

PERFUZIJSKA SCINTIGRAFIJA MIOKARDA

1. DEFINICIJA

Perfuzijska scintigrafija miokarda je neinvazivni dijagnostički postupak koji se temelji na slikovnom prikazu raspodjele nakupljanja radiofarmaka u miokardu lijeve klijetke.

Primjenjuje se u detekciji koronarne bolesti, nekroze i vijabilnosti miokarda te procjeni rizika bolesnika od koronarne bolesti.

2. RADIOFARMACI I NJIHOVA BIODISTRIBUCIJA

Najčešći korišteni radiofarmaci za perfuzijsku scintigrafiju miokarda su Tl-201 klorid i Tc-99m obilježeni jednovalentni kationski kompleksi: sestamibi i tetrofosmin.

Pozitronska emisijska tomografija kod perfuzije miokarda koristi N-13-amonij i Rubidij-82. Radiofarmaci se nakon i.v. aplikacije raspodjeljuju po cijelom organizmu sukladno protoku krvi. U miocitima je njihovo nakupljanje proporcionalno protoku kroz koronarne arterije, a miokard obično pokupi oko 2,5% primjenjenog radiofarmaka. Za vrijeme ergometrijskoga opterećenja protok krvi kroz koronarne arterije se znatno povećava pa miokard nakupi i do 5% primjenjenog radiofarmaka. Dva ključna čimbenika za nakupljanje radiofarmaka u miokardu su količina koronarnoga protoka i integritet miocita. Tl-201 je analog kalija (slične fiziološke karakteristike), stoga njegova distribucija nakon i.v. aplikacije osim koncentracijskog gradijenta ovisi i o enzimu Na-K ATP-azi. Zbog značajnog elektrokemijskog gradijenta Tc-99m-sestamibi ili Tc-99m-tetrofosmin difundiraju kroz membranu miocita i u stanici se vežu na membranu mitohondrija. Kod zdravih koronarnih arterija miokard ravnomjerno nakuplja radiofarmak. Segmenti miokarda opskrbljeni stenoziranom ili okludiranom koronarnom arterijom pokazuju smanjeno nakupljanje radiofarmaka. Ova razlika se značajno povećava tijekom testa opterećenja. Ako nije moguće

provesti opterećenje na biciklometru ili pokretnom tepihu primjenjuje se farmakološko opterećenje pomoću simpatomimetika dobutamina ili vazodilatatora dipiridamola i adenzina.

Tl-201 je najčešće primjenjivani radiofarmak za perfuzijsku scintigrafiju miokarda. Proizvodi se u ciklotronu, emitira meko-x zračenje energije 69-83 KeV-a i gama zrake energije 135 i 167 KeV-a. Fizikalno vrijeme poluraspada mu je 73 sata. Kinetika talija se dijeli u dvije faze: distribuciju i redistribuciju. Neposredno nakon i.v. aplikacije talij se distribuira u miokardu proporcionalno regionalnom protoku krvi kroz miokard i praćen je brzim izlaskom talija iz cirkulacije. Osim u miokardu talij se nakuplja i u drugim organima, prvenstveno u bubrezima, jetri, gastrointestinalnom traktu i skeletnoj muskulaturi. Nakon početne distribucije (traje oko 40 minuta nakon primjene talija) slijedi faza redistribucije u kojoj dolazi do djelomične eliminacije talija iz miokarda i drugih tkiva i vraćanje talija u cirkulaciju koju nakon i.v. aplikacije brzo napušta. Fenomenom redistribucije talij se ponovo nakuplja u tkivima pa se 3-4 sata nakon primjene uspostavlja ravnoteža talija u cirkulaciji i u tkivima. Stoga je potrebno samo jedno injiciranje talija u opterećenju da bi se dobio prikaz miokarda u opterećenju i u mirovanju. Nakupljanje talija u redistribuciji ovisi o masi vijabilnih miocita, a ispiranje talija iz ishemičkog miokarda je usporeno. Ako je distribucija radiofarmaka na snimkama učinjenim nakon opterećenja i na snimkama učinjenim u redistribuciji jednakomjerna nalaz je uredan. Ako se defekt aktivnosti vidljiv na scintigramima nakon opterećenja popuni aktivnošću na snimkama u mirovanju nalaz upućuje na reverzibilni defekt ili na ishemiju induciranu opterećenjem. Defekt u nakupljanju radiofarmaka vidljiv u opterećenju i nakon mirovanja naziva se ireverzibilnim defektom i upućuje na fibrozu miokarda nakon preboljelog infarkta i uzrokovana je odsutnošću vijabilnih miocita.

Rani scintigram	Kasni scintigram	Interpretacija nalaza
uredan	uredan	uredan nalaz
ispad perfuzije	uredan	ishemija
ispad perfuzije	ispad perfuzije	ožiljak
ispad perfuzije	nepotpuna redistribucija	ishemija u ožiljku

Tablica 1: Interpretacija scintigrama miokarda učinjena pomoću Tl-201

Također se može vidjeti i ishemija u ožiljku ako nije došlo do potpune fibroze u infarciranom dijelu miokarda.

Zbog nepovoljnih fizikalnih karakteristika talija, niske energije fotona, relativno dugoga vremena poluraspada i zbog toga veće doze ozračenja bolesnika, uloženi su veliki napori da bi se dobili radiofarmaci obilježeni pomoću tehnećija. Osamdesetih godina prošloga stoljeća uvedeni su tehnećijom obilježeni monokationski kompleksi. Tc-99m-sestamibi i tetrofosmin su pogodni radiofarmaci za emisijsku kompjuteriziranu tomografiju (ECT) miokarda. Zbog povoljnih fizikalnih karakteristika tehnećija mogu se dati veće doze radiofarmaka uz relativno malo ozračenje bolesnika. Tehnećijem obilježeni radiofarmaci čine pozitivno nabijene lipofilne komplekse i nakupljaju se u miokardu proporcionalno protoku krvi. Ovi radiofarmaci nemaju fenomen redistribucije stoga su potrebne dvije aplikacije radiofarmaka, jedna u opterećenju, druga u mirovanju. Uz dvije odvojene aplikacije mogu se razlikovati ishemična područja miokarda od fibroze. Zbog bilijarne ekskrecije vidi se veliko nakupljanje radiofarmaka u jetra i stoga nisu povoljni za ispitivanje perfuzije miokarda planarnim scintigramima, ali su povoljni za tomoscintigrafiju srca (SPECT). Zbog povoljnih fizikalnih karakteristika tehnećija možemo injicirati veće doze i snimiti prvi prolaz radiofarmaka kroz srčane šupljine i dobiti radioangiokardiogram, istisnu frakciju i podatke o regionalnoj kontraktilnosti klijetki.

