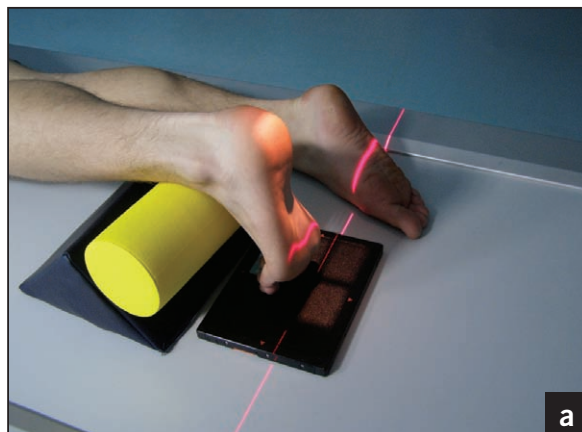
**Položaj bolesnika:** leži trbuhom na radiografskom stolu.

**Položaj objekta snimanja:** pod gležanj snimane noge postaviti podložak zbog stabilnosti; stopalo usmjeriti okomito u odnosu na receptor slike; nožni palac ispružiti, prisloniti jagodicom na radiografski stol tako da je prvi metatarzofalangealni zglob izbočen na plantarnoj strani (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, poprečno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena u odnosu na podlogu, tangencijalno ulazi na 1. metatarzofalangealni zglob.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** sezamske kosti su slobodne, ne preklapaju se s glavicom metatarzalne kosti palca koja se također mora vidjeti na radiogramu (b).



# RADIOGRAFIJA KOŠTANOGA TORAKSA I RAMENOGA POJASA

6

## 6.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA TORAKSA I RAMENOGA POJASA

Koštani toraks oblikuju torakalna kralježnica, rebra i sternum. Radi se o čvrstoj koštanoj cjelini koja sudjeluje u respiraciji i mehanički štiti torakalne organe. Koštani toraks čini 12 grudnih kralježaka, po 12 rebra sa svake strane, te prsna kost koja povezuje rebra, odnosno rebrane hrskavice s prednje strane. Svako je rebro straga povezano s odgovarajućim kralješkom preko 2 zgloba i to s njegovim trupom i poprečnim nastavkom. Rebra se s prednje strane rebranim hrskavicama vežu za prsnu kost (*sternum*). Hrskavice se od 7. do 10. rebra međusobno spajaju u rebrani luk. Dva zadnja para rebra nisu povezana sa sternumom, nego slobodno završavaju u muskulaturi trbušne stijenke. Ukoliko nisu ovapnjale, rebrane hrskavice nisu vidljive na radiogramu jer daju blijedu mekotičnu sjenu. Stoga rebra na radiogramu sprijeđa završavaju slijepo, odnosno nisu izravno vezana za *sternum* koštanim spojem. *Sternum* je tanka koštana pločica smještena u medijanoj ravnini sprijeđa. Razlikuje se manubrij (*manubrium sterni*) kao proširenje proksimalnog okrajka, trup sternuma (*corpus sterni*) koji je najduži, te kaudalni okrajak varijabilne forme – ksifoidni nastavak (*processus xiphoides*). Na gornjem rubu manubrija je urez – jugularna incizura (*incisura jugularis*). Manubrij s trupom sternuma zatvara tupi kut otvoren prema straga.

Na koštani toraks se nadovezuju kosti ramenog pojasa. Jedina veza skeleta čitave ruke s trupom je sternoklavikularni zglob, tako da je gornji ekstremitet vrlo pokretljiv. Rameni pojas čine skapula i klavikula

koje povezuju apendikularni skelet ruke s aksijalnim skeletom čija je okosnica kralježnica. Medijalni okrajak klavikule se veže na *sternum*, lateralni na lopaticu. Klavikula (*clavicula*) je parna duga kost s dvostrukim blagim zavojem koji je prema naprijed konveksan u medijalnom, konkavan u lateralnom segmentu. U anatomsom položaju tijela postavljena je gotovo vodoravno u gornjem prednjem dijelu toraksa, neposredno iznad prvog rebra. Dostupna je palpaciji u čitavoj dužini. Medijalni okrajak je masivniji i služi uzglobljavanju sa sternumom, dok je lateralni okrajak spljošten u kraniokaudalnom smislu i nosi zglobnu plohu za uzglobljavanje sa skapulom. Skapula (*scapula*) je parna pločasta kost trokutastog oblika smještena u gornjem dijelu toraksa sa stražnje strane. Straga se ističe oštra, gotovo vodoravna pločasta izbočina – skapularna spina (*spina scapulae*) koja dijeli stražnju plohu skapule na dva dijela. Iznad spine se nalazi udubina s koje polazi *musculus supraspinatus*, a ispod nje polazi *musculus infraspinatus*. Na skapularnu spinu se prema lateralno i gore nastavlja akromij (*acromion*), koštana pločica koja prekriva rame s gornje i stražnje strane. Skapula je vrlo pokretna kost, okružena mišićima. Stoga se kod projekcija skapule, koje zahtijevaju usporedan ili okomit položaj ravnine lopatice prema radiografskom stolu ili vertikalnom stativu, najčešće ne navode točni kutovi zakretanja tijela jer oni ovise o konstituciji, odnosno obliku leđa. S lateralnog dijela gornjeg ruba skapule polazi kljunasti izdanak usmjeren prema naprijed – korakoidni nastavak. Veza između ramenog pojasa i ruke ostvaruje se preko ramenog zgloba kojem konkavno zglobno tijelo čini glenoid na skapul, a konveksno glava humerusa.



## 6.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE

Kod radiografije koštanog toraksa važna je orijentacijska točka, sa stražnje strane, donji kut skapule koji se nalazi otprilike u visini Th7 kralješka. Spinozni se nastavci torakalnih kralježaka ne mogu sa sigurnošću napipati kod pretilih osoba. Međutim, vrh spinoznog nastavaka C7 kralješka gotovo je uvijek moguće odrediti te se prema njemu mogu brojati gornji torakalni kralješci. *Sternum* je sprijeda u medijanoj ravnini, može se opipati u čitavoj dužini u većine bolesnika. Jednako tako se relativno lako može vidjeti i napipati klavikula uključujući lateralni okrajak i akromioklavikularni zglobov. Jugularna incizura se nalazi na gornjem rubu manubrija sternuma, između medijalnih okrajaka klavikula. S prednje strane ramena opipom je moguće odrediti položaj korakoidnog nastavka skapule. Akromij se palpira od vrha ramena prema natrag. On se nastavlja na koštanu izbočinu, skapularnu spinu na stražnjoj

plohi skapule koja se također može palpirati, osim u izrazito pretilih osoba.

## 6.3. RADIOGRAFIJA REBARA

U pravilu se koriste veliki formati, primjerice 35 x 43 centimetra za radiografiju svih rebara, no niti to ponekad nije dovoljno da bi se sva rebra obuhvatila. Stoga se često rabe dopunske projekcije ciljane na područje bolnosti. Za radiografiju hemitoraksa je najčešće dovoljno uzeti format 30 x 40 centimetara. Treba odabrati PA ili AP projekciju, ovisno o tome jesu li od dijagnostičkog interesa prednji ili stražnji lukovi rebara. Disanje se zaustavlja u dubokom udahu ili potpunom izdahu, ovisno o projekciji, ali to nije uvijek moguće nakon traume zbog boli. Ponekad se rabi tehnika produljene ekspozicije s plitkim disanjem da se izbrišu sjene pulmonalnih krvnih žila, no to je moguće izvesti samo u bolesnika koji izvršno surađuju.

### 6.3.1. AP aksijalna projekcija kostalnih zglobova

Indikacija za ovu snimku je sumnja na upalne promjene kostovertebralnih i kostotransverzalnih artikulacija u bolesnika s reumatoidnim artritisom.



**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; medijana ravnina tijela je u središtu receptora slike; ruke su priljubljene uz tijelo.

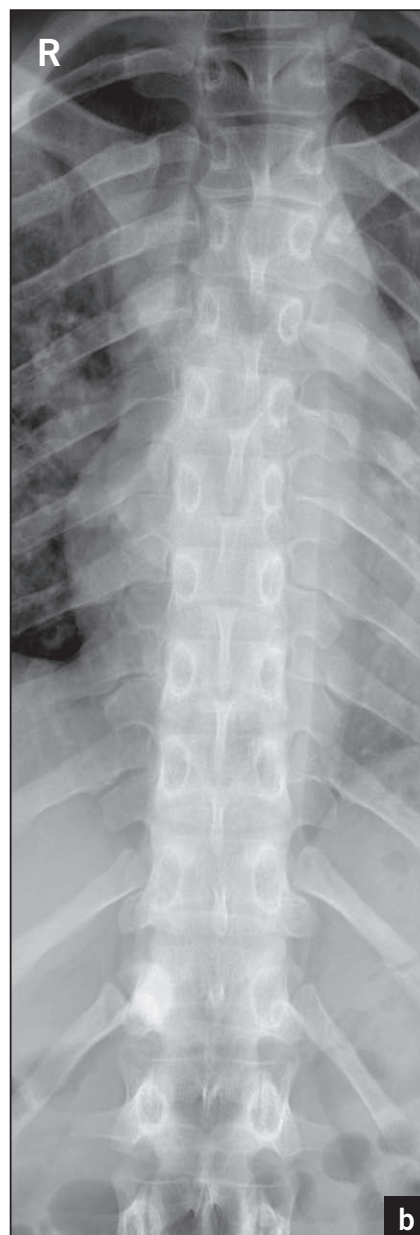
**Položaj objekta snimanja:** važno je izbjeći zakretanje tijela tako da ramena budu podjednako udaljena od podloge.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra, kod skolioze 35 x 43 centimetra, uzdužno na os tijela.

**Središnja zraka:** ukošena je oko 20° prema kranijalno, ulazi 2 – 5 centimetara iznad ksifoidnog nastavka sternuma (a), ovisno o dubini toraksa bolesnika. Snimati na kraju dubokog udaha.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** zglobne pukotine kostovertebralnih i kostotransverzalnih zglobova moraju biti otvorene (b).

U bolesnika s pojačanom torakalnom kifozaom otklon središnje zrake prema kranijalno se mora povećati. Kod jako krupnih bolesnika ponekad su potrebne zasebne projekcije za svaku stranu koja se podigne u odnosu na podlogu oko 10°.



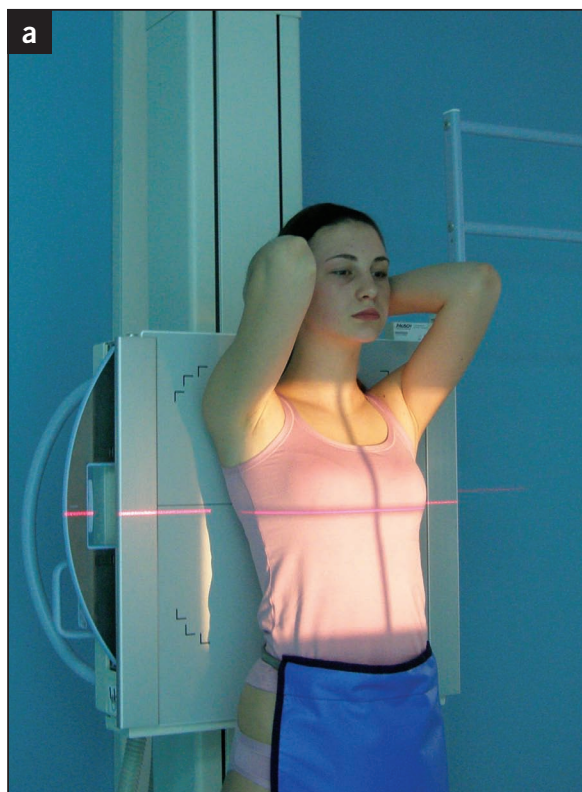
### 6.3.2. AP projekcija stražnjih rebranih lukova

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu ili pak stojeći (sjedajući) leđima naslonjen na stativ. U nekih bolesnika moguće je obuhvatiti sva rebra na jednom receptoru slike (a). Ako inženjer medicinske radiologije procijeni da to neće biti moguće, treba odabrati zasebnu projekciju za gornja, odnosno donja rebra, ovisno o kliničkim simptomima (bol, oteklina). Ako to stanje bolesnika dopušta, treba odabrati stojeći stav za gornja, a ležeći za donja rebra da bi položaj dijafragme i abdominalnih organa bio pogodan.

**Položaj objekta snimanja:** za radiografiju gornjih rebara treba pomaknuti obje skapule prema lateralno, što je moguće izvesti na dva načina. Kod prvog dorzum obje šake treba prisloniti na bokove, a laktove izbaciti prema naprijed. U drugoj varijanti šake su na zatiljku, laktovi usmjereni prema naprijed (a). Za radiogram donjih rebara, koja se projiciraju ispod dijafragme, bolesnik treba spojiti ruke na zatiljku, a laktove osloniti na radiografski stol.

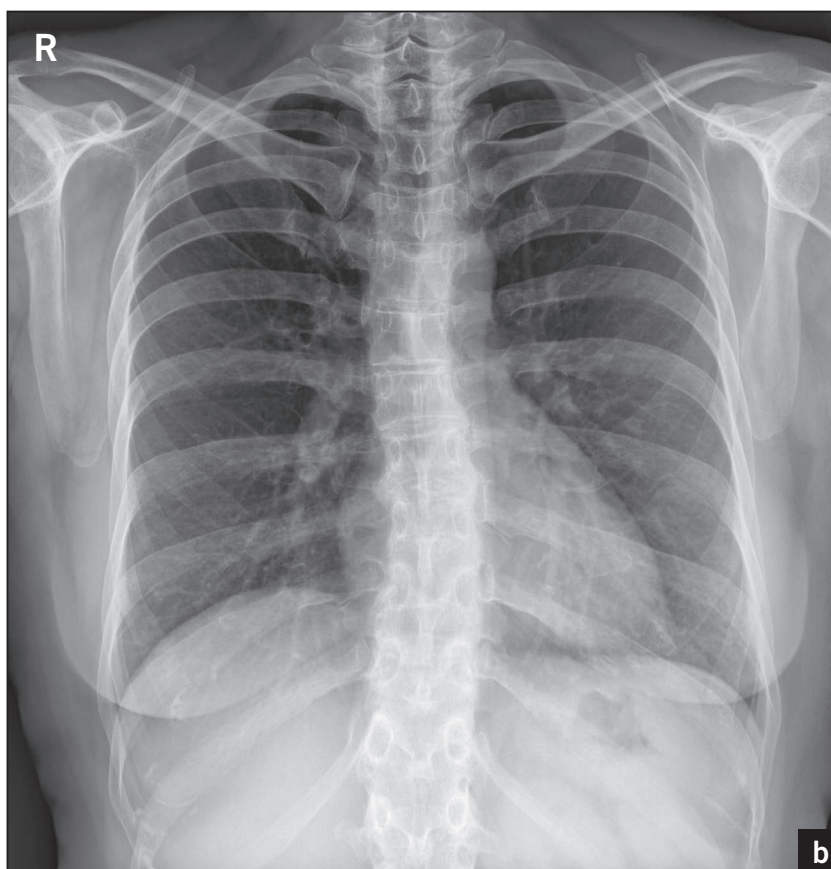
**Receptor slike:** 35 x 43 centimetra; njegova orijentacija ovisi o tome koja se rebra žele prikazati. Za gornja rebra dulja se stranica receptora postavi uzdužno na os tijela; gornji rub mora obuhvatiti meka tkiva ramena. Za donja rebra receptor treba postaviti poprečno, donjim rubom mora dosegnuti ilijačne kriste.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu kazete. Gornja se rebra snimaju u dubokom udahu, a donja u potpunom izdahu.



## AP projekcija stražnjih rebranih lukova

**Kriteriji za procjenu radiograma:** koštana struktura stražnjih rebranih lukova se mora detaljno prikazati, makar su i prednji lukovi na snimci vidljivi. Kada su objekt dijagnostičkog interesa gornja rebra, stražnji lukovi prvih devet rebara moraju biti vidljivi u potpunosti iznad dijafragme (b). Kod radiograma donjih rebara, ispod dijafragme se trebaju projicirati najmanje 4 donja rebra na obje strane.





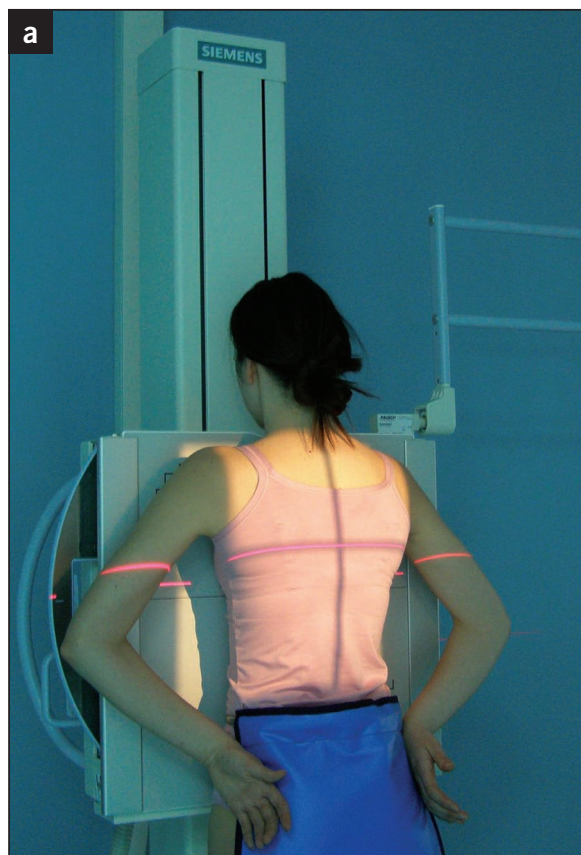
### 6.3.3. PA projekcija prednjih rebranih lukova

**Položaj bolesnika:** poželjno je snimati na vertikalnom stativu, ako to dopušta stanje bolesnika. Naime, dijafragma se u stojećem stavu spusti niže i otkriva prednje lukove svih rebara. Bolesnik je u stojećem i ležećem stavu prislonjen trbuhom na podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** šake dorzalnom stranom treba prisloniti na gluteuse; laktove potisnuti prema naprijed da se skapule odmaknu lateralno od prsnog koša (a). U stojećem stavu brada se postavi u utor na stativu; u ležećem bolesnik treba istegnuti vrat, bradu osloniti vrhom na radiografski stol.

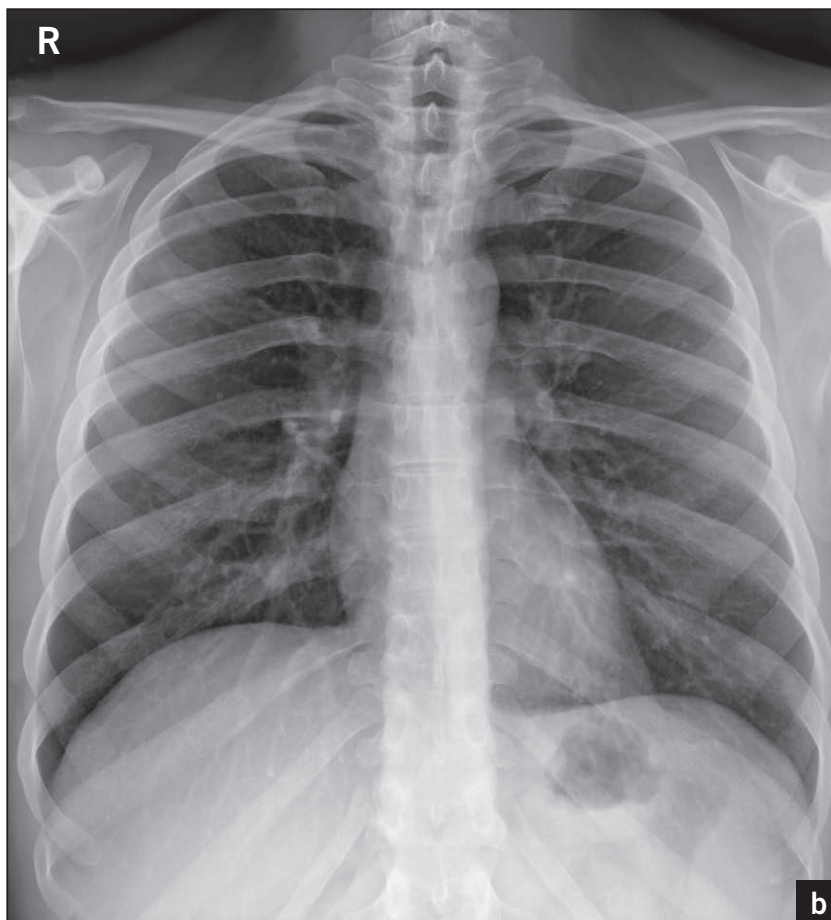
**Receptor slike:** 35 x 43 centimetra, uzdužno na os tijela, gornjim rubom u visini mekih tkiva ramena.

**Središnja zraka:** ulazi u mediosagitalnoj ravni u visini stražnjega pazušnog nabora, ukošena kaudalno 10 – 15° kako bi se izbjegla superpozicija dijafragme jer se želi prikazati prednje lukove od 1. do 9. rebra.



## PA projekcija prednjih rebranih lukova

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se prvih 9 rebara (b) u cjelini iznad dijafragme; kontrast između rebara i plućnog parenhima mora biti uočljiv na radiogramu.



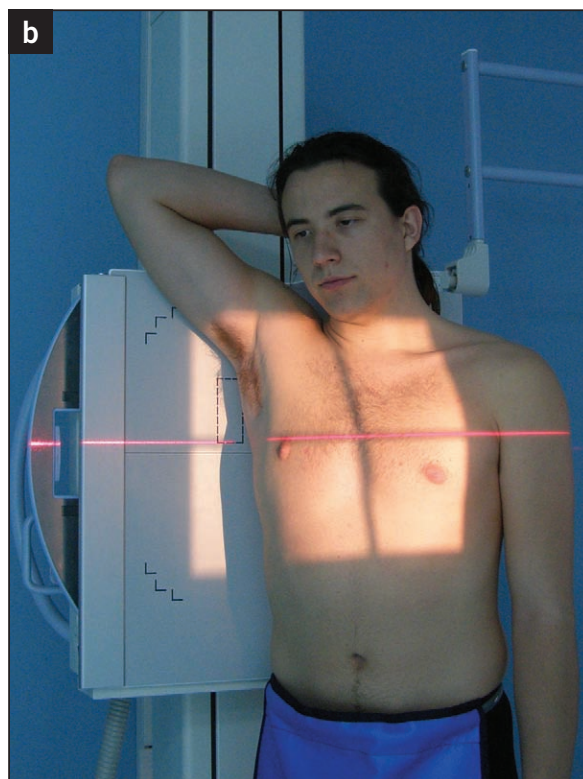
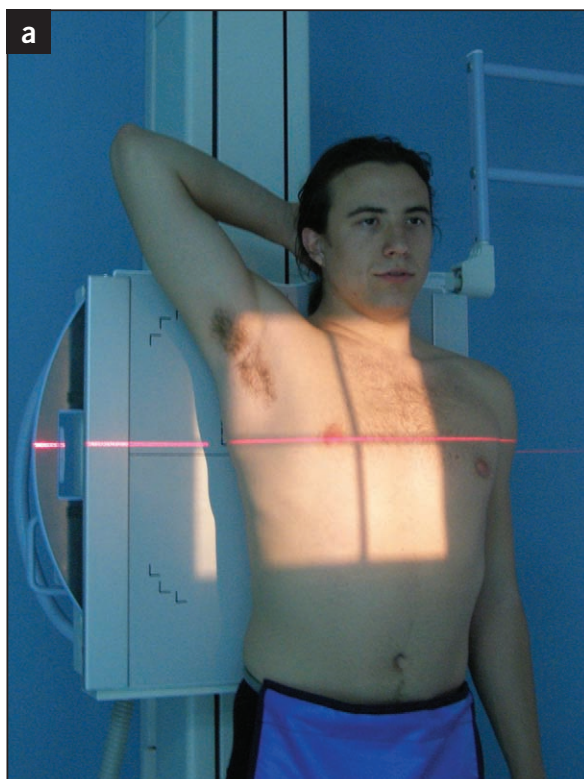
#### 6.3.4. AP i AP kosa projekcija hemitoraksa

**Položaj bolesnika:** stojeći, leđima prslonjen na stativ za radiografiju gornjih rebara, ili ležeći leđima na radiografskom stolu za prikaz donjih rebara ispod dijafragme, ako to dopušta stanje bolesnika. Kod AP projekcije medijana ravnina tijela je okomita na podlogu (a). Kod AP kose projekcije čitavo tijelo treba zakrenuti oko 45° (b) na snimanu stranu (koriste se RPO i LPO položaji). Ako bolesnik leži, treba podložiti kuk one strane koja se ne snima, a ruka te strane je ispružena niz tijelo.

