

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
MEDICĪNAS FAKULTĀTE  
RADIOGRĀFIJAS STUDIJU PROGRAMMA

**MIOKARDA PERFŪZIJAS  
SCINTIGRĀFIJA  
SPECT/CT**

BAKALaura DARBS

Autors: **Sandra Pavlova**  
Studenta apliecības Nr.: sp11084  
Darba vadītājs: Dr. Marika Kalniņa

RĪGA 2012

## Satura rādītājs

Ievads.....	6
1. Literatūras apskats.....	7
1.1. Radiācija vidē un medicīnā.....	7
1.2. Radionuklīdās diagnostikas pamati.....	8
1.2.1. Radioaktīvais farmakoloģiskais preparāts.....	9
1.2.2. Darba telpas laboratorija.....	10
1.3. Miokarda perfūzijas SPECT/CT nozīme kardioloģijā.....	11
1.4. Radiofarmpreparāta sagatavošana.....	14
1.4.1. Preparāta ievadīšana.....	17
1.4.2. Pacienta sagatavošana.....	18
1.4.3. Pacientu uzgaidāmās telpas.....	18
1.4.4. Personāla aizsardzība.....	19
1.5. Gamma kamera.....	20
1.5.1. Attēla kvalitāte un dozas samazināšana.....	23
2.Pētījuma metode.....	25
3.Rezultāti.....	27
4.Secinājumi.....	34
4.1. Rekomendācijas.....	35
5.Izmantoto informatīvo avotu saraksts.....	37
6.Pielikumi.....	39

## Apzīmējumu saraksts

BSS – (angl. Basic Safety Standarts) pamata drošības standarti  
MPS – Miokarda perfūzijas scintigrāfija  
SPECT – Single Photon Emission Tomography ( viena fotona emisijas tomogrāfija)  
CT – Datortomogrāfija  
RFP – Radioaktīvais farmakoloģiskais preparāts  
MBq - Megabekerels  
PET – Pozitronu emisijas tomogrāfija;  
 $^{18}\text{F}$  – Fluordeoksiglikoze  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  – Radionuklīds tehnēcijs  
 $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  – Radionuklīdu ģenerators  
 $\text{MoO}_2$  - Alumīnija molibdati  
NaCl – Fizioloģiskais šķīdums  
KSS – Koronāra sirds slimība  
EKG – Elektrokardiogramma  
HOPS – Hroniska obstruktīva plaušu slimība  
TA – Asinsspiediens  
AV blokāde – Atrioventrikulāra blokāde  
MI – Miokarda infarkts;  
KMP – Kardiomiopātija

## Anotācija

Miokarda perfūzijas skenēšana ir kodolmedicīnas procedūra, kas dod informāciju par sirds muskuļa stāvokli. Radiologa asistenta darbs veicot šo izmeklējumu ietver vairākus posmus un katrā no tiem radiologa asistentam ir cits uzdevums. Kodolmedicīnā, lai optimizētu pacientu dozas un lai nodrošinātu atbilstošu attēla kvalitāti, ir nepieciešama visa attēlošanas procesa rūpīga optimizācija un visu iekārtu sistemātiska darbības kvalitātes pārbaude. Izmeklējuma optimizācija kodolmedicīnā ietver izmeklējumam atbilstoša izotopa un tā dozas sagatavošanu, kā arī atbilstošu attēlošanas metodikas parametru izvēli. Starptautiskās rekomendācijas norāda, ka operatoram ir jānodrošina, lai dozu standartlīmeņi diagnostikā tiktu noteikti un regulāri tiktu pārskatīti, lai sekotu līdzi tehnoloģijas uzlabojumiem, un, šajās darbībās kā vadlīnijas ir jāizmanto PDS – drošības pamatstandarts (angl. BSS - Basic Safety Standarts) un kodolmedicīnā vadošie standarti. Darbā tika analizēta pacientu un medicīnas personāla aizsardzības pamatprincipi. Pacientam pirms izmeklējuma ir jāsaņem plaša informācija par izmeklējuma norisi un jābūt pāliecinātam, ka saņems labākās iespējamās kvalitātes medicīnisko pakalpojumu. Tāpēc profesionāļiem, atbildīgiem par pacienta aprūpi ir jānodrošina augstākās kvalitātes izmeklējuma sniegšanu. Darba gaitā apstiprināju izvirzīto hipotēzi, ka radiologa asistenta darba kvalitātei MPS izmeklējuma veikšanas procesā ir izšķiroša nozīme.

## **Annotation**

The title of the is „Myocardial Perfusion Imaging SPECT/CT”. It consists of three parts – literature review, investigation and conclusions. There were analysed the available literature on myocardial perfusion SPECT/CT in the first part. Myocardial perfusion imaging is nuclear medicine procedure assessing myocardial viability. Nuclear medicine technologist must ensure each examination is performed correctly that guarentees the quality of the results. Scanning includes several steps and technologist is involved in each of them. Myocardial perfusion imaging with pharmacological stress testing in a an accepted technique in nuclear medicine. A routine quality control programme for SPECT/CT gamma cameras should include specific SPECT/CT quality controls. This enables to reduce patient doses as well as improve quality of images. International Regulations recommend that technologist are responsible for checking the dose standard levels in nuclear medicine regularly. In addition, any technical improvements in this field must be followed and introduced in this examination, and BSS( Basic Safety Standarts) and general standarts in nuclear medicine must be used as guidelines for quality control in MRI. Technologists must provide patients with simple and clear information concerning the procedure and prepare the right dose of radiopharmaceuticals. This is followed by instructing patients their behavior prior to and after the injection. Study protocols must be filled in correctly and precisely. Patients appropriate positioning is extremely relevant. It ensures patient comfort and quality of images.

The aim of the thesis was to investigate the positioning of patients, injection procedure, preparing radiopharmaceuticals, the quality control of the camera as well as the filling in the study protocol.

During the process of investigating the subject, the author came to conclusion that technologist play an important an essential role in MRI SPECT/CT which came not be underestimated. His professional expertise is vital for safeguarding patient’s well being, maintaining an operating procedure and providing the high quality of outcome.

## Ievads

Kodolmedicīna apvieno ķīmiju, fiziku, matemātiku, datoru tehnoloģijas un medicīnu izmantojot radioaktīvus preparātus slimību diagnostikai un ārstēšanai. Kodolmedicīna sniedz unikālu informāciju par orgānu struktūru un darbību, praktiski par visu galveno orgānu sistēmām cilvēka organismā. Kodolmedicīnas procedūras ir drošas nav nepieciešams izmantot anestēzijas. Kodolmedicīnā izmanto radioaktīvos preparātus tos ievada pacientam intravenozi un arī orāli. Katrs preparāts tiek piesaistīts konkrētiem orgāniem (kaulu vai audu). Kodolmedicīnas analīze un citas attēlveidošanas tehnoloģijas atšķirās ar to, ka radiācijas analizējamās attēlus iegūst no pacienta ķermeņa, skenē noteiktu starojumu, kas nonāk ar radioaktīvo preparātu pacienta ķermenī. Tā atšķirās no citām attēlveidošanas procedūrām, ka tā nosaka slimības esamību pamatojoties uz bioloģiskām izmaiņām audos, nevis ar anatomijas izmaiņām. Starojums ir vienkārša veida enerģija, visvairāk pazīstama starojuma veids ir redzamās gaismas ko ražo saule vai gaismas spuldzes, piemēram, rentgena stariem un gamma stariem ir lietderīgāks pielietojums - medicīnā. Katru gadu, katrs cilvēks ir pakļauts dabiskajam starojumam un radiācijai no dažādiem citiem avotiem. Dabiskais fona starojums ir piemēram skatoties TV, lidojot lidmašīnā.

**Hipotēze** – radiologa asistenta darba kvalitātei miokarda perfūzijas scintigrāfija SPECT/CT izmeklējuma veikšanas procesā ir izšķiroša nozīme.

**Darba mērķis** – noteikt radiologa asistenta darba kvalitātes ietekmi uz miokarda perfūzijas scintigrāfija SPECT/CT izmeklējuma kvalitāti.

### Darba uzdevumi

1. Veikt zinātniskās literatūras analīzi par miokarda perfūzijas scintigrāfijas SPECT/CT izmeklējumu;
2. Veikt izmeklējumu kvalitatīvo analīzi, vērtējot:
  - pacientu informētību,
  - pacientu sagatavotību,
  - izmeklējuma norisi,
  - radiologa vērtējumu par izmeklējuma kvalitāti.

## 1. Literatūras apskats

### 1.1. Radiācija vidē un medicīnā

Lai radītu iespēju droši izmantot jonizējošā starojuma avotus kodolmedicīnā, kā arī aizsargātu iedzīvotājus un vidi pret iespējamo kaitīgo iedarbību, vienlaicīgi nodrošinot maksimālo labumu iedzīvotājiem, nepieciešama valsts uzraudzība un kontrole. To nodrošina Radiācijas drošības centrs Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija (7).

Jebkurš zemeslodes iedzīvotājs ir pakļauts radioaktīvā vai jonizējošā starojuma iedarbībai. Tā avoti ir dabiskas un mākslīgas izcelsmes radionuklīdi. Dabiskas izcelsmes radioaktīvo starojumu rada kosmiskais starojums un dabīgie radionuklīdi, kuri atrodas Zemes iežos, augsnē, kā arī būvmateriālos. Mākslīgas izcelsmes radionuklīdus lieto medicīniskajā aprūpē, rūpniecības procesā, kā arī tie rodas kodolieroču izmēģinājumos un kodolavārijās. Dabiskie un sadzīvē lietotie starojuma avoti veido dabisko radioaktīvo fonu. Lielāko daļu dabiskā fona radiācijas veido radons, tā sabrukšanas produkti, radioaktīvais kālijs un kosmiskais starojums. Radioaktīvo nuklīdu kaitīgumu nosaka radioaktīvā starojuma avota radioaktivitāte un radītā starojuma veids (alfa-, beta-, gamma- starotāji). Radionuklīdi ir atomi ar nestabilu kodolu notiek atoma sabrukšana. Radionuklīdi sabrūkot izdala gamma starojumu. Šos radionuklīdus var iegūt dabīgā ceļā vai arī mākslīgi. Atomi ar stabilu kodolu diagnostikā nav izmantojami, jo nenotiek sabrukšana un netiek izdalīti no organisma. Radionuklīdiem jābūt netoksiskiem tā ir galvenā prasība. Pēc iespējas īsāks pussabrukšanas periods 6 – 24 stundas un līdz 10 – 30 dienas. Pēc iespējas ātrāk izdalīties no organisma, lai varētu lietot pēc iespējas mazākas devas. Viņiem piemīt selektīva uzkrāšanās – uzkrājas orgānā, kas tiek izmeklēts.

## 1.2. Radionuklīdās diagnostikas pamati

Viens no senākajiem pirmajiem izmeklējumiem bija 1946. gadā radioaktīvā joda pielietošana vairogdziedzera slimību ārstēšanā. Kodolenerģijas izmantošana medicīnā sākās 1950. gadā. Radioaktīvo jodu mazās devas lietoja, lai diagnosticētu vairogdziedzera slimības. Jo vairāk zināšanas tika iegūtas par bioķīmiskajiem procesiem, izmantojot radioaktīvo preparātu versijas atsevišķiem elementiem un izmeklējot šos vielmaiņu procesos nonāca pie jauniem atklājumiem diagnostikai medicīnā. Pēc tam sāka parādīties arī izmeklējumi ar citiem radionuklīdiem – dzelzi, fosforu, nātriju dažādu patoloģiju diagnostikā. Pēc 1970. gada parādījās pirmās gamma kameras. 1971. gadā amerikāņu Medicīnas asociācija oficiāli atzina kodolmedicīnu kā medicīnas speciālisti, tad arī sākās jauni nuklīdu atklājumi un jaunas tehnikas ieviešanas, plašākas iespējas saslimšanu diagnostikā. Ar 1990. gadu sāka kodolmedicīnā lietot pozitronu emisijas tomogrāfiju (angl. PET). Dažu apļu matrica ir veidota no detektoriem, lai interesējošais orgāns atrastos redzes laukā. Dati tiek iegūti vienlaicīgi pa 360° apkārt pacienta ķermeņa asij. PET izmeklējumos visplašāk pielieto radionuklīdu  $^{18}\text{F}$  – fluordeoksiglikozes formā tiek izmantots metabolisma attēlošanā. PET un PET/CT skenēšanas var būt nenovērtējama diagnozes uzstādīšanai un ārstēšanai, tas var būt izaicinājums mūsdienu medicīnai.