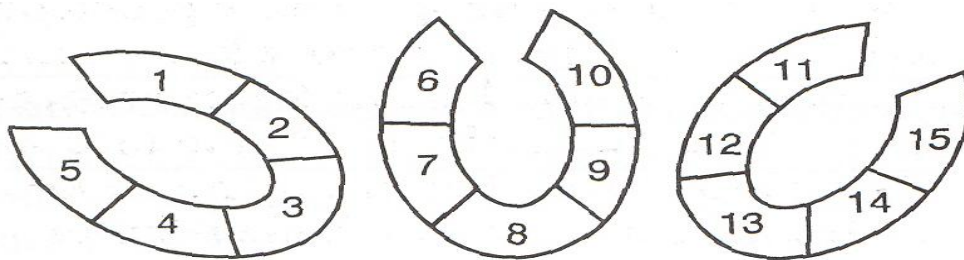
3. METODA RADA

Prikaz nakupljanja radiofarmaka u miokardu dobije se planarnom scintigrafijom ili jednofotonskom emisijskom kompjuteriziranom tomografijom (SPECT).

PERFUZIJSKA PLANARNA SCINTIGRAFIJA

Planarna scintigrafija miokarda se izvodi u više projekcija pomoću kompjuterizirane gama kamere. Nakon učinjene kardiološke obrade te postavljene indikacije za perfuzijsku scintigrafiju miokarda bolesnik se podvrgne testu opterećenja na biciklergometru ili pokretnom tepihu uz postepeno povećanje opterećenja do postizanja maksimalnoga opterećenja za dob bolesnika ili do pojave promjena u EKG-u i simptoma koronarne bolesti. Ukoliko nije moguće provesti ergometrijsko testiranje provodi se farmakološko opterećenje pomoću dipiridamola, adenzina ili dobutamina. U maksimalnom naporu, minutu prije završetka testa, injicira se kroz prethodno uvedenu kanilu 2 mCi (74 MBq) Tl-201 klorida, a zatim bolus fiziološke otopine. Prekida se test opterećenja i započinje snimanje nakon 10 minuta od injiciranja radiofarmaka u tri standardne projekcije: lijeva prednje polukosa od 45°

(LAO), prednja (ANT) i lijeva bočna od 70° (LL). Ako se radiofarmak injicira u mirovanju snimanje započinje nakon 15-20 minuta. Snima se gama kamerom, obično velikoga vidnog polja. Snimanje jedne projekcije je od 6 do 10 minuta. Podaci se pohranjuju u elektroničko računalo radi kvantitativne analize i procjene bolesti. Ako se pretraga izvodi pomoću Tl-201 rade se snimke u redistribuciji nakon 3 do 5 sati pod istim uvjetima kao snimke nakon opterećenja. Ako se pretraga izvodi pomoću Tc-99m-sestamibi ili tetrofosmina snimanje započinje 15 min nakon injiciranja radiofarmaka u opterećenju, a 60 min od injiciranja u mirovanju. Injicira se od 10-25 mCi (370-925 MBq) pod istim uvjetima kao kod Tl-201. Radiofarmaci obilježeni pomoću tehnecija nemaju redistribuciju i stoga se pretraga izvodi pomoću dvije odvojene aplikacije radiofarmaka, jedna u opterećenju, druga u mirovanju. Reinjiciranje može biti nakon 4 ili 24 sata (jednodnevni ili dvodnevni protokol). Snimanje, analiza i interpretacija nalaza je kao kod scintigrafije pomoću Tl-201.



Slika 1. Segmentalna podjela miokarda na planarnim scintigramima

Segmenti 1 i 2 su anterolateralna, 6 i 7 septalna, 11 i 12 anteriorna, 4 i 5 inferiorna, 14 i 15 inferoposteriorna, 9 i 10 posterolateralna, 3, 8 i 13 apikalna stjenka lijeve klijetke. Segmenti 1, 2, 6, 7, 11 i 12 su opskrbeno područje prednje silazne grane lijeve koronarne arterije (LAD). Segmenti 4, 5, 14 i 15 su opskrbeno područje desne koronarne arterije (RCA). Segmenti 9 i 10 su opskrbeno područje cirkumfleksne grane lijeve koronarne arterije (Lcx). Apeks mogu opskrbljivati sve tri krvne žile, a stražnju stjenku RCA ili Lcx.

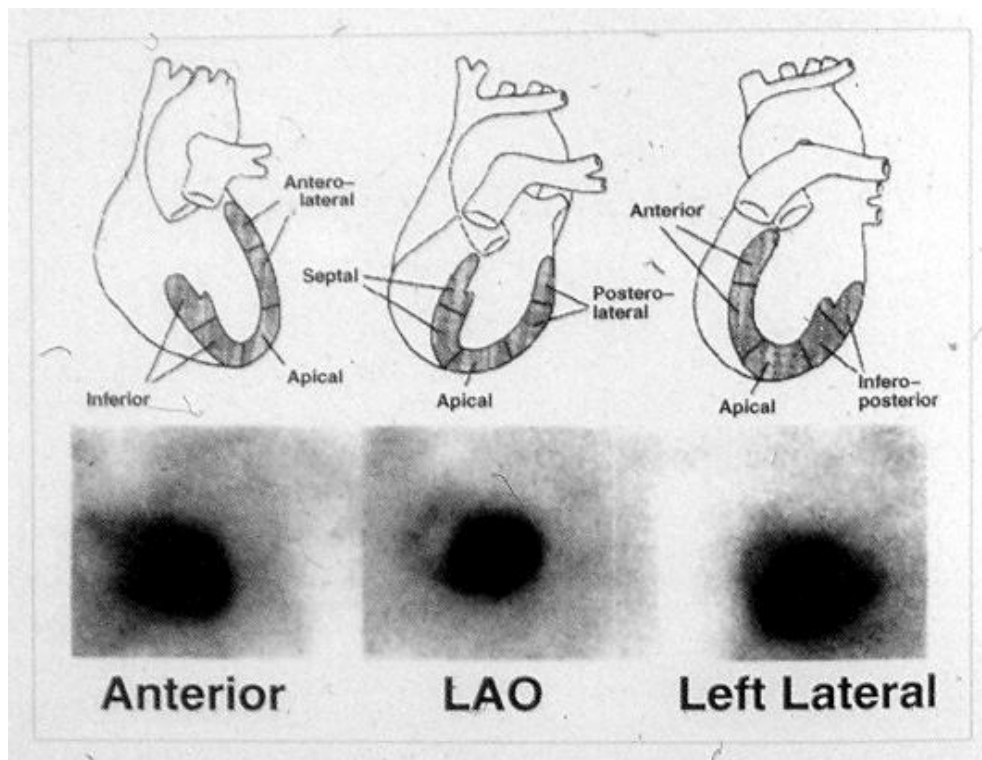
PERFUZIJSKA JEDNOFOTONSKA EMISIJSKA KOMPJUTERIZIRANA TOMOGRAFIJA MIOKARDA POMOĆU Tl-201