**Položaj objekta snimanja:** ruku snimane strane treba maksimalno abducirati (do granice boli nakon svježe ozljede), lakat usmjeriti prema gore, dlan postaviti ispod glave.

**Receptor slike:** 30 x 40 centimetara, duljom stranicom uzdužno na os tijela; za gornja rebra oko 2 centimetra iznad ruba ramena; za donja rebra do ilijačne kriste. U središte receptora postaviti sredinu između kralježnice i lateralnog ruba toraksa snimane strane.

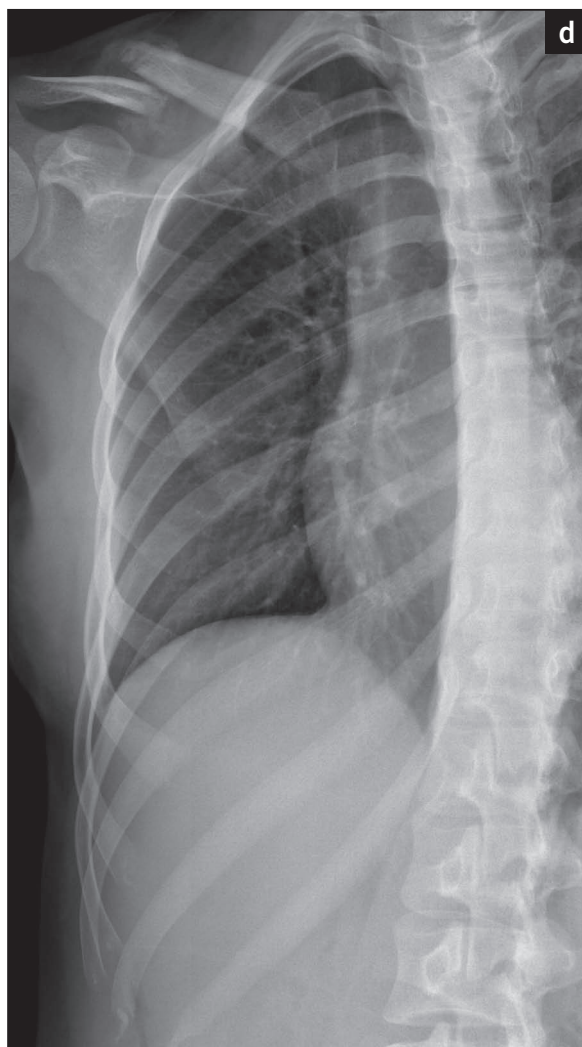
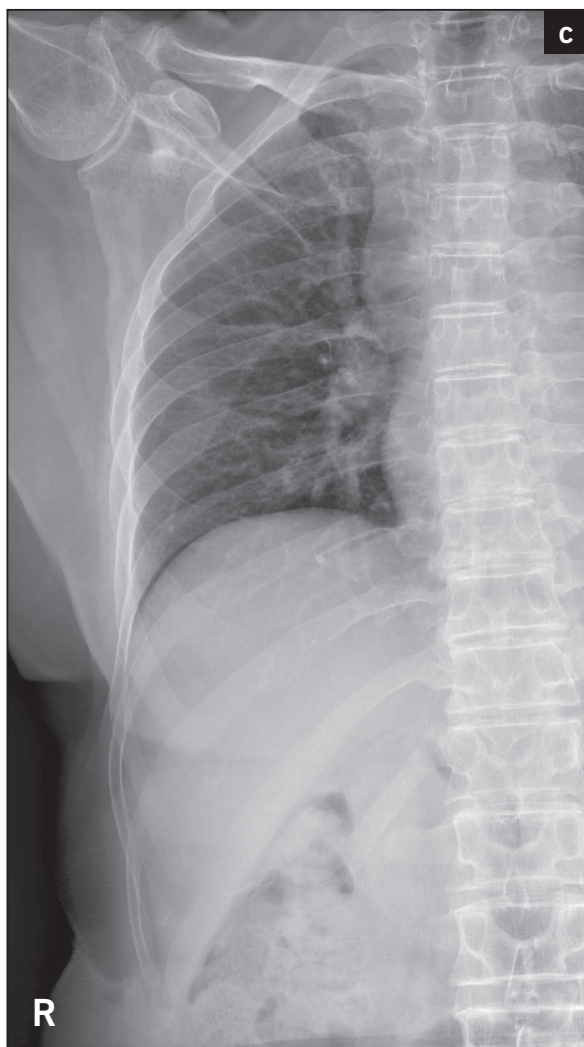
**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na centar receptora slike; kod radiografije gornjih rebara treba duboko udahnuti, za radiogram donjih rebara potreban je puni izdah. Ako to dopušta konstitucija bolesnika, poželjno je sva rebra obuhvatiti jednim formatom. Za radiogram gornjih rebara, ulaz središnje zrake je obično u visini 5. rebra.



## AP i AP kosa projekcija hemitoraksa

**Kriteriji za procjenu radiograma:** kralježnica i lateralni rub toraksa moraju biti podjednako udaljeni od ruba receptora slike (c). Kod kose projekcije aksilarni segmenti rebara su optimalno prikazani na filmu (d). Ako su ciljana gornja rebra, onda prvih 8 – 9 rebara mora biti vidljivo kroz plućni parenhim.

Kada su od dijagnostičkog interesa donja rebra, najmanje 4 donja rebra trebala bi biti prikazana kroz abdomen, dakle ispod dijafragme. Kod frakture rebara, bolesnik često ne može dovoljno duboko udahnuti ili izdahnuti te se od njega zatraži da zaustavi disanje u neutralnom položaju respiracije.





## 6.4. RADIOGRAMI STERNUMA

### 6.4.1. PA kosa projekcija sternuma – RAO

**Položaj bolesnika:** ležeći trbuhom na radiografskom stolu. Kod traumatiziranih bolesnika ponekad je lakše snimati u stojećem stavu; os sternuma treba postaviti u centar receptora slike.

**Položaj objekta snimanja:** rotacija podizanjem lijeve strane tijela 15 – 25°, što ovisi o dubini toraksa. Lijeva je ruka flektirana, dlanom oslonjena u visini glave, desna je ispružena niz tijelo (a). Stabilnosti položaja može pridonijeti blaga fleksija lijevog koljena.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela, gornjim rubom oko 4 centimetra iznad jugularne incizure.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena u visini Th7 kralješka (visina donjeg kuta skapule), ulazi 3 – 4 centimetra lateralno od trnastih nastavaka na podignutoj lijevoj strani. Potrebno je skratiti udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike na 75 centimetara da bi se na radiogramu zamutili stražnji lukovi rebara koji se preklapaju sa sternumom. Kod ekspozicije treba zaustaviti disanje na kraju udaha. Varijanta produljene ekspozicije s vrlo plitkom respiracijom da bi se izbrisale vaskularne sjene u plućima, dolazi u obzir samo u bolesnika koji iznimno dobro surađuju.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se čitav sternum od jugularne incizure do vrha ksifoidnog nastavka (b); koštana struktura se jasno razabire; sternum i toraks su malo zakrenuti, koliko je potrebno da se izbjegne preklapanje s kralježnicom. Poželjno je preklapanje sternuma s homogenom mekotkivnom sjenom srca, jer je *sternum* vrlo tanka koštana pločica koja sama nedovoljno zaustavlja rendgensko zračenje.



### 6.4.2. PA radiogram sternuma poprečno prema radiografskom stolu

Ovaj se radiogram rabi kao preinaka prethodne projekcije kada bolesnik zbog boli ne može podignuti lijevu stranu tijela.

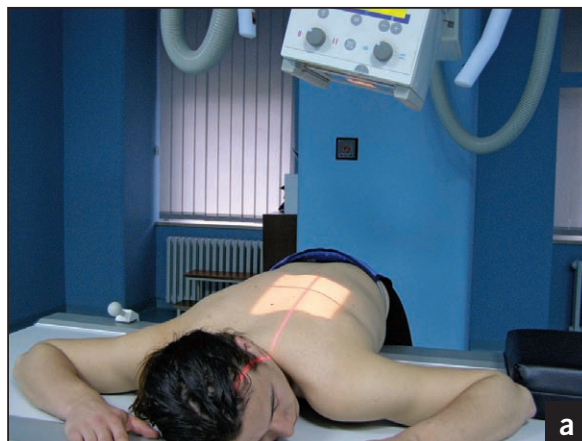
**Položaj bolesnika:** početni je položaj stojeći poprečno na uzdužnu os radiografskog stola, zatim se polegne prsima na stol uz što manji pritisak na sternum (a). Ruke su flektirane u laktovima i podignute iznad visine ramena tako da se bolesnik pod lakticama oslanja na podlogu; glavu okrenuti licem prema lijevo.

**Položaj objekta snimanja:** *sternum* centrirati na receptor slike, paziti da tijelo ne bude zakrenuto.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno u odnosu na os tijela; poprečno na os radiografskog stola; udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike treba smanjiti na 75 centimetara kako bi se smanjila oštrina sjene stražnjih lukova rebara.

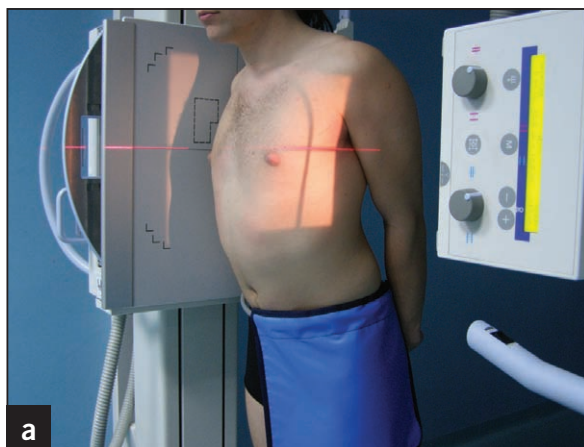
**Središnja zraka:** ukošena je s lijeva na desno u odnosu na bolesnika, ulazi oko 5 centimetara lijevo od medijane linije u visini Th7 kralješka. Ukošenje treba prilagoditi prema konstituciji bolesnika, odnosno dubini toraksa tako da je kod krupnijih bolesnika angulacija manja, a kod mršavih bolesnika s plitkim toraksom veća. Ukošenje središnje zrake, iznosi otprilike 15 – 25° u prosječnoj populaciji.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** Prikaže se sternum od jugularne incizure do vrha ksifoidnog nastavka (b). Uočljivost sternuma kroz toraks je bolja kada se ekspozicija produlji na 1 – 3 sekunde uz smanjenje jakosti struje grijanja katodne spirale i plitku respiraciju koja će zamutiti sjene pulmonalnih krvnih žila. U svim varijantama treba izbjegnuti preklapanje sternuma s kralježnicom.



### 6.4.3. Profilna projekcija sternuma

**Položaj bolesnika:** sjedeći ili stojeći uz vertikalni stativ, rame je prislonjeno. Medijana ravnina tijela treba biti usporedna s filmom.



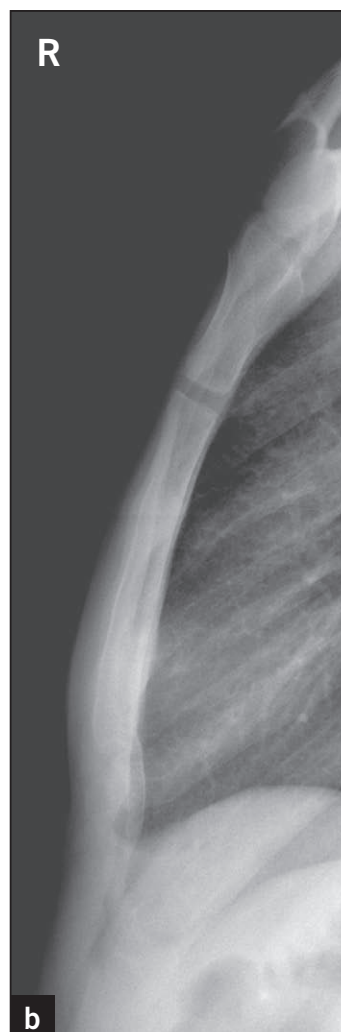
**Položaj objekta snimanja:** zabaciti ramena i laktove prema natrag; šake spojiti iza leđa. U žena s većim dojčkama treba pokušati izbjegnuti njihovu superpoziciju s donjim dijelom sternuma, odnosno lateralizirati dojke pomoću zavoja ili trake. *Sternum* u profilu treba snimati u dubokom inspiraciju.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela, gornjim rubom 4 centimetra iznad jugularne incizure. Ako se želi prikazati sternoklavikularna regija, sredinu receptora slike treba postaviti na jugularnu incizuru i uzeti format 18 x 24 centimetra.

**Središnja zraka:** okomita je na stativ i receptor, ulazi na sredini trupa sternuma s lateralne strane (a). Udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike ovdje mora biti oko 180 centimetara da se smanji učinak magnifikacije.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** *sternum* se mora prikazati u čitavoj dužini uz međusobno preklapanje sternoklavikularnih zglobova. Manubrij se ne smije preklapati s mekim tkivima ramena. *Sternum* se ne smije preklapati s rebrima (b); donji dio sternuma u žena ne smije biti prekriven mekim tkivima dojki.

Ako bolesnik ne može stajati, profilnu projekciju sternuma se može učiniti u ležećem položaju ležeći bočno na radiografskom stolu ili ležeći na leđima s postranično prislonjenim receptorom slike.



#### 6.4.4. PA projekcija sternoklavikularnih zglobova

**Položaj bolesnika:** ležeći trbuhom na radiografskom stolu, centrirati medijanu ravninu tijela na sredinu receptora slike. Isto je moguće izvesti na vertikalnom stativu kada bolesnik stoji ili sjedi.



**Položaj objekta snimanja:** ruke su prislonjene uz tijelo, podlaktice treba pronirati tako da su dlanovi okrenuti dorzumom prema podlozi; ramena su prislonjena na podlogu.

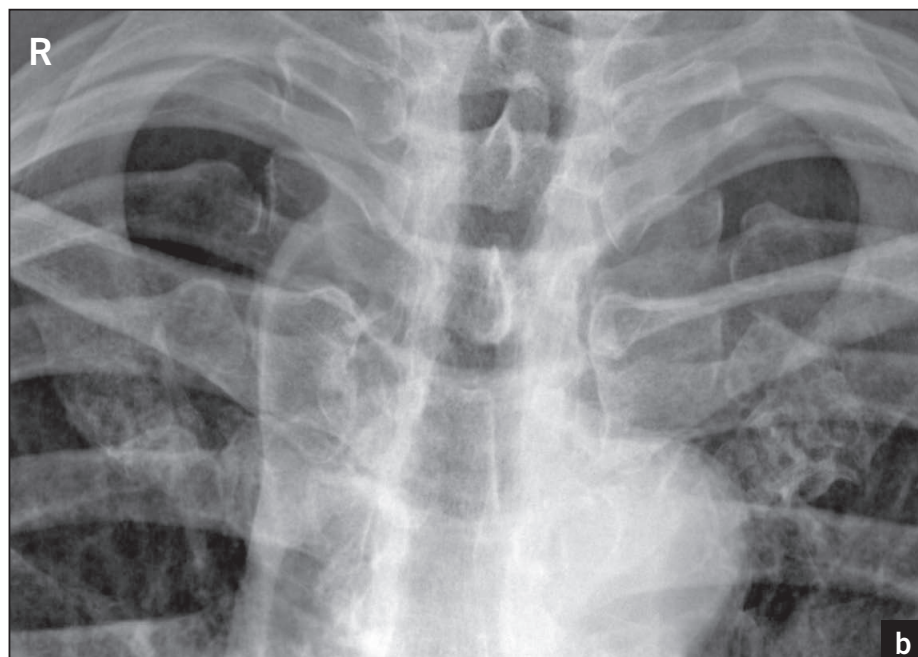
Kod radiografije oba zgloba glava se oslanja vrhom brade (a); kod unilateralne projekcije glavu treba okrenuti na stranu snimanog zgloba da bi se vratna kralježnica minimalno odmakla od njega.

**Položaj receptora slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, poprečno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomita je na sredinu kazete, ulazi na Th3 kralješku. Ulazno mjesto treba odrediti brojanjem od vrha trnastog nastavka C7 kralješka koji prominira pod kožom. Kod radiografije sternoklavikularnih zglobova bolesnik treba zadržati dah na kraju izdaha.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** oba sternoklavikularna zgloba i medijalni dijelovi klavikula moraju se prikazati na radiogramu (b). Kod bilateralne projekcije, kralježnica ne smije biti zakrenuta, dok je minimalno zakretanje poželjno kod unilateralne projekcije.

**Preinaka:** unilateralna projekcija s podizanjem nesnimane strane oko 15° prema podlozi; središnja zraka je okomita na Th3 kralježak, ulazi otprilike 7 – 8 centimetara distalno od prominentnog trnastog nastavka C7 kralješka.





## 6.5. RADIOGRAMI KLAVIKULE

### 6.5.1. PA projekcija klavikule

PA projekcija klavikule daje oštrije radiogram klavikule u odnosu na AP jer je objekt snimanja bliži receptoru slike. Stoga taj položaj treba preferirati kad god to dopušta stanje bolesnika.

**Položaj bolesnika:** bolesnik je prsima prslonjen uz stativ ili leži trbuhom na radiografskom stolu, glava je okrenuta na nesnimanu stranu (a).

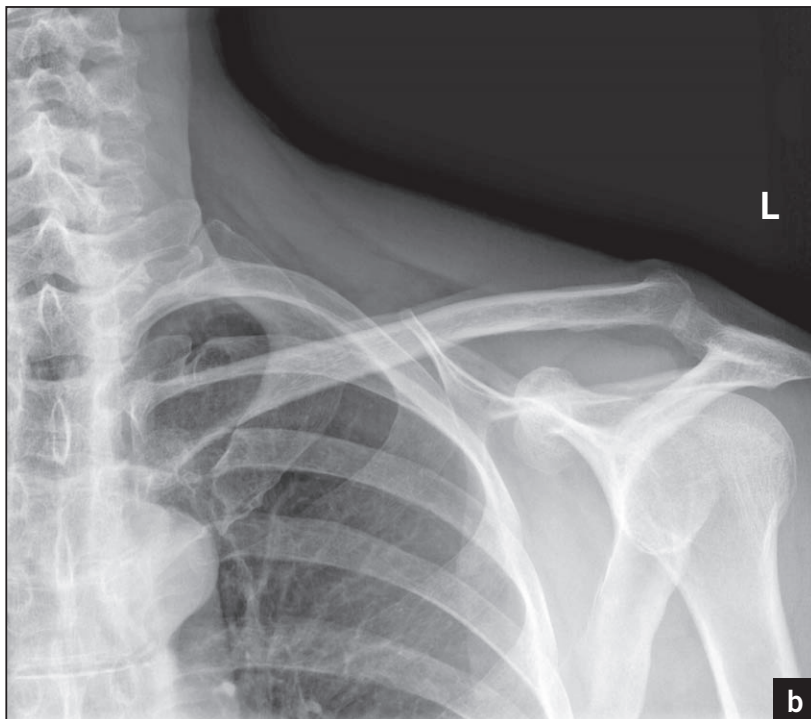
**Položaj objekta snimanja:** ruke su spuštene niz tijelo; ramena moraju biti podjednako udaljena od podloge; ruka je pronirana, u ležećem položaju dorzum šake je oslonjen na podlogu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, poprečno na os tijela, gornjim rubom oko 5 centimetara iznad ruba mekih tkiva ramena.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu klavikule; snimati na kraju izdaha.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** cijela klavikula mora biti prikazana na receptoru slike uključujući sternoklavikularni zglobo i akromion (b). Lateralna polovica klavikule se projicira iznad skapule, medijalna polovica se preklapa s rebrima. Radiodenzitet klavikule na slici mora biti ujednačen.

**Preinaka:** AP projekcija klavikule u bolesnika koji se ne mogu pognuti na trbuh. Uvijek treba snimati na kraju izdaha. Objekt snimanja je ovdje udaljen od receptora slike.



### 6.5.2. AP aksijalna projekcija klavikule u položaju hiperlordoze



**Položaj bolesnika:** stojeći uz vertikalni stativ oslonjen leđima. Bolesnik jednom nogom iskorači, dok je druga u podnožju stativa.

**Položaj objekta snimanja:** u ekstremnoj lumbalnoj lordози treba osloniti ramena i vrat na podlogu (a); vrat je u djelomičnoj fleksiji.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, poprečno na os tijela, gornjim rubom oko 5 centimetara iznad mekih tkiva ramena.

**Središnja zraka:** iz horizontalnog smjera ukositi prema kranijalno  $0 - 15^\circ$ , što ovisi o postignutom stupnju hiperlordoze u konkretnog bolesnika. U pravilu je kod mršavijih bolesnika potreban veći otklon od horizontale jer je klavikula manje odmaknuta od koštanog toraksa.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** najveći dio klavikule mora se projicirati iznad rebra i skapule; samo se medijalno klavikula preklapa sa 1. i 2. rebrom. Klavikula je na radiogramu položena vodoravno; prikazuje se čitava dužina kosti od sternoklavikularnog do akromioklavikularnog zgloba (b).

**Preinaka:** PA aksijalna projekcija klavikule se izvodi u potrbušnom ležećem stavu; glava je rotirana na suprotnu stranu, središnju zraku ukositi  $15 - 30^\circ$  prema nogama.



### 6.5.3. Tangencijalna projekcija klavikule

Ova projekcija je opcijaska, ukoliko nije moguće postignuti položaj hiperlordoze.

