

1.UVOD

Snimanje ultrazvukom, poznato i pod nazivom „ultrazvučno skeniranje“ ili „sonografija“, uključuje izlaganje dijela tijela zvučnim visokofrekventnim valovima u cilju dobivanja slike unutrašnjosti tijela. Kod pregleda ultrazvukom nema ionizirajućeg zračenja (poput onog koje se koristi u rendgenu), što znači da nisu štetni po ljudski organizam. Snimanje ultrazvukom dešava se u realnom vremenu te shodno tome slike prikazuju stvarno stanje i kretanje organa te tok krvi kroz krvne žile.

Snimanje ultrazvukom je neinvazivna medicinska pretraga koja ljekarima pomaže u dijagnosticiranju i liječenju medicinskih stanja.¹

Doppler ultrazvuk je posebna ultrazvučna tehnika koja omogućava prikaz protoka krvi u krvnoj žili, uključujući velike arterije i vene u tijelu (abdomenu, rukama, nogama, vratu, kao i protok krvi unutar nekih organa)²

Ultrazvučnim pregledom se mogu prikazati krvne žile (arterija i vena) i tako dijagnosticirati suženja (stenoze), zapušnja ili proširenja (aneurizme), moguće je prikazati i izmjeriti kalcifikate. Ultrazvučnom doppler tehnikom moguće je izmjeriti brzinu protoka krvi u arterijama i orijetaciono procentualno izračunati stepen suženja (stenozna). Pregled nam ukazuje status krvnih sudova pacijenta sa povišenim riziko profilom (dijabetičari, pacijenti sa infarktom srca, pacijenti sa povišenim rizikom kardiovaskularnih bolesti u familiji ili sa povećanim mastima u krvi, pušači...) koji se žale na tipične simptome oslabljene cirkulacije (bol u nogama uz opterećenje, otvorene rane na stopalima ili listovima, trnci u nogama, hladne noge). Osim toga, pregled se preporučuje kao kontrola nakon operacija krvnih žila donjih ekstremiteta.³

Pregled venske cirkulacije se preporučuje kod pacijenta sa kliničkim simptomima slabosti vena: teške noge, otečene noge, vidljivo proširenje vena, ili akutnim tegogama tromboze: akutni otok samo jedne noge, crvena i upaljena noga.

¹<http://poliklinika-arcadia.hr/hr/radiologija/11-ultrazvuk/13-snimanje-ultrazvukom?showall=1>

² <http://www.scribd.com/doc/165550821/Skripta-Prema-Vrhovcu-Mihic-600-Str>

³http://www.poliklinika-saric.com/ba/interna_doppler_ekstremiteta.html

Ultrazvučni skeneri sastoje se od konzole u kojoj je smješten kompjuteri elektronika, videozaslona i transducera koji se koristi za pregled tijela i krvnih sudova. Transducer je mali ručni uređaj nalik mikrofONU, pričvršćen za skener uz pomoć kablova. Transducer odašilje zvučne valove visoke frekvencije u tijelo, a zatim osluškuje zvuk koji se odbije od tkiva u organizmu. Radi na principu sličnom sonaru kojim se koriste brodovi i podmornice. Ultrazvučna slika se prikaže na monitoru. ZaslOn je vrlo sličan zaslonu računara ili televizora. Slika nastaje na osnovi amplitude (jačine), frekvencije i vremena potrebnog da se zvučni impuls vrati od pacijenta do transducera te vrste tjelesne strukture kroz koju zvuk putuje. Snimanje ultrazvukom temelji se na istom principu kao sonar kojim se koriste šišmiši, dupini, i ribari na brodovima. Kada zvučni val udari u neki objekt, odbija se, odnosno proizvodi jeku. Mjerenjem tih valova jেকে moguće je odrediti udaljenost objekta te njegovu veličinu, oblik i čvrstoću (je li objekt čvrst, ispunjen tekućinom ili oboje).⁴



Slika 1. Različite vrste ultrazvučnih aparata

⁴<http://poliklinika-arcadia.hr/hr/radiologija/11-ultrazvuk/13-snimanje-ultrazvukom?start=3>

U medicini se ultrazvuk koristi radi otkrivanja promjena u izgledu organa, tkiva i žila ili otkrivanja abnormalnih nakupina, poput tumora. Prilikom pregleda ultrazvukom, transducer ujedno odašilje zvučne valove i snima valove koji se odbijaju. Pritiskom transducera na kožu, on odašilje slabo pulsiranje nečujnih zvučnih valova visoke frekvencije u tijelo. Kako se zvučni valovi odbijaju od unutarnjih organa, tekućina i tkiva, osjetljivi mikrofoni u transduseru snima neznatne promjene u visini i smjeru zvuka. Ti zapisani valovi odmah se mjere i prikazuju na računaru, koje pak stvara sliku tehnikom žive slike na ekranu. Jedan ili više okvira pokretnih slika obično se snimaju kao nepokretne slike.