Pretraga se izvodi pomoću gama kamere s jednom, dvije ili tri glave povezane s elektroničkim računalom. Bolesnik leži na leđima u osi središta rotacije gama kamere koja rotira oko bolesnika i prati konturu tijela sa srcem smještenim unutar vidnoga polja. Obično se snima

puni krug od 360°, a projekcije se snimaju u razmaku od 3°. Snimke u opterećenju i mirovanju traju oko 20 minuta. Test opterećenja i aplikacija Tl-201 je ista kao kod planarne scintigrafije uz nešto veću dozu talija.

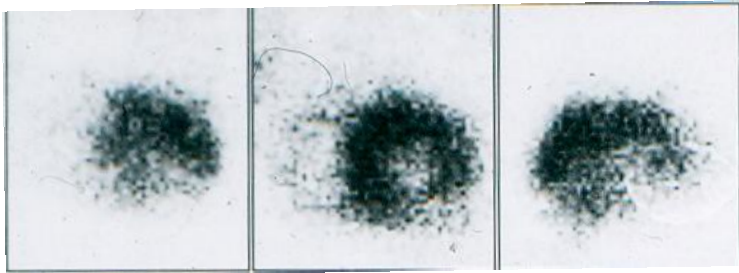
PERFUZIJSKA JEDNOFOTONSKA EMISIJSKA KOMPJUTERIZIRANA TOMOGRAFIJA MIOKARDA POMOĆU Tc-99m OBILJEŽENIM RADIOFARMACIMA

SPECT treba koristiti kada je to god moguće, a kao standard bi se trebala provoditi spregnuta jednofotonska emisijska tomografija (G-SPECT). Naime GATED-SPECT perfuzijskom scintigrafijom miokarda uz sliku perfuzije možemo dobiti i istisnu ejectivesku frakciju (EF) te procijeniti regionalnu i globalnu pokretljivost stijenke. Pretraga se izvodi isto kao pomoću Tl-201. Razlika se sastoji u dvije odvojene aplikacije radiofarmaka, uz snimanje u opterećenju i mirovanju. Ovisno o tome da li se pretraga izvodi u jednom ili u dva dana postoje tzv. jednodnevni ili dvodnevni protokoli. Kod jednodnevnog protokola injicira se 8 mCi (296MBq) Tc-99m-sestamibi u opterećenju te 24 mCi (888MBq) nakon 3 sata u mirovanju. Kod dvodnevnog protokola obično se injicira 8 mCi (296MBq) tehnecija za svaku pretragu.

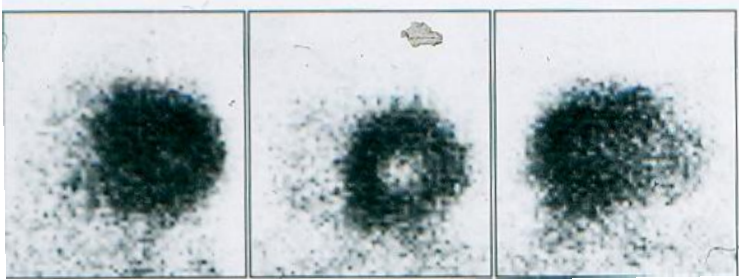


Slika 2. Slikovni prikaz segmentalne podjele miokarda uz planarne scintigrame

INTERPRETACIJA SCINTIGRAMA

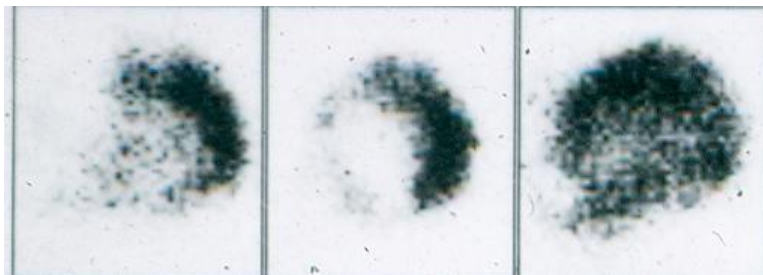


Rani scintigrami

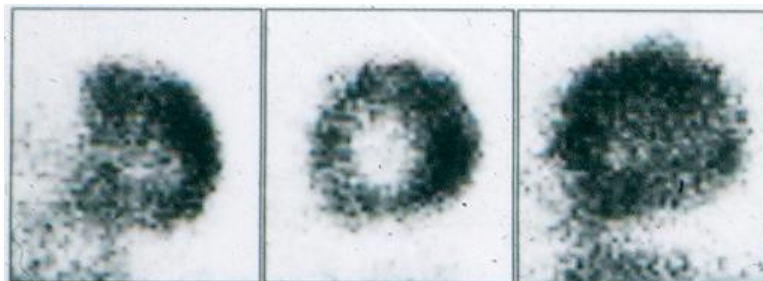


Kasni scintigrami

*Slika 3. Planarna scintigrafija miokarda učinjena pomoću Tl-201.
Reverzibilni defekt inferiorne i posteriorne stjenke.*



Rani scintigrami



Kasni scintigrami

*Slika 4. Planarna scintigrafija miokarda učinjena pomoću Tl-201.
Reverzibilni defekt inferiorne stjenke i interventrikularnog septuma.*