### 1.2.1. Radioaktīvais farmakoloģiskais preparāts

Latvijā  $^{99m}\text{Tc}$  iegūst izmantojot  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99m}\text{Tc}$  ģeneratorus. Radionuklīdu ģeneratori ir ērts īsi dzīvojošo radionuklīdu avots, ko intensīvi lieto klīnikās. Pamata nosacījumi ģeneratoram ir lai sākotnējam radionuklīdam būtu ilgāks pussabrukšanas periods nekā meitas (angl. *daughter*), un lai meitas produktu būtu viegli izolēt no sākotnējā radionuklīda. Ģeneratorā ilgdzīvojošais sākotnējais radionuklīds ( $^{99}\text{Mo}$ ) sabrūk ražojot īsdzīvojošo meitas radionuklīdu ( $^{99m}\text{Tc}$ ), kas vēlāk tiek ķīmiski atdalīts.  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99m}\text{Tc}$  ģenerators ir veidots no alumīnija ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), kas tiek ievietots plastikāta apvalkā. Aktīvais  $^{99}\text{Mo}$  tiek absorbēts uz alumīnija  $\text{MoO}_4^{2-}$  (angl. *molybdate*) ķīmiskajā formā dažādos kvantumos. Patreiz visos ģeneratoros izmanto atomu skaldīšanā iegūto  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99m}\text{Tc}$  aktivitāti izskalo (eluē) ar 0,9% NaCl šķīdumu vakumētā savākšanas pudelītē. Pēc izskalošanas  $^{99m}\text{Tc}$  aktivitāte ģeneratorā atkal pieaug tā, ka izskalošanu var atkārtot. Apmēram 4 pussabrukšanas periodiem  $^{99m}\text{Tc}$  aktivitāte sasniedz maksimumu. Pēc  $^{99m}\text{Tc}$  izskalošanas, radiofarmpreperāts ir jāsagatavo klīniskai izmantošanai, izmantojot ķīmiskus komplektus (kits), kā redzams 1.attēlā kurus piegādā radionuklīdu ražotājs. Radiofarmpreperātus sajauc ar marķeri (angl. *tracer*) un tos var klasificēt: ātras lietošanas komplektiem un komplektiem, kam sagatavošanā ir nepieciešama sildīšana. Darba procedūras ir jāoptimizē, lai samazinātu darbinieku apstarošanu(206).  $^{99m}\text{Tc}$  fizikālais pussabrukšanas periods ir 6 stundas.

1.attēls. Preparāta sagatavošana klīniskam izmeklējumam



Generators izskalošana → ķīmiska komplekta (kits) pievienošana → preparāts sagatavots klīniskam izmeklējumam.

## 1.2.2. Darba telpas laboratorija

Katras klīnikas kodolmedicīnas nodaļā ir viena speciāli aprīkota telpa, kuru izmanto tikai izotopu laboratorijas vajadzībām. Šajā laboratorijā tiek veikti visi darbi, kas saistīti ar radiofarmapreperāta ( RFP ) dozēšanu, sagatavošanu lietošanai, kalibrēšanu, sagatavošanu un utilizācijai. Radioizotopu atrašanās laboratorijā palielina radiācijas nelaiemes risku laboratorijas telpās(1). Laboratorijai ir jāatrodas pēc iespējas tālāk no citām darba zonām. Izotopu laboratorijas ir klasificējamas kā kontroles zona. Darba virsmām laboratorijā jābūt klātām ar gludu, viegli mazgājamu, ķīmiski izturīgu materiālu. Jāizmanto vaļējie plaukti, lai samazinātu putekļu uzkrāšanos tajos. Laboratorijai ir jābūt aprīkot ar atbilstošu ventilācijas sistēmu. Laboratorijas telpai ir jābūt nodrošinātai ar atbilstošu trauksmes sistēmu, kura paziņotu par ventilācijas sistēmas traucējumiem. Katras darba telpas tuvumā ir jābūt izlietnei personālam. Izlietnei ir jābūt pieslēgtai pie atsevišķas speciālas kanalizācijas, lai izslēgtu piesārņoto ūdeņu piekļūšanas iespēju kopējai slimnīcas kanalizācijai. Speciālajai kanalizācijai ir jābūt atzīmētai slimnīcas kopējā kanalizācijas plānā. Personālam ir jābūt pieejamai dušai laboratorijas telpās. Laboratorijai ir jābūt aprīkotai ar atbilstošu radiācijas aizsardzības iekārtu un personāla aizsardzības līdzekļiem (203). Kā redzams (2.attēlā) laboratorijas iekārtojums.

*2.attēls.Preparāta sagatavošanas boks*



### 1.3. Miokarda perfūzijas SPECT/CT nozīme kardioloģijā

Nukleārai medicīnai kardioloģijā pēdējo 20 gadu laikā ir strauji attīstījusies un ir liela nozīme. Kodolmedicīnas nozīme ir atklāt miokarda išēmiju pacientiem ar aizdomām par koronāro artēriju slimību. Sirdi apasinojošas artērijas cieši apvijas apkārt sirdij un apasiņo sirds muskuli jeb miokardu. Šīs artērijas sauc par vainagartērijām jeb atvasinot no latīņu valodas par koronārām artērijām (lat. korona – vainags). No tā cēlies slimības nosaukums (KSS), jo tā gadījumā novēro sirds vainagartēriju aterosklerotiskas izmaiņas. Koronāro artēriju uzdevums ir nodrošināt sirds muskuli ar asinīm un skābekli, kas nepieciešams, lai sirds varētu normāli sarauties. Ja artērijas ir sašaurinātas, sirds muskulis nesaņem savam darbam nepieciešamu asiņu daudzumu un skābekli. Rodas skābekļa bads sirds muskulī. Miokarda infarkts ir akūta slimība, kas rodas, ja kāds sirds muskuļa rajons netiek apgādāts ar asinīm un atmirst. Šāda situācija izveidojas, ja aterosklerotiski izmainītā sirds vainagartērijā iekļūst trombs, kas aizsprosto artēriju. Miokarda perfūzijas iegūtajam attēlam ir nozīme pirmsoperācijas pacientiem. Miokarda perfūzijas scintigrāfijas nozīme – diagnoze koronāro artēriju vieta, prognozes novērtējums pacientam pēc miokarda infarkta, miokarda dzīvotspēja un prognozēt uzlabošanos pēc operatīvas iejaukšanās. MPS laikā izvērtē radioizotopās vielas uzkrāšanos miokardā slodzes laikā, gan miera stāvoklī, salīdzinot reģionālās perfūzijas atšķirības abos stāvokļos.

Miokarda perfūzijas scintigrāfijas nozīme – diagnoze koronāro artēriju vieta, prognozes novērtējums pacientam pēc miokarda infarkta, miokarda dzīvotspēja un prognozēt uzlabošanos pēc operatīvas iejaukšanās.

Izmeklējumam ir savas indikācijas un kontraindikācijas (skat. 1. tabulu).

*1.tabula. Indikācijas un kontraindikācijas miokarda perfūzijas scintigrāfijai ar adenozīna stresa testu*

<b>Indikācijas</b>	<b>Kontraindikācijas</b>
Izmainīta izejas EKG – hisa kūlīša kreisās kājiņas pilna blokāde, WPW sindroms, kreisā kambara hipertrofija, digoksīna lietošana	Alerģija uz preparātiem, Metilksantīnu( pēdējo 24 stundu laikā), Dipiridamola( pēdējo 48 stundu laikā)
Riska novērtēšana stabiliem pacientiem pēc miokarda infarkta	Nekontrolēta bronhiālā astma, HOPS vai paasinājums
Gadījumi, ka nevar veikt slodzes testu (bronhiālā astma, HOPS, artroze, mijklibošana, neiropātija, motivācijas trūkums	Hipotensija (Sistoliskais TA < 80mmHg) vai dekompensēta sirds mazspēja
Nespēja veikt slodzes testa (VELO vai celiņš) laikā sasniegt adekvātu sirdsdarbības frekvenci (submaksimālo pulsu)	Otrās vai trešās pakāpes AV blokāde, Sinusa Mezgla vājuma sindroms bez EKG, pagarināts QT laiks
Pacienti ar zemu/vidējo KSS risku	Akūts MI (48 stundas), nestabili KSS pacienti, Aortāla stenoze, perikardīts
Pacienti ar izteiktu palielinātu svaru, kam nevar iegūt labu ehogrāfisku attēlu	Šunts no kreisās uz labo pusi, hipertrofiskā obstruktīva KMP, akūts insults

## Sagatavošana izmeklējumam

Procedūru aprakstam ir jābūt pieejamam katram procedūru veidam. Procedūru apraksti ir jāpārskata vismaz reizi gadā un jebkuras izmaiņas ir atbilstoši jādokumentē un jāpaziņo personālam, lai veiktu izmaiņas. Pacientam vajadzētu sniegt rakstisku informāciju par procedūru, jo tas uzlabo izpratni, pacientam ir liela spriedze jebkurā situācijā un ir lielāka iespēja aizmirst sacīto, kas tas ir teikts vienu reizi. Pārāk maza sapratne par izmeklējumu kā tādu, jo daudzi pacienti to saprot, ka izmeklējums ietver starojumu, tad viņa ārstējošais ārsts uzskata, ka tā ir ļaundabīga saslimšana. Un pacients ir jāpārliecina, ka ievadot RFP, lai atklātu vai izslēgtu citas patoloģijas, bet nevis, lai kaitētu viņa veselībai. Pacients ar savu parakstu apliecina, ka visu ir sapratis un visam piekrīt. Nelietot alkoholu, kofeīnu saturošus produktus ( kafija, tēja, coca-cola, kakao, šokolāde) vai kofeīna saturošus medikamentus 24 – 48 stundas pirms izmeklējuma. Neēst vismaz 6 stundas pirms izmeklējuma, 24 – 48 stundas pirms izmeklējuma nelietot – beta – blokatorus, kalcija kanālu blokatorus, metilksantīnus (Aminofilīns, Teofilīns), Dipiridamolu. Nelietot nitrātus izmeklējuma dienā. Parādīts 2.tabulā pacientu sagatavošana. Līdzī jābūt ērtam apģērbam un apaviem. Vēnā tiek ielikts intravenozais katetrs 18 – 20 G (rozā vai zaļš). Līdzī šokolādes tāfelīte.