Doppler ultrazvuk, posebna primjena ultrazvuka, mjeri smjer i brzinu krvnih stanica dok protiču kroz žile. Kretanje krvnih stanica uzrokuje promjenu u visini reflektiranih zvučnih valova (što se naziva Dopplerov efekt). Računar prikuplja i obrađuje zvukove te izrađuje grafove ili slike u boji koje prikazuju protok krvi kroz krvne žile. Dopplerov efekt je promjena promatrane valne dužinevala zbog međusobnog približavanja ili udaljavanja izvora i posmatrača.

Postoje različite vrste Doppler ultrazvuka:

- ❖ **Color Doppler** je metoda koja koristi kompjuter za pretvaranje mjerenja Dopplerom u spektar boja radi vizualizacije brzine i smjera protoka krvi kroz krvnu žilu.
- ❖ **Power Doppler** je senzibilnija tehnika od color Dopplera koja pruža bolji prikaz protoka krvi, naročito je korisna pri minimalnom protoku krvi. Power Doppler ipak ne pomaže radiologu utvrditi smjer protoka krvi, što u nekim situacijama može biti vrlo važno.
- ❖ **Spectral Doppler** daje grafički prikaz protoka krvi u smislu pređenog puta po jedinici vremena.⁵

⁵<http://poliklinika-arcadia.hr/hr/radiologija/11-ultrazvuk/13-snimanje-ultrazvukom?start=3>

Snimanje Doppler ultrazvukom može ljekaru pomoći pri procjeni:

- blokiranja protoka krvi (poput ugrušaka).
- sužavanje žila (što može biti uzrokovano plakom).
- tumore i urođene malformacije.⁶

Dopplerov efekt otkrio je Christian Doppler (1803-1853) 1842. godine na osnovu proučavanja promjene frekvencijesvjetlosti koju emitiraju zvijezde u dvojnog sistema (dvije zvijezde koje se okreću jedna oko druge), ali Dopplerov efekt eksperimentalno je potvrdio C.H.D. Buys Ballot 1845. godine na Utrechtskoj željezničkoj stanici uspoređujući zvuk trubača koji stoje na jednom mjestu i trubača koji se gibaju. Urih (Urich) je 1947. godine prvi izmjerio brzinu prolaska ultrazvučnih talasa kroz tkivo sisara. Sa razvojem vaskularne hirurgije razvija se i UV dijagnostika. Od sredine '80. godina počinje upotreba Kolor Dupleks (Color Duplex) ultrasonografije.⁷

Ultrazvučne metode pregleda krvnih sudova pokazale su se vrlo prihvatljive, jer su bez štetnog zračenja, komforne za bolesnika, neinvazivne i pogodne kao skrining metode. Najpre se 60. godina pojavljuje kontinuirani dopler (Satomura), zatim *Barber* (1974) postavlja principe dupleks doplera, da bi se 1984. pojavio ikolor doppler. Metoda omogućava fascinantnu simultanu informaciju o morfološkim promenama u zidu krvnog suda, kao i simultanu informaciju o hemodinamskim zbivanjima.⁸

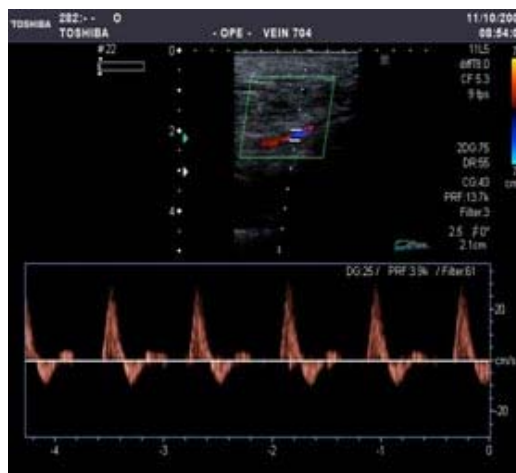
⁶Vasić D. Neinvazivno funkcionalno ispitivanje perifernih krvnih sudova. Iz knjige Osnove vaskularne hirurgije sa angiologijom, Beograd 2004, Medicinski fakultet

⁷http://hr.wikipedia.org/wiki/Dopplerov_efekt

⁸<http://publisher.medfak.ni.ac.rs/2000-html/1-broj/KOLOR%20DOPPLER%20SONOGRAFIJA....pdf>

Kontinuirani doppler (CW doppler)

Kontinuiranim dopplerom (CW doppler) indirektno se analizira hemodinamska reperkusija patoloških promjena perifernih krvnih sudova.



Slika 2. Normalna kriva protoka arterije i vene (CW doppler)

PW doppler

Kolor Dupleks (Color Duplex) ultrasonografija je izrazito zastupljena neinvazivna procedura, visoke senzitivnosti, prikazivanje struktura u stvarnom, realnom vremenu (real time B-mode). Pruža nam praćenje protoka krvi u momentu događanja. B-prikaz (B-mode, brightness modulation) je dvodimenzionalni prikaz, način registracije, gde svijetle tačke označavaju mjesto s kojeg se vratio odjek, a mjesta gde nema odjeka, bez zapisa. Siva skala (gray scale) omogućava stupnjevanje intenziteta svjetline između crnog i bijelog i označava prikaz kod kojeg je svjetlina tačke na ekranu proporcionalna intenzitetu primljenog odjeka. Dobivene informacije ovom metodom prikazane su grafički u obliku spektra pulsni talasa.⁹ Pulsni talas može se usmjeriti u željeno tkivo, odnosno u lumen krvnog suda s tim da je analiziranje spektra pulsni talasa isto kao kod CW doplera.