**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu, ruke su položene uz tijelo.

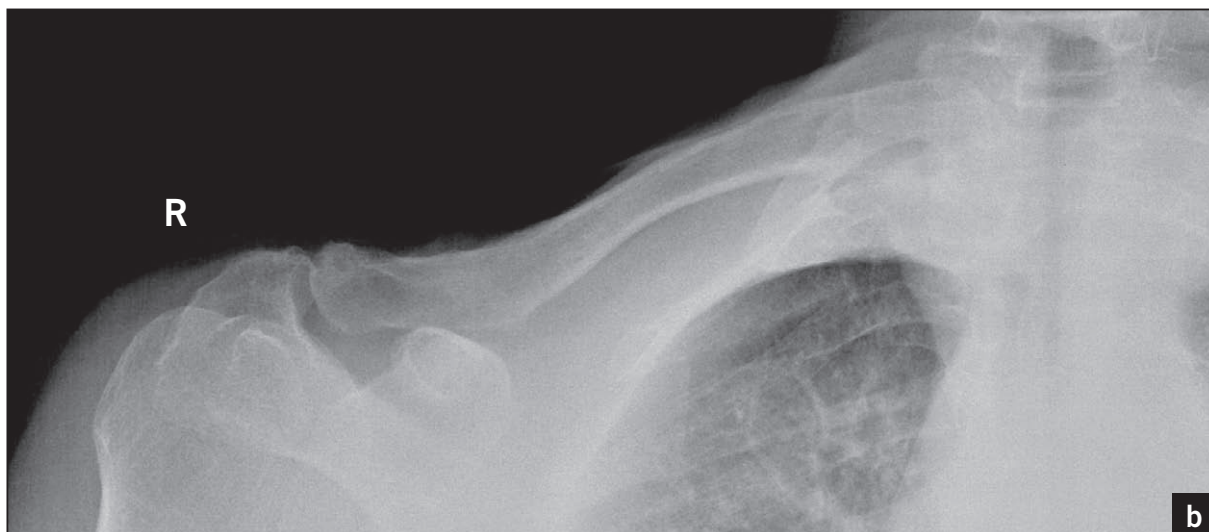
**Položaj objekta snimanja:** ukoliko je moguće, spustiti rame snimane strane da klavikula bude postavljena poprečno na os tijela, glavu okrenuti na suprotnu stranu od snimane.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na os tijela. Receptor slike treba prisloniti na rame s gornje strane (a). Ukošenje prema vertikali ovisi o konstituciji bolesnika, odnosno smjeru središnje zrake. Receptor treba fiksirati podloškom; medijalni rub prisloniti neposredno uz vrat.

**Središnja zraka:** ukošena je tako da prolazi između klavikule i torakalne stijenke; okomito je usmjerena na ravninu u kojoj je postavljen receptor; od horizontala prema stolu ukošena 25 – 40°, što ovisi o konstituciji. Općenito je potreban veći nagib središnje zrake u odnosu na horizontalu kod dubljeg toraksa.



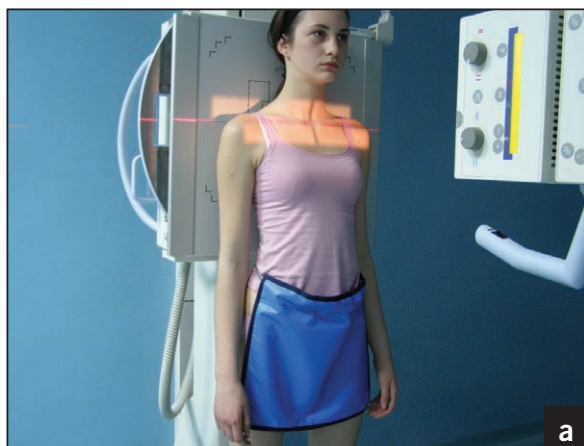
**Kriteriji za procjenu radiograma:** lateralni i srednji dio klavikule ne smije se preklapati s koštanim toraksom (b); sternalni okrajak se ipak preklapa. Prikaže se čitava klavikula uključujući akromioklavikularne i sternoklavikularne zglobove.



#### 6.5.4. AP projekcija akromioklavikularnih zglobova po Pearsonu

Ovom se projekcijom može otkriti međusobno klizanje zglobnih tijela akromioklavikularnih zglobova, ako takva sklonost postoji.

**Položaj bolesnika:** uvijek stojeći ili sjedeći jer se dislokacije akromioklavikularnih zglobova spontano normaliziraju u ležećem stavu. Medijanu ravninu tijela treba postaviti na sredinu receptora slike. Tjelesnu težinu treba podjednako rasporediti na obje noge da se izbjegne asimetrija ramena.



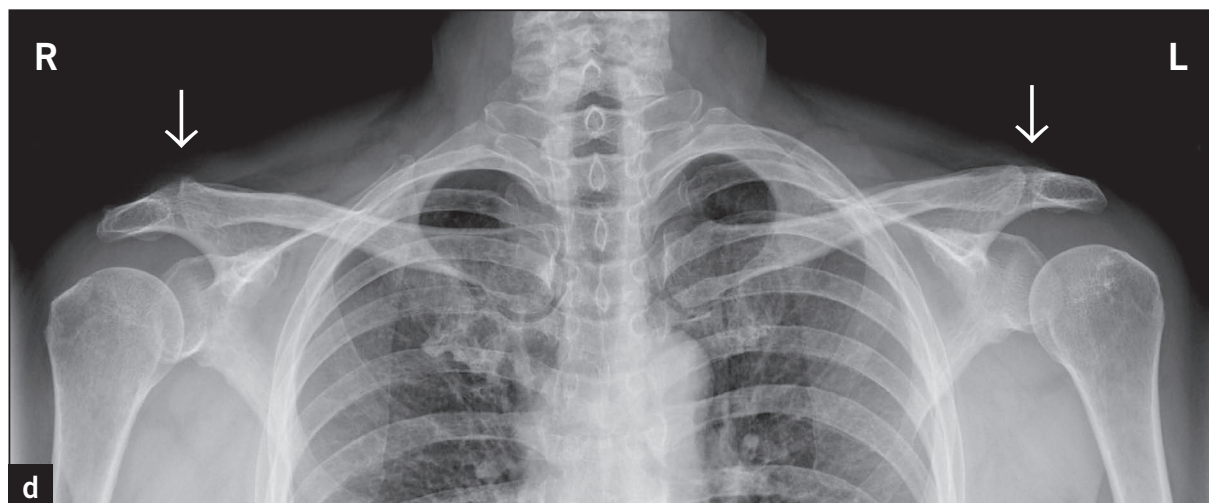
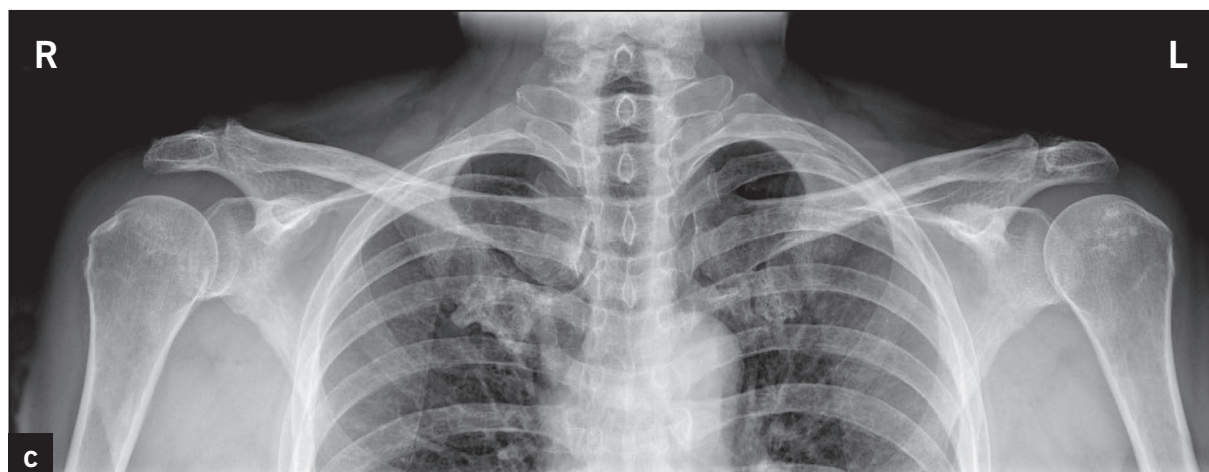
**Položaj objekta snimanja:** ruke slobodno vise niz tijelo; ramena moraju biti podjednako udaljena od podloge. Uvijek je potrebno učiniti dvije ekspozicije: jednu bez opterećenja (a), drugu s opterećenjem ruku jednakom težinom (2 – 3 kg) i to tako da se uteg zalijepi samoljepivom trakom ili zaveže za ručni zglob (b). Naime, hvatanje utega dovodi do istodobnog napinjanja muskulature ramena. To umanjuje mogućnost razdvajanja zglobnih tijela akromioklavikularnog zgloba čime se gubi svrha ove projekcije.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra ili dva receptora 18 x 24 centimetra za odvojene projekcije, ovisno o širini ramena ispitanika. Format treba postaviti poprečno na os tijela, centrirati u visini akromioklavikularnih zglobova.

**Središnja zraka:** kod radiografije oba akromioklavikularna zgloba jednom ekspozicijom, središnja je zraka usmjerena okomito na medijanu ravninu u njihovoj visini. Za pojedinačne radiograme središnju zraku treba usmjeriti na snimani zglob. Udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora slike treba povećati na više od 180 centimetara kako bi se smanjila divergencija snopa zračenja, odnosno uvećanje objekta.



## AP projekcija akromioklavikularnih zglobova po Pearsonu



**Kriteriji za procjenu radiograma:** oba akromioklavikularna zgloba moraju biti vidljiva zajedno s okolnim mekim tkivima (c); snimka ne smije biti preekspozirana; na radiogramu se moraju vidjeti markeri koji pokazuju opterećenje utezima (d); projekcija mora biti simetrična, bez rotacije.

### 6.5.5. AP kosa projekcija akromioklavikularnog zgloba po Alexanderu



**Položaj bolesnika:** stojeći ili sjedeći uz vertikalni stativ; svaka se strana snima zasebno.

**Položaj objekta snimanja:** bolesnik je naslonjen leđima na podlogu; ramena moraju biti podjednako udaljena od podloge.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na uzdužnu os tijela.

**Središnja zraka:** ukošena prema kranijalno oko 15°, ulazi na korakoidnom nastavku skapule (a); angulacija omogućuje projekciju akromioklavikularnog zgloba iznad skapule, dakle manje preklapanje s okolnim kostima.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** akromioklavikularni zglob se projicira iznad korakoida (b); kontrastno se prikazu koštana struktura i okolna meka tkiva.



## 6.6. RADIOGRAMI SKAPULE

### 6.6.1. AP projekcija skapule

**Položaj bolesnika:** stojeći uz stativ ili ležeći na radio-grafskom stolu, tijelo se kod ove projekcije minimalno zakreće na snimanu stranu da bi se skapula prislonila na podlogu.

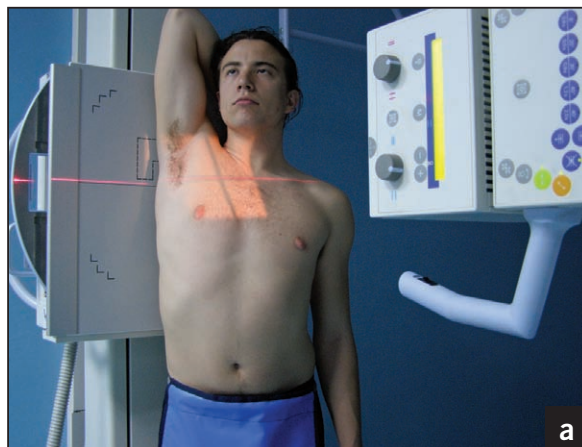
**Položaj objekta snimanja:** abdukcija ruke mora biti nešto veća od pravog kuta čime se skapula pomiče prema lateralno; fleksija u laktu; dlan položen na zatiljku (a). Treba snimati u izdahu ili produženom ekspozicijom uz plitko disanje kako bi se izbrisao plućni crtež.

**Receptor slike:** obično 24 x 30 centimetara, samo se kod gracilnih bolesnika može koristiti format 18 x 24 centimetra; uzdužno na os tijela; gornjim rubom oko 5 centimetara iznad ramena, odnosno donjim rubom najmanje 3 centimetra ispod donjeg kuta skapule.

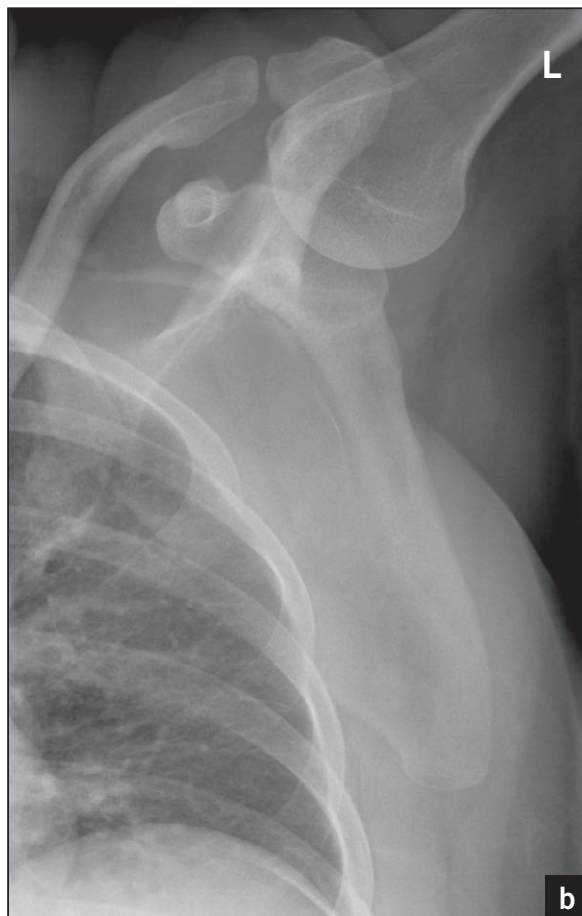
**Središnja zraka:** okomito usmjerena, ulazi oko 5 centimetara ispod korakoidnog nastavka, usmjeren na sredinu receptora slike.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** lateralni dio skapule ne smije se preklapati s rebrima (b). Moraju biti vidljivi koštani detalji pokrivenog dijela skapule kroz rebra i pluća. U snimku trebaju biti uključeni akromion i donji kut lopatice.

AP kosa projekcija korakoidnog nastavka zahtijeva kranijalnu angulaciju središnje zrake 15 – 45° prema kranijalno, što ovisi o konstituciji bolesnika, odnosno o obliku leđa. Primjerice, ravna leđa zahtijevaju manju angulaciju, zaobljena veću. Središnja zraka ulazi na korakoidnom nastavku.



a



b

### 6.6.2. Profilne projekcije skapule

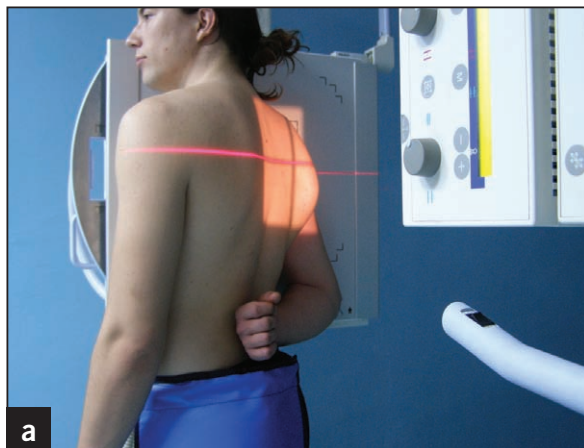
**Položaj bolesnika:** stojeći ili sjedeći uz vertikalni stativ. Radiografija u ležećem položaju obuhvaća dvije od mogućih projekcija, no ispravan položaj lakše je postignuti u stojećem stavu.

**Položaj objekta snimanja:** početni položaj tijela je bočni (profilni) u odnosu na podlogu, slijedi rotacija prema naprijed u RAO, odnosno LAO položaj; skapula je centrirana na receptor slike. Koronalna ravnina tijela u odnosu na podlogu zatvara kut oko 60°; kut rotacije treba uskladiti na način da skapula dođe u profilnu projekciju, usporedno sa središnjom zrakom. Položaj ruke snimane strane ovisi o dijelu skapule koji

smanji volumen prsnog koša i vjerojatnost preklapanja skapule s rebrima na radiogramu.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena na sredinu medijalnog ruba skapule koji kod ove projekcije promi-nira pod kožom i može se napipati.

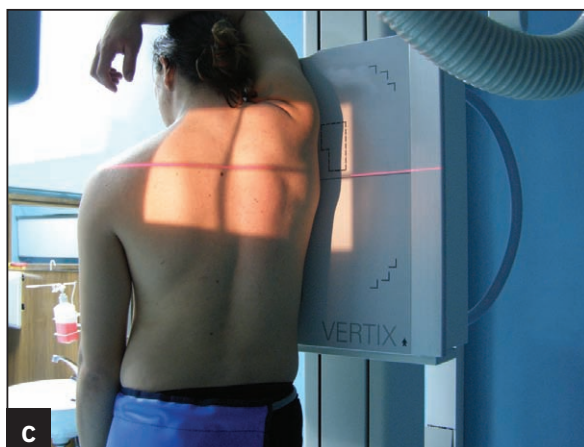


se želi prikazati. Za prikaz akromiona i korakoidnog nastavka skapule, ruku flektiranu u laktu treba prisloniti dorzalnom stranom na leđa (a, b). Za prikaz trupa skapule ruku snimane strane treba abducirati, položiti podlakticu na glavu i pokušati uhvatiti ušku suprotne strane (c, d), ili pak snimanom rukom preko prednjeg dijela toraksa uhvatiti suprotno rame. Nakon što se postigne traženi položaj, inženjer medicinske radiologije palcem i kažiprstom treba uhvatiti medijalni i lateralni rub skapule kako bi provjerio je li ravnina skapule okomita na receptor slike; po potrebi učiniti korekciju. Uvijek se mora snimati u izdahu da se

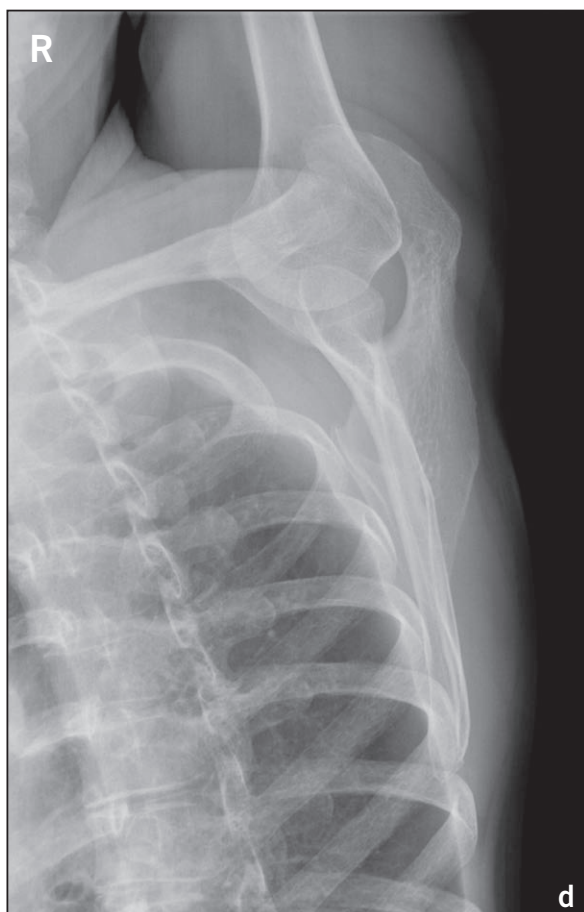




## Profilne projekcije skapule



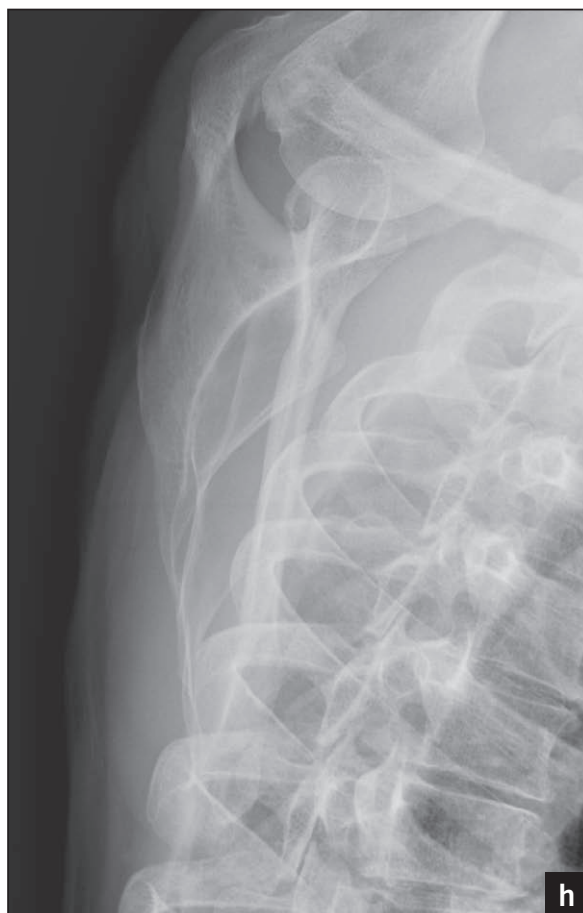
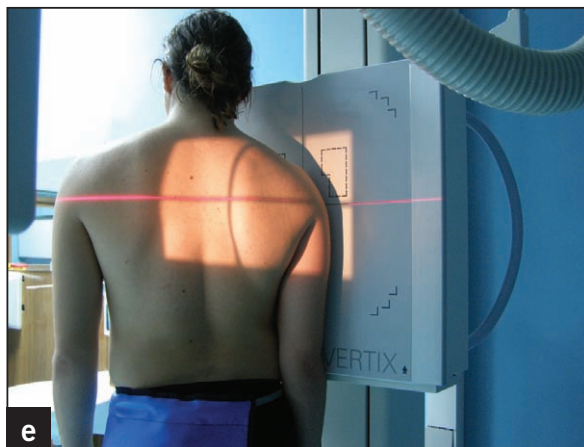
**Kriteriji za procjenu radiograma:** medijalni i lateralni rub skapule se međusobno preklapaju, skapula je razdvojena od rebra; *humerus* se ne preklapa s dijelom skapule koji se želi prikazati. Naime, glava humerusa je kaudalnije kod prikaza akromiona i korakoida (b), kranijalnije kada se želi prikazati trup skapule (d). U zadani format moraju biti uključeni akromion i donji kut skapule.



**Profilna “Y” projekcija skapule** je korisna u procjeni luksacije ramena; vrlo je slična profilnoj projekciji skapule, samo je ruka snimane strane ovdje spuštена niz tijelo (e). Trup skapule čini okomiti krak ipsilona, dok akromion i korakoidni nastavak čine kranijalne krakove (f). Glava humerusa se mora projicirati u sredinu ipsilona. Kod anteriorne luksacije glava humerusa se nalazi ispod korakoida, a kod posteriorne luksacije ispod akromiona.

**PA kosa projekcija skapule** po Lorenzu i Lilienfeldu je samo preinaka profilnog radiograma u ležećem stavu. Početni je profilni položaj na anteflektiranom ramenu snimane strane. Zatim se rame nesnimane strane zakrene prema naprijed (g), a bolesnik se rukom oslanja na radiografski stol. Međutim, ovdje je središnja zraka okomito usmjerena na sredinu između medijalnog ruba skapule i torakalne stijenke, tako da se ne radi o čistoj profilnoj projekciji (h).

## Profilne projekcije skapule



## Profilne projekcije skapule



**Preinaka:** AP kosa projekcija skapule zahtijeva rotaciju iz profilnog položaja prema leđima  $15 - 25^\circ$  tako da je skapula, koja je bliža rendgenskoj cijevi, odvojena od torakalne stijenke (i). Ruku snimane strane treba podignuti preko glave tako da je lakat u visini čela. Skapula bliža rendgenskoj cijevi je u kosoj projekciji, akromion i donji kut skapule moraju biti uključeni u radiogram. Za razliku od prethodno opisivanih PA projekcija, ovdje treba računati na uvećanje objekta (j).