*2.tabula. Pacienta sagatavošana pirms MPS*

<b>Pirms MPS izmeklējuma jāpārtrauc lietot</b>
Nitrāti
Beta- blokatori
Metilksantīni
Kofeīnu saturoši produkti
Insulīns

## Izmeklējuma norise

Pacients ierodās agri no rīta nodaļā, lai veiktu izmeklējumu, bet pirms tam ir saņēmis visu vajadzīgo informāciju. Izmeklējums aizņem divas dienas, tas ir (divu dienu protokols), tātad pacientam, lai veiktu MPS tiek izdarītas intravenozi divas injekcijas. Pirmā dienā – stresa skenēšana parādīs cik labi sirds ir apasiņota pie slodzes. Slodzi rada mīšana uz veloergometra, slodzes laikā infūza veidā vēnā ievada adenozinu, kas pastiprina asins plūsmu uz sirdi, preparāts var radīt elpas trūkumu, galvas sāpes, mutē sausumu, sāpes krūšu kurvī. Ja pacientam rodas kāds diskomforts procedūras laikā viņam obligāti jāsaņem, tad tiek samazināta slodze uz kājām, lai nevadzētu pārtraukt procedūru. Tiek uzraudzīta elektrokardiogramma, elektrodi tiek likti uz krūtīm un savienoti ar aparātu un uz datora rāda kā un cik sirds reaģē un mērīts asinsspiediens, kad asins plūsma uz sirdi ir sasniegusi maksimumu vēnā tiek ievadīts RFP – tetrafosmins, kas iekrāso sirds muskulī. Radiācijas risks ir zems salīdzinājumā ar potenciālajiem ieguvumiem. Alerģiskas reakcijas pēc RFP ievadīšanas nav novērotas, vienīgi pacientam ārstējošais ārsts ir jāinformē par grūtniecību un ja sievietes baro bērnu ar krūti. Ievadot RFP – tetrafosmin efektīvā doza pacientam ir 6 uSv/MBq, pēc veiktajiem dozimetrijas mērījumiem var arī ievadīt lielākas devas, jo līdz ar to uzlabosies attēla kvalitāte. Pieļaujamā deva ir 1,000 MBq tas ir ja MPS tiek veikta pēc divu dienu protokola. MPS laikā izvērtē RFP preparāta uzkrāšanos miokardā slodzes laikā, gan miera stāvoklī salīdzinot reģionālās perfūzijas atšķirības abos stāvokļos. RFP pa sirds artērijām aizplūst uz sirds muskuļa šūnām, kuras to absorbē. Pēc attēla, ko iegūst skenēšanas laikā var pateikt, cik efektīvi strādā sirds kambari. Radioaktīvais izotops mazāk uzkrājas vietās, kur tiek slikti apasiņots sirds muskulis. Infarkta skartie audi radioaktīvo izotopu neuzņem un ir brīvi no RFP. Gamma kamerā pacients guļ uz muguras, kreisā roka saliekta aiz galvas, arī šī pozīcija nav no ērtākajām, cik iespējams vajag nogulēt mierīgi, kamēr tiek veidots attēls ar datora palīdzību, kas piedāvā informāciju par orgāna struktūru, darbību pacienta organismā. Izmeklējuma laiks ir aptuveni 15 minūtes, bet vajag atrasties vienā konkrētā pozīcijā, tiek izmantotas imobilizācijas palīgrīki, lai nodrošinātu pacientam ērtu gulēšanu uz izmeklējamā galda, ļoti svarīgi, lai pacients neizkustētos. Svarīgi, lai stresa un miera izmeklējumu sirds muskulim abas dienas veiktu viens radiologa asistents, lai nodrošinātu precīzu salīdzinājumu attēliem, pie pacienta un kameras pozicionēšanas. Pacientam ir pievienota arī elektrokardiogramma skenēšanas laikā. Otrā protokola dienā, miera - pacientam no rīta ievada RFP intravenozi, un pēc 20 minūtēm gamma kamera. Gamma kamerā viss notiek tāpat kā pirmajā dienā. Un ļoti svarīgi, ka šos divu dienu protokolus veic viens un tas pats radiologa asistents, jo tas ir svarīgi pie pacienta pozicionēšanas.

Pēc izmeklējuma pacients jāinformē , ka nevar būt kontaktā ar maziem bērniem un grūtniecēm, jo saņēmis RFP un ir starojuma avots. Pacients var pēc izmeklējuma lietot visus savus ikdienas medikamentus.

## 1.4. Radiofarmpreparāta sagatavošana

Radiofarmpreparātu (RFP) lieto kopā ar radionuklīdiem. Tie tiek piegādāti gatavā veidā vai sagatavoti nodaļas laboratorijā. RFP tiek lietoti, lai radioaktīvo vielu ievadītu izmeklējamā orgānā vai sistēmā. RFP piegādāti sterilos flakonos, paredzēti vienam vai vairākiem pacientiem. Tie ir ķīmiski komplekti (kits) kuram pievieno radioaktīvo vielu  $^{99m}\text{Tc}$  un tā tiek sagatavots radiofarmpreparāts. Šķīdinot RFP jāievēro atšķaidīšanas instrukcijas noteikumi, kas pievienoti komplektā. Inkubācijas laiki arī atšķiras un tie ir stingri jāievēro. Jāstrādā obligāti cimdos. Visi darbi jāveic boksā ar radiācijas aizsardzības nodrošinājumu, aizsargātā ar svina stiklu. Atšķaidot RFP noteikti jāizmanto palīg līdzekļi: knaibles, šļirces apvalki (svina), flakonu apvalki, jo manipulējot ar radioaktīvām vielām tas pasargā pašu darbinieku no radiācijas. Vaļējie avoti kodolmedicīnas procedūrām pirms ievadīšanas ir jākalibrē radiofarmpreparāta aktivitātes vienība, nosakot un protokolējot aktivitāti ievadīšanas laikā. Ja kodolmedicīnas procedūrās izmantojamo vaļējo jonizējošā starojuma avotu aktivitātes mērīšanas iekārtas kalibrēšanai jābūt izsekojamai līdz Standarta dozimetrijas izstrādātajām aktivitātēm. Aktivitātes mērīšanas iekārta (dozu kalibrators) ir akas veida gāzes jonizācijas kamera. Katram radionuklīdam ir jāizvēlas atbilstošs kalibrācijas koeficients. Pirms aktivitātes mērījumu veikšanas ir jāpārbauda dozas kalibrators uzstādījumi. Šļirci kopā ar svina aizsargu ievieto svina transportkonteinerī, uz kura ir jāapstiprina šļirces satura identificējošais marķējums. Tetrofosmin (Myoview) ir indicēts miokarda perfūzijas scintigrāfijai. RFP pievieno radioaktīvo vielu  $^{99m}\text{Tc}$  un preparāts ir gatavs lietošanai. RFP ievadīšanai pacientam ir jānotiek saskaņā nacionālajos noteikumos aprakstītām metodikām. Starptautiskajās rekomendācijās ir norādīts, ka diagnostiskām devām ir jābūt saskaņotām ar diagnostiskiem standartlīmeņiem katram izmeklēšanas veidam, izņemot gadījumus, kad ārsts – diagnostis ir nozīmējis citu devu (206).

Ievadītās aktivitātes ir no 500 – 900 MBq – pieaugušiem pacientiem. Bērniem atbilstoši ķermeņa masai minimālā deva ir 80 MBq, lai iegūtu pietiekami kvalitatīvus attēlus.

Efektīvā deva nerada starojuma risku orgāniem izmeklējuma laikā, kas saistīts ar MPS izmeklējumu kodolmedicīnā. Parādīts 3.tabulā.

*3.tabula Efektīvā deva orgāniem MPI izmeklējuma laikā*

<b>Efektīvā deva orgāniem mSV/MBq</b>	<b>Tetrofosmin <math>^{99m}\text{Tc}</math> - RFP</b>	<b>Izmeklējuma laikā mGy</b>
Kaulu smadzenes	0,01	10
Žults pūslis	0,04 (0,03)	30
Tievās zarnas	0,01	10
Resnās zarnas	0,02	20
Nieres	0,01	10
Sirds	0,004 (0,005)	5
Dzemde	0,008	8
Urīnpūslis	0,02 (0,03)	20
Sēklinieki	0,002 (0,003)	30
<b>Kopā</b>	0,0073mSv/MBq	7,2mSv

### 1.4.1. Preparāta ievadišana

Radiofarmpreparāta ievadišana atkarīga no preparāta aktivitātes, intravenoza injekcija tiek veikta izmantojot standarta tipa vienreizējo šļirci svina apvalkā un adatu. Starptautiskajās rekomendācijās ir norādīts, ka diagnostiskām dozām ir jābūt saskaņotām ar diagnostiskiem standartlīmeņiem katram izmeklējuma veidam. Reproductīvā vecuma sievietēm ir jādod rakstiski aizpildīt anketu kur viņa ar savu parakstu apstiprina par grūtniecību un, ka nebaro bērnu ar krūti. Ir jāizveido atbilstoša procedūru sistēma, lai nodrošinātu, kā pareizo RFP ar pareizo aktivitāti saņem pareizais pacients pareizā laikā un pareizā ievadīšanas ceļā (2). Ievadot pacientam diagnostisko RFP, jāievēro sekojoši radiācijas pamatprincipi – šļirce ir jātur svina apvalkā līdz injekcijas pabeigšanas laikam, nedrīkst ievadīt preparātu pretēji spiedienam, zem injekcijas vietas ir jānovieto absorbējošs materiāls, jāprotokolē RFP un ievadītā aktivitāte, ja pacientam vēnas ir grūti pieejamas, jāizmanto intravenozais katetrs, lai samazinātu aktivitātes turēšanas laiku rokā. Pārsvārā starp aktivitātes ievadīšanu un diagnostiku procedūru ir jāpaiet zināmam laikam, kurš ir atkarīgs no RFP un izmeklēšanas laika (211).

Var identificēt sekojošus negadījumus pacientiem, kuri var notikt RFP sagatavošanas laikā.

*4.tabula Iespējamās kļūdas pie sagatavošanas*

<b>Kļūdaina RFP ievadīšana pacientam</b>	<b>Kā to novērst</b>
Ievadīts nepareizs RFP	Marķēts RFP ( kits)
RFP ievadīts citam pacientam	Pacienta mutiska uzvārda apstiprināšana
Ārsta norādījumu nepareiza interpretācija	Nosūtījums
Sadalīta nepareiza deva	Standartlīmeņi katram izmeklēšanas veidam

*5.tabula Iespējamās kļūdas pie ievadīšanas*

<b>Atbilstošā RFP nepareiza ievadīšana</b>	<b>Kā to novērst</b>
RFP ekstravazāla izplatīšanās pēc intravenozas injekcijas	Izmanto intravenozos katetrus
RFP ievadīts artērijā	Pacientam jau ievadīts intravenozais katetris

### **1.4.2. Pacienta sagatavošana**

Pacientam ir jābūt pilnīgi informētam par kodolmedicīnas izmeklējumu īpatnībām. Pacientam ir nepieciešama pilna pārliecība, ka viņš saņems labāko iespējamo diagnostiku. Jonizējošā starojuma medicīniskajā izmantošanā ir ļoti svarīgi, lai aizsardzības prasības būtu kopējās kvalitātes neatliekama sastāvdaļa. Kodolmedicīnas izmeklējums, kas tiek veikts ar optimizācijas parametriem un tā rezultāts ir pareiza diagnoze, ir jābūt uzskatāms par augstas kvalitātes pakalpojumu. Tāpēc pēc iespējas pacientam ir jācenšas ļoti precīzi izstāstīt par izmeklējumu. Jāsniedz arī informācija, kas būs jādara pacientam pēc izmeklējuma, bet savukārt pirms izmeklējuma arī būtu jāsniedz ārstam - nosūtītājam informācija par izmeklējuma norisi. Pēc izmeklējuma jālieto vairāk šķidruma, lai pastiprinātu RFP izdali no organisma.