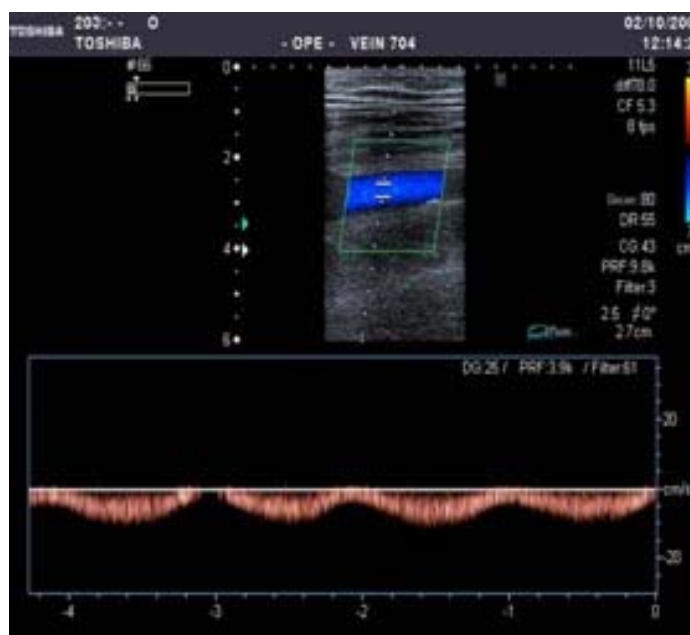
⁹Ultrasonografska dijagnostika perifernih vaskularnih oboljenja

(Ultrasonographic Diagnosis of Peripheral Vascular Diseases)

Miroslav Marković, Dragan Vasić, Oliver Radmili, Dragica Jadranin, Marko Dragaš, Igor Končar, Milica Vraneš, Živan Maksimović; <http://www.tmg.org.rs/v340103.htm>

Kolor dopler prikazuje cjelokupan protok krvnog suda. Smijer je kodiran crvenoplavo. Crveno predstavlja anterogradni smijer u smijeru strujanja krvi, a plavo inverzan povratan tok. Svijetle nijanse svake boje predstavljaju veće frekvencije, a maksimalna brzina je prikazana bijelo.

Morfološki parametri o kojima vodimo računa i koje analiziramo su promjer krvnog suda, njegovi zidovi, postojanje parijetalnih depozita, priroda depozita (tromb ili ateromatozni plak), stepen suženja kao i postojanje ekstraluminalnih masa koje komprimiraju protok kroz krvni sud. Hemodinamski parametri su vršne sistolne brzine i gradijent brzine koji predstavlja odnos vršne sistolne brzine na mjestu stenozе i prestenotično.¹⁰



Slika 3. Normalna kriva protoka arterije i vene (duplex scan)

Najčešće doppler sonografske pretrage

Najčešće color doppler pretrage su pretrage krvnih žila vrata (CD karotida i VB sliva) čiji je zadatak da opskrbljuju krvlju moždano deblo i moždane stanice, a najčešći simptomi zbog

¹⁰Ultrasonografska dijagnostika perifernih vaskularnih oboljenja

(Ultrasonographic Diagnosis of Peripheral Vascular Diseases)

Miroslav Marković, Dragan Vasić, Oliver Radmili, Dragica Jadranin, Marko Dragaš, Igor Končar, Milica Vraneš, Živan Maksimović; <http://www.tmg.org.rs/v340103.htm>

kojih se vrše snimanja su vrtoglavice, glavobolje, prolazne ishemije mozga. Karotidne arterije su krvni sudovi u kojima se najčešće prvo organiziraju aterosklerotski plakovi. Njihova opšte poznata lokacija je prednja strana vrata (a. carotis communis dex. et sin.)¹¹

Pored krvnih žila vrata česte su doppler pretrage arterija i vena nogu, abdominalne aorte, krvnih sudova jetre, bubrega, ultrazvučni pregled srca, a u ginekologiji ginekološki ultra zvuk.

Veliki značaj doppler pretrage je u dijagnostici zloćudnih novotvorina zbog stvaranja novih krvnih žila koje inače ne postoje a čija je svrha prehraniti tumorsku tvorbu. Te su žile povezane sa normalnom cirkulacijom i na taj način dolazi i do rasipanja tumorskih ćelija na druga mjesta u organizmu. (metastaze).¹²

11 Demerin V, Štikovac M, Thaller N. Dopleronografija krvnih žila, Zagreb 1990, Školska knjiga.

¹²<http://www.poliklinika-matulic.com/radiologija/>