### 6.6.3. Tangencijalna projekcija skapularne spine

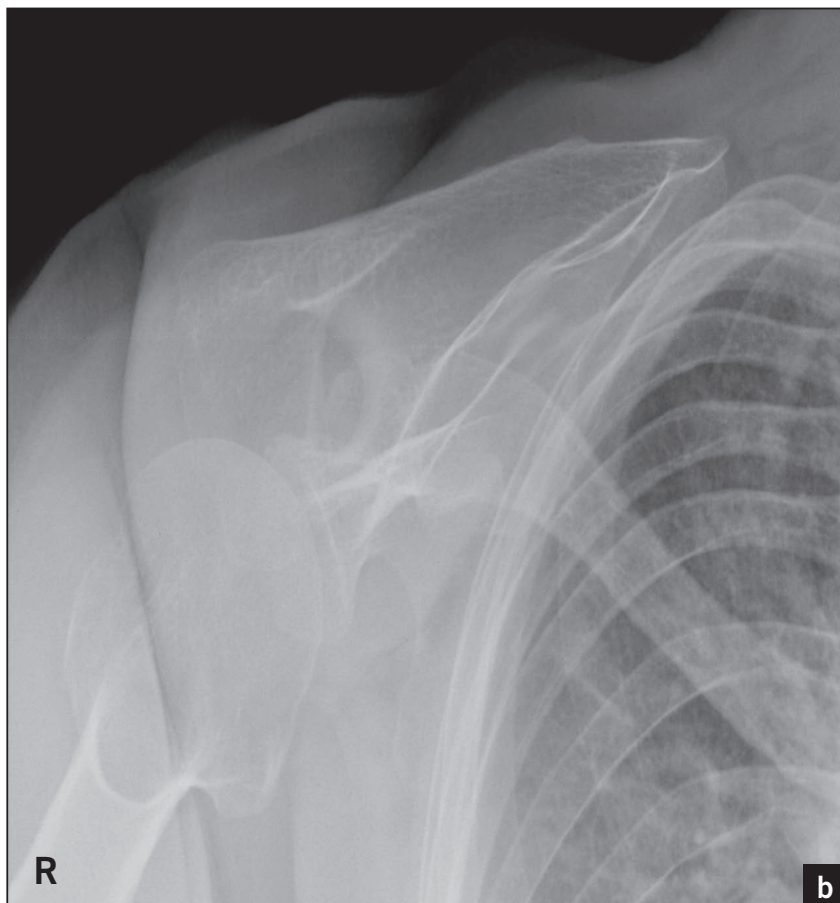
**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu.

**Položaj objekta snimanja:** rame postaviti u sredinu receptora slike; zakrenuti tijelo prema snimanoj strani; glavu okrenuti na suprotnu stranu. U ležećem stavu treba podložiti suprotno rame.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na os tijela; prilagoditi smjeru središnje zrake.

**Središnja zraka:** usmjerena je na gornju stražnju regiju ramena, ukošena pod kutom oko 45° prema nogama (a).

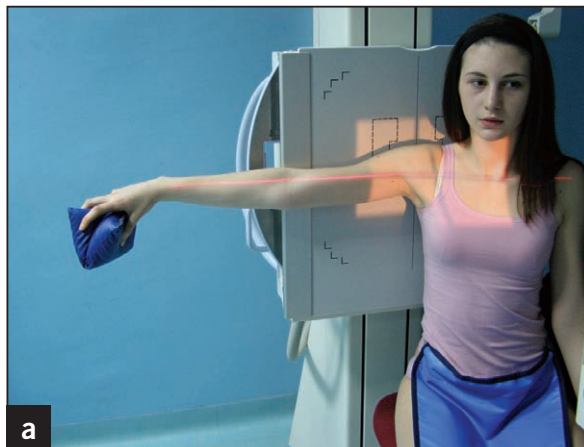
**Kriteriji za procjenu radiograma:** skapularna spina na snimci se projicira iznad trupa (b); vidljiv je koštani detalj, djelomično i okolna meka tkiva.





#### 6.6.4. AP kosa projekcija glenoida s opterećenjem po Appleu

Koristi se za radiološku procjenu mogućeg oštećenja zglobne hrskavice humeroskapularnog zgloba kod procjene ranih znakova osteoartritisa.



**Položaj bolesnika:** bolesnik stoji leđima prislonjen na vertikalni stativ, tijelo treba zakrenuti na snimanu stranu.

**Položaj objekta snimanja:** skapula snimane strane mora biti usporedna s podlogom. U ruku treba staviti uteg od pola kilograma, zatim abducirati ispruženu ruku oko 90° (a).

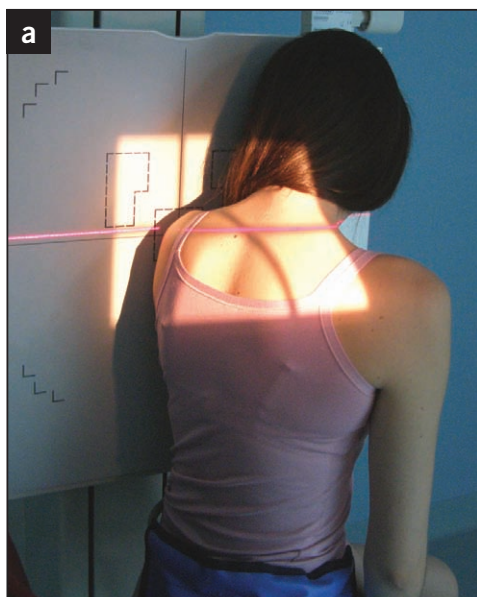
**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, poprečno na os tijela.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na receptor slike, ulazi oko 2 centimetra ispod korakoidnog nastavka skapule.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** otvoren je zglobni prostor između glave humerusa i glenoida (b). Glenoidni kavum (*cavum glenoidale*) se prikaže u profilu, humerus je abduciran do horizontale.



### 6.6.5. Tangencijalna projekcija korakoakromijalnog luka, supraspinatus “outlet” projekcija



Tangencijalni prikaz korakoakromijalnog luka služi dijagnostici “impingement” sindroma rotatorne manžete, odnosno tetive supraspinatusa pri čemu je od posebnog interesa gornji rub otvora u razini akromioklavikularne artikulacije.

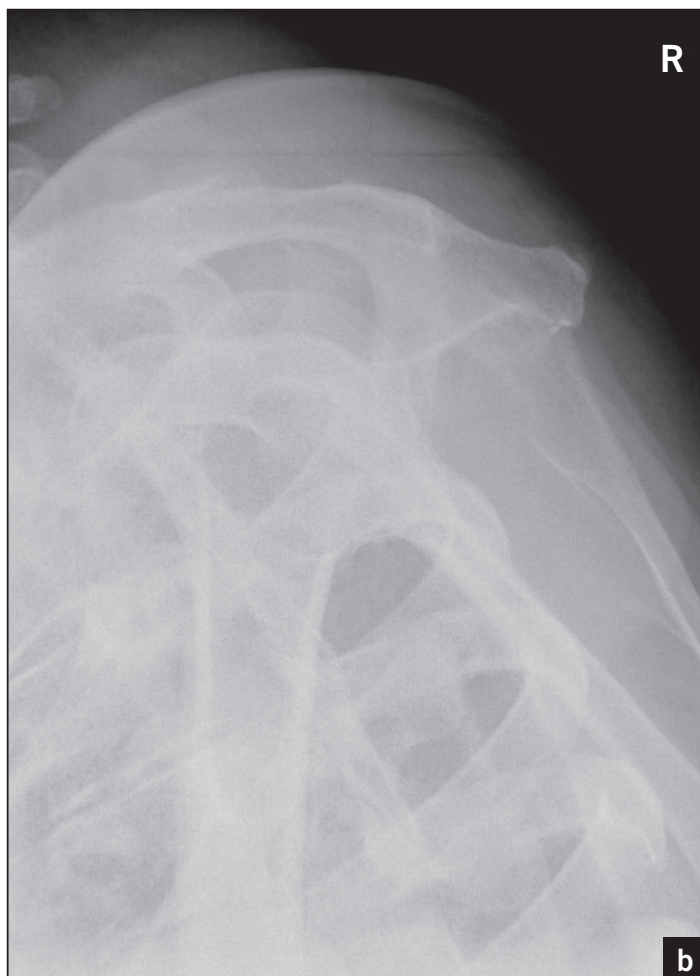
**Položaj bolesnika:** bolesnik sjedi ili stoji naslonjen ramenom snimane strane na vertikalni stativ.

**Položaj objekta snimanja:** iz profilnog položaja treba rotirati rame nesnimane strane prema naprijed i palpacijom skapule na snimanoj strani kontrolirati okomit položaj prema podlozi; kut zakretanja ovisi o konstituciji. Ruke su spuštene niz tijelo.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os tijela.

**Središnja zraka:** mediolateralno usmjerena, ukošena kaudalno (a) prema glavi humerusa pod kutom 10 – 15°; ulazi oko 2 centimetra ispod gornjeg medijalnog ruba ramena snimane strane. Zbog velikih individualnih razlika u konstituciji, središnju zraku treba pokušati prilagoditi smjeru mišića supraspinatusa.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** glava humerusa se projicira ispod akromioklavikularnog zgloba; prikaže se korakoakromijalni luk (b).



Standardni radiogram pojedine regije na ruci najčešće obuhvaća dvije projekcije s međusobno okomitom središnjom zrakom. To su u pravilu anteroposteriorna i profilna projekcija. Kod profilne projekcije je ulnar-na, dakle medijalna strana bliža receptoru slike, položena na radiografski stol.

Gornji ekstremitet se od lakta prema distalno snima tako da bolesnik sjedi pored radiografskog stola, a noge su mu usporedne s rubom stola. Naime, noge se ne smiju naći ispod stola, odnosno na putu primarnog snopa rendgenskog zračenja. Visinu stolice treba podesiti prema visini ramena bolesnika, tako da ruka bude pod pravim kutom abducirana i položena na stol. Nikako se ne smije zaboraviti zaštititi gonada prekrivanjem zdjelice gumenom pregačom s olovnom impregnacijom. Opisan je standardni stav tijela za sve projekcije lakta, podlaktice, ručnog zgloba, šaka i prstiju. Rame i nadlaktica se snimaju na radiografskom stolu ili uz vertikalni stativ.

Važno je zatražiti od bolesnika da se tijekom ekspozicije ne pomiče i da nakratko zaustavi disanje. Kod bolnog ekstremiteta, posebice kod djece, važna je dobra imobilizacija koja će omogućiti da se bolesnik osjeća udobno u položaju za radiografiju. Rame i nadlaktica se snimaju uz uporabu Buckyjeve rešetke. Kod radiografije ruke od lakta distalno objekt se postavlja izravno na receptor slike koji može biti kazeta s filmom u film-folijskim sustavima te kazeta s fosforescentnim zaslonom u CR sustavima, odnosno ugrađeni ili prijenosni digitalni detektor kod DR sustava. Ruka se ponekad mora snimati kroz sadreni zavoj, no tada je potrebno prilagoditi radiografske parametre povećanom ukupnom denzitetu objekta. Imobilizacija se ne smije skinuti bez nazočnosti ili dopuštenja liječnika koji ju je postavio.

U pravilu se koristi okomita središnja zraka i uska kolimacija rendgenskog snopa pazeći pritom da se zglobovi međusobno ne preklapaju. Kada se snimaju obje strane, prednost imaju pojedinačni radiogrami jer usporedne projekcije dovode do značajne deformacije, posebice zglobnih prostora. Višestruke ekspozicije na jednom formatu receptora slike (film-folijski, CR ili prenosivi DR sustavi) su uobičajena praksa kod radiografije gornjeg ekstremiteta. Neeksponirane dijelove receptora slike uvijek treba prekriti posebnim gumenim prekrivačima s olovnom impregnacijom.

## 7.1. RADIOLOŠKA ANATOMIJA SKELETA GORNJEGA EKSTREMITETA

Gornji ekstremitet čine nadlaktica, podlaktica i šaka. Skelet ruke se nastavlja na rameni pojas preko ramenoga (glenohumeralnoga) zgloba koji dopušta vrlo veliki opseg pokreta, a ujedno predstavlja korijen gornjeg ekstremiteta. Jedini izravni spoj ramenog pojasa s trupom se ostvaruje preko male-noga sternoklavikularnog zgloba uz potporu mišića, što omogućuje dodatno povećanje opsega pokreta ruke. Stoga je gornji ekstremitet općenito bitno pokretljiviji od donjeg. Nadlaktica sadrži samo jednu kost – *humerus*. Podlaktica ima dvije međusobno usporedne kosti. U anatomske položaju tijela, koji služi kao orijentacija u skeletnoj radiografiji, ulna je smještena medijalno, a radius lateralno. Lakatni zglob povezuje nadlaktičnu kost s podlaktičnim kostima, pretežito s ulnom. Ručni zglob u kojem uglavnom sudjeluje radius povezuje podlaktične kosti s karpalnim kostima. Skelet šake čine karpus (*carpus*), metakarpus (*metacarpus*) i kosti ručnih prstiju.

Nadlaktična kost – *humerus* je najduža kost gornje- ga ekstremiteta. Proksimalno se uzglobljava s lopaticom, distalno s podlaktičnim kostima. Glava humerusa je zaobljena, polukuglastog je oblika, usmjerena medijalno i kranijalno, završava rubom koji predstavlja anatomske vrat. Distalnije od anatomske vrata humerusa se sprijeda nalazi izbočenje – mali tuberkul (*tuberculum minus*), a postranično veliki tuberkul (*tuberculum majus*). Između dva tuberkula postoji žlijeb – intertuberkularni sulkus (*sulcus intertubercularis*) koji čini ležište duge glave mišića bicepsa pa se još naziva bicipitalnim sulkusom. Veliki i mali tuberkul je moguće napipati, osim u izrazito muskuloznih bolesnika. Distalni okrajak nadlaktične kosti, humeralni kondil, uključuje valjkasto zglobno tijelo – trohleju, koja se uzglobljava s ulnom te kapitulom koji pristaje u jamicu na glavi radijusa. Os trohleje nije sasvim okomita na os dijafize humerusa nego je blago ukošena od gore i lateralno prema dolje i medijalno. Neposredno proksimalno u odnosu na humeralni kondil smještene su koštane izbočenja koja služe kao hvatišta mišićima – medijalni i lateralni epikondil (*epicondylus medialis et lateralis*). Epikondile je moguće napipati u svih ispitanika. Medijalni epikondil jače prominira pod kožom. Epikondili humerusa su vrlo važne orijentacijske točke kod pozicioniranja ruke za određene projekcije. Zglobna pukotina lakatnog zgloba smještena je jedan centimetar distalnije od spojnice medijalnog i lateralnog epikondila.

Podlakticu čine radijus (*radius*) s lateralne i *ulna* s medijalne strane. Podlaktične kosti su međusobno uzglobljene na proksimalnom i distalnom okrajku, što omogućuje unutarnju i vanjsku rotaciju podlaktice. Obje su kosti proksimalno još uzglobljene s nadlaktičnom kosti u lakatnom zglobu. *Ulna* je masivnija na proksimalnom okrajku, dok se prema distalnom okrajku postupno sužava. Na proksimalnom okrajku ulna nosi dva kljunasta izdanka te utor između njih kojim se uzglobljava s trohlejom humerusa. Olekranon je masivniji izdanak ulne, čini tvrdi stražnji dio lakta i lako se odredi palpacijom.

Koronoidni nastavak ulne je sprijeda, okružen muskulaturom, stoga nedostupan palpaciji. Na proksimalnom okrajku radijusa je poprečno položeno valjkasto zglobno tijelo – glava radijusa (*caput radii*) koji ostvaruje veliki opseg rotacije u proksimalnom radioulnarnom zglobu, također sudjeluje u zglobu lakta. Nešto distalnije na medijalnom je rubu radijusa koštano izbočenje – kvržica, koja služi kao mišićno hvatište. Radijus postupno zadebljava prema distalnom okrajku koji je masivniji. Veći dio konkavne zglobne plohe, koja se uzglobljava s kostima karpusa, gradi radijus. Radijus završava distalno usmjerenim tupim izdankom na lateralnom rubu podlaktice – stiloidnim nastavkom. Na distalnom kraju podlaktice s medijalne se strane ističe stiloidni nastavak ulne, smješten nešto dorzalnije u odnosu na stiloid radijusa. Zglobna pukotina radiokarpalnog zgloba je lučnog oblika s konveksitetom usmjerenim prema proksimalno. Nalazi se jedan centimetar proksimalno od spojnice vrhova oba stiloida.

Šaka sadrži čak 27 kostiju podijeljenih u tri grupe: karpus, metakarpus i falange. Karpus čini osam malih kostiju koje su svoje nazive dobile prema karakterističnim oblicima. U proksimalnom redu su od radijalno prema ulnarne skafoidna kost (*os scaphoideum*), koja se često naziva navikularnom kosti šake, lunatum (*os lunatum*), trikvetrum (*os triquetrum*) i piziformna kost (*os pisiforme*), a u distalnom trapezijum (*os trapezium*), trapezoideum (*os trapesoideum*), kapitulum (*os capitulum*) i hamatum (*os hamatum*) s karakterističnim kukastim nastavkom. Proksimalni red karpalnih kostiju čini zajedničko konveksno zglobno tijelo radiokarpalnog zgloba. Kosti karpusa su nanizane tako da prema palmarno tvore žlijeb (karpalni sulkus) koji medijalno ograničuju piziformna kost i kukasti nastavak hamatuma, a lateralno kvržica na skafoidu i trapezijumu. Vezivna traka premošćuje sulkus zatvarajući karpalni kanal. Prema dorzalno, zapešćajne kosti formiraju konveksni karpalni svod.

Metakarpus čini ukupno 5 metakarpalnih kostiju koje se broje od radijalnog k ulnarne rubu šake.



To su tipične duge kosti s diskretnim konkavitom dijafiza na palmarnoj strani. Proksimalno se bazama uzglobljavaju s distalnim redom karpusa, a distalno glavicama artikuliraju s proksimalnim falangama prstiju.

Falange (*phalanges digitorum*) su formom slične metakarpalnim kostima. Palac sadrži dvije, ostali prsti po 3 falange, tako da ih šaka ukupno ima 14.

## 7.2. ORIJENTACIJSKE TOČKE

Orijentacijske točke kod radiografije gornjega ekstremiteta uglavnom su smještene uz zglobove. U pod-

ručju ramena korakoidni nastavak skapule se palpira s prednje strane, a veliki tuberkul nadlaktične kosti s lateralne. U području lakta ističu se medijalni i lateralni epikondil humerusa, kod čega je medijalni više izbočen pod kožom. Orijentacijska točka na laktu je također olekranon ulne koji prekriva stražnju stranu zgloba. U području radiokarpalnog zgloba dobro se palpiraju stiloidni nastavci radijusa i ulne. Stiloid radijusa je masivniji, vrhom usmjeren distalno, smješten na lateralnom rubu ručnog zgloba. Stiloid ulne je istaknutiji, smješten medijalno (ulnarno) i malo straga u odnosu na stiloid radijusa. Na šakama se lako palpiraju glavice metakarpalnih kostiju te falange na prstima.

## 7.3. RADIOGRAMI RAMENA

### 7.3.1. AP projekcije ramena

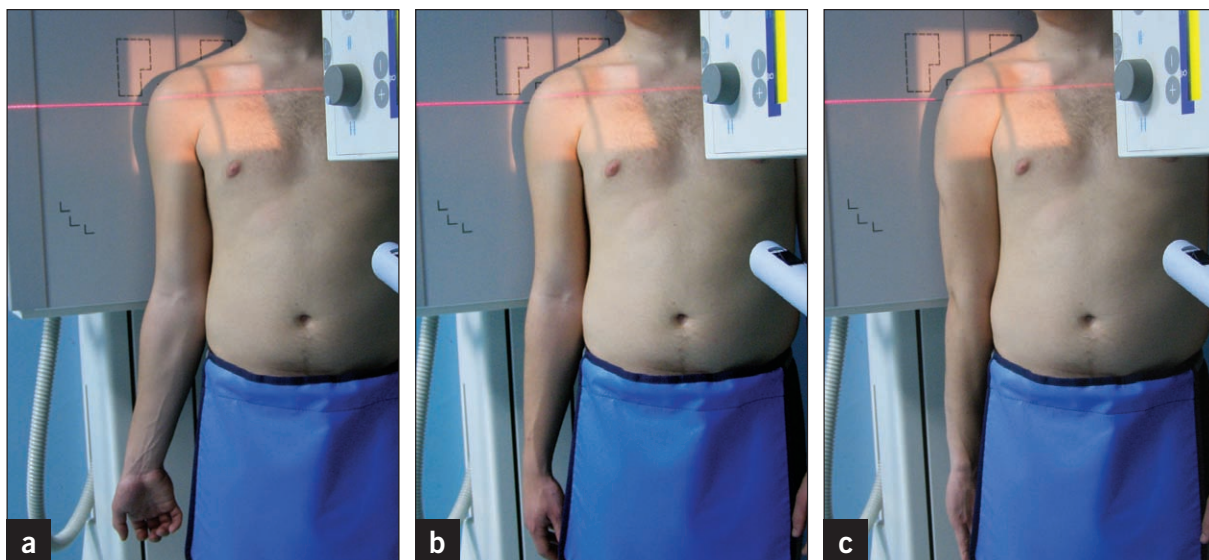
**Položaj bolesnika:** leđima prislonjen na stativ u stojećem stavu ili ležeći leđima na radiografskom stolu. Stojeći položaj ima prednost jer su lezije tog područja često vrlo bolne. Glavu treba okrenuti na suprotnu stranu zbog zaštite od zračenja.

**Položaj objekta snimanja:** rame se mora centrirati na receptor slike; tijelo zakrenuti prema snimanoj strani tako da se snimano rame prisloni na podlogu. Veće zakretanje je potrebno kod okruglih, manje kod ravnih leđa. Zakretanje je lako postignuti u stojećem stavu, dok u ležećem treba podložiti suprotnu stranu. Moguća su tri osnovna položaja ruke. Kod supinacije humerusa, koja je dio standardnog anatomskoga položaja tijela, epikondili humerusa su podjednako udaljeni od podloge (a). Ruka je uz tijelo, a dlan okrenut prema naprijed. U neutralnom položaju ramena ruku treba ispružiti, dlan prisloniti na bedro (b). Unutarnja rotacija humerusa se može postignuti tako da se dorzum šake položi na bedro s dlanom okrenutim lateralno (c) ili fleksijom u laktu te podlakticom položenom na trbuh. U obje varijante spoj-

nica epikondila treba biti okomita na podlogu. Ukoliko nije posebno naznačeno na uputnici, rame treba standardno snimati u vanjskoj rotaciji uz uvjet da ta kretnja nije za bolesnika izrazito bolna. Sumnja li se na frakturu ili luksaciju ramena, vanjska rotacija je zabranjena. Tada se rabi neutralni položaj ruke, odnosno ramenog zgloba.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili 24 x 30 centimetara, ovisno o konstituciji. Receptor treba postaviti uzdužno na os tijela, gornjim rubom barem pet centimetara iznad ruba mekih tkiva ramena.