### **1.4.3. Pacientu uzgaidāmās telpas**

Liels pacientu skaits var radīt zināmas problēmas no personāla un apmeklētāju radiācijas aizsardzības viedokļa, jo gaidīšanas laikā pacienti var koncentrēties vienā uzgaidāmā telpā, radot tajā un apkārtējās telpās palielinātu dozas jaudu. Tāpēc katrā nodaļā ir jābūt speciālai uzgaidāmāi telpai diagnostiskās kodolmedicīnas pacientiem. Ja ir nepieciešams pēc radiācijas aizsardzības apsvērumiem var arī izveidot vairākas uzgaidāmās telpas – viena pacientiem pirms preparāta ievadīšanas, un otra pacientiem, kuri gaida izmeklējumu jau pēc preparāta ievadīšanas. Uzgaidāmāi telpai jābūt pietiekoši lielai, lai būtu iespējams pacientu krēslus atdalīt un tādējādi samazināt pacientu saņemto dozu no blakus sēdošiem pacientiem. Ja tiek veikti izmeklējumi pediatrijas pacientiem, tiem pēc iespējas vajadzētu izveidot atsevišķu uzgaidāmo telpu. Pacientu uzgaidāmajām telpām pēc RFP ievadīšanas ir jābūt ar uzraudzības zonas apzīmējumu, un publiskai pieejai tajā ir jābūt kontrolētai.

#### 1.4.4. Personāla aizsardzība

Ar jonizējošo starojumu regulāri strādājošā personāla pamata izglītības neatliekamā sastāvdaļa ir izglītības jautājumi radiācijas drošībā. Personāla apstarošanu no pacientiem var samazināt ar attālumu, visu informāciju par izmeklējumu jāsniedz pirms ir veikta RFP ievadīšana. Personāla kontrole uz radiācijas iedarbību tiek veikta ar personāla dozimetrijas kontroli, kas tiek regulāri pārbaudīta un tās rādījumi tiek fiksēti. Darbinieku individuālais monitorings sevī ietver regulārus saņemto jonizējošā starojuma dozu mērījumus ar individuālajiem dozimetriem un saņemto jonizējošā starojuma dozu aprēķināšanu noteiktam laika posmam, pamatojoties uz individuālās dozimetrijas rezultātiem (46).

RFP preparāta Tetrafosmin  $99^m\text{Tc}$  ietekme uz darbiniekiem, pacientiem palātā un radniekiem izmeklējuma laikā un pēc izmeklējuma, saņemtās devas gadā uSv (mikrozīverti):

*6.tabula Saņemtās devas pirms un pēc RFP preparāta Tetrafosmin  $99^m$ ievades*

<b>Dabnieki, pacienta radnieki</b>	<b>Tetrafosmin <math>99^m\text{Tc}</math></b>
Nodaļas māsa, kardiologs (ne nodaļā)	580uSv/gadā
Intensīvā terapijas bloka personāls	73uSv/gadā
Nodaļas personāls	110uSv/gadā
Funkcionālās nodaļas personāls	1,100uSv/gadā
Asistents, nukleārās nodaļas kardiologs (ne nodaļā)	220uSv/gadā
Palīgs	170uSv/gadā
Pacienti stacionārā	8,3uSv/pacients
Pacienta tuvinieki	8,3uSv/pacients
Bērni	12uSv/pacients
Bērna vecāki procedūras laikā	93uSv/pacients
Citi pacienti palātā	300uSv/pacients

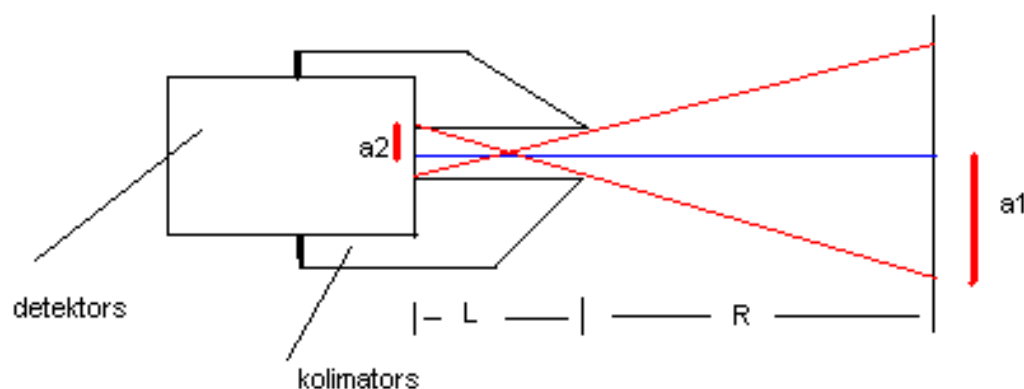
## 1.5. Gamma kamera

Gamma kamera ir visplašāk lietojamā attēlošanas iekārta kodlmedicīnā. To izmanto, lai pētītu orgānā RFP telpisko un sadalījumu laikā. Gamma starus, kas izstarojas no orgāna, tiek projicēti ar kolimatoru uz lielu scintilācijas detektoru, veidojot scintilācijas struktūru, kas iezīmē radioaktivitātes sadalījumu detektora priekšā. Fotopastiprinātāju lampu matrica, detektora mugurpusē un elektroniskās pozicionēšanas loģikas shēma nosaka katra scintilācijas akta pozīciju detektorā. Attēla gala matrica tiek veidota no atsevišķiem scintilācijas aktiem, kas iekļaujas pulsu amplitūdas analizatora izvēlētajā enerģijas logā. Gamma kamera var būt aprīkota ar 1 – 2 detektoriem. Datu iegūšanas veids ir atkarīgs no veicamā izmeklējuma veida. Statiskā datu iegūšana ir noteikta skaita kvantu impulsu saskaitīšana no orgāna ar gamma kameru fiksētā pozīcijā. Dinamiskā iegūšana ir datu savākšana saskaņā ar noteiktu laika grafiku. Visa ķermeņa iegūšana nozīmē, ka gamma kamera, vai pacients pārvietojās, kas nodrošina attēlu, kas ietver visu ķermeni. Tomogrāfiskā datu iegūšana var tikt veikta rotējot kameru apkārt pacientam. Pēc rekonstrukcijas var būt parādīti tomogrāfiskie griezumī no jebkura leņķa. Orgāna izstarotais gamma starojums tiek projicēts ar kolimatoru uz liela scintilācijas detektora, veidojot scintilācijas struktūru, kas iezīmē radioaktivitātes sadalījumu detektora priekšā. Fotopastiprinātāju lampu matrica detektora aizmugurē un elektroniskās pozicionēšanas loģikas shēmas nosaka katra scintilācijas akta pozīciju detektorā. Attēla gala matrica tiek veidota no atsevišķiem scintilācijas aktiem, kas iekļaujas pulsu augstuma analizatora izvēlētajā enerģijas logā. Gamma kameras attēla kvalitāte ir atkarīga no iekārtas darbības kvalitātes un pareizas rīkošanās ar iekārtu. Attēla kvalitāti un veidošanos ietekmē sekojoši parametri – radiofarmapreparāta sadalījums, kolimatora izvēle, telpiskā izšķirtspēja, enerģētiskā izšķirtspēja un loga uzstādījumi, vienmērība, telpiskā pozicionēšana pie dažādām enerģijām, izklidētais starojums, troksnis. Optimālai iekārtas izmantošanai ir nepieciešams labi apmācīts personāls, regulāras uzraudzības un kvalitātes vadības programma. Lai veiktu regulāru kvalitātes uzraudzību, ir nepieciešams fantomu un kontrolavotu komplekts. Tas ietver viendabīgo avotu (angl. *flood source*), lineāro avotu (angl. *line source*), stieņu fantomu (angl. *bar phantom*) un kopējās darbības kvalitātes fantomu (planāro vai tomogrāfisko). Katrā kodolmedicīnas nodaļā jābūt pieejam kvalificētam radiācijas medicīnas fiziķim, kas atbildīgs par radionuklīdiem aktivitātes mērījumiem, radionuklīdu identifikāciju un iekšējo radiācijas dozimetriju (214). Aparāta kvalitātes pārbaudes jāveic pēc jebkura būtiska remonta, komponentu nomaiņas. Tas nodrošina ilgtermiņa darbības kvalitātes stabilitāti, visi šie veiktie mērījumi jāprotokolē, kā arī jāveic iegūto rezultātu analīze.

## SPECT

SPECT – (angl. Single Photon Emission Tomograph) viena fotona emisijas tomogrāfija šī metode ir plaši pielietojama kodolmedicīnā daudzu orgānu funkciju izpētei, šķidruma (asins) plūsmas virziena un cirkulēšanas noteikšanai, smadzeņu darbības analīzei, sirds muskuļa analīzei. Par detektoru SPECT metodē kalpo scintilators, bet galvenās atšķirības starp metodēm ir kolimācija, bet SPECT metode lieto mehāniskus kolimatorus redzams 3. attēlā.

3.attēls Mehāniska kolimatora principa shēma



Kolimācijas mērķis ir ierobežot to laukumu, ko redz detektors un līdz ar to uzlabot iegūtā attēla kvalitāti. Kolimāciju visvairāk ietekmē paša kolimatora garums  $L$ , tā šaurums  $a_2$ , kā arī attālums līdz apskatāmai vietai  $R$ . Lielums  $a_1$  ir detektora izšķirtspēja, bet samazinot  $a_1$  tātad, palielināsies izšķirtspēja, bet pieaug  $L+R$  attālumam, kas savukārt izraisa varbūtību, ka fotons nonāks uz detektora un tiks reģistrēts vairāk tas samazinās ticamību diagnostiskai pārbaudei. Mūsdienas lieto multikanālu (ar kanālu skaitu ap 15 000) kolimatorus, kas dod iespēju novērst minētās problēmas. Bāze ir daudzkrīstālu plāksne kur kristāli ir ļoti blīvi novietoti un zem plāksnes atrodās tīkls kurš reģistrē no kristāla nonākušos elektronus un to atrašanos vietu. Plāksnes ir izvietotas viena otrai pretī un var rotēt apkārt  $180^\circ$  ap pacienta ķermeni.

SPECT/CT ir īsts apvērsums medicīniskajā diagnostikā kopumā skatīt 4.attēlā. Ar šo metodi radusies iespēja ārstiem ieraudzīt cilvēka orgānu pat vissīkākās anatomiskās struktūras. Datortomogrāfs no grieķu valodas - „attēls šķēsgriezumā”. Datortomografija ir saliktenis no trim sastāvdaļām, dators – attēla veidošana iesaistīta datorizēta datu izvēle un apstrāde, tomos – griezums, graphia – attēls. Datortomogrāfijas attēlu iegūst ar jonizēošā starojuma palīdzību, rentgenspuldzei rotējot pa apli apkārt pacientam un detektoriem pretējā pusē uztverot jonizējošo starojumu, kas izgājis cauri konkrētām anatomiskām daļām. Pēc tam ar datora palīdzību šis signāls tiek pārveidots attēlā. CT (angl.) – iekārta, kas apvieno progresīvākās elektroniskās, mehāniskās un datortehnoloģijas, ar kuru palīdzību var iegūt slāņainu izmeklējamā orgāna struktūras attēlojumu. Spējīga nodrošināt 3 dimensiju informāciju.

Skenēšana – staru kūlis skenē ķermeni, rotējot ap to apkārt. Apļa pretējās puses riņķveida sensoru sistēma uztver apstarojumu un pārveido to elektriskos signālos.

Signāla ieraksta pastiprinājums – signāls tiek ierakstīts, pastiprināts, pārveidots ciparu kodā un ievadīts datora atmiņā. Pēc vienas elementāras tomogrammas veikšanas, dators rada signālu skenējošai ierīcei pagriezties uzdotā leņķī un veikt nākošo tomogrammu. Viena slāņa skenēšana ilgst ne vairāk kā 3 sekundes.