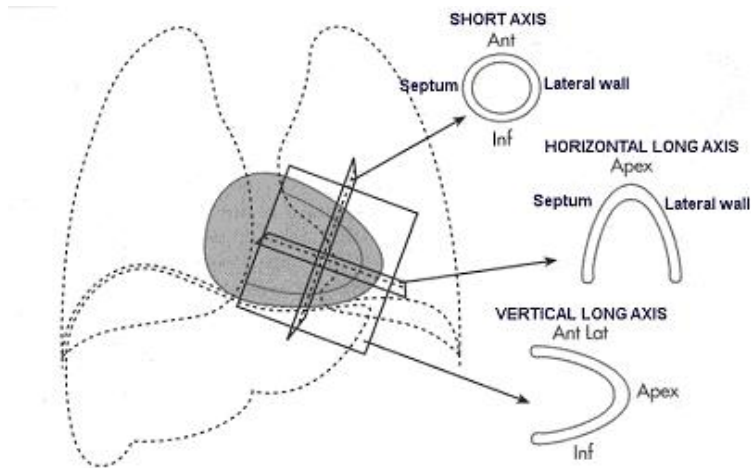
Uredan nalaz planarnog scintigrama miokarda lijeve klijetke se prikazuje koso položenim slovom U. Otvoreni dio slova U predstavlja ravninu zalistaka, vršak predstavlja apeks, a središnji dio šupljinu lijeve klijetke. Ravnomjerno nakupljanje aktivnosti predstavlja uredan nalaz perfuzije miokarda lijeve klijetke, uz moguće smanjeno nakupljanje radiofarmaka u području apeksa. Desna klijetka se prikazuje samo na ranim snimkama, a najbolje se vizualizira u lijevoj polukosoj projekciji (LAO 45°). Smanjeno nakupljanje radiofarmaka se vidi u području inferiorne stijenke u lateralnoj projekciji (LL 70°) zbog dijafragme ili debele lateralne torakalne stijenke u pretilih osoba. Dojke u žena uzrokuju smanjeno nakupljanje radiofarmaka u području anteriorne stijenke i rjeđe u području anterolateralne stijenke u anteriornoj projekciji. Aktivnost dominira u miokardu lijeve klijetke, a nazire se u plućima, subdijafragmalno u jetra, crijevima, ponekad u aksili, štitnjači i slinovnicama. Zbog analize miokard se podijeli u 5 ili više segmenata što omogućuje procjenu poremećaja u protoku krvi kroz pojedinu koronarnu arteriju.

Analizom se utvrđuje lokalizacija, opseg i narav ispada perfuzije.

Važno je utvrditi da li se radi o urednom nalazu ili o reverzibilnom ili ireverzibilnom ispadu perfuzije. Bitno je procijeniti debljinu miokarda i veličinu lijeve klijetke te intezitet nakupljanja aktivnosti u plućima i desnoj klijetki. Pojačano nakupljanje radiofarmaka se vidi kod hipertrofije desne klijetke, a u plućima kod povišenoga teledijstoličkog tlaka lijeve klijetke. Temeljem kvalitativne analize (tj. vizualnog dojma) te kvantitavnih podataka dobivenim kompjuterskim programima zasnovanih na analizi pojedinih segmenata pomoću cirkumferentnih profila, omogućeno je izračunavanje eliminacije radiofarmaka iz miokarda (*wash-out*) što pridonosi objektivnom i reproducibilnom ocjenjivanju razlika u nakupljanju radiofarmaka u pojedinim segmentima i projekcijama kod ranih i kasnih scintigrama.

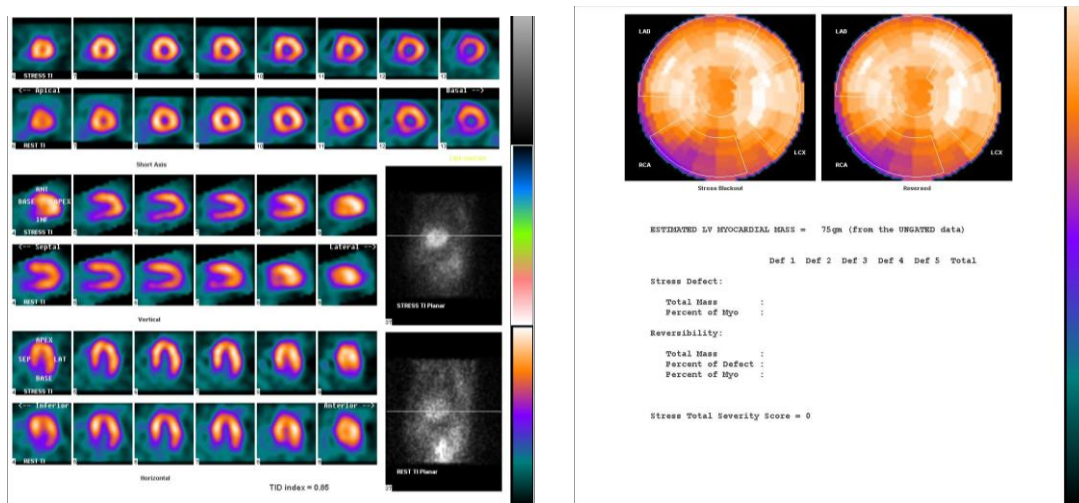
PERFUZIJSKA JEDONOFOTONSKA KOMPJUTERIZIRANA TOMOGRAFIJA MIOKARDA

Razvoj gama kamera, računalne tehnologije i uvođenje u kliničku praksu perfuzijskih radiofarmaka obilježenim pomoću Tc-99m omogućeno je snimanje jednofotonske emisijske tomografije. Ona omogućuje presjek kroz miokard u tri ravnine: dvjema paralelnim i jednoj okomitom na dugu os lijeve klijetke.