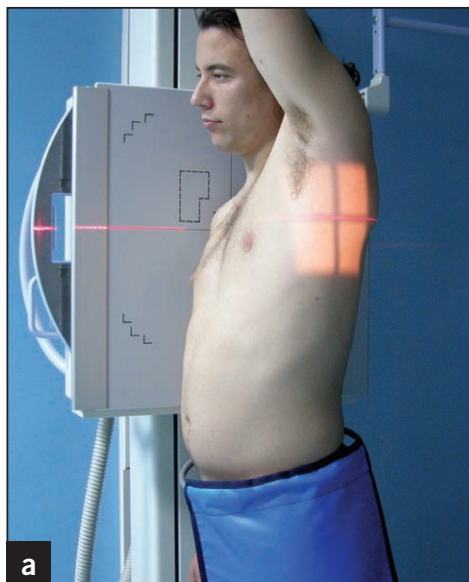
**Središnja zraka:** okomito je usmjerena prema receptoru slike. Varijantu s angulacijom 10 – 20° prema kaudalno se može koristiti za prikaz subakromijalnog prostora, posebice kalcifikacija tetive supraspinatusa. Ulaz okomite središnje zrake je 2 – 3 centimetra kaudalno od korakoidnog nastavka skapule; kod kaudalne angulacije središnja zraka ulazi nešto kranijalnije. Uvijek treba snimati u potpunom izdahu.





**Kriteriji za procjenu radiograma:** na AP radiogramu ramena u svim varijantama treba prikazati gornji dio skapule, lateralnu polovicu klavikule i proksimalni humerus. Kod vanjske rotacije veliki tuberkul se prikazuje u lateralnoj konturi humerusa (d). U neutralnoj poziciji veliki i mali tuberkul se djelomično preklapaju s glavom humerusa (e). Kod unutarnje rotacije mali tuberkul je tangencijalno zahvaćen u medijalnoj konturi (f) uz nešto veće preklapanje glave humerusa i glenoida u odnosu na ostale dvije projekcije.

### 7.3.2. Transtorakalna lateralna projekcija ramena



Rabi se kod traumatske lezije koja onemogućuje abdukciju i rotaciju nadlaktice.

**Položaj bolesnika:** stojeći uz stativ, ako to stanje bolesnika dopušta. Alternativni je položaj ležeći na radiografskom stolu kada je potrebno podložiti leđa i glavu bolesnika da se objekt snimanja podigne od podloge.

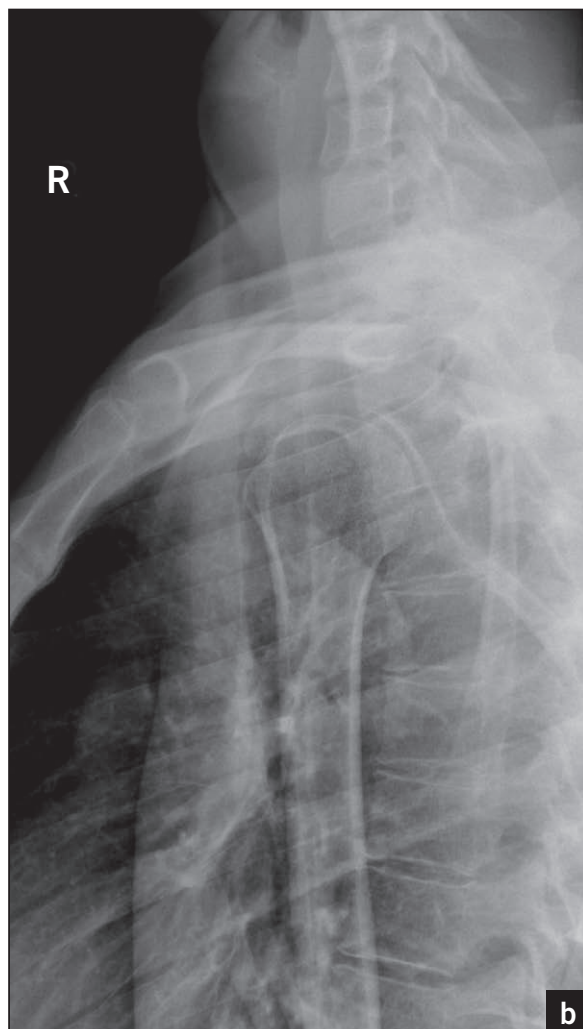
**Položaj objekta snimanja:** suprotnu, zdravu ruku podignuti iznad glave kako bi se izbjeglo preklapanje sjene suprotnog ramena; ozlijeđeno rame prisloniti na receptor slike (a).

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela; u ležećem stavu receptor treba prisloniti s lateralne strane ozlijeđenog humerusa; centar postaviti na kirurški vrat humerusa.

**Središnja zraka:** okomita je na podlogu, ulazi na suprotnoj, zdravoj strani (a); izlazi na kirurškom vratu ozlijeđenog humerusa. Ako se rameni pojas nesnimane strane ipak preklapa sa snimanim područjem, može se koristiti kranijalna angulacija

središnje zrake  $10 - 20^\circ$ . Snimati na kraju dubokog udaha. Kada je bolesnik vrlo kooperabilan, može se koristiti produljena ekspozicija (3 – 5 sekundi) uz plitko disanje, bez pomaka snimanog ramena. Produljenom ekspozicijom postiže se brisanje vaskularnog plućnog crteža, dijelom i sjene rebara.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se proksimalni humerus, skapula i klavikula kroz pluća; skapula se preklapa s kralježnicom (b).





### 7.3.3. Transaksilarna aksijalna projekcija ramena

Ova projekcija se ne smije koristiti kada se sumnja na frakturu.



**Položaj bolesnika:** ležeći leđima na radiografskom stolu; postaviti podložak pod glavu i ramena kako bi se podignuo gornji dio tijela od podloge.

**Položaj objekta snimanja:** abducirati nadlakticu najviše što bolesnik može izvesti; zadržati vanjsku rotaciju humerusa; podlakticu imobilizirati ovisno o bolnosti ekstremiteta; receptor slike rubom prisloniti uz vrat.

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara; duljom stranicom okomito položiti na radiografski stol; postaviti poprečno na os tijela; prisloniti na snimano rame s gornje strane (a); receptor učvrstiti s kranijalne strane vrećicama s pijeskom.

**Središnja zraka:** vodoravna je, kaudokranijalno usmjerena prema aksili, medijalno angulirana kao simetrala kuta ostvarene abdukcije, najčešće 15 – 30°.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaz glenohumeralne artikulacije s minimalnim preklapanjem zglobnih tijela; korakoidni nastavak skapule je na radiogramu usmjeren prema naprijed kao i mali tuberkul humerusa (b). U superpoziciji s glavom humerusa mogu se prikazati akromioklavikularni zglob, akromion i akromijalni okrajak klavikule. Ako postoji klinička sumnja na Hill-Sachsovu kompresijsku frakturu posterolateralnog segmenta glave humerusa u bolesnika s ponavljanom luksacijom ramena, tada treba ispruženu ruku maksimalno supinirati.

**Rafertova preinaka:** ekstremna vanjska rotacija ruke tako da palac dođe u kontakt s podlogom. Za ovu kretnju je potrebna asistencija jer bolesnik to rijetko može izvesti sam.



### 7.3.4. Aksijalna projekcija ramena West Point tehnikom

Radiogram prikazuje koštane promjene prednjeg ruba glenoida u bolesnika s instabilitetom ramena.



**Položaj bolesnika:** leži trbuhom na radiografskom stolu; snimano rame treba podložiti; glavu okrenuti na suprotnu stranu.

**Položaj objekta snimanja:** nadlaktica je abducirana pod pravim kutom; podlaktica slobodno visi preko ruba stola (a).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na os tijela; prisloniti uz gornju plohu ramena (a) i fiksirati vrećicom s pijeskom u kosom položaju, prateći smjer središnje zrake koja mora biti okomita na receptor.

**Središnja zraka:** vodoravna je; iz osnovnoga kaudokranijalnog smjera rendgensku cijev treba ukositi oko 25° prema podlozi i 25° prema medijanoj ravni tijela (a); središnja zraka ulazi na dorzalnoj površini ramena, otprilike pet centimetara iznad ruba pazuha.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** glava humerusa ne smije se preklapati s korakoidnim nastavkom skapule; treba se prikazati zglobna pukotina glenohumeralnog zgloba (b); akromion se preklapa sa stražnjim dijelom glave humerusa.



### 7.3.5. Radiogram intertuberkularnog (bicipitalnog) sulkusa

**Položaj bolesnika:** ležeći na radiografskom stolu, leđima naslonjen na podlogu, bez rotacije.

**Položaj objekta snimanja:** ruka je položena postranično uz tijelo, dlan je okrenut prema naprijed u položaju supinacije.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, poprečno na os tijela, prislonjen na rame s gornje strane.

**Središnja zraka:** iz početnoga vodoravnoga kaudokranijalnog smjera ukositi svega 10° prema radiografskom stolu; ulazi na prednjem rubu glave humerusa (a).



**Kriterij za procjenu radiograma:** jasno se prikaže bicipitalni (intertuberkularni) sulkus (b).



### 7.3.6. AP aksijalna projekcija proksimalnog humerusa po Strykeru

Koristi se za detekciju Hill-Sachsove lezije posterolateralnog dijela glave humerusa kod ponavljanih luksacija ramena koja se ne prikaže standardnom AP projekcijom.

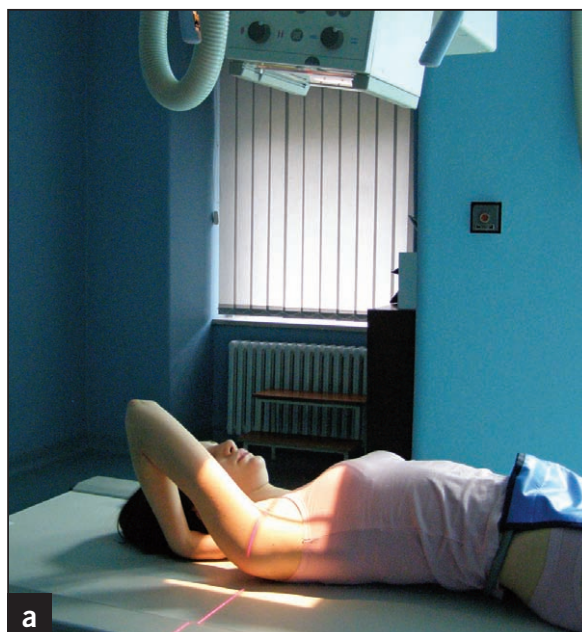
**Položaj bolesnika:** sjedeći leđima prislonjen uz vertikalni stativ ili ležeći leđima na radiografskom stolu.

**Položaj objekta snimanja:** maksimalna antefleksija nadlaktice, ako je moguće više od 90°; lakat flektirati i usmjeriti prema naprijed; dlan položiti na glavu bolesnika (a).

**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, uzdužno na os tijela; zahvaća proksimalni humerus, aksilu te rub toraksa.

**Središnja zraka:** iz početnog okomitog smjera ukositi oko 10° prema glavi; cilja na aksilu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** preklapanje korakoidnog nastavka i klavikule (b); nadlaktična kost je približno usporedna s uzdužnom osi tijela; prikažu se posterolateralni i posterosuperiorni segmenti glave humerusa.



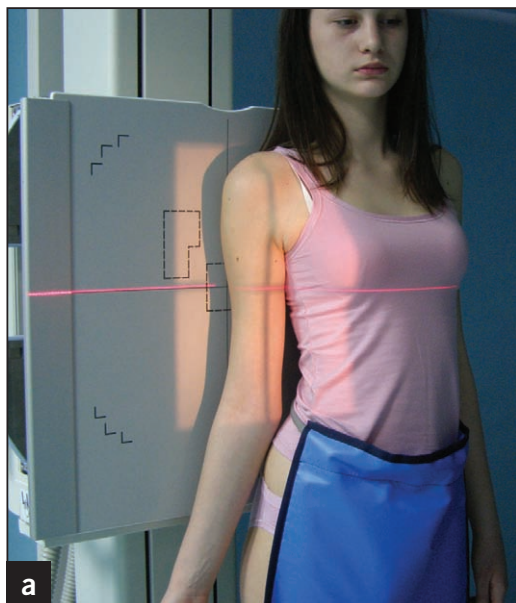


## 7.4. RADIOGRAMI NADLAKTICE

S obzirom na bolnost traumatskih lezija ramena i nadlaktice, poželjno je snimati bolesnika u stojećem ili sjedećem položaju prislonjenog uz vertikalni stativ.

### 7.4.1. AP projekcija nadlaktice

**Položaj bolesnika:** stojeći ili sjedeći leđima prislonjen uz stativ, bez zakretanja tijela. Ruka je spuštena uz tijelo. Ležeći položaj treba koristiti u bolesnika koji ne mogu stajati.



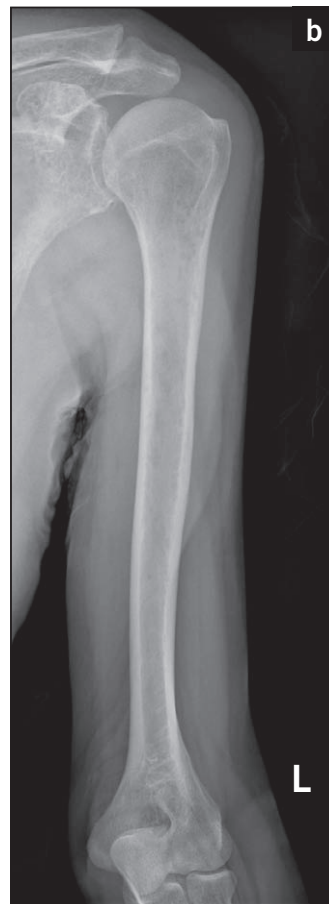
**Položaj objekta snimanja:** supinirati ruku tako da epikondili humerusa budu podjednako udaljeni od receptora slike (a). Ako se zbog bolnosti to ne može učiniti, bolesnika treba zakrenuti cijelim tijelom k snimanoj ruci.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra, gornjim rubom nešto iznad ruba ramena, uzdužno na os nadlaktice. Koristiti diferencijalne folije kod film-folijskih sustava zbog razlike u denzitetu proksimalne i distalne polovice objekta snimanja. Također se mogu koristiti klinasti filtri na kućištu rendgenske cijevi koji će

nejednako apsorbirati dio primarnog snopa rendgenskog zračenja.

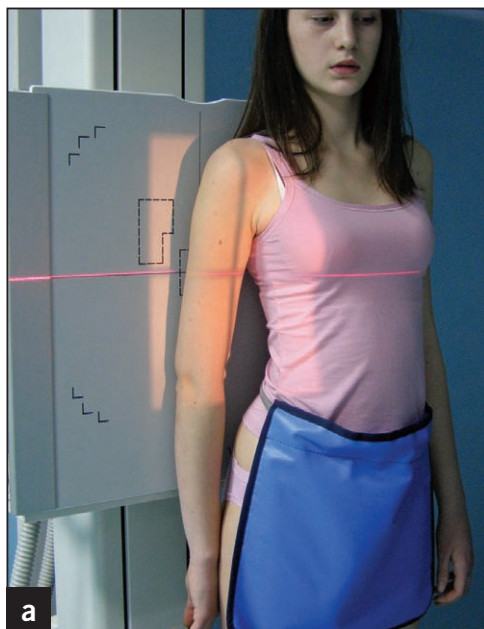
**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na os nadlaktice; vodoravna u stojećeg bolesnika.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** na radiogramu se moraju prikazati oba susjedna zgloba, rame i lakat; epikondili humerusa se prikazuju bez zakretanja (b). Veliki tuberkul se na radiogramu prikaže u lateralnoj konturi proksimalnog okrajka humerusa. Ujednačen je radiodenzitet proksimalnog i distalnog dijela nadlaktice.



### 7.4.2. Profilna projekcija nadlaktice

**Položaj bolesnika:** stojeći ili sjedeći leđima naslonjen na stativ; položaj tijela treba prilagoditi položaju ruke koji je ovdje jedino važan. Ležeći se položaj odabere u bolesnika koji ne mogu stajati.



**Položaj objekta snimanja:** ispruženu ruku pronirati i dorzum šake nasloniti na natkoljenicu tako da spojnica epikondila humerusa bude okomita na podlogu (a); u drugoj varijanti prethodno flektirati lakat i podlakticu rotirati prema trbuhu.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra, uzdužno na os nadlaktice; gornji rub postaviti nešto iznad ruba ramena.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu nadlaktice, vodoravna u stojećeg bolesnika.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** moraju se prikazati rame i lakat; epikondili humerusa se međusobno prekrivaju na radiogramu (b); mali tuberkul se ističe u medijalnoj konturi; veliki tuberkul se preklapa sa glavom humerusa. Zglobna pukotina lakatnog zglo-

ba nije potpuno otvorena zbog divergencije rendgenskog snopa; denzitet radiograma u proksimalnom i distalnom dijelu nadlaktice treba biti podjednak.

U bolesnika s jačim bolovima može se učiniti profilna snimka distalnog humerusa tako da se receptor slike umetne između toraksa i nadlaktice gornjim rubom do aksile; središnja zraka ulazi s lateralne strane. Ovom se projekcijom ne može prikazati proksimalni okrajak humerusa, odnosno može se kombinirati s transtorakalnom projekcijom proksimalnog humerusa.

Postoji još nekoliko varijanti profilnih projekcija nadlaktice kada bolesnik leži na radiografskom stolu, a nadlaktica je abducirana pod pravim kutom u odnosu na tijelo. U svim varijantama profilne projekcije nadlaktice spojnica epikondila humerusa mora biti okomita na receptor slike.



## 7.5. RADIOGRAMI LAKTA

### 7.5.1. AP projekcija lakta

**Položaj bolesnika:** sjedeći pored radiografskog stola s ispruženom rukom koja je u visini stola.

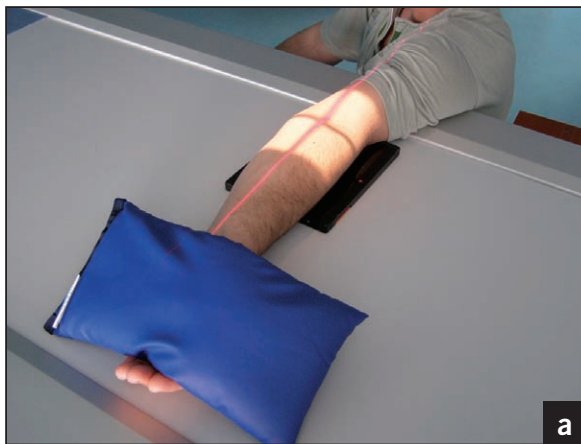
**Položaj objekta snimanja:** ekstenzija i supinacija ruke koja je položena dorzalnom stranom, epikondili humerusa trebaju biti jednako udaljeni od podloge (a). Na ručni zglob može se postaviti vrećica s pijeskom zbog imobilizacije.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os nadlaktice i podlaktice, bez Buckeyeve rešetke.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na lakatni zglob, ulazi jedan centimetar distalno od spojnice epikondila humerusa gdje se nalazi zglobna pukotina.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** glava i kvržica na radijusu se minimalno preklapaju s ulnom, lakatna zglobna pukotina je otvorena i centrirana na filmu (b); epikondili humerusa ne smiju biti rotirani; kontrastno se prikazu meka tkiva i koštane gredice.

**Preinaka:** u bolesnika koji ne može ispružiti lakat na podlogu treba postaviti nadlakticu ili podlakticu; središnju zraku okomito usmjeriti na onaj dio koji je prislonjen na podlogu.



### 7.5.2. Lateralna projekcija lakta

**Položaj bolesnika:** sjedeći pored radiografskog stola, nadlaktica je abducirana, rame je u razini stola.

**Položaj objekta snimanja:** lakat je flektiran pod pravim kutom, medijalni kondil humerusa je u kontaktu s radiografskim stolom; podlaktica je ulnarnom stranom položena na podlogu (a). Kod jako muskulozne podlaktice potrebno je umetnuti podložak pod ručni zglob kako bi se izjednačila debljina proksimalnog i distalnog okrajka podlaktice. Lakat treba pažljivo namjestiti tako da je spojnica epikondila humerusa okomita na receptor slike. Kod jake boli i sumnje na frakturu, ne treba nastojati fleksiju više od  $30^\circ$ .

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, duljom osi prema osi podlaktice, bez Buckyeve rešetke.

**Središnja zraka:** okomito usmjerena na sredinu lakta.

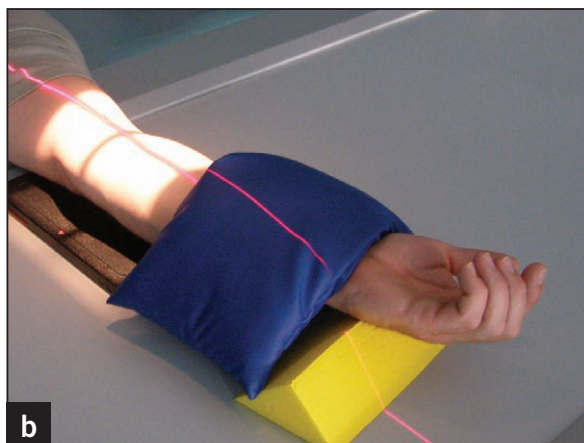
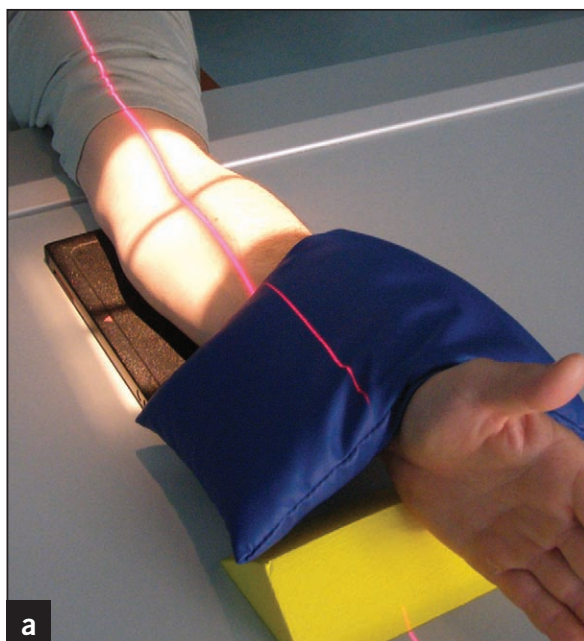
**Kriteriji za procjenu radiograma:**

lakat je u središtu radiograma, lakatni zglob je flektiran pod pravim kutom; epikondili humerusa se međusobno preklapaju na radiogramu (b). Kvržica na radijusu treba biti usmjerena prema naprijed; glava radijusa se djelomično preklapa s koronoidnim nastavkom ulne. Olekranon se mora prikazati u čistom profilu uz odgovarajuću kontrastnost koštanih gredica i mekih tkiva.





### 7.5.3. AP kose projekcije lakta u medijalnoj i lateralnoj rotaciji



**Položaj bolesnika:** standardni, sjedeći pored radio-grafskog stola.

**Položaj objekta snimanja:** ruka je ispružena na podlozi. Kod medijalne rotacije (a) bolesnik podiže lateralni epikondil humerusa izvođeći pronaciju u ramenom zglobu oko 45°; koronoidni nastavak ulne izlazi iz superpozicije s okolnim koštanim struktura. Kod lateralne rotacije (b), bolesnik izvodi supinaciju u ramenu podižući medijalni epikondil humerusa do kuta od 45° prema podlozi.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili 24 x 30 centimetara podijeliti za obje projekcije; snimani format orijentirati uzdužno na os ekstremiteta.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na zglobnu pukotinu lakatnog zgloba, jedan centimetar distalno od spojnice epikondila humerusa.