Attēla sintēze un analīze – dators attēlo objekta iekšējo struktūru. Datortehnoloģijas ļauj mainīt attēla mērogu, lai varētu detalizēti apskatīt interesējošo slāņa fragmentu, noteikt orgāna izmērus un patoloģisko veidojumu skaitu un raksturu.

*4.attēls Gamma kamera SPECT/CT*



### 1.5.1. Attēla kvalitāte un dozas samazināšana

Kodolmedicīnā attēla kvalitātes novērtēšanas pamatprincipi ir līdzīgi gan planāram, gan tomogrāfiskām attēlošanas metodikām. Diagnostiskās kodolmedicīnas attēlu kvalitāti var novērtēt izmantojot attēla vai attēlošanas sistēmas fizikālos raksturojumus – telpiskā izšķirtspēja, intensitāte un troksnis. Orgāna izstarotais gamma starojums tiek projicēts ar kolimatoru uz liela scintilācijas detektora, veidojot scintilācijas struktūru, kas iezīmē radioaktivitātes sadalījumu detektora priekšā. Fotopastiprinātāju lampu matrica detektora aizmugurē un elektroniskās pozicionēšanas loģikas shēmas nosaka katra scintilācijas akta pozīciju detektorā. Attēla gala matrica tiek veidota no atsevišķiem scintilācijas aktiem, kas iekļaujas pulsu augstuma analizatora izvēlētajā logā (217).

Telpiskā izšķirtspēja – raksturo attēla asumu jeb detalizāciju. Kodolmedicīnas diagnostiskiem attēliem ir izteikti zemāka izšķirtspēja salīdzinājumā ar rentgenogrāfijas metodēm, un tas ir saistīts ar specifiskiem kodolmedicīnas attēlošanas sistēmas parametriem. Gamma kameras sistēmām galvenais izšķirtspēju ierobežojošais parametrs ir kolimatora režģa elementa izmērs. Attēla izplūdums būs vismaz tik pat liels kā kolimatora režģa elementa izmērs, kuram ir jābūt pietiekoši lielam, lai nodrošinātu nepieciešamo attēlošanas efektivitāti. Kolimatora izšķirtspēja samazinās arī palielinot attālumu starp avotu (pacientu) un detektoru. Attēlošanas detektora raksturīgā izšķirtspēja ir otrs svarīgais parametrs, kurš ietekmē attēla kopējo izšķirtspēju. Gamma kameras sistēmai raksturīgā izšķirtspēja ir atkarīga no gammas starojuma enerģijas, un tā pasliktinās līdz ar gamma enerģijas samazināšanos. Attēla izšķirtspēju negatīvi ietekmē arī pacienta kustības procedūras laikā ( ieskaitot elpošanas un sirdsdarbības kustības) (216).

Attēla intensitāte – novērtē attēla intensitātes starpību starp dažādiem attēlojamās aktivitātes līmeņiem. Attēla intensitāti ietekmē galvenokārt radiofarmpreparāta (RFP) īpašības. Lai uzlabotu attēla intensitāti, pēc iespējas ir jālieto RFP ar lielāku attiecību starp uzkrāšanos attēlojamā objektā un uzkrāšanos pārējā pacienta ķermenī. Fizikālie parametri, kas ietekmē attēla intensitāti ir saistīti ar attēla statisko trokšņu līmeni. Jo lielāks statistiskais troksnis attēlā, jo zemāka attēla intensitāte.

Troksnis – attēlā var būt nejaušs (statiskais) vai strukturēts. Nejaušo troksni rada neviendabīgums, kas novērojams visos kodolmedicīnas attēlos, un to izraisa statistiskās skaitīšanas ātruma izmaiņas attēlošanas iekārtas detektoros. Strukturēto troksni rada noteiktas skaitīšanas ātruma izmaiņas attēlošanas iekārtas detektoros, kuras izraisa vai nu attēlošanas sistēmas artefakti, vai arī specifisks radionuklīda sadalījums pacienta ķermenī ( piemēram neiztukšots urīnpūslis).

Kodolmedicinā, lai optimizētu pacienta dozas un lai nodrošinātu attēla kvalitāti, ir nepieciešams visa attēlošanas procesa rūpīga optimizācija un visu iekārtu sistemātiska drošības pārbaude. Dozu kalibratora darbības kvalitātei ir būtiska ietekme uz pacienta dozu un attēla kvalitāti, jo nepareizi izmērīta pārāk maza vai pārāk liela doza izraisa vai nu nevajadzīgu papildus dozu pacientam, vai samazina attēla kvalitāti zema impulsu skaita laika vienībā rezultātā(216). Šos lielumus iespējams kvantitatīvi pārbaudīt ar fantomu palīdzību, un tie kļūst par pamatu klīniskās kvalitātes kritērijiem. Kodolmedicinā, tāpat kā visā diagnostikā radioloģijā, kvalitātes nodrošināšanai un standartu ievērošanai ir milzīga nozīme. Tikai tad tiks sasniegts labākais iespējamais diagnostiskais rezultāts, kad visi ārsnieciskā procesā iesaistītie dalībnieki (ārsts nosūtītājs, pacients, radiologa asistents, radiologi diagnosti, medicīnas iekārtu inženieri, kas apkalpo iekārtu, medicīnas fiziķi) veiks visas nepieciešamās darbības atbilstoši labai praksei. Ir svarīgi apzināties, ka pats galvenais visā procesā ir pacients. Lai nodrošinātu izmeklējumu gala rezultātu, nepieciešams katram procesa dalībniekam veikt savus uzdevumus vislabākā kvalitātē. Precīzi formulēts nosūtītāja jautājums ļaus precīzāk izvēlēties izmeklējuma protokolu, tehniskos raksturlielumus un attēlu apstrādes algoritmus. Precīzi ievadīti dati sistēmā ļauj sameklēt iepriekšējos izmeklējumus un salīdzināt rezultātus. Precīza pacienta pozicionēšana mazinās iespējamus artefaktus. Atbilstoši kvalitātes kontroles mērījumiem kalibrēta iekārta nodrošina maksimāli kvalitatīvu attēlu. Sadarbība ar medicīnas fiziķi nodrošina maksimāli labu attēla kvalitāti. Lai visu to paveiktu, nepieciešams komandas darbs, labas teorētiskās zināšanas un praktikās iemaņas, kā arī izpratne par vadlīniju un standartu lietošanu kodolmedicinā (94).

## 2.Pētījuma metode

### Pētījuma posmi.

Pētījums noritēja sekojošos posmos:

1. Pētījuma pirmajā posmā (2011.gada decembris) tika veikta teorētiskā analīze, lai apzinātu pētījuma laiku, problēmas, izvirzītu darba mērķi un uzdevumus, izvirzītu darba hipotēzi, izstrādātu pētījuma metodoloģiju,
2. Pētījuma otrajā posmā (2012.gada februāris) tika izstrādātas pacientu aptaujas anketas, kuras tika pielietotas darba procesā.
3. Pētījuma trešajā posmā (2012.gada aprīlis – maijs) tika atjautāti pacienti, izsekots radiologa asistenta darbs MPS veikšanas laikā un aptaujāti ārsti-radiologi.
4. Pētījuma ceturtajā posmā (2012.gada maijs) tika veikta datu apstrāde izmantojot datorprogrammas *MS Excel* un *Word*.
5. Pētījuma piektajā posmā (2012.gada maijs) tika veikta rezultātu analīze, secinājumu un rekomendāciju izstrādāšana.

### Pētījuma dalībnieki.

Tika sagatavota anketa pacientiem, kura tika pielietota darba procesā veicot izmeklējumu, izjautājot pacientus.

Darba realizācijai tika izmantota kvantitatīvā pētniecības metode – anketēšana. Aptaujas anketas jautājumi sastādīti, pamatojoties uz analizēto literatūru. Anketēšanas jautājumi tika izvēlēti, ņemot vērā respondentu specifiku un vecumu. Lai nodrošinātu atbilžu lielāku objektivitāti un pamudinātu anketēšanas dalībniekus izteikties brīvāk, jautājumi bija viegli saprotami. Veicot pētījumu, saskaņā ar Helsinku deklarāciju un Latvijas valsts normatīviem aktiem, tika ievēroti pētniecības un ētikas normu principi. Piedalīšanās pētījumā bija pilnīgi brīvprātīga un jebkurā laikā bija iespējams to pārtraukt.

### Procedūra.

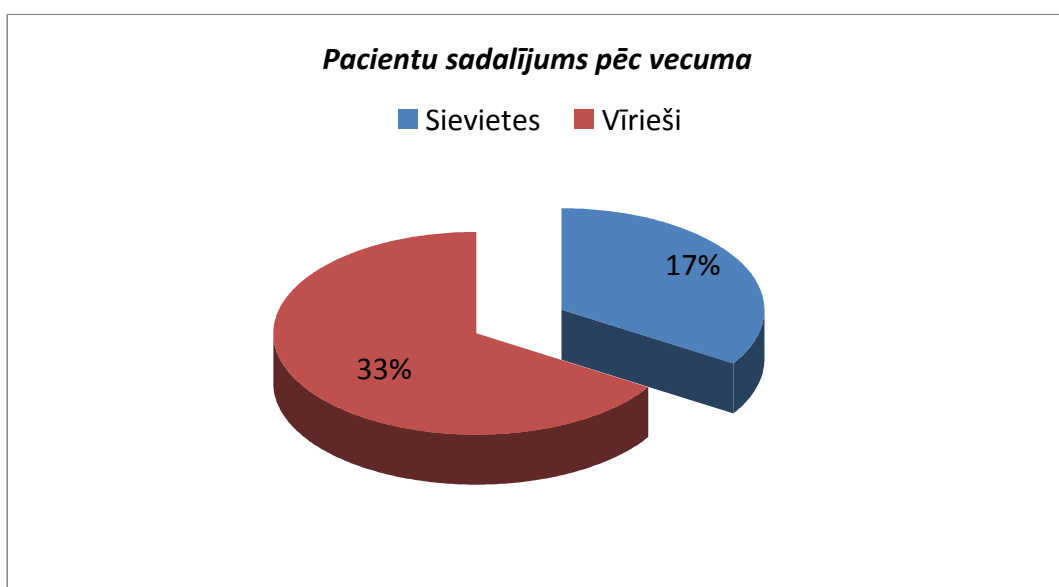
Pētniecības darba dati tika iegūti laikā no 2012.gada aprīļa līdz maijam. Tika veikti secinājumi un kopsavilkums. Piedalījās 50 respondenti, 17 no tiem bija sievietes un 33 vīrieši, kas redzams 5.attēlā.

### **Datu analīze.**

Darbā izmantota kvantitatīvā datu analīze, ietverot statistiskus aprēķinus, veicot kopsavilkumu no iegūtajiem datiem, tika salīdzināta atšķirīgā informācija, un vispārināti iegūtie rezultāti. Iegūtie dati tika analizēti izmantojot datorprogrammas *MS Excel un Word*.

Pielietotā datu analīze ļāva izdarīt secinājumus par informāciju, kas iegūta no pētījuma dalībniekiem. Pētnieciskā darba rezultāti tika apkopoti grafiski – tabulās un attēlos.

**5.attēls. Pacientu sadalījums pēc vecuma**



### 3. Rezultāti un Diskusija

Pacientu anketēšanā piedalījās 50 pacienti, no kuriem 17 bija sievietes un 33 vīrieši. Anketēšanā piedalījās respondenti no 18 gadu vecuma. Pacienti anketā piedalījās labprātīgi, anketēšana notika izmeklējuma laikā. Skaidroju un izjautāju pacientiem, ka miokarda perfūzijas scintigrāfija ir viens no diagnostikas veidiem un piedaloties anketēšanā, viņi palīdzēs noskaidrot jautājumus, kas saistīti ar pacientu informētību, pacientu sagatavotību un izmeklējuma norisi.