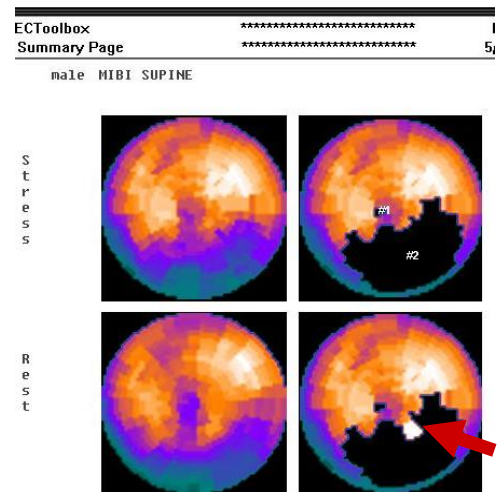
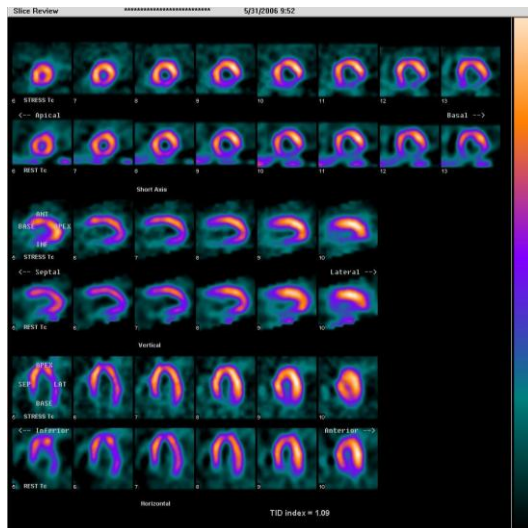
Slika 5. Shematski prikaz miokarda u tri ravnine

Miokard ima izgled slova U na horizontalnim i vertikalnim dugim presjecima, dok presjeci kroz ravninu kratke osi koji su okomiti na dugu os daju izgled miokarda u obliku prstena. Debljina miokarda na presjecima iznosi nekoliko milimetara i tako je isključena superpozicija tkiva pojedinih stijenki miokarda što se vidi kod planarnih scintigrama. Stiče se uvid u položaj i intezitet nakupljanja radiofarmaka u susjednim organima, jetra i probavnom traktu. Omogućena je procjena kvalitete izvedbe pretrage, moguće micanje bolesnika za vrijeme studije, te uvid u debljinu i položaj mekih tkiva i dojki u žena. Stoga tomografija otkriva manje ispade perfuzije, daje precizniju lokalizaciju i točniju procjenu veličine ispada perfuzije. Bolja i ujednačenija senzitivnost u otkrivanju ispada perfuzije kod sve tri koronarne žile pridonosi boljoj detekciji višezilne koronarne bolesti.

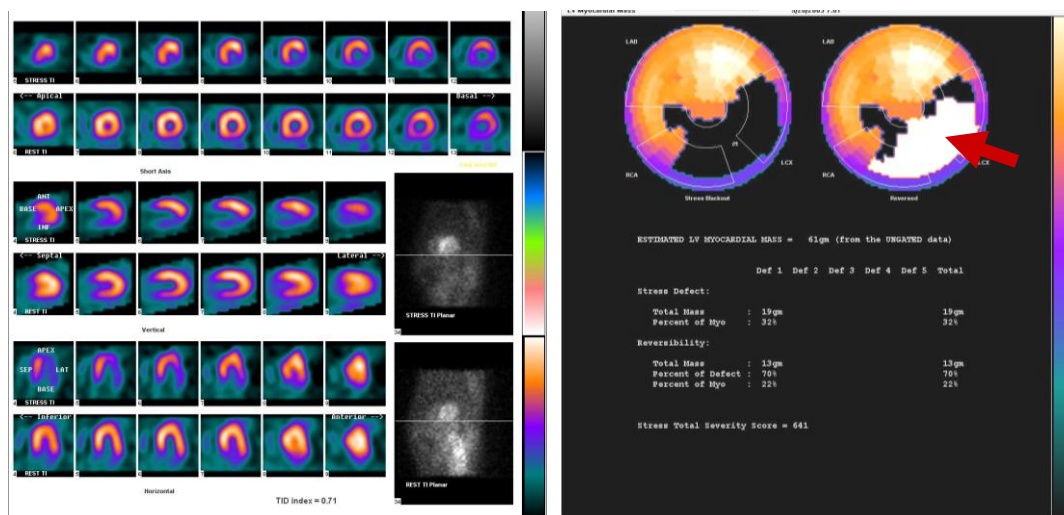


Slika 6. SPECT perfuzijska scintigrafija miokarda učinjena pomoću Tl-201.

Uredan nalaz.



Slika 7. SPECT perfuzijska scintigrafija miokarda učinjena pomoću Tl-201.
Ireverzibilni defekt.



Slika 8. SPECT perfuzijska scintigrafija miokarda učinjena pomoću Tl-201.
Reverzibilni defekt.

4. PRIMJENA

Glavna primjena perfuzijske scintigrafije miokarda je u koronarnoj bolesti.

5. DIJAGNOSTIKA

DIJAGNOSTIKA KORONARNE BOLESTI

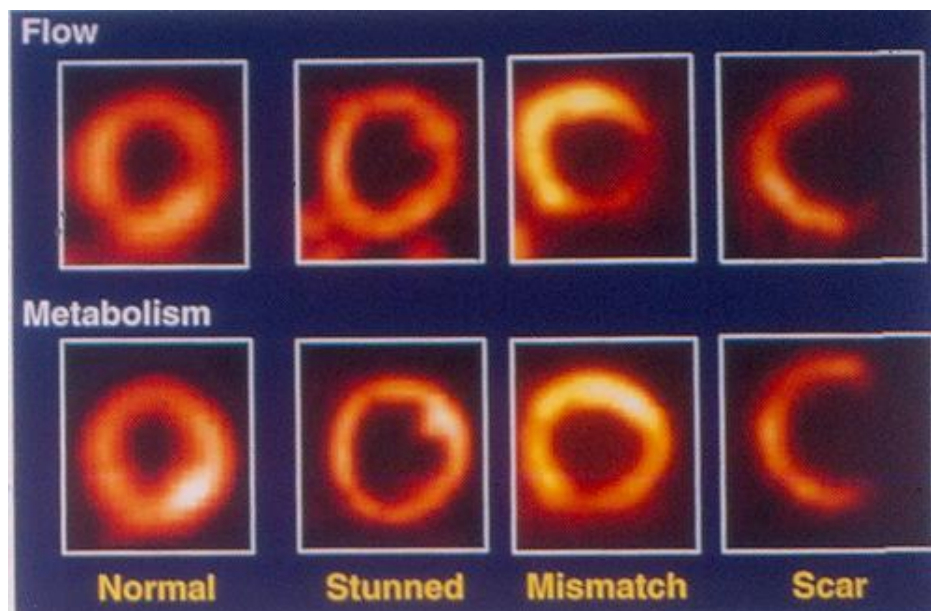
Ergometrija je osnovni test za otkrivanje koronarne bolesti, ali postoje stanja kada test ne može dati jasan odgovor da li se radi o koronarnoj bolesti pa se primjenjuje perfuzijska scintigrafija miokarda. Ona ima najveću kliničku vrijednost za bolesnike s prevalencijom bolesti između 40% i 70%. Indicirana je u bolesnika s atipičnim bolovima u prekordiju, asimptomatičnih bolesnika s rizičnim čimbenicima, asimptomatskim bolesnicima s pozitivnom ergometrijom, simptomatskim bolesnicima s negativnom ergometrijom. Važno mjesto ima u dijagnostici koronarne bolesti kod bloka lijeve grane (LBBB), smetnji provođenja i hipertrofiji klijetki. U stanjima kada nije moguće adekvatno provesti test opterećenja (bolesti lokomotornog sustava, periferna vaskularna bolest, kronična opstruktivna bolest pluća, elektrostimulacija, preekscitacija i dr.) primjenjuje se farmakološko opterećenje. Prosječna senzitivnost perfuzijske scintigrafije miokarda iznosi oko 90%, specifičnost oko 80% u usporedbi s koronarografijom kao *zlatnim standardom*. Više čimbenika može utjecati na dijagnostičku vrijednost perfuzijske scintigrafije miokarda: neadekvatno opterećenje bolesnika, jednožilna bolest, stenoza manja od 75% lumena, prisutnost zadovoljavajuće kolateralizacije stenoze ili okluzije, terapija betablokatorima i nitritima produženog djelovanja, konstitucija bolesnika te pogreške u tehnologiji i protokolu snimanja. Ima važno mjesto u odabiru bolesnika koji će biti upućeni na koronarografiju.