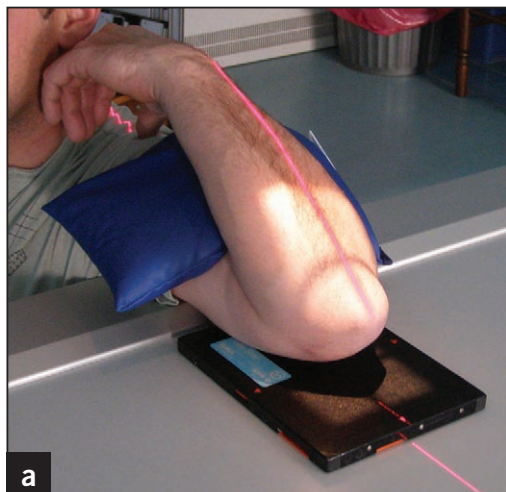
## AP kose projekcije lakta u medijalnoj i lateralnoj rotaciji



**Kriteriji za procjenu radiograma:** kod medijalne rotacije koronoidni nastavak ulne treba biti slobodan u medijalnoj konturi lakta (c). Kod lateralne rotacije se glava, vrat i kvržica radijusa ne preklapaju s ulnom (d); medijalni epikondil humerusa se ističe u konturi. Slične projekcije se može postignuti ukošenjem središnje zrake ako bolesnik ne može rotirati ruku. Međutim, prednost imaju okomite projekcije zbog manje deformacije snimanog objekta.

#### 7.5.4. AP projekcija lakta u potpunoj fleksiji

Rijetko se rabi, uglavnom za dokazivanje suspektnih fraktura lakta koje se nisu prikazale standardnom tehnikom.



**Položaj bolesnika:** sjedeći uz radiografski stol, nadlaktica je abducirana u visini ramena, dorzalnom stranom prislonjena na podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** maksimalno flektirati lakat; bolesnik prstima dodiruje rame snimane ruke (a).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, sredina je u razini epikondila humerusa.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na receptor slike, ulazi na podlaktici u razini epikondila humerusa. U drugoj varijanti središnju zraku treba ukositi u odnosu na receptor, usmjeriti okomito na os flektirane podlaktice.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** u prvoj varijanti mora se vidjeti olekranon ulne bez preklapanja s okolnim kostima, sulkus ulnarnog živca i trohleja humerusa (b). U drugoj varijanti jasnije se prikazu proksimalni okrajci radijusa i ulne koji se ipak preklapaju s humerusom. Ukoliko je sulkus ulnarnog živca od posebnog dijagnostičkog interesa, središnju zraku treba ukositi oko 30° prema ramenu.

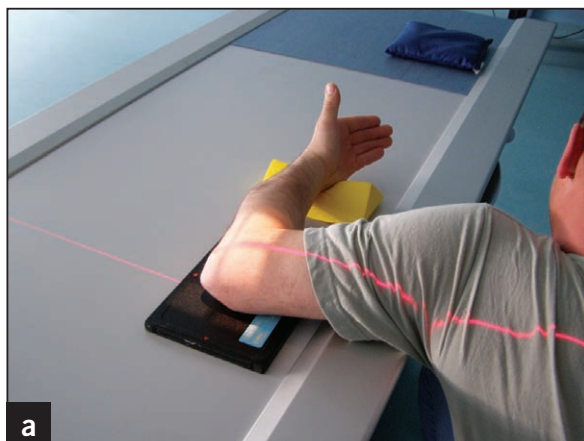


### 7.5.5. Radiogrami glave radijusa u četiri položaja

**Položaj bolesnika:** za sve 4 projekcije je isti. Bolesnik sjedi uz radiografski stol, nadlaktica je abducirana, lakat je flektiran pod pravim kutom; podlaktica je ulnarnim rubom položena na podlogu.

**Položaji objekta snimanja** su sljedeći:

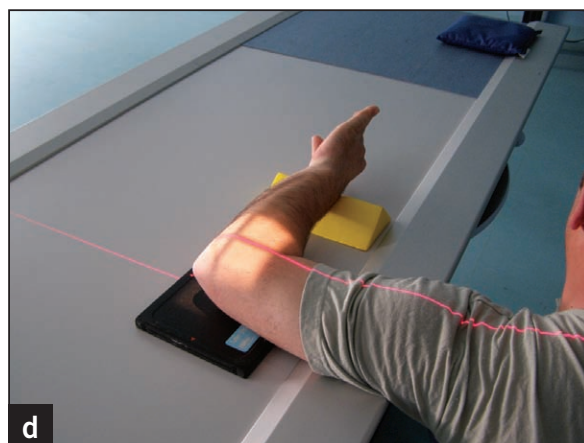
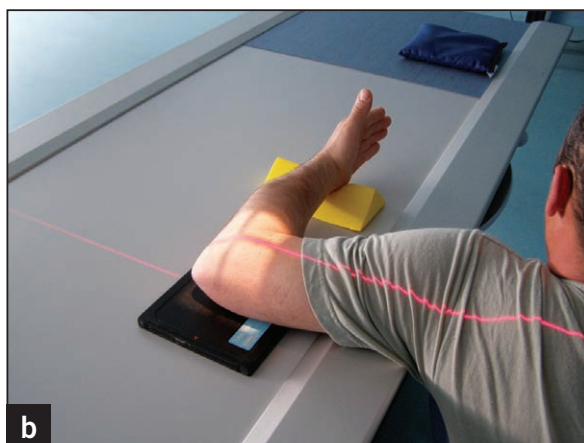
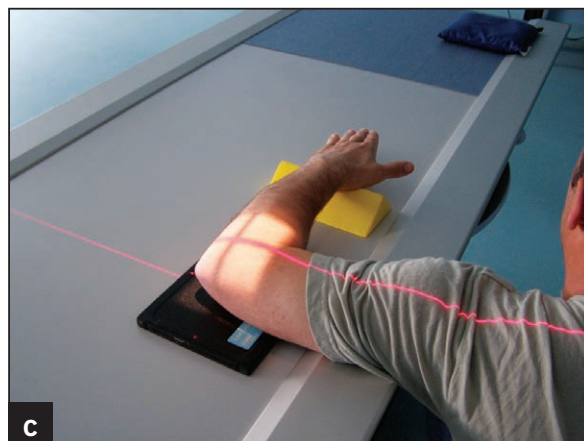
- maksimalna supinacija podlaktice (a) s dlanom usmjerenim prema gore,
- neutralni položaj (b) s dlanom na ulnarnom rubu i palcem usmjerenim prema gore,
- pronacija podlaktice (c) s dlanom prislonjenim palmarnom stranom
- ekstremna pronacija (d) s dorzalnom stranom palca na podlozi.



**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili 24 x 30 centimetara s podjelom na više formata; snimani format duljom stranicom treba orijentirati uzdužno na os podlaktice.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na lakat.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaz radijusa u različitim kutovima rotacije podlaktičnih kostiju. To se može procijeniti prema kvržici na radijusu koja je na prve dvije projekcije usmjerena prema naprijed (e, f), a na druge dvije se vidi u konturi straga (g, h). Lakat mora biti flektiran pod pravim kutom. Glava radijusa mora se vidjeti na svim projekcijama, iako se u većine djelomično preklapa s koronoidnim nastavkom ulne.





## Radiogrami glave radijusa u četiri položaja



## 7.6. RADIOGRAMI PODLAKTICE

### 7.6.1. AP projekcija podlaktice

Format mora biti dovoljno velik da obuhvati čitavu podlakticu, uključujući olekranon ulne i stiloidni nastavak radijusa.



**Položaj bolesnika:** sjedeći pored radiografskog stola; stolac treba biti podešen tako da je abducirana i ispružena ruka u visini podloge. Rame, lakat i ručni zglob snimanog ekstremiteta moraju biti u istoj ravni.

**Položaj objekta snimanja:** ruka je u supinaciji, lakat u ekstenziji, podlakticu treba položiti uzdužno na odabrani format (a); obratiti pozornost da epikondili humerusa budu u istoj vodoravnoj ravni, podjednako udaljeni od podloge; izbjegniti pronaciju podlaktičnih kostiju koja dovodi do preklapanja radijusa i ulne.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra, uzdužno na os podlaktice; koristiti diferencijalne folije, klinaste filtre ili donji dio podlaktice prekriti vrećicom s rižinim brašnom da se ujednači denzitet objekta čija je deb-

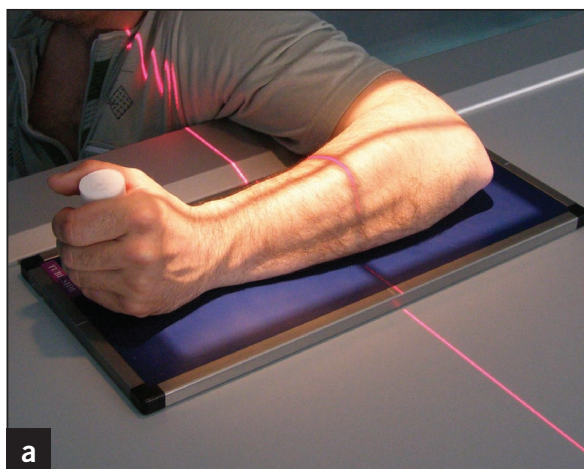
ljina različita u proksimalnoj i distalnoj polovici. Frakture podlaktičnih kostiju ili postavljena imobilizacija onemogućuju namještanje objekta u idealan položaj, no u tom slučaju ne treba pretjerivati kako se ne bi naštetilo bolesniku.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu podlaktice.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** osim podlaktičnih kostiju, mora se vidjeti distalni okrajak humerusa i kosti karpusa (b); glava i kvržica radijusa se minimalno preklapaju s ulnom u proksimalnom segmentu; zglobova lakatnog zgloba je djelomično otvorena; podjednak denzitet radiograma u proksimalnom i distalnom dijelu podlaktice je poželjan.



### 7.6.2. Lateralna projekcija podlaktice



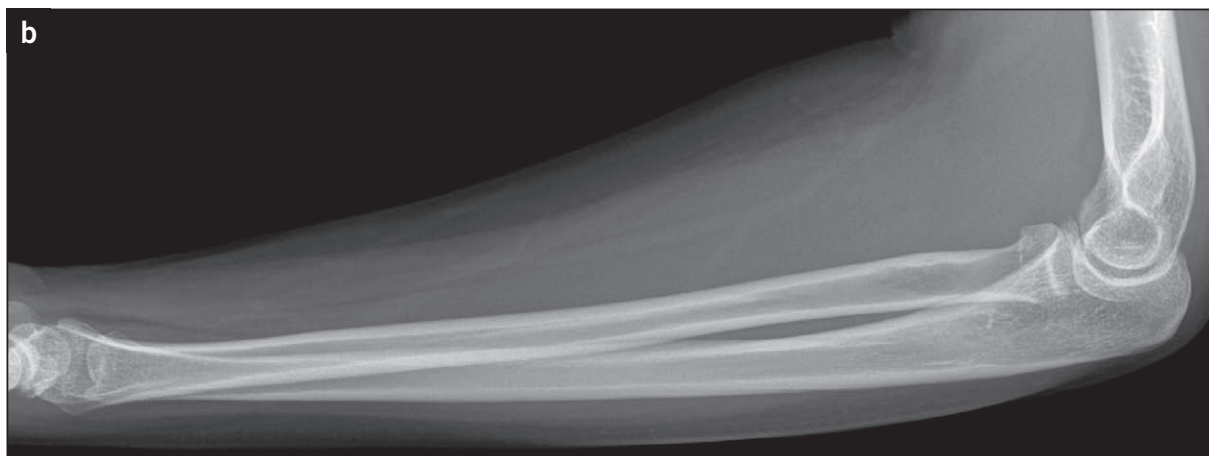
**Položaj bolesnika:** sjedeći pored radiografskog stola; ruka je u razini stola, nadlaktica u abdukciji, lakat je flektiran pod pravim kutom.

**Položaj objekta snimanja:** podlaktica je ulnarnim rubom položena na podlogu kao i šaka (a); prsti su semiflektirani tako da drže jastučić ili spužvu.

**Receptor slike:** 18 x 43 centimetra, postaviti uzdužno na os podlaktice; mogu se koistiti diferencijalne folije, klinasti filtri ili donji dio podlaktice prekriti vrećicom s rižinim brašnom.

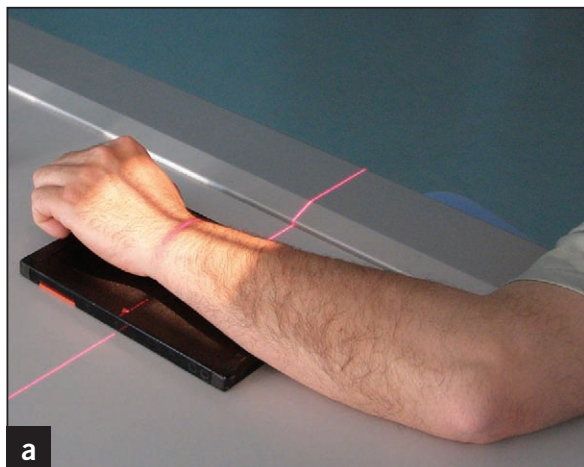
**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu podlaktice.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se podlaktične kosti, distalni humerus i zapešće; glava radijusa i koronoidni nastavak ulne se preklapaju u proksimalnom segmentu; kvržica na radijusu mora biti usmjerena anteriorno; radijus i ulna se potpuno preklapaju na distalnom kraju (b); epikondili humerusa međusobno se moraju preklapati. Nadlaktica i podlaktica su pod pravim kutom; treba postignuti kontrastan prikaz mekih tkiva i koštanih gredica.



## 7.7. RADIOGRAMI RUČNOGA ZGLOBA I KARPUSA

### 7.7.1. PA projekcija ručnoga (radiokarpalnoga) zgloba



**Položaj bolesnika:** sjedeći pored radiografskog stola; nadlaktica je abducirana, rame je u razini stola, lakat je flektiran pod pravim kutom, podlaktica i šaka su položene na stol.

**Položaj objekta snimanja:** podlaktica priliže palmarnom stranom na podlogu; semifleksijom prstiju blago podignuti metakarpofalangealne zglobove od podloge da bi ručni zglob bio u boljem kontaktu s podlogom (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra za jednu ili dvije ekspozicije na istom formatu. Snimani format orijentirati uzdužno na smjer podlaktice i šake; zapešće postaviti u sredinu receptora slike ili nepokrivenog formata.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na zglobnu pukotinu koja je smještena oko jedan centimetar proksimalno od spojnice stiloidnih nastavaka radijusa i ulne.

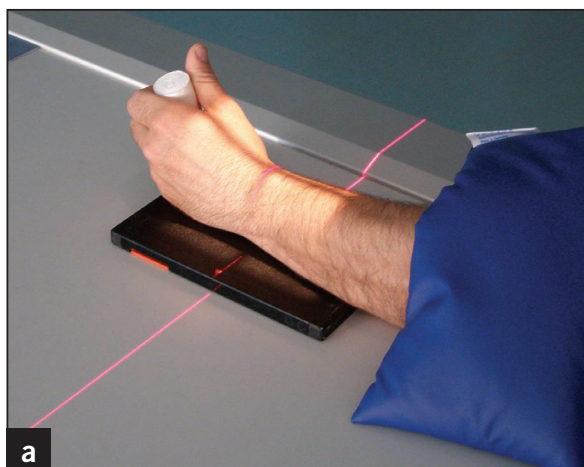
**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se distalni okrajci radijusa i ulne, kosti karpusa i proksimalne polovice metakarpalnih kostiju (b) bez rotacije; istodobno se prikazu meka tkiva i koštane gredice. Prsti na radiogramu ne smiju biti previše flektirani tako da falange ne prekrivaju metakarpalne kosti.

AP varijanta ovog radiograma zbog divergencije rendgenskih zraka bolje ocrta radiokarpalnu zglobnu pukotinu, ali je standardna ipak PA projekcija koja bolje prikazuje ukupno područje.





### 7.7.2. Profilna projekcija ručnoga (radiokarpalnoga) zgloba



**Položaj bolesnika:** standardan, sjedeći pored radio-grafskog stola, lakat je flektiran.

**Položaj objekta snimanja:** fleksija u laktu pod pravim kutom; podlaktica i šaka su ulnarnim rubom položene na podlogu; dorzum šake nastavlja os podlaktice (a).

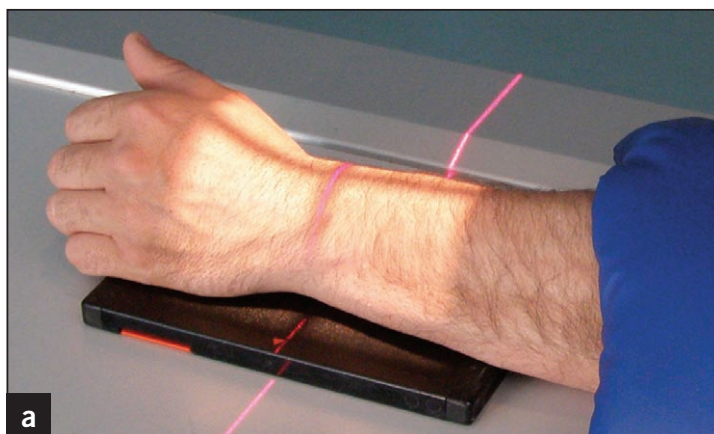
**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra za jednu ili dvije ekspozicije na istom formatu; snimani format postaviti uzdužno na smjer podlaktice i šake; zapešće postaviti u centar receptora slike ili nepokrivenog formata.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na radiokarpalnu zglobnu pukotinu, ulazi oko jedan centimetar proksimalno od vrha stiloidnog nastavka radijusa.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikazu se distalni okrajci podlaktičnih kostiju, kosti karpusa i proksimalne polovice metakarpalnih kostiju. Radiokarpalna zglobnna pukotina mora biti jasno prikazana (b). Radijus i ulna se međusobno preklapaju kao i kosti karpusa.



### 7.7.3. Kosa projekcija karpusa u semipronaciji i semisupinaciji



**Položaj bolesnika:** standardni, sjedeći uz radiografski stol, lakat je djelomično flektiran.

**Položaj objekta snimanja:** karpus i metakarpus nastavljaju smjer podlaktice. Kod semipronacijske projekcije (a) iz početnoga profilnog položaja na ulnarnom rubu učiniti pronaciju do kuta oko  $45^\circ$  prema podlozi. Kod semisupinacijskog radiograma (b) suprotna rotacija uz isti kut prema podlozi.



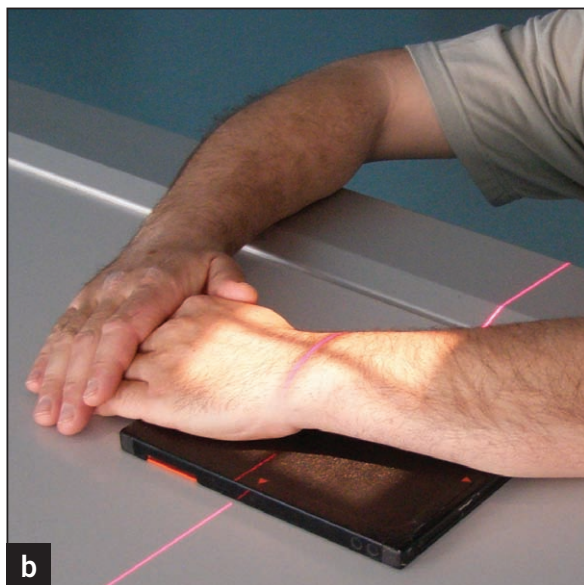
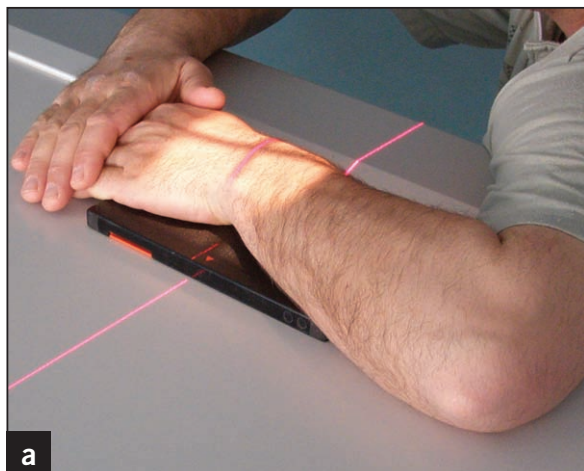
**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, podijeliti popola; format postaviti uzdužno na smjer podlaktice i šake; zapešće treba biti u centru receptora slike ili nepokrivenog formata filma.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu karpusa.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** kod semipronacije se dobro prikaže skafoid i trapezium (c), distalni dio radijusa i ulne te proksimalne polovice metakarpalnih kostiju. Kod semisupinacije postiže se dobar prikaz hamatuma, trikvetruma i piziformne kosti (d) bez preklapanja s ostalim kostima karpusa.



#### 7.7.4. PA projekcija karpusa s ulnarnom i radijalnom abdukcijom



**Položaj bolesnika:** sjedeći uz radiografski stol, nadlaktica je u abdukciji, lakat je flektiran pod pravim kutom, podlaktica je položena palmarnom stranom na podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** početni PA položaj šake palmarnom stranom na podlozi s ispruženim prstima; suprotnom rukom bolesnik šaku snimane ruke učvrsti na podlozi, zatim pomicanjem lakta zajedno s podlakticom u odnosu na šaku učini maksimalnu ulnarnu (a); potom radijalnu abdukciju (b). Neki bolesnici mogu postignuti maksimalnu abdukciju bez pomoći suprotne ruke.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, obično se podijeli na dva formata; eksponirani format postaviti uzdužno na os podlaktice.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na sredinu karpusa.

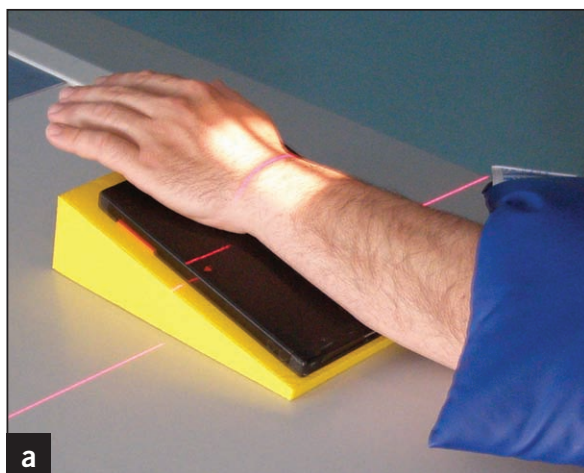
## PA projekcija karpusa s ularnom i radijalnom abdukcijom



**Kriteriji za procjenu radiograma:** kod ulnarne abdukcije (c) otvoren je radijalni niz kostiju karpusa i obrnuto. Otklon metakarpalnih kostiju u odnosu na podlaktične kosti, odnosno angulacija prema ularnoj, potom radijalnoj strani (d), mora biti jasno vidljiv na radiogramu.



### 7.7.5. PA projekcija skafoidne kosti po Stecheru



**Položaj bolesnika:** sjedeći uz radiografski stol; ruka je u visini stola, lakat flektiran pod pravim kutom, podlaktica u pronaciji.

**Položaj objekta snimanja:** ispružena šaka i prsti su palmarnom stranom na podlošku kojim se postiže elevacija prstiju (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, bez Buckyeve rešetke; snimani format postaviti uzdužno na os podlaktice i zapešća; receptor po mogućnosti na podlošku s angulacijom 15 – 20° prema podlozi; zapešće postaviti u sredinu receptora slike.