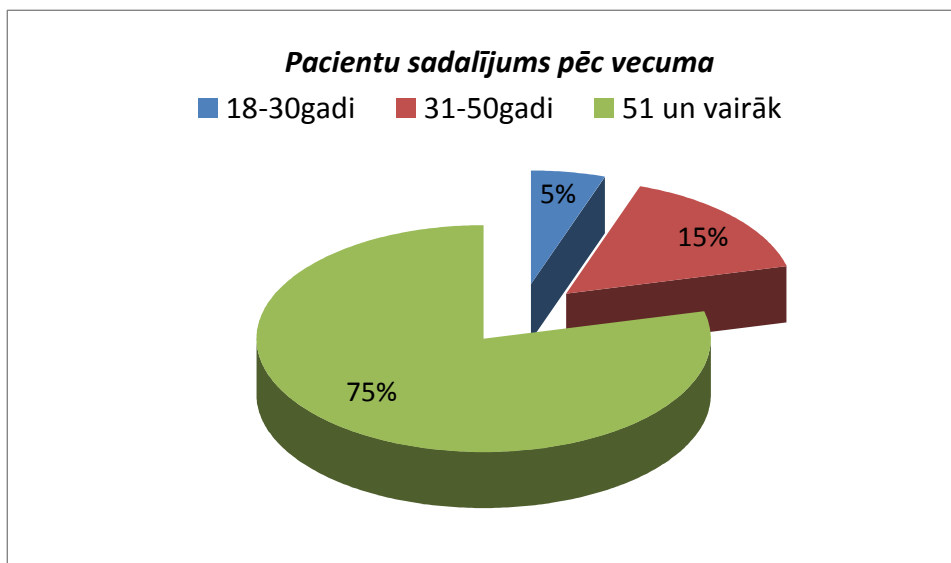
Analizējot iegūtās pacientu anketas, iegūstam sekojošus rezultātus:

- Pacientu sadalījums pa grupām (lielākais respondentu skaits ir vecuma grupā no 51 un vairāk gadu).

*7.tab. Pacientu sadalījums pēc vecuma*

Vecums, gados	Pacientuskaits	Procenti
18 – 30 gadi	3	5
31 – 50 gadi	15	15
51 un vairāk gadu	32	75

*6.attēls.Pacientu sadalījums pēc vecuma*

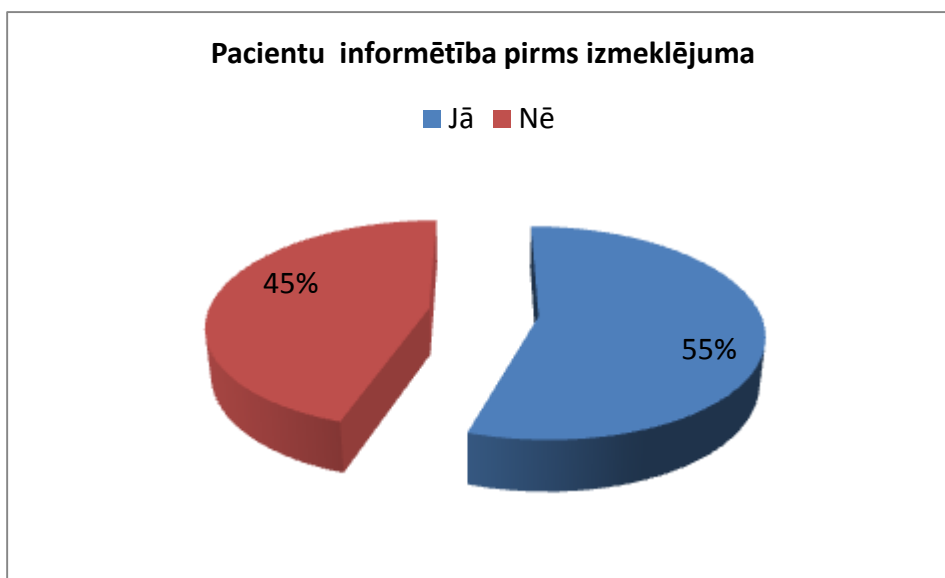


Aptaujājot pacientus pirms izmeklējuma kuri bija nosūtīti uz miokarda perfūzijas scintigrāfiju vai nosūtītājs – ārsts izskaidroja, kas par izmeklējumu un kas tiks izmeklēts. Kā redzams 7.attēlā - ( 55% ) atbildēja jā, bet ( 45% ) atbildēja nē. Radiologa asistenta nozīme pirms miokarda perfūzijas scintigrāfijas ir neliela, lielāka nozīme ir ārstam – nosūtītājam. Latviešu valodā ir ļoti maz informatīvo materiālu par miokarda perfūzijas scintigrāfiju. Arī internetā latviešu valodā atrodams neliels materiālu daudzums, bet ne visiem internets ir pieejams, kā arī ļoti daudz informācijas ir svešvalodā, kurā specifiska terminoloģija. Pacienti vēlētos saņemt informāciju par miokarda perfūzijas scintigrāfiju bukletu veidā.

**8.tab. Pacientu informētība pirms izmeklējuma**

Pacientu informētība pirms izmeklējuma?	Pacientu skaits	Procenti
Jā	32	55
Nē	28	45

**7.attēls. Pacientu informētība pirms izmeklējuma**

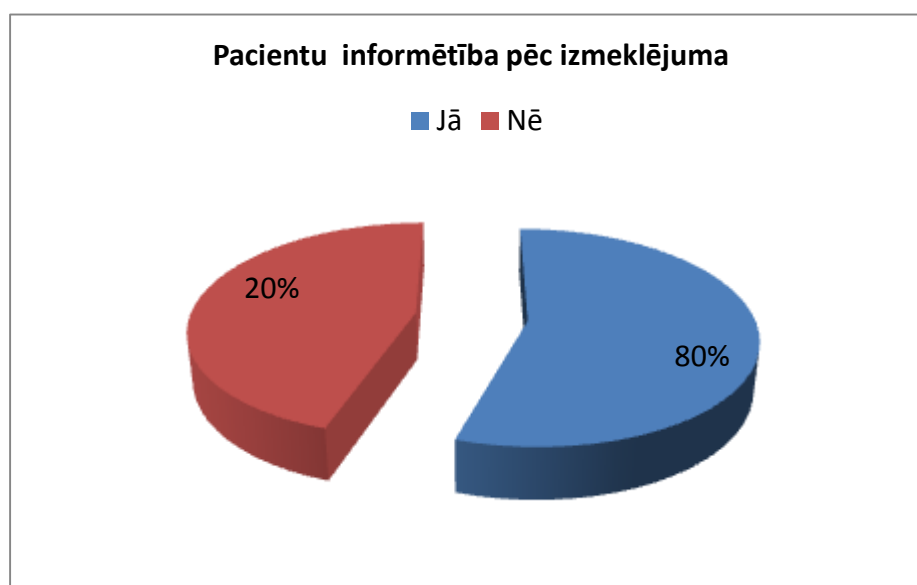


Apkopojot pacientu atbildes redzam, ka lielākā daļa 80% pacientu saņēmusi informāciju pēc izmeklējuma veikšanas un bija apmierināti par sniegto informāciju, bet 20% nav sapratuši par RFP ievadi, kā tas var iezīmēt sirds muskuli un vai tas neradīs veselības pasliktināšanos ( 8.att.) . Pacientam vajag ļoti precīzi un sīki izstāstīt par kodolmedicīnas izmeklējumu īpatnībām. Noteikti pēc izmeklējuma jālieto vairāk šķidrums, lai pastiprinātu RFP izdali no organisma. Atturēties no kontakta ar maziem bērniem un grūtniecēm. Pēc izmeklējuma var atsākt visu medikamentozo terapiju.

**9.tab.Pacientu informētība pēc izmeklējuma**

Pacientu informētība pēc izmeklējuma?	Pacientu skaits	Procenti
Jā	40	80
Nē	10	20

**8.attēls.Pacientu informētība pēc izmeklējuma**

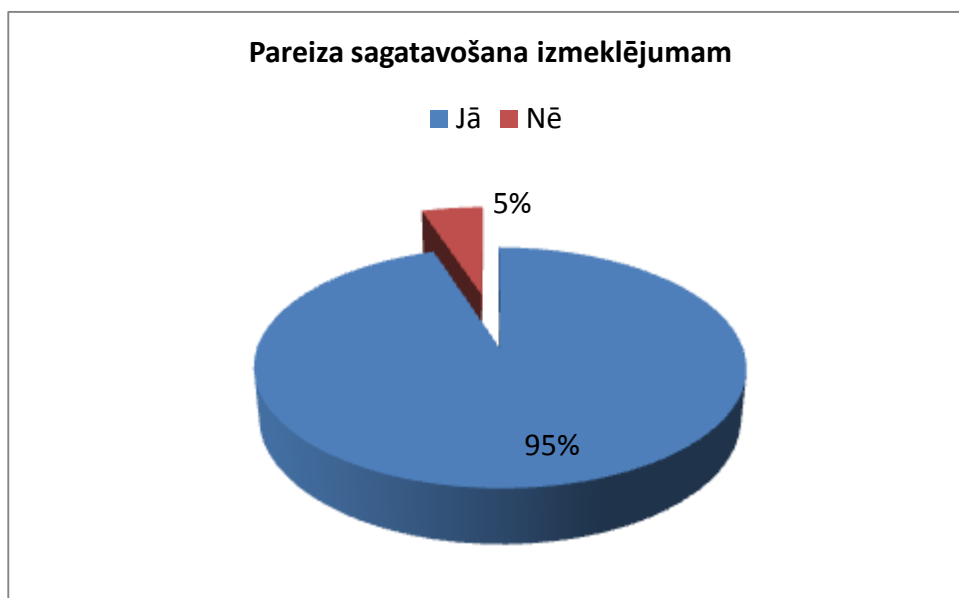


Kā redzams (9.att.) liela daļa pacientu (95% - 45 pacientu) ir labi informēti par to, kas jā dara tieši pirms izmeklējuma, ka jābūt obligāti tukšā dūšā (6st) un ka jāpārtrauc noteiktu medikamentu lietošana (24 – 48st.) pirms miokarda perfūzijas scintigrāfijas. Bet (5% - 5 respondentu) bija ēduši. Ta ir arī redzams 6.4. pielikumā kāds ir iegūtā attēla rezultāts, ja pacients nav izpildījis sniegto informāciju par sagatavošanos izmeklējumam, ka jābūt tukšā dūšā.