DIJAGNOSTIKA VEĆ POZNATE KORONARNE BOLESTI

Perfuzijska scintigrafija miokarda ima bitno mjesto prije revaskularizacije miokarda zbog procjene opsega ishemije, razlikovanja ishemije od ožiljka, te omogućavanja procjene funkcijske značajnosti stenoze koronarne arterije utvrđene koronarografijom. To je važno jer se koronarografijom vide morfološke promjene na krvnim žilama, a scintigrafija daje uvid u perfundiranost tkiva miokarda. Kod višežilne bolesti utvrđuje se težina pojedine lezije. Perfuzijska scintigrafija miokarda se rabi u praćenju bolesnika nakon aortokoronarnog premoštenja ili ugradnje stenta. Indicirana je u svih bolesnika s recidivima simptoma angine pectoris. Rijetko se primjenjuje u dijagnostici dvojbjenih slučajeva akutnoga infarkta miokarda i procjeni učinka trombolitičke terapije kod infarkta miokarda.

VIJABILNOST MIOKARDA

U bolesnika s kroničnom koronarnom bolešću i poremećajima kontraktiliteta miokarda lijeve klijetke potrebno je utvrditi da li određeni akinetični ili diskinetični segment predstavlja ožiljak ili vijabilno tkivo s mogućim poboljšanjem kontraktiliteta nakon revaskularizacije. Ponovnom revaskularizacijom vijabilnih segmenata miokarda nastupa poboljšanje kliničke slike i dolazi do porasta globalne istisne frakcije. Scintigrafija miokarda pomoću Tl-201 nakon injiciranja u mirovanju mogla bi biti metoda izbora u dijagnostici vijabilnog miokarda i dobro korelira s pozitronskom emisijskom tomografijom kao *zlatnim standardom* u procjeni vijabilnosti miokarda.



Slika 9. Usporedba perfuzije miokarda učinjene pomoću Tl-201 i metabolizma miokarda učinjenog pomoću ^{18}F -FDG.

PROGNOZA KORONARNE BOLESTI

Pomoću perfuzijske scintigrafije miokarda se može predvidjeti ishod koronarne bolesti. Bolesnici s urednom perfuzijskom scintigrafijom imaju manje od 1% godišnji rizik

koronarnog incidenta. Rizik od infarkta miokarda u bolesnika s umjereno poremećenom perfuzijom miokarda iznosi oko 2,7%, uz stopu smrtnosti od 0,8%. Ovi se bolesnici smatraju pogodnim za medikamentoznu terapiju uz prevenciju i liječenje čimbenika rizika koronarne bolesti. Veličina fiksnoa defekta (*SRS-summed rest score*) korelira sa srčanom smrću, a stupanj reverzibilnosti (*SDS-summed difference score*) upućuje na pojačani rizik od infarkta miokarda. U skupinu visokorizičnih bolesnika za infarkt miokarda i naglu smrt spadaju bolesnici koji imaju višestruke ispade perfuzije. Također opsežniji i teži ispadi perfuzije, pojačano nakupljanje aktivnosti u plućima te tranzitorna ishemična dilatacija i disfunkcija lijeve klijetke na perfuzijskom GATED-SPECTU predstavljaju vrlo visok rizik za nepovoljan ishod koronarne bolesti. Bolesnici podvrgnuti revaskularizaciji s tri i više reverzibilnih defekata imaju bolju prognozu od onih na medikamentoznoj terapiji. Postojanje reverzibilnih defekata predstavlja povišen rizik u bolesnika koji su podvrgnuti elektivnom kirurškom zahvatu izvan koronarnog sustava.

PRAKTIČNE NAPOMENE

Svakako, bolesniku prije upućivanja na perfuzijsku scintigrafiju miokarda pomoću Tl-201 valja dati upute. Ukoliko je moguće prekinuti uzimanje betablokatora 2 do 3 dana prije snimanja, a antagonistu kalcija i nitrate produženoga djelovanja jedan dan prije pretrage. Dva sata prije snimanja može se uzeti lagani obrok. Ne smije se jesti između ranih i kasnih scintigrama. Kod snimanja pomoću Tc-99m obilježenih radiofarmaka obrok se ne smije uzeti unutar 4 sata do početka pretrage, a zbog pospješivanja bilijarne ekskrecije može se uzeti manji masni obrok prije početka snimanja.

RADIONUKLIDNA FLEBOGRAFIJA

1. DEFINICIJA

Radionuklidna flebografija je dijagnostički postupak kojim se vizualizira prohodnost dubokog i površnog venskog sustava. Nakon injiciranja radiofarmaka u vene udova, obično nogu, scintigrafski se prati njegov put i procjenjuje suženje ili začepljenje vena te dali postoji kolateralni krvotok.