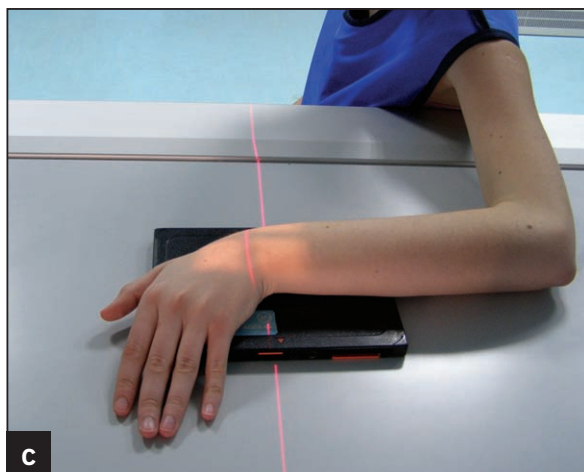
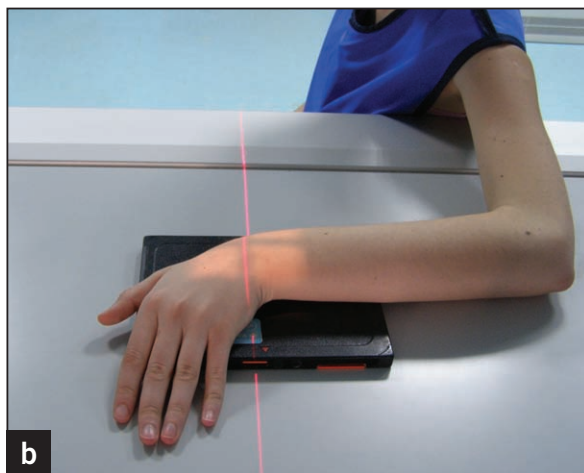
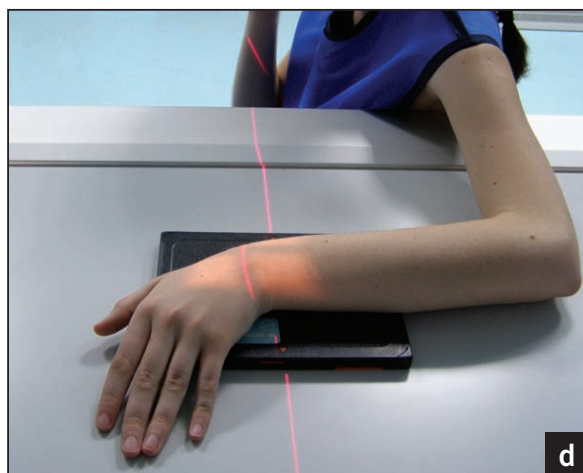
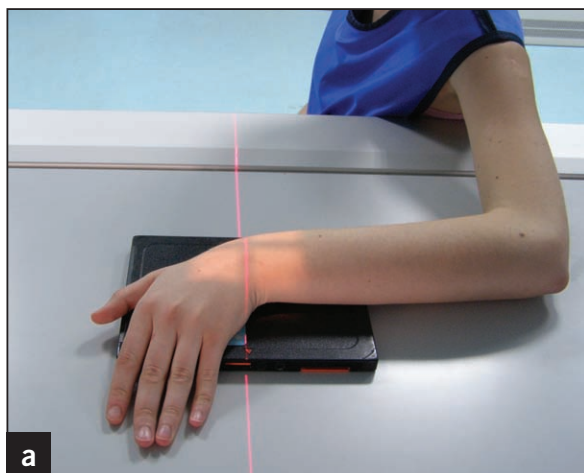
**Središnja zraka:** okomita je na radiografski stol, dakle ukošena u odnosu na objekt snimanja; ulazi na skafoidu.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** jasan prikaz skafoidne kosti bez zakretanja karpusa ili metakarpusa (b); moraju se prikazati distalni dio radijusa i ulne, kosti karpusa i proksimalne polovice metakarpalnih kostiju.

**Preinake za postizanje angulacije:** šaka na vodoravnoj podlozi, a središnja zraka ukošena prema podlaktici. Angulacija zapešća se može također postignuti fleksijom prstiju dok je središnja zraka okomita. Navedene preinake su dobar izbor kod DR sustava.



### 7.7.6. PA serija projekcija za skafoidnu kost



**Položaj bolesnika:** sjedeći uz radiografski stol, nadlaktica je abducirana, lakat je flektiran pod pravim kutom.

**Položaj objekta snimanja:** palmarnom stranom na podlozi; prsti su ispruženi; šaka je u položaju maksimalne ulnarne abdukcije (a – d).

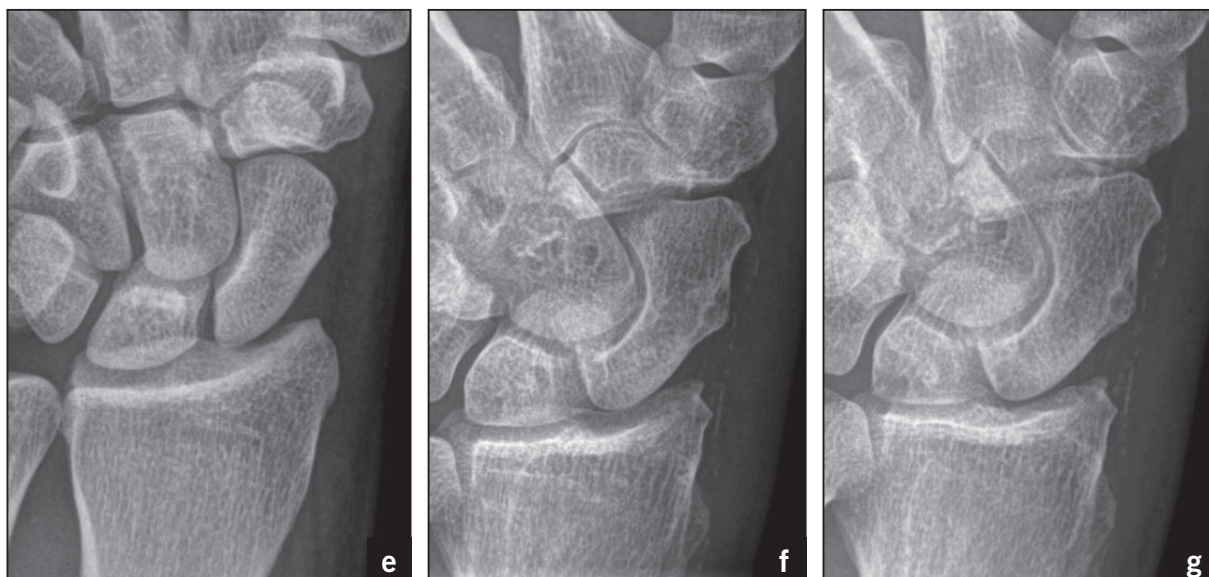
**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra podijeliti na dva formata za dvije projekcije na jednom filmu; snimani format postaviti uzdužno na os podlaktice.

**Središnja zraka:** usmjerena je izravno na skafoidnu kost, različito ukošena za četiri projekcije. Prva projekcija uključuje okomitu središnju zraku (a), ostale tri projekcije s ukošenjem prema podlaktici pod kutovima od 10° (b), 20° (c) i 30° (d). Važna je uska kolimacija rendgenskog snopa zbog veće oštrote radiograma.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** karpus ne smije biti zakrenut, skafoidna kost sa susjednim zglobovima je jasno prikazana, maksimalna ularna abdukcija mora biti vidljiva na radiogramu (e – h).

**Preinaka:** Makroradiogram skafoidne kosti: staviti podlošak između palca i kažiprsta kojim se udalja-

## PA serija projekcija za skafoidnu kost



vaju u odnosu na podlogu; skafoidna kost je udaljena od receptora slike i stoga uvećana na radiogramu (i). Središnja zraka je okomito usmjerena na skafoidnu kost. Smanjiti udaljenost između žarišta rendgenske cijevi i receptora na 50 centimetara.

Treba također spomenuti neke od pojedinačnih projekcija karpalnih kostiju, koje se inače vrlo rijetko izvode.



Radiogram trapezijuma: rijetka indikacija. Ciljana snimka postiže se podizanjem radijalnog ruba iz početnoga palarnog položaja oko  $45^\circ$  (semipronacija) i ukošenjem središnje zrake oko  $45^\circ$  prema distalno.

Radiogram piziformne kosti: iz položaja na ulnarnom rubu, šaku rotirati prema dorzumu tako da s podlogom zatvara kut oko  $60^\circ$ . Središnja zraka je okomita na podlogu, usmjerena na piziformnu kost.



### 7.7.7. Tangencijalna projekcija karpalnoga kanala

Ova projekcija koristi se za prikaz koštanih promjena karpalnoga kanala koje mogu dovesti do kompresije nervusa medijanusa. Frakture hamulusa hamatuma, odnosno piziformne kosti, također se dobro prikažu ovom projekcijom.



**Položaj bolesnika:** sjedeći pored radiografskog stola; ruka je ispružena palmarnom stranom na podlozi.

**Položaj objekta snimanja:** podlaktica je u kontaktu s podlogom; pasivnom hiperekstenzijom prstiju treba odmaknuti šaku od podloge uz pomoć suprotne ruke, po mogućnosti do pravog kuta (a).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, postaviti uzdužno na os podlaktice, odnosno šake.

**Središnja zraka:** ukošena je prema podlaktici oko 30° u odnosu na okomicu, usmjerena na sredinu dlana. Ako bolesnik ne može postignuti okomit položaj dlana u odnosu na podlogu, središnju zraku treba više ukositi tako da s ravninom dlana zatvara kut oko 30°.

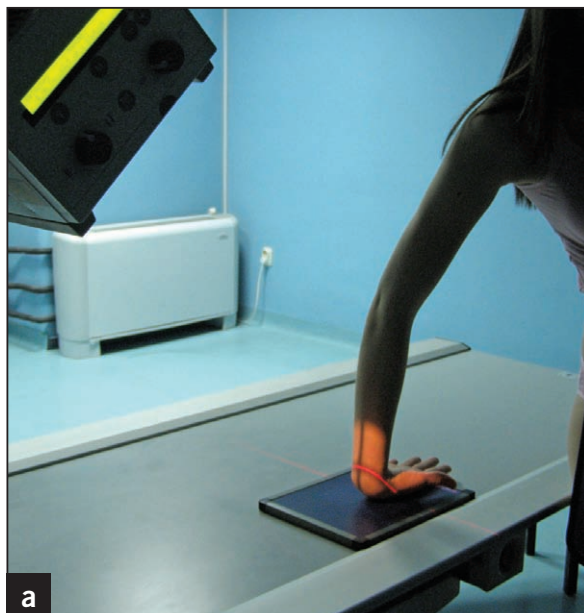
Kada se u bolesnika uopće ne može postignuti hiperekstenzija na opisani način, može se pokušati u stojećem stavu tako da se bolesnik dlanom oslanja na radiografski stol; podlakticu treba postaviti što bliže okomitom položaju; središnju zraku ukositi prema prstima oko 45°.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** karpalne kosti su poredane u luku (b); piziformna kost je slobodna; jasan prikaz hamulusa hamatuma i ostalih karpalnih kostiju.





### 7.7.8. Tangencijalna projekcija karpalnoga luka



**Položaj bolesnika:** stojeći pored radiografskog stola ili vertikalnog stativa, nadlaktica je abducirana, podlaktica je okomito usmjerena na podlogu.

**Položaj objekta snimanja:** samo šaka je u kontaktu sa stolom ili stativom na kojeg se bolesnik oslanja dorzumom i nastoji flektirati šaku do pravog kuta s podlakticom (a). Podlakticu se smije potiskivati prema podlozi samo do granice boli, bez obzira je li postignuta puna fleksija.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra, uzdužno na os šake.

**Središnja zraka:** ukošena je oko 45° prema prstima, ulazi na dorzalnoj strani distalnog dijela podlaktice.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se dorzalni rub karpusa (b). Dorzalne plohe karpalnih kostiju ne smiju se preklapati s bazama metakarpalnih kostiju.



## 7.8. RADIOGRAMI ŠAKE I PRSTIJU

### 7.8.1. PA projekcija šake

**Položaj bolesnika:** standardan, sjedeći pored radio-grafskog stola, lakat je flektiran.

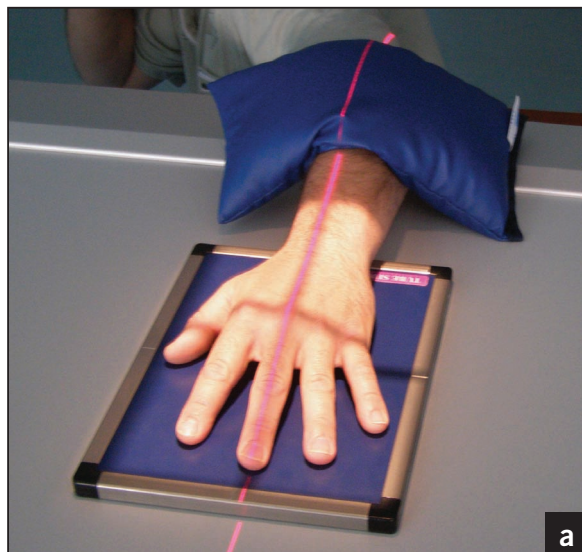
**Položaj objekta snimanja:** šaku prisloniti palmarnom stranom izravno na receptor slike; os trećeg prsta nastavlja smjer podlaktice, prste treba lagano razmaknuti; zatražiti od bolesnika da opusti ruku kako bi se izbjegli artefakti pokreta (a). Međutim, artefakti su neizbježni u nekih vrsta tremora.

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra za šaku prosječne veličine ili 24 x 30 centimetara za dvije projekcije, odnosno za jednu kod veće šake. Format duljom stranicom treba postaviti uzdužno na os šake, centar je u razini metakarpofalangealnih zglobova.

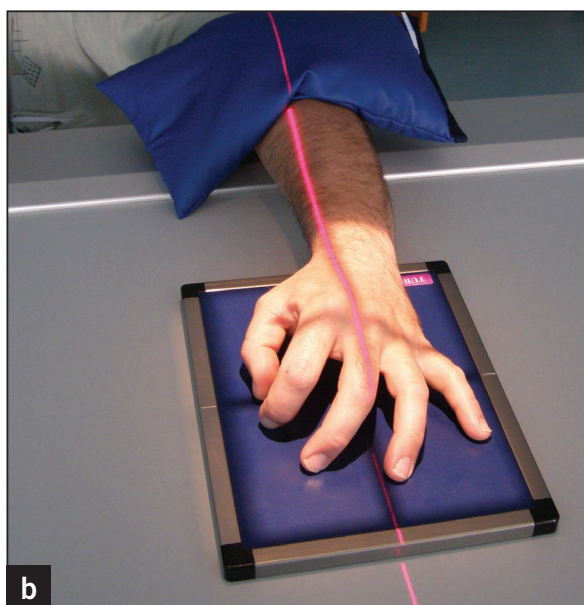
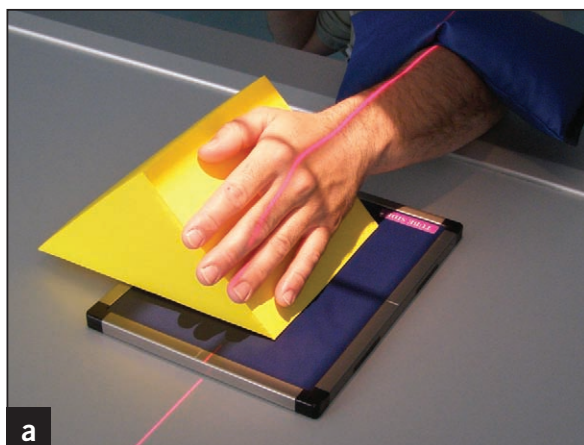
**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na treći metakarpofalangealni zglob.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaz svih kostiju od stiloida radijusa i ulne do vrhova distalnih falanga prstiju. Radiogram prikazuje prste u PA projekciji, osim palca koji je prirodno položen u kosoj PA projekciji. Izostanak rotacije šake dokazuju podjednaki konkavitet metakarpalnih i falangealnih dijafiza (b) s obje strane te jednaka debljina mekotkivne sjene s obje strane falangi. Metakarpofalangealne i interfalangealne zglobne pukotine moraju biti otvorene; prsti su blago razmaknuti bez preklapanja mekih tkiva; treba postignuti odgovarajuću kontrastnost mekih tkiva i koštanih gredica.

AP projekcija šake se rabi kada bolesnik ne može ispružiti prste, primjerice kod traume.



### 7.8.2. PA kose projekcije šake



To su standardne projekcije za procjenu upalnih promjena metakarpofalangealnih i interfalangealnih zglobova, odnosno dopunske projekcije za procjenu frakture.

**Položaj bolesnika:** standardan, sjedeći pored stola za snimanje, lakat je flektiran.

**Položaj objekta snimanja:** podlaktica je početno postavljena na ularni rub, moguće su dvije varijante. Za prikaz interfalangealnih zglobova bolesnik se dlanom oslanja na podložak koji održava ekstenzirani položaj prstiju tako da je radijalni dio šake podignut oko  $45^\circ$  prema podlozi (a). Za prikaz metakarpalnih kostiju treba blago flektirati falange i osloniti jagodice prstiju na receptor slike tako da je kut pojedinog prsta prema podlozi oko  $25^\circ$  (b); metakarpalne kosti se ne smiju međusobno preklapati (položaj kod sviranja citre).

**Receptor slike:** 18 x 24 centimetra ili 24 x 30 centimetara za dvije projekcije; postaviti uzdužno na os šake cijelim formatom ili polovicom formata.

**Središnja zraka:** okomita na podlogu, odnosno receptor slike; u obje varijante ulazi na trećem metakarpofalangealnom zglobu.



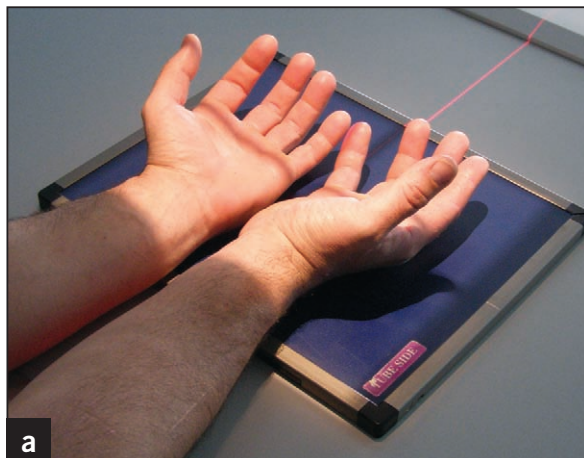
**Kriteriji za procjenu radiograma:** dijafize metakarpalnih kostiju se minimalno preklapaju (c), dok se baze i glavice većine metakarpalnih kostiju nešto više preklapaju na radiogramu. Potpuno moraju biti razdvojene 2. i 3. metakarpalna kost (d). Metakarpofalangealni i interfalangealni zglobovi su otvoreni, prikazu se meka tkiva i koštane strukture.

**Preinaka:** mediolateralna profilna projekcija šake rijetko se koristi, uglavnom za lokalizaciju stranog tijela ili procjenu pomaka kod frakture ili luksacije metakarpalnih kostiju; analiza pojedinih kostiju nije moguća zbog preklapanja brojnih kostiju šake.



### 7.8.3. AP kosa usporedna projekcija šaka u položaju hvatača lopte

U literaturi je uvriježen naziv “ball-catcher’s position”. Koristi se za ranu dijagnozu reumatoidnog artritisa, također je pogodna za procjenu frakture baze 5. metakarpalne kosti. Rabi se manja energija zračenja (60 – 65 kV) zbog postizanja boljeg kontrasta.



**Položaj bolesnika:** sjedi na rubu radiografskog stola, obje su ruke ispružene na stolu.

**Položaj objekta snimanja:** šake su dorzumom položene na klinaste podloške ili bez podložaka tako da se radijalni rubovi podignu oko 30° u odnosu na podlogu, dok su ulnarni rubovi međusobno približeni; prsti moraju biti blago razmaknuti (a) i početno flektirani (kao da bolesnik hvata loptu).

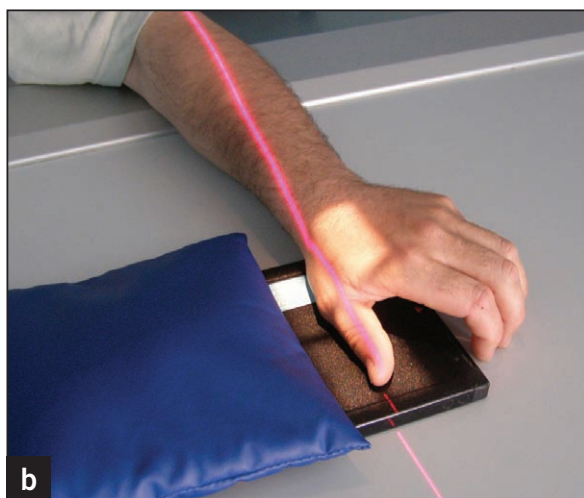
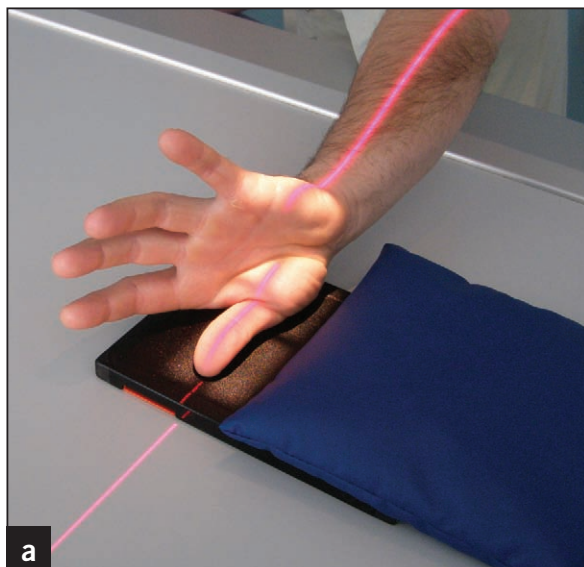
**Receptor slike:** 24 x 30 centimetara, postaviti poprečno na osi šaka, bez uporabe rešetke.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na receptor slike; cilja između šaka u razini metakarpofalangealnih zglobova.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaz šaka u cjelini od karpusa do vrhova prstiju. Superpozicija baza metakarpalnih kostiju je neizbježna, glavice metakarpalnih kostiju se pak ne smiju preklapati (b). Za ranu dijagnozu RA posebno je važno ovom projekcijom prikazati dorzoradijalni rub baze proksimalne falange 4. prsta jer je upravo to kapsularno hvatište predilekcijsko mjesto rane uzure.



#### 7.8.4. Radiogrami palca: AP i profilna projekcija



**Položaj bolesnika:** sjedeći na stolcu pored radio-grafskog stola; noge su usporedne sa stolom, položaj tijela na stolcu prilagoditi najmanjem opterećenju ruke za određeni položaj palca. Nadlaktica je abducirana do visine ramena.

**Položaj objekta snimanja:** za AP projekciju palca potrebna je maksimalna pronacija podlaktice; palac položiti dorzalnom stranom na receptor slike (a); prstima nesnimane šake se može povlačiti ostale prste snimane šake da se palac izdvoji, ako je potrebno. PA projekcija palca je alternativa kada bolesnik ne može dovoljno pronirati podlakticu. Ovdje je šaka na ulnarnom rubu, palac treba podložiti spužvom; nepovoljno je uvećanje sjene i manja oštrina zbog veće udaljenosti objekta od receptora. Stoga treba koristiti AP projekciju kad god je to moguće. Za profilnu projekciju koristi se prirodni položaj palca u odnosu na ostale prste koje iz palmarnog položaja treba podignuti na manji klinasti podložak ili flektirati falange 2. do 5. prsta dok se ne postigne profilna projekcija palca (b).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra podijeliti na 2 formata; nepokriveni format postaviti duljom stranicom usporedno na os prsta; važno je kolimaciju rendgenskog snopa prilagoditi širini snimanog objekta.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na receptor slike, ulazi na prvom metakarpofalangealnom zglobu; preinaka s nagibom središnje zrake oko  $15^\circ$  prema karpusu daje bolji prikaz metakarpofalangealnog zgloba palca u AP projekciji.

