

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO
ODDELEK ZA FIZIKO

Ehokardiografija

Avtor: Anton Rovnšek

Mentor: dr.Vojko Jazbinšek

KAZALO

UVOD.....	3
Delovanje ultrazvoka.....	3
Pregled na pacientih.....	4
Ehokardiografija.....	4
TIPI EHOKARDIOGRAFIJE.....	4
M-metoda.....	4
Dopplerjeva ehokardiografija.....	5
2D ehokardiografija.....	5
3D ehokardiografija.....	5
Kontrastna ehokardiografija.....	5
Ehokardiografija pri fizični obremenitvi (ang. Stress echocardiography).....	6
Fetalna ehokardiografija.....	6
Transtorakalna ehokardiografija – TTE.....	6
Transezofagealna ehokardiografija – TOE (ang. TEE).....	7
VIRI.....	8

UVOD

Ehokardiografija (ehografija) (ang. Echocardiography ali krajše echo) ali ultrazvok srca, je postopek s katerim preko posebne piezoelektrične sonde pregledujemo delovanje srca in njegove okolice. Z ehokardiografijo ugotovimo informacije o anatomiji srca, debelino srčnih sten, srčnih votlin, strukturo srčne zaklopke in srčne stene, ter podatke o delovanju srca in njegovi moči. Preverimo lahko velikost srčnih votlin, gibanje zaklopk in preverimo smeri in hitrosti pretoka krvi (Dopplerjev echo). Opazimo lahko tudi krvne strdke in tumorje.

Ultrazvok srca je nadomestilo za nekatere druge preiskave srca, ki so bodisi bolj invazivne ali pa težje izvedljive (rentgensko slikanje, magnetna resonanca ali računalniška tomografija), seveda pa to velja samo za določene preiskave. [1][2][7]

Delovanje ultrazvoka

Ultrazvok je zvok s frekvenco višjo od slišne frekvence človeka in se uporablja v medicini, veterini in tehniki. V medicini ultrazvok uporabljamo že več kot 50 let. Uporabljajo se frekvence večje od 2MHz (0,17 mm ali manj), saj s krajšao valovno dolžino dobimo boljšo resolucijo res majhnih delov in tkiv v človeškem telesu. Ultrazvok je mehansko in longitudinalno valovanje. Moč zvoka je manj kot 1 W/cm², da se izognemo prekomernemu segrevanju telesa (ALARA). [3]

ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ali ALARP (as Low As Reasonably Practicable) je smernica za smoterno uporabo merilnih naprav v medicini gleden a vpliv na človeka in njegovo ispostavljenost. Zaželeno je, da se uporablja najmanjšo moč na napravi, ki še zagotavlja jasne rezultate. Ultrazvočno valovanje pri teh močeh za človeka nepredstavlja nobene nevarnosti ali tveganja, vendar se je pametno zavedat, da z povečanjem moči, povečamo tudi možnost učinkov predvsem pri ultrazvoku nasečnic v prvem trimesečju, kadar je zarodek najbolj občutljiv. [9]

Ultrazvočna sonda je sestavljena iz piezoelektričnega elementa. Piezoelektriki so materiali, ki se ob prisotnosti električne napetosti skričijo ali raztegnejo (deformira) in ob delovanju sile na njegovo ploskev (tlaka) ustvarijo električni potencial. Sonda je hkrati oddajnik in sprejemnik valovanja. Za eno meritev sonda odda 2 – 5 nihajev (pulzev) in počaka, da se odboji le teh vrnejo nazaj. Zaradi različne gostote tkiv (mišic, maščevje, tekočina, kosti itd.) in posledično različne hitrosti zvoka v tkivih in stislivosti tkiv, se med prehodi iz enega tkiva v drugega zgodi odboj zvoka. Sonda nato sprejme odbite signale in ob predpostavki da poznamo hitrost zvoka v tkivih in z merjenjem časa med oddanim in sprejetim valom, lahko izračunamo globino, kje se je val odbil, ter z razmerjem jakosti odbitih in vseh oddanih signalov lahko ugotovimo kateri sta te dve tkivi, na meji kjer se je val odbil. Odboj se zgodi že v milisekundah, saj je hitrost zvoka v mehkih tkivih zelo velika, tako da lahko naredimo več milijon meritev na sekundo. [4]

1. Hitrost zvoka v tkivih je odvisna od gostote in stisljivosti tkiva, $c^2 = \frac{1}{\rho\chi}$.
2. Hitrost je odvisna od valovne dožine in frekvence valovanja, $c = \lambda f$. Frekvenca ostaja ista med prehodi, vendar se spremeni hitrost valovanja in posledično valovna dolžina.
3. Akustična impedanca je odvisna od gostote in hitrosti valovanja, $Z = \rho c$ in je pomembna saj je obratno sorazmerna s intenziteto zvoka.
4. Odboji na mejah tkiv so odvisni od akustičnih impedanc obeh tkiv.
 - Odbojnost, $R = \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2}$
 - Prepustnost, $T = 1 - R = 4 \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$.

Mišica - zrak: R = 99,9%
 Mišica - kost: R = 37%
 Mišica - maščevje: R = 1%

Hitrost	[m/s]
Zrak	330
Voda	1480
Kri	1570
Maščevje	1460
Mišičje	1580
Kost	3500

Pregled na pacientih

Najpogostejši pregledi ultrazvoka so, pregled zarodka in pregled poškodb tkiv (zlomi, zvimi, izpahi in druge trame, ter pregled možnih poškodb notranjih organov), ki jih je doživel pacient.