**10.tab.pacientu pareiza sagatavošanās izmeklējumam**

<b>Vai ir tukšā dūšā, nav lietoti medikamenti?</b>	<b>Pacientu skaits</b>	<b>Procenti</b>
Jā	45	95
Nē	5	5

**9.attēls.Pacientu pareiza sagatavošanās izmeklējumam**

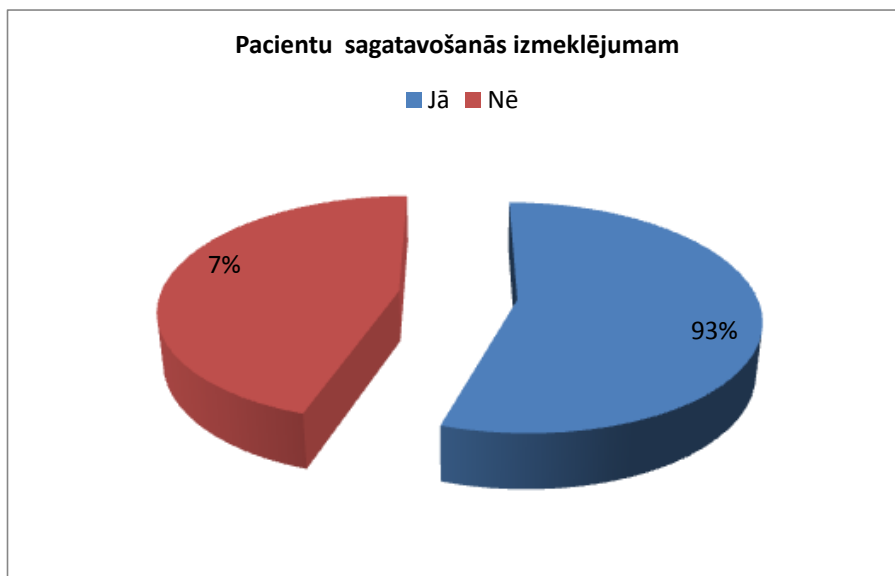


Kā redzams (10.att.), ka 93% - 44 pacientu ir sapratuši, ka šokolāde ir vajadzīga priekš izmeklējuma, lai sarautos žultspūslis un varētu izvērtēt sirds muskuli. Bet 7% - 6 pacientu ārsta teikto nav ņēmuši vērā. Arī šajā gadījumā pacients nebija sapratis sniegto informāciju un šokolādi bija apēdis pavisam maz, jo tukšā dūšā saldumi negaršo, tas redzams iegūtajā attēlā 6.3. pielikumā.

**11.tab.Pacientu sagatavošanās izmeklējumam**

Vai ir līdzī šokolāde?	Pacientu skaits	Procenti
Jā	44	93
Nē	6	7

**10.attēls.Pacientu sagatavošanās izmeklējumam**

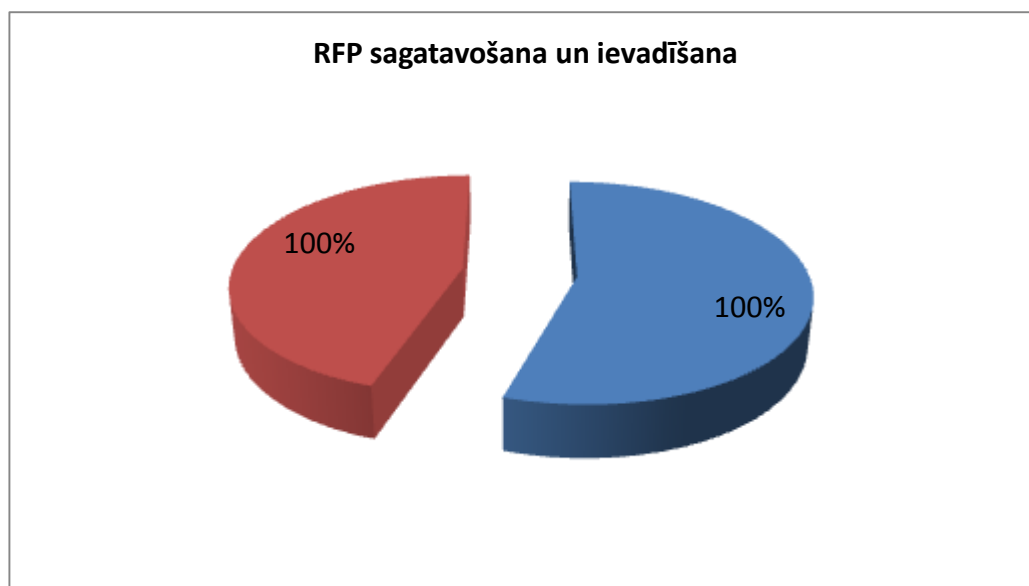


Turpinot izpēti par radiologa asistenta izšķirošo nozīmi veicot miokarda perfūzijas scintigrāfiju secināju, ka radiofarmpreparāts ir pareizi sagatavots, laba aktivitāte un pareizi veikta intravenozā injekcija ko mēs redzams (11.att.) 100% pareiza RFP sagatavošana atbilstoši miokarda perfūzijas scintigrāfijai, 100% preperāta ievadīšana intravenozi, jo pacientiem tiek ievadīti intravenozie katetri. Miokarda perfūzijas scintigrāfijas attēla kvalitāti nosaka visi šie faktori, tas redzams 6.2. pielikumā, iegūtā attēla kvalitāte laba, bet pacientam bojāts sirds muskulis.

**12.tab.Radiofarmpreperāta sagatavošana un ievadīšana**

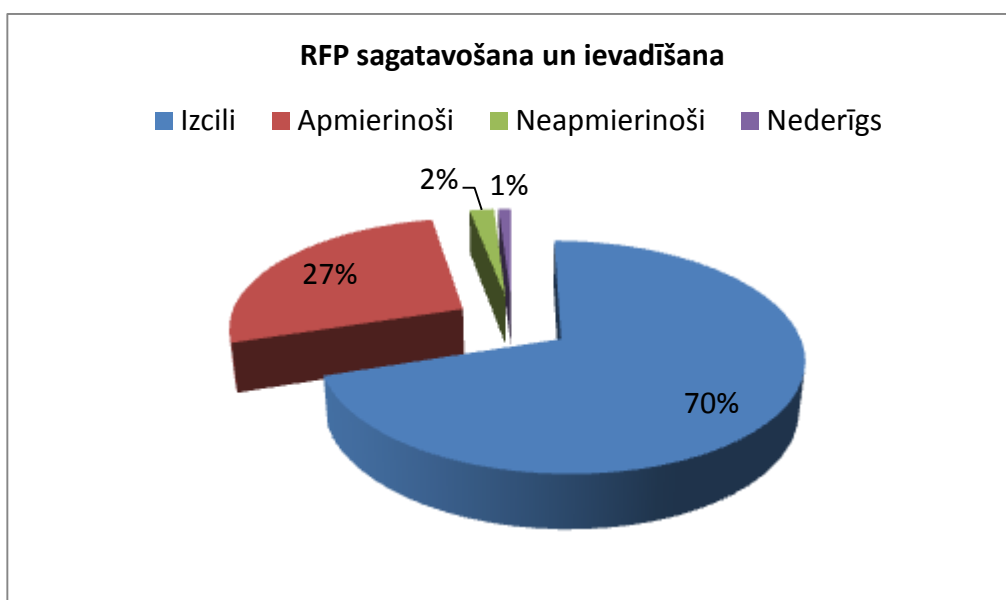
<b>RFP sagatavošana</b>	<b>Pacientu skaits</b>	<b>Procenti</b>
<b>RFP sagatavošana atbilstoši MPS</b>	50	100
<b>RFP ievadīšana intravenozi</b>	50	100

**11.attēls.Radiofarmpreperāta sagatavošana un ievadīšana**



Pēc apkopotiem rezultātiem var secināt, ka kodolmedicinā, tāpat kā visā diagnostikā radioloģijā, kvalitātes nodrošināšanai un standartu ievērošanai ir milzīga nozīme. Tikai tad tiks sasniegts labākais iespējamais diagnostiskais rezultāts, kad visi ārsnieciskā procesā iesaistītie dalībnieki veiks visas nepieciešamās darbības atbilstoši labām zināšanām. Kā redzams 12.attēlā radiologa vērtējums par iegūtā attēla kvalitāti izcili – 70% no veiktajiem miokarda perfūzijas scintigrāfijas izmeklējumiem, skatīt *6.1 pielikumu*, apmierinoši – 27%, bet neapmierinoši 2% un 1% nederīgs, tas saistīts ar pacienta lielo svaru pie pacienta pozicionēšanas, jo pacientam kādu noteiktu laiku jāatrodās noteiktā pozīcijā.

**12.attēls.Attēlu analīzes rezultāti**



## 4.Secinājumi

1. Zinātniskajā literatūrā pieejami nedaudzi pētījumi par radiologa asistenta darba kvalitātes nozīmi miokarda perfūzijas scintigrāfijas SPECT/CT veikšanā.
2. Radiologa asistenta nozīme pacientu informēšanā pirms miokarda perfūzijas scintigrāfijas SPECT/CT ir neliela (lielāka nozīme ir ārstam-nosūtītājam).
3. Radiologa asistenta darba kvalitātei miokarda perfūzijas scintigrāfijas SPECT/CT pacienta sagatavošanā un izmeklējuma veikšanā ir liela nozīme.

## 4.1.Rekomendācijas

### Manas rekomendācijas:

1. Visa iesaistītā personāla apmācība – kodolmedicīnas ārsti, medicīnas fiziķi, ārsti – radiologi, radiologa asistenti. Pamata izglītībā ir jāietver jonizējošā starojuma un tā ģenerēšanas fizikālie un tehniskie aspekti, kā arī radiācijas fizikas pamati, kā arī izglītības jautājumi radiācijas drošībā.
2. Analizējot no literatūras avotiem iegūto informāciju rekomendētu, ka kodolmedicīnas nodaļā ir jāizveido darba grupa, kas aktīvi strādās pie kvalitātes nodrošināšanas jautājumiem, šajā grupā ir jāiekļauj medicīnas fiziķi, vecākais radiologa asistents un servisa inženieris, šai grupai regulāri vajadzētu pārskatīt kvalitātes nodrošināšanas jautājumus – procedūras aprakstus, izmeklējumu procedūru.
3. Rekomendētu, lai ārsts – nosūtītājs sniegtu sīkāku informāciju par miokarda perfūzijas norisi, jo arī pēc pētījuma datiem var redzēt, ka pacienti nav par visu informēti.