## Radiogrami palca: AP i profilna projekcija



**Kriteriji za procjenu radiograma:** AP (c) i profilna projekcija (d) prikazuju palac u čitavoj dužini od vrha prsta do trapeziuma, zglobne pukotine interfalangealnog i metakarpofalangealnog zgloba palca moraju biti otvorene.

### 7.8.5. AP projekcija karpometakarpalnoga zgloba palca

Ova se projekcija koristi kod procjene upalnih bolesti, fraktura i luksacija prvoga karpometakarpalnog zgloba, i ne može zamjeniti AP ili PA projekciju palca.



**Položaj bolesnika:** bolesnika treba posjesti na stolac pored radiografskog stola i podesiti visinu stola prema njegovom ramenu. Bolesnik se nagne prema naprijed tako da mu glava dođe u razinu radiografskog stola.

**Položaj objekta snimanja:** čitav ekstremitet mora biti ispružen u jednoj ravnini, proniran tako da je dorzum palca položen na stol; šaku treba zakrenuti koliko je potrebno da meka tkiva hipotenara ne prekrivaju prvi karpometakarpalni zglob (a).

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra za dvije projekcije, nepokriveni format postaviti uzdužno na os palca.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na prvi karpometakarpalni zglob (b). Preinaka s ukošenjem prema proksimalno oko 15° koristi se ako se okomitom zrakom nije prikazala zglobna pukotina.

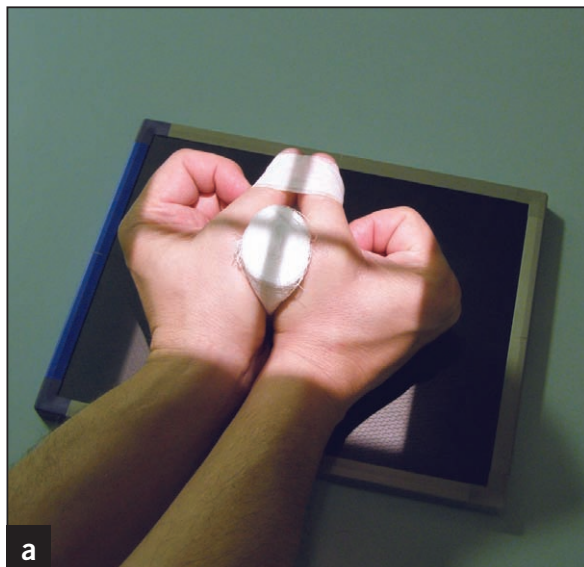
**Kriteriji za procjenu radiograma:** prvi karpometakarpalni zglob se prikaže bez superpozicije mekih tkiva ili drugih koštanih elemenata, baza prve metakarpalne kosti je konveksne konture, jasno se prikaže trapezium.





### 7.8.6. PA bilateralna projekcija prvoga metakarpofalangealnog zgloba s opterećenjem

Ta je metoda pogodna za detekciju rupture ulnarnoga kolateralnog ligamenta u metakarpofalangealnom zglobu palca kod povrede poznate pod nazivom “ski-jaški palac”. Traži se značajno odstupanje u usporedbi s kontralateralnim zglobovom.



**Položaj bolesnika:** sjedi uz rub radiografskog stola, ruke su ispružene na stolu.

**Položaj objekta snimanja:** dlanovi su prislonjeni na podlogu ulnarnom stranom, dok su palčevi podignuti i približeni; metakarpusi su međusobno razdvojeni namotajem medicinskog flastera ili zavoja, a distalne falange oba palca su povezane i čvrsto zategnute gumicom za kosu ili samoljepivom trakom (a). Važno je da su palčevi tijekom pretrage usporedni s podlogom. Kod snimanja pacijent mora pokušati razdvojiti palčeve.

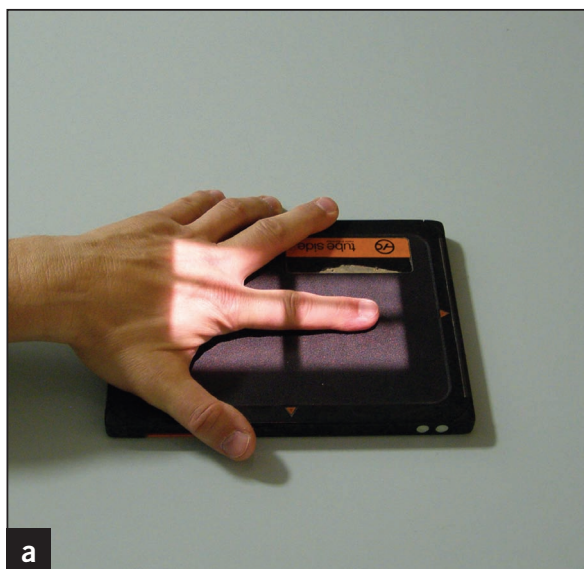
**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra, postaviti poprečno na uzdužnu os snimanog objekta.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na receptor slike, ulazi između oba palca u visini metakarpofalangealnih zglobova.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** palčevi ne smiju biti zakrenuti; prvi metakarpofalangealni zglobovi moraju se jasno prikazati na obje strane (b).



### 7.8.7. PA pojedinačne projekcije 2. do 5. prsta



**Položaj bolesnika:** standardan, sjedeći na stolici pored radiografskog stola.

**Položaj objekta snimanja:** šaka je oslonjena palmarnom stranom na podlozi, prsti su malo razmaknuti. Snimani prst treba položiti palmarnom stranom na nepokriveni dio receptora slike (a). Proksimalni interfalangealni zglob treba postaviti u sredinu nepokrivenog formata.

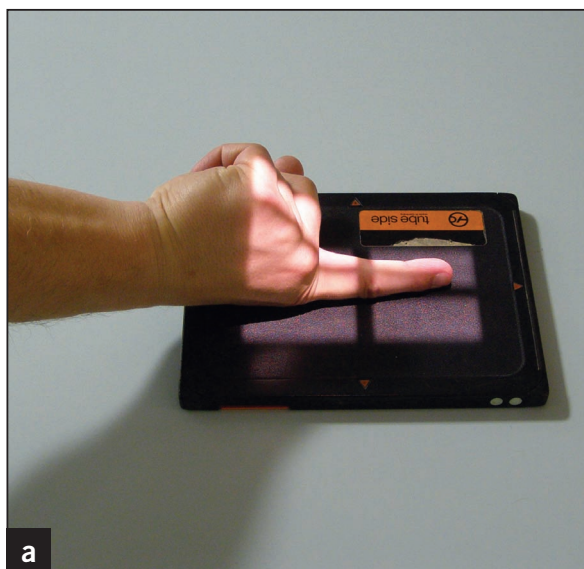
**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra podijeliti za dvije projekcije; nepokriveni format postaviti uzdužno u smjeru prsta.

**Središnja zraka:** okomita na proksimalni interfalangealni zglob snimanog prsta; kolimaciju treba prilagoditi stvarnoj širini prsta.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** konkavitet konture dijafiza falangi i podjednaka debljina mekih tkiva na obje strane kosti dokazuju da nema rotacije snimanog prsta; prikaže se čitav prst od vrha distalne falange do pripadajuće metakarpalne kosti; otvorene su zglobne pukotine interfalangealnih i metakarpofalangealnih zglobova (b); na istom radiogramu trebaju biti kontrastno prikazana meka tkiva i koštana struktura.



### 7.8.8. Profilne pojedinačne projekcije 2. do 5. prsta



**Položaj bolesnika i objekta snimanja:** standardan, sjedeći na stolici pored radiografskog stola, ruka je u visini stola.

**Položaj objekta snimanja:** šaka je oslonjena ulnar-nom stranom kod radiografije 4. i 5. prsta; snimani prst treba ispružiti pasivnom ili aktivnom ekstenzijom; nesnimane prste treba flektirati da ne bi došlo do preklapanja. Za radiogram 2. i 3. prsta šaka je oslonjena na radijalnom rubu (a). Na podlogu je moguće položiti 2. i 5. prst, dok radiografija 3. i 4. prsta zahtijeva podložak od tanke spužve i održavanje ispruženog položaja vrpcom omotanom oko snimanog prsta ili drvenim štapićem.

**Receptor slike:** 13 x 18 centimetara ili 18 x 24 centimetra podijeliti za dvije projekcije, nepokriveni dio formata orijentirati uzdužno na os prsta; kolimaciju rendgenskog snopa treba prilagoditi širini objekta.

**Središnja zraka:** okomito je usmjerena na proksimalni interfalangealni zglob odgovarajućeg prsta.

**Kriteriji za procjenu radiograma:** prikaže se prst u profilu, od vrška distalne falange do distalnog okrajka pripadajuće metakarpalne kosti (b). Mora se vidjeti konkavitet palmarnih strana dijafiza falangi. Proksimalna falanga, uključujući metakarpofalangealni zglob, ne smije se preklapati s drugim prstima, interfalangealne zglobne pukotine trebaju biti jasno prikazane. U kliničkoj praksi najteže je postignuti kvalitetan profilni radiogram 4. prsta.



## LITERATURA

1. Apple A, Pedowitz R, Speer K. *The weighted abduction Grashey shoulder method*. Radiol Technol 1997; 69:151.
2. Ballinger PW, Frank ED. *Merrill's atlas of radiographic positions & radiologic procedures*. Mosby 2003.
3. Bešenski N, Škegro N. *Radiografska tehnika skeleta*. Školska knjiga, Zagreb 1987.
4. Bobinac D, Dujmović M. *Osnove anatomije*. Glosa, Rijeka 2007.
5. Boylston BF. *Oblique roentgenographic views of the cervical spine in flexion and extension: an aid in the diagnosis of cervical subluxations and obscure dislocations*. J Bone Joint Surg, 1957; 39A:1302.
6. Bontrager KL. *Textbook of radiographic positioning and related anatomy*. Mosby, 1997.
7. Bridgeman CF. *Radiography of the carpal navicular bone*. Med Radiog Photogr 1949; 25:104.
8. Brower AC, Kransdorf MJ. *Evaluation of disorders of the sacroiliac joint*. Appl Radiol 1992; 21:31.
9. Dowd SB, Wilson BG. *Encyclopedia of radiographic positioning*. Saunders, Philadelphia 1995.
10. Ferner H, Staubesand J. *Atlas of human anatomy*. Urban & Schwarzenberg, München 1975.
11. Fodor J, Malott JC, Weinberg S. *Accurate radiography of the patellofemoral joint*. Radiol Technol 1982; 53:570.
12. Grashey R. *Typische röntgenbilder vom normalen menschen*. Lehmanns Verlag, München 1928.
13. Heriard JB, Terry JA, Arnold AL. *Achieving dose reduction in lumbar spine radiography*. Radiol Technol 1993; 65:97.
14. Holmblad EC. *Improved x-ray technic in studying knee joints*. South Med J 1939; 32:240.
15. Iannucci Haring J, Jansen L. *Dental radiography: principles and techniques*. Saunders, Philadelphia 2000.
16. Judet R, Judet J, Letournel E. *Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction*. J Bone Joint Surg 1964; 46A:1615.
17. Križan Z. *Pregled građe grudi, trbuha, zdjelice, noge i ruke*. Školska knjiga, Zagreb 1997.
18. Langlais RP, Kasle MJ. *Intraorale röntgendiagnostik*. Thieme, Stuttgart 1980.
19. Langland AE, Langlais RP, Morris Ch.R. *Principles and practice of panoramic radiology*. Saunders, Philadelphia 1982.
20. Lawrence WS. *New position in radiographing the shoulder joint*. Am J Roengenol 1915:728.
21. Leach RE, Gregg T, Siber FJ. *Weight-bearing radiography in osteoarthritis of the knee*. Radiology 1970; 97:265.
22. Lilienfeld L. *Anordnung der normalisierten Röntgenaufnahmen des menschlichen körpers*. Urban & Schwarzenberg, Berlin 1927.
23. Long B, Rafert J. *Orthopaedic radiography*. Saunders, Philadelphia 1995.
24. Lorenz R. *Röntgendiagnostik des schadels*. Theime, Stuttgart 1971.
25. Moore TF. *An alternative to the standard radiographic position for sternum*. Radiol Technol 1988; 60:133.



26. Möller TB, Reif E. *Pocket atlas of radiographic positioning*. Thieme, Stuttgart 1997.
27. Pasler FA. *Color atlas of dental medicine: radiology*. Thieme, Stuttgart 1993.
28. Peterson TD, Rohr W. *Improved assessment of lower extremity alignment using new roentgenographic techniques*. Clin Orthop Rel Res 1987;219.
29. Petrovčić F, Matejčić M. *Stomatološka rendgenologija*. Školska knjiga. Zagreb, 1980.
30. Rafert JA, Long BW. *Showing acetabular trauma with more clarity, less pain*. Radiol Technol 1991; 63:93.
31. Rockwood CA, Green DP. *Fractures in adults*. Lippincott, Philadelphia 1991.
32. Poyton G. *Oral radiology*. Williams & Wilkins, Baltimore 1982.
33. Stafne EC. *Oral roentgenographic diagnosis*. Saunders, Philadelphia 1969.
34. Urist MR. *Fracture-dislocation of the hip joint*. J Bone Joint Surg 1948; 30A:699.

## KAZALO POJMOVA

### A

acetabulum 97, 113, 115, 120  
aerolikvidna razina 31  
akantion 27  
akantomeatalna spojnica 37  
akromij 165  
akromioklavikularni zglob 181, 183  
aksijalni skelet 165  
aksis 67, 69, 71  
Alexander 183  
Altschul 32  
anatomske ravnine 21  
anatomski položaj 22  
apendikularni skelet 165  
apikalni i periodontalni radiogram 56  
apofizalni zglobovi 67  
Apple 190  
apsorbirana doza 19  
Arcelin 64  
atlantookcipitalni zglob 26, 68  
atlas 25, 67, 69, 71

### B

baza lubanje 34  
biološki učinak ionizirajućeg zračenja 19  
"bite-wing" 55  
"blow-out" fraktura 38  
Broden 154  
Buckyeva rešetka 16  
bukalna ploha 56

### C

Caldwellova projekcija 28, 29, 41  
cervikotorakalni prijelaz 82  
Chamberlain 105  
Chandlerova linija 57  
Cleaves 119  
CR sustav 14

### D

dens 67, 70  
dentalni luk 58  
digitalna radiografija 14  
divergencija rendgenskih zraka 16

dno usne šupljine 59  
donja čeljust 27  
donji nožni (subtalarni) zglob 116  
dorzum sele 32, 33  
dozimetrijski instrumenti 19  
DR sustav 15

### E

ekstraoralni radiogrami 51  
ekvivalentna doza 19  
elektromagnetski spektar 13  
elektromagnetski val 13  
epifizna hrskavična ploča 24  
epikondil humerusa 193  
etmoidne celule 61

### F

falanga 117, 194  
fasetni zglob 90  
Fergusonova metoda 96  
fibula 116  
film-folijski sustav 14  
foramen magnum 32, 33  
"Frog leg" projekcija 119  
frontalna kvrga 27  
frontalni sinus 25, 61  
Fuchs 70  
funkcionalni blok 92

### G

Gillies 44  
glabela 27  
glava femura 115  
    – prednja kontura 123, 124  
    – stražnja kontura 123, 124  
glava radijusa 193, 209  
gležanj 117, 143  
gornja čeljust 26

### H

Haas 33  
hamatum 193  
hemitoraks 172  
Hickey 121

Hill-Sachsova lezija 201  
Holmblad 132  
humerus 193

## I

identifikacija bolesnika 18  
ilijačna krista 67, 97  
imobilizacija snimanog dijela tijela 18  
"inlet" projekcija zdjelice 109  
interkondilarna eminencija 116  
interkondilarna fosa 116, 133  
intertuberkularni sulkus 193  
intervertebralni foramen 78  
intraoralni radiogram 55  
inženjer medicinske radiologije 13  
Isherwood 155

## J

jezgre okoštavanja 24  
Judd 70  
Judet 113

## K

kalkaneus 116, 149  
kantus 27  
kapitatum 193  
karpalni kanal 193  
karpus 192, 193, 213  
klavikula 165, 178  
klinasti filter 20  
kokcigis 98  
kolimacija rendgenskog snopa 21  
kolodijafizni kut 115  
koljeni zglob 116  
koljeno 127  
kompenzacija denziteta 20  
kontrast 17  
kontrastna rezolucija 15  
korakoidni nastavak skapule 194  
koronoidni nastavak ulne 193  
korpus mandibule 46  
kosi položaj 23  
– prednji (RAO, LAO) 23  
– stražnji (RPO, LPO) 23  
kost 25  
– etmoidna 26  
– frontalna (čeona) 25

– ilijačna 97, 111  
– klinasta 117  
– kuboidna 117  
– metatarzalna 117  
– natkoljениčna 115  
– navikularna 117  
– okcipitalna (zatiljna) 26  
– parijetalna (tjemena) 26  
– piziformna 193  
– pubična 97  
– sezamska 117  
– sfenoidna (klinasta) 25  
– sjedna 97  
– skafoidna 193, 218, 219  
– temporalna (sljepoočna) 26, 62  
– trtična 97  
– zdjelіčna 97

kostalni zglob 167

kosti lica 38

koštani toraks 165

kraljeznica 66

kraniogram 28

– lateralna (profilna) projekcija 30

kriteriji za procjenu radiograma 23

kuk 118

kut anteverzije 115, 125

kut donje čeljusti 27

## L

lakat 204

lakatni zglob 192

lambda 27

Lauenstein 121

Law 63

linije, anatomske 25

– akantomeatalna 27

– glabeloalveolarna 27

– glabeloalveolarna 42

– glabelomeatalna 27

– infraorbitomeatalna 27

– interpupilarna 27

– mentomeatalna 40

– orbitomeatalna 25, 27, 34

Lorenz, Lilienfeld 187

luk kralješka 66

lumbalna i lumbosakralna kraljeznica 87

lumbosakralni prijelaz 94  
lunatum 193  
Lysholmova rešetka 16

## M

“mačja glava” 38  
maleol 116

- lateralni 116
- medijalni 116

mandibularna simfiza 48  
mastoid 62  
Mayer 65  
mentum 27, 46  
metakarpus 192, 193

## N

nadlaktica 192, 202  
nadlaktična kost 193  
napon rendgenske cijevi 13  
natkoljenica 125  
nazion 27  
neurokranij 25, 28  
nosne kosti 41, 42  
nosni septum 41, 58  
nožni prsti 161

## O

oblik glave 25

- brahicefalni 25
- dolichocefalni 25
- mezocefalni 25, 64

obturatorni otvor 97  
okluzalni film 42  
okluzalni radiogram 58

- aksijalni 59
- lateralni 59

okluzalni radiogram maksile 59  
olekranon 193  
optički denzitet 17  
optički kanal 37  
orbita 36  
orijentacija radiograma 22  
ortopantomografija čeljusti 52  
osobni dozimetar 19  
“outlet” projekcija zdjelice 110  
označavanje radiograma 23

## P

PACS 14  
panoramska tomografija 52  
parijetalna kvruga 27  
patela 116, 135, 138  
patelofemoralni zglob 136  
Pawlow 84  
Pearson 181  
pedikl, kralježak 66  
pes ekvinovarus 160  
podlaktica 193, 211  
položaj apeksa 57  
potkoljenica 140  
pravilo 10-og dana 19  
prednja gornja ilijačna spina 67, 97  
prednja lubanjska jama 25  
prednja nosna spina 41  
projekcija 22

- anteroposteriorna (AP) 23
- lateralna (profilna) 23
- posteroanteriorna (PA) 23

promontorij 67  
prostorna rezolucija 15  
pubična simfiza 97, 105

## R

radiogram 44

- donje čeljusti 45
- maksile 44
- paranazalnih sinusa 60
- temporomandibularnih zglobova 49

radius 193  
Rafert 198  
rame 194  
rameni pojas 165, 192  
rameni zglob 192  
ramus mandibule 46  
raspon sive skale 17  
raspršeno zračenje 16  
rebra 165  
receptor slike 14  
referentne (orijentacijske) točke 21  
rendgenske zrake 13  
rendgenski film 14  
retrokoronarna snimka 55  
Rhese 37  
ručni zglob 213



## **S**

sakroilijačni zglob 97, 101  
sakrum 97, 98  
Schneider 123  
Schüller 62  
sjedna kvrga 97  
skapula 165, 184  
skapularna spina 165, 189  
spužvasti podlošci 18, 19  
stabilni sjedeći položaj 115  
standardni radiogram 22  
Stecher 218  
Stenvers 64  
sternoklavikularni zglob 177  
sternum 165, 184  
stopalo 116, 156  
stress radiogram 134  
Stryker 201  
submentovertikalna projekcija 34  
subtalarni zglob 153  
sumacija rendgenskih sjena 17  
suptrakcija 17  
sustentakulum 116

## **Š**

šaka 223

## **T**

talokruralni zglob 116  
talus 116  
tangencijalni efekt 18  
tarzalni sinus 116, 153  
tarsus 116  
temporomandibularni zglob 50  
tibija 116  
tibiofibularna sindezmiza 116, 145  
topografski okluzalni radiogram maksile 58  
torakolumbalni vertebrogram 95  
Towne 32  
– obrnuta projekcija 51  
trapezium 193  
trapezoideum 193  
trauma serija 31  
trikvetrum 193  
trohanter 115  
– mali 115  
– veliki 115

trup kralješka 66  
tuber kalkaneusa 116  
tuberkul 193  
– mali 193  
– veliki 193  
tursko sedlo 31  
Twining 82, 83

## **U**

učinkovitost rešetke 16  
ulna 193  
unutarnji slušni hodnik 63  
usporedna tehnika 56

## **V**

vanjska zatiljna protuberancija 26, 27  
vanjski slušni otvor 27  
vertebrogram 66  
verteks 27  
vertikosubmentalna projekcija 35, 47  
viscerokranij 25  
vrat femura 115, 120  
vratna kralježnica 72  
vrećica s rižinom brašnom 19

## **W**

Waters 40, 41  
West Point tehnika 199

## **Y**

Y projekcija skapule 186

## **Z**

zaštita od zračenja 19  
zaštitna pregača 20  
zdjelica 107  
zdjelični obroč 97  
zglob kuka 115  
zglob palca 229  
zglobna pukotina 24  
– anatomska 24  
– radiološka 24  
zglobna vilica 116  
zigomatični luk 25, 43

## **Ž**

žarište rendgenske cijevi 17

## BILJEŠKA O AUTORU

Damir Miletić je rođen 1962. u Rijeci. Diplomirao je na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci 1986. godine. Nakon staža i rada u općoj medicinskoj praksi, od 1989. godine zaposlen je na Kliničkom zavodu za radiologiju KBC-a Rijeka. Specijalistički ispit iz radiologije položio je 1995. godine. Doktorsku disertaciju pod naslovom *Procjena renalne hemodinamike opstruktivske i neopstruktivske pijelokalijektazije duplex color Doppler sonografijom*

obranio je 1996. godine. U zvanje izvanrednog profesora izabran je 2004. godine na Katedri za radiologiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, a 2007. izabran je u zvanje znanstveni savjetnik.

Od 2000. pročelnik je Katedre za radiologiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, a od siječnja 2001. je predstojnik Kliničkog zavoda za radiologiju Kliničkog bolničkog centra Rijeka.