2. RADIOFARMACI I MEHANIZAM NJIHOVE BIODISTRIBUCIJE

Najčešće upotrebljavani radiofarmaci za radionuklidnu flebografiu su Tc-99m-makroagregat albumin (MAA) ili Tc-99m-humani serumski albumin (HSA). Nakon aplikacije biodistribucija radiofarmaka odgovara tijeku krvi u venama. Ako se pretraga izvodi pomoću makroagregata moguće je nakon radionuklidne flebografije učiniti i perfuzijsku scintigrafiju pluća bez dodatnog injiciranja radiofarmaka, što je važno kod venske tromboze.

3. METODA RADA

Kod scintigrafije nožnih vena radiofarmak se injicira na dorzumu stopala. I.v.se aplicira 3 do 7 mCi Tc-99m-MAA ili Tc-99m-HSA (111-259 MBq). Kod scintigrafije gornjih udova doza može biti nešto manja. Radionuklidna flebografija se izvodi pomoću gama- kamere priključene na računalo. Obično se izvodi kao dinamička scintigrafija zdjelice i donjih udova. U anteriornoj projekciji se učini snimka potkoljениčnih vena, zatim natkoljениčnih vena i vena zdjelice. Snimka po projekciji traje 60 sekunda i izvodi se neposredno jedna za drugom. Obradom na računalu kvantificira se brzina prolaska radiofarmaka određenim područjem. Da bi se pretraga uspješno izvela potrebna je kompresija površnih vena potkoljenice i lako pomičan stol zbog sekvencijskog scintigrafskog snimanja.

Površne vene se komprimiraju pomoću supramaleolarne tlačne poveske nakon injiciranja radiofarmaka u distalni dio dorzalnih vena stopala i tako dolazi do prikaza dubokih vena i eventualno insuficijentnih performantnih vena. Normalan fleboscintigram pokazuje kontinuirani prolaz radiofarmaka kroz duboke vene noge i zdjelice. Nakon prestanka kompresije dolazi do prikaza površnih vena i safenofemoralnog ušća. Ako je došlo do izostanka prikaza odgovarajućih vena ili segmenata vene nalaz se smatra patološkim. Isto tako retrogradno punjenje perforantnih vena i prikaz kolateralnog venskog protoka upućuje na patološki nalaz. Pojačano cirkumskriptno nakupljanje radiofarmaka u tijeku vena (tzv. vruće točke -*hot spots*) mogu biti zbog oštećenja endotela krvne žile, varikoziteta vena, te zastoja u području venskog zaliska, pogotovo površinskog venskog sustava potkoljenica.

4. PRIMJENA

Indikacije za radionuklidnu flebografiu su:

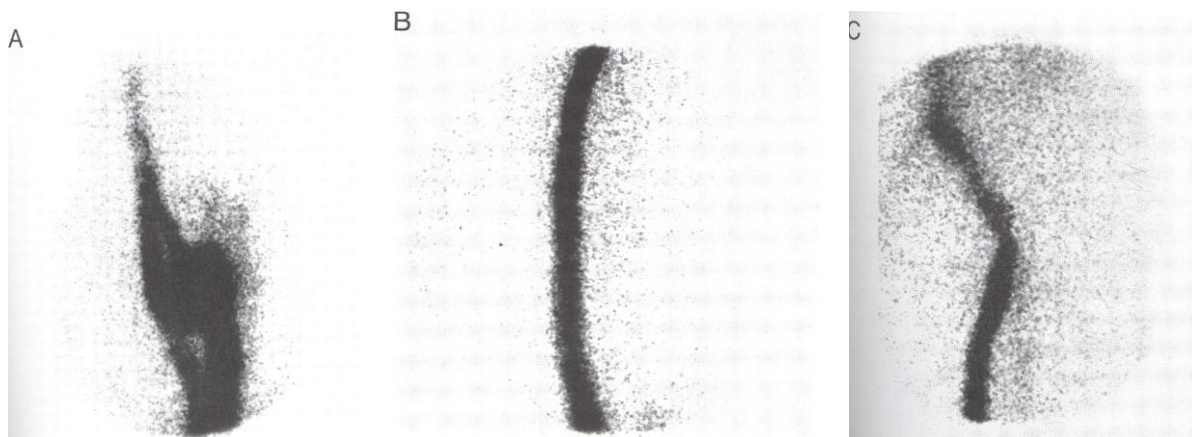
-duboka flebotromboza donjih i gornjih udova i ramenog obruča, posebno u nejasnim stanjima,

- praćenje i ocjena učinka medikamentoznog ili kirurškog liječenja nakon tromboze dubokih vena udova i zdjelice,
- kod plućne embolije uzrokovane trombozom nepoznate lokalizacije,
- za ocjenu prohodnosti venskih filtra (kava-filtar),
- ako nije moguća rendgenska flebografija (preosjetljivost na kontrastna sredstva, hipertireoza i dr.),
- u diferencijalnoj dijagnozi edema nogu,
- u diferencijalnoj dijagnozi ruptur mišića i flebotromboze.

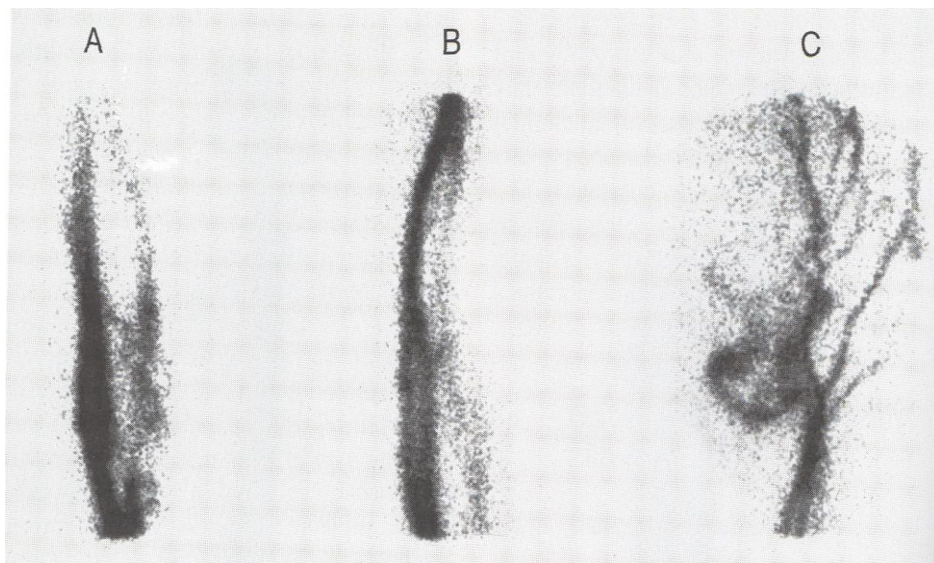
Iako rendgenska kontrastna flebografija daje jasnije morfološke slike venskog sustava treba biti oprezan pri izvođenju pretrage zbog moguće preosjetljivosti, alergijskih reakcija tkiva i mogućnosti izazivanja tromboflebitisa.