## 5. Izmantoto informatīvo avotu saraksts

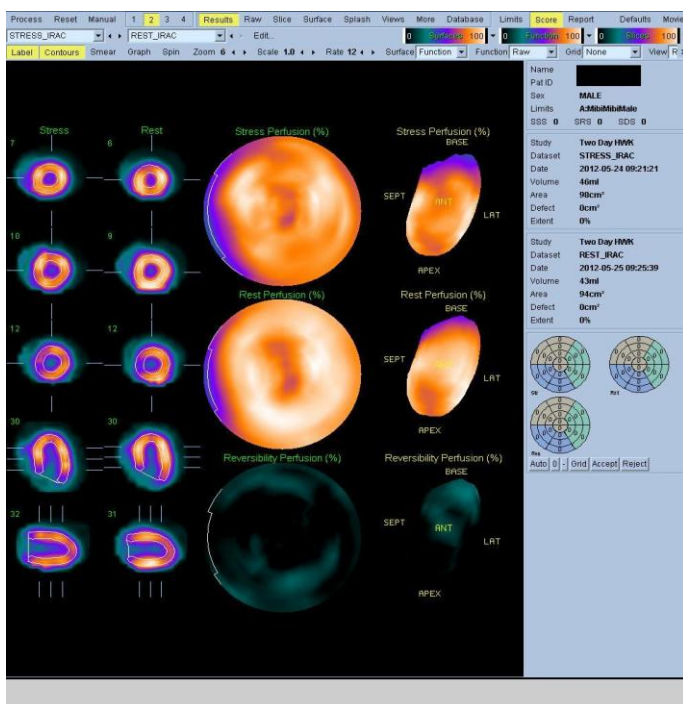
1. [http://lv.wikipedia.org/wiki/Miokarda\\_infarkts](http://lv.wikipedia.org/wiki/Miokarda_infarkts).28.04.2012
2. <http://www.scrigroup.com/limba/letona/237/Miokarda-infarkts52193.php>.21.04.2012
3. Populārā medicīnas enciklopēdija. Trešais izdevums. Rīga, Galvenā enciklopēdiju redakcija, 1985.
4. „Radiācijas drošības rokasgrāmata speciālistiem”. Sast. – J.Dehtjars, N.Mironova – Ulmane, A.Salmiņš, R.Spāde, A.Supe, J.Tīliks, U.Ulmanis, Rīga, 2004.201. – 239.lpp.
5. Socioloģisko pētījumu metodoloģija, metodika un tehnika. Rīga, 1981. 45.lpp.
6. Radiological protection of patients in diagnostic and interventional radiology, nuclear medicine and radiotherapy. International Conference. Malaga, Spain, 26-30 March 2001. IAEA. – Vienna 2001.p.150 -158
7. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No.115, international Atomic Energy Agency, IAEA, Vienna 2010.p.88-100
8. Quality management and quality assurance standards: Guidelines for selection and use. International Organization for Standardization. ISO, 1987.p.50 -55
9. Quality Assurance in nuclear medicine. A guide prepared following a workshop in Heidelberg, Germany. World Health Organization, Geneva, 1982.p.77- 80
10. [http://eanm.org/publications/guidelines/gl\\_cardio\\_myocard\\_pert.pdf](http://eanm.org/publications/guidelines/gl_cardio_myocard_pert.pdf).
11. [http://eanm.org/publications/tech\\_guidelines/docs/tech\\_guide\\_mpi\\_en.pdf](http://eanm.org/publications/tech_guidelines/docs/tech_guide_mpi_en.pdf).
12. [http://esc/ecn\\_Hybridcardiac\\_imaging:SPECT/CT\\_quantitative\\_imaging\\_and\\_PET\\_Vienna\\_2011](http://esc/ecn_Hybridcardiac_imaging:SPECT/CT_quantitative_imaging_and_PET_Vienna_2011).25.04.2012
13. [http://eanm/esc\\_guidelines\\_for\\_radionuclide\\_imaging\\_of\\_cardiac\\_function\\_Vienna\\_2008](http://eanm/esc_guidelines_for_radionuclide_imaging_of_cardiac_function_Vienna_2008).02.05.2012
14. [http://eanm/esc\\_procedural\\_guidelines\\_for\\_myocardial\\_perfusion\\_imaging\\_in\\_nuclear\\_cardiology\\_Vienna](http://eanm/esc_procedural_guidelines_for_myocardial_perfusion_imaging_in_nuclear_cardiology_Vienna).09.05.2012
15. [http://eanm/esc\\_guidelines\\_on\\_current\\_good\\_Radiopharmacy\\_practise\\_\(cGPPP\)\\_for\\_the\\_small-scale\\_preparations\\_of\\_radiopharmaceuticals\\_Vienna\\_2010](http://eanm/esc_guidelines_on_current_good_Radiopharmacy_practise_(cGPPP)_for_the_small-scale_preparations_of_radiopharmaceuticals_Vienna_2010).12.05.2012
16. [http://eanm/esc\\_guidelines\\_on\\_current\\_good\\_Radiopharmacy\\_practise\\_\(cGPPP\)\\_in\\_the\\_preparation\\_of\\_radiopharmaceuticals\\_Vienna\\_2007](http://eanm/esc_guidelines_on_current_good_Radiopharmacy_practise_(cGPPP)_in_the_preparation_of_radiopharmaceuticals_Vienna_2007).12.05.2012
17. [http://eanm/esc\\_advanced\\_performance\\_and\\_responsibility\\_guidelines](http://eanm/esc_advanced_performance_and_responsibility_guidelines).10.05.2012
18. [http://en.wikipedia.org/wiki/nuclear\\_medicine](http://en.wikipedia.org/wiki/nuclear_medicine).27.04.2012
19. [http://nuclearmedicine.stanford.edu/patient\\_care/va.html](http://nuclearmedicine.stanford.edu/patient_care/va.html).30.04.2012

20. <http://www.news-medical.net/health/Nuclear-Medicine-what-is-nuclear-medicine.aspx>.08.05.2012
21. S.Mattsson, L.Jacobsson, L.Johansson. Internal Radionuclide Dosimetry: Diagnostic and Therapeutic Nuclear Medicine, Occupational and Environmental Exposures. Differences and Similarities. Cancer Biotherapy & Radiopharmaceuticals. Vol. 18, No. 3. 2003.p.421 – 424

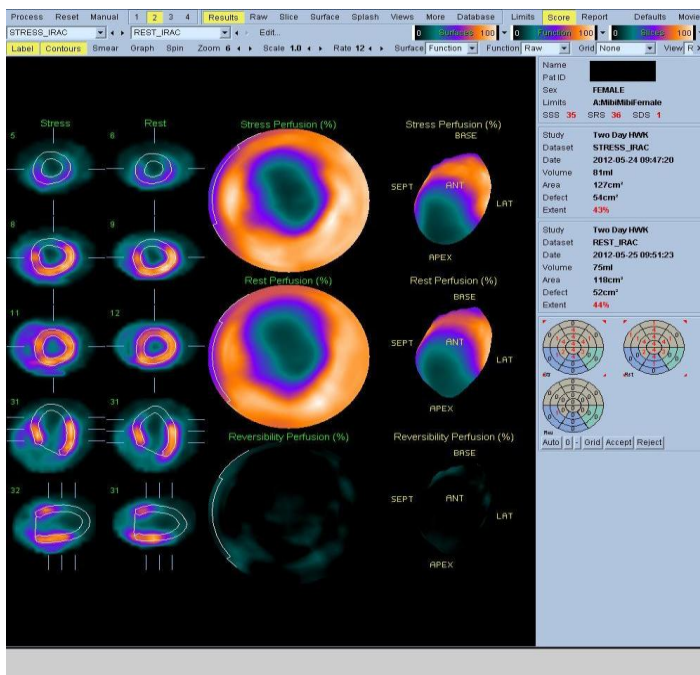
## 6.Pielikumi

Miokarda perfūzijas scintigrāfijas SPECT/CT attēli:

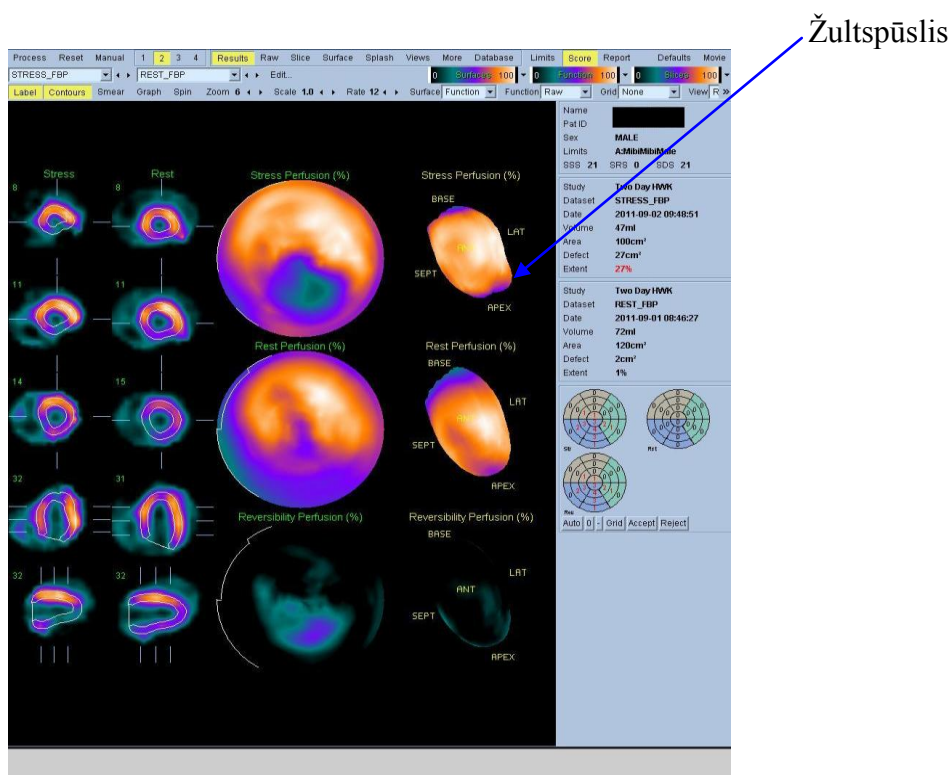
*Miokarda perfūzijas SPECT/CT labas kvalitātes attēls.*



*Miokarda perfūzijas SPECT/CT labas kvalitātes attēls, bet ir sirds muskuļa bojājums*

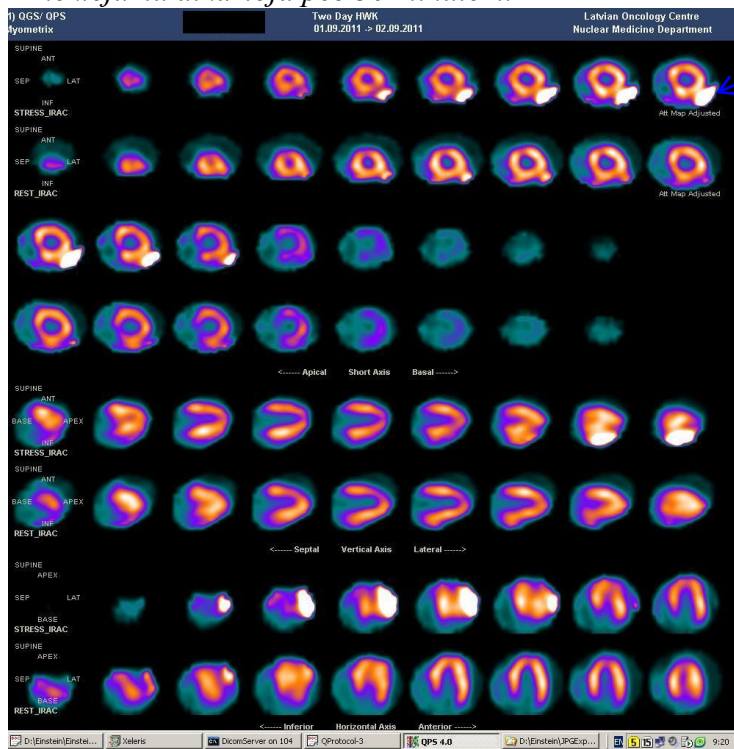


*Miokarda perfūzijas SPECT/CT izmeklējumam traucē žultspūslis,tika atkārtots pēc 20 minūtēm.*



*Miokarda perfūzijas SPECT/CT šajā gadījumā traucē kuņģa zarnu trakts*

*Izmeklējumu atkārtoja pēc 30 minūtēm.*



## ANKETA

### **Cienījamie pacienti!**

Lūdzu, Jūs, aizpildīt šo anketu, kuras dati tiks apkopoti un rezultāts tiks izmantots manā pētniecības darbā „Miokarda perfūzijas scintigrāfija SPECT/CT”, informācija tiks apstrādāta konfidenciāli. Anketas aizpildīšana ir labprātīga, anonimitāti Jūsu atbildēm garantēju.

1. Vai ārsts – nosūtītājs Jūs informēja par MPS izmeklējuma mērķi, atbilstošu sagatavošanos, izmeklējuma gaitu?
  - Jā
  - Nē
2. Vai Jūs šīs zināšanas vērtējāt kā pietiekamas?
  - Jā
  - Nē
3. Vai Jūs ievērojāt dotos norādījumus par sagatavošanos pirms MPS veikšanas ( neēdāt vismaz 6 stundas, nelietojāt noteiktus medikamentus, paņēmat līdzī šokolādi)?
  - Jā
  - Nē
4. Vai Jums radiologa asistents sniedza visu informāciju par izmeklējuma mērķi, izmeklējuma gaitu?
  - Jā
  - Nē

Bakalaura darbs „Miokarda perfūzijas scintigrāfija SPECT/CT” izstrādāts LU Medicīnas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: SandraPavlova

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītāja: Dr.Marika Kalniņa

Recenzents: Dr.Maija Ratniece

Darbs iesniegts LU MF dekanātā

Lietvede: Agnese Oliņa

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

Komisijas sekretāre

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

**BAKALaura DARBS**

RĪGA 2012