5. PRAKTIČNE NAPOMENE

Radionuklidna flebografija je neinvazivna pretraga, a ne uzrokuje ni alergijsku reakciju, niti tromboflebitis kao eventualne moguće komplikacije.



Slika 10. Tromboza dubokih vena lijeve potkoljenice



*Slika 11. Tromboza lijeve ilijačne vene.
Prisutna kolateralna venska cirkulacija zdjelice.*

OSTALA ISPITIVANJA KRVNIH ŽILA

SCINTIGRAFIJA TROMBA

Scintigrafski prikaz venskog i arterijskog tromba obuhvaća niz neinvazivnih nuklearnomedicinskih postupaka zbog specifičnog prikaza tromba u arterijskom i venskom sustavu.

Nakupljanje radiofarmaka u trombu se odvija različitim procesima. Stoga se za scintigrafiju tromba tijekom izgradnje koriste radioaktivno obilježeni heparin, fibrinogen i obilježeni trombociti, dok se plazmin, plazminogen i streptokinaza nakupljaju u trombu tijekom trombolize pa se koriste prilikom snimanja svježih i starih tromba. Za scintigrafiju tromba vena koristi se J-123 ili Tc-99m-fibrinogen, a za prikaz arterijskih tromba, uz mogući prikaz i šupljine srca In-111-obilježeni trombociti.

PERIFERNA ANGIOSCINTIGRAFIJA

Periferna angioscintigrafija je dijagnostički postupak kojim se prati prohodnost velikih arterija zdjelice, gornjih ili donjih ekstremiteta nakon intravenske aplikacije radiofarmaka.

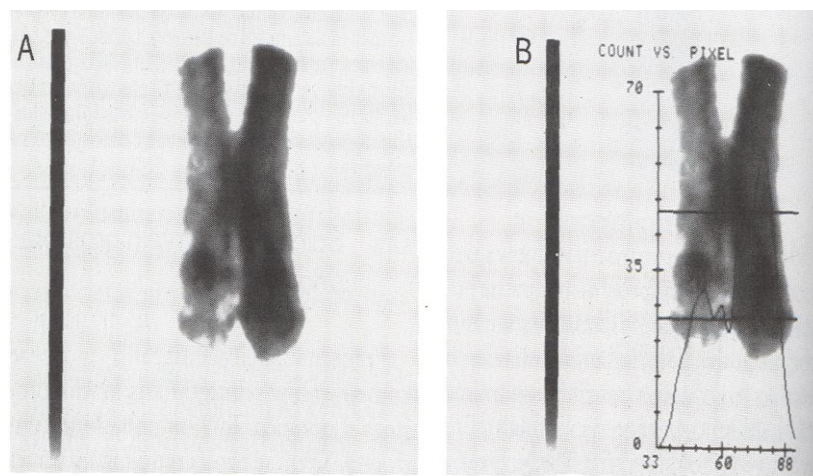
Snimanjem pomoću gama-kamere koja je povezana s računalom prati se prvi prolaz radiofarmaka kroz ispitivano područje. Pretraga se obavlja u ležećem položaju bolesnika kao dinamička scintigrafija, a traje najviše 60 sekundi. Kompjuterskom obradom regija interesa dobiju se krivulje kojima se prikaže protok krvi kroz arterije. Za snimanje se intravenski aplicira 12-20 mCi (444-740 MBq) Tc-99m-pertehtetata ili Tc-99m-DTPA uz prethodnu blokadu štitnjače pomoću perklorata (Irenat kapi). Zbog zadržavanja u intravaskularnim prostorima za odgođena i višestruka snimanja različitih regija koristi se Tc-99m-obilježeni eritrociti.

SCINTIGRAFIJA KRVNIH PROSTORA UDOVA

Periferna angioscintigrafija se često kombinira sa scintigrafijom krvnih prostora pomoću Tc-99m-obilježenih eritrocita. Zbog zadržavanja Tc-99m-obilježenih eritrocita u intravaskularnim prostorima moguće je učiniti i statičke snimke krvnih prostora. Mjerenjem broja impulsa u pojedinim regijama interesa može se procijeniti količina krvi u pojedinom području. To pridonosi boljoj procjeni perfundiranosti šaka ili stopala u normalnim uvjetima, tijekom pothlađivanja šaka ili prilikom provocirane reaktivne hiperemije.

Indikacije za scintigrafiju krvnih prostora udova s Tc-99m-obilježenim eritrocitima su:

- sumnja na akutnu tromboemboliju arterija zdjelice i nogu,
- ocjena prohodnosti arterija nakon kirurške ili medikamentozne trombolize,
- ocjena perfuzije stopala i prstiju stopala kod arterijskih obliterirajućih bolesti,
- ispitivanje perfuzije šaka u normalnim uvjetima i tijekom pothlađivanja pri sumnji na Raynaudov sindrom ili bolest.



Slika 12. M. Bürger.

LITERATURA:

1. Dodig D, Franceschi D, Ivančević D, Kusić Z, Samardžija M, Staničić A, Težak S, Žigman M. Ispitivanja srca, pluća i krvnih žila. U: Ivančević D, Dodig D, Kusić Z, ur. Klinička nuklearna medicina. Zagreb: Medicinska naklada, 1999:75-98.
2. Težak S, Banfić Lj, Bračić I, Dodig D, Jurašinović Ž. Perfuzijska scintigrafija miokarda. U: Težak S, Ivančević D, Dodig D, Čikeš I, ur. Nuklearna kardiologija i pulmologija. Zagreb: Medicinska naklada, 2005:3-56.
3. Mirić D, Giunio L, Vuković I i sur. U: Koronarna bolest. Split: Slobodna Dalmacija d.d., 2006:177-187.
4. Harvey A. Ziessman, Janis P. O'Malley, James H. Thrall. Nuclear Medicine -The Requisites in Radiology, 3rd Edition, USA: Elsevier, 2006:450-507.
5. Fred A. Metter, Milton J. Guiberteau, eds. Essentials of Nuclear Medicine Imaging, 5th Edition, New York: Elsevier, 2006: 101-157.