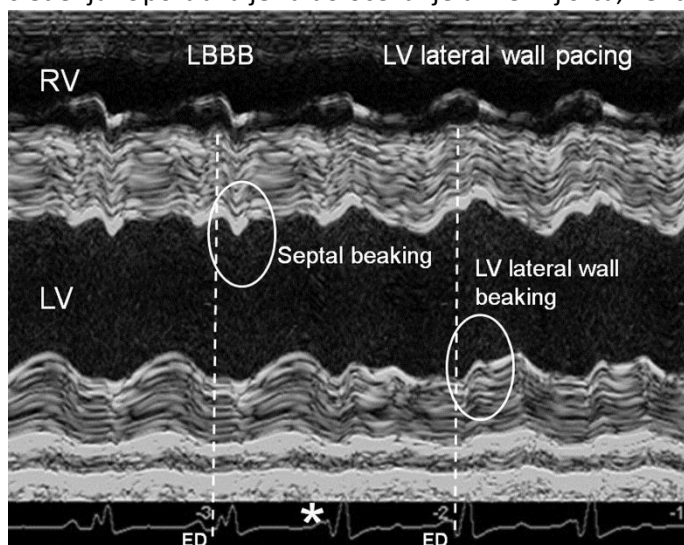
Ehokardiografija

Postopek je za pacienta neboleč in neinvaziven in traja 30 do 60 minut. Na prsni koš namažemo ultrazvočni gel, pacienta nagnemo na bok (ponavadi levi) in prislonimo sondo. Pritrdijo se tudi EKG (elektrokardiograf) sonde za spremljanje srčnega utripa. Zdravnik nam tudi svetuje ritem dihanja med pregledom in ali naj zadržimo sapo ali pa naj izdihnemo.

TIPI EHOKARDIOGRAFIJE

M-metoda

Najpreprostejša metoda pregledovanja izvaja se lahko tudi s samo enim senzorjem (ponavadi z eno vrstico in s kombinacijo 2D ehokardiografije). Z metodo do dobimo slike vendar je bolj podobno sledenju. Uporabna je za določevanje dimenzij srca, ventriklov in atrijev, ter debeline srčne stene.[5]



Dopplerjeva ehokardiografija

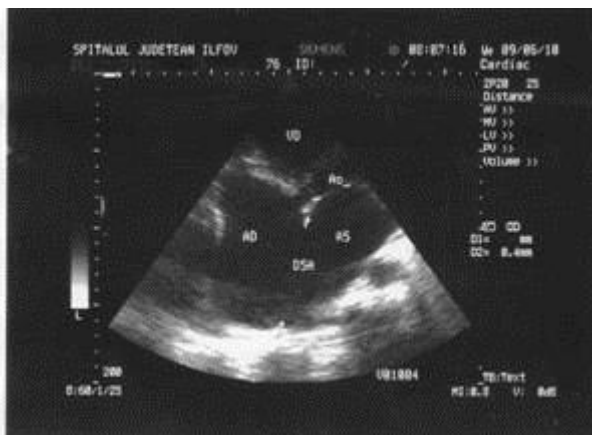
S dopplerjevo metodo merimo pretok krvi čez predvore in prekate, ocenimo količino krvi, ki jo srce potisne s vsakim utripom. Uporablja se za določanje pretoka in tlakov v srcu. Opazimo tudi nepravilni tok krvi v samem srcu, ki je lahko posledica nepravilnosti v eni izmed srčnih zaklopk. [5]

Metoda deluje na podlagi »dopplerjevega premika«, spremljanje premikajoče se krvi znotraj in v okolici srca, s pomočjo spremembe frekvence zvoka, ki se odbije od premikajočesega telesa, ponavadi od rdečih krvničk. Uporabljamo tri metode merjenja:

1. Pulzni: Opazimo kje kri pospeši, vendar je dobljena slika lahko zelo popačena.
2. Stalni signal: Zazna razliko med hitrostmi brez popačenja, vendar nezazna pospeškov.
3. Barvni: Uporablja obe zgornji metodi, ter različne barve na zaslonu za boljši vpogled v hitrost in popešek krvi.

2D ehokardiografija

Standardna metoda pregledovanja, na zaslonu dobimo storžčasto sliko v realnem času merjenja. Uporablja se za pregledovanje atonomije in strukture srca, njegove velikosti in teže, ter tekočine okoli srca. [5]



3D ehokardiografija

Tri dimenzionalna slika nam omogoča da »vidimo« veliko bolje kot dvo dimenzionalna. Merilnik sestavlja mreža sond (tudi po več tisoč npr. Philips iE33 xMATRIX 3000), ki so razporejeni v ravnine. Večje je število sond, bolj je natančna slika in za razliko od 2D lahko zvok pošiljamo v različne smeri, kar še pripomore k razločnosti slike. Ob podpori računalniških programov sestavijo tri dimenzionalno sliko iz »vzporednih« 2D slik in jim sledijo, ki jo je mogoče prerezati ali razdeliti na več delov, tako da dobimo 3D pogled v notranjost srca. Gledanje v realnem času nam omogoča spremljanje procesov v srcu in postavitev natančnejših diagnoz in vzorcev delovanja. [5]

Metoda je zelo zanimiva za raziskovalce, ki jo izboljšujejo in odkrivajo nove metode uporabe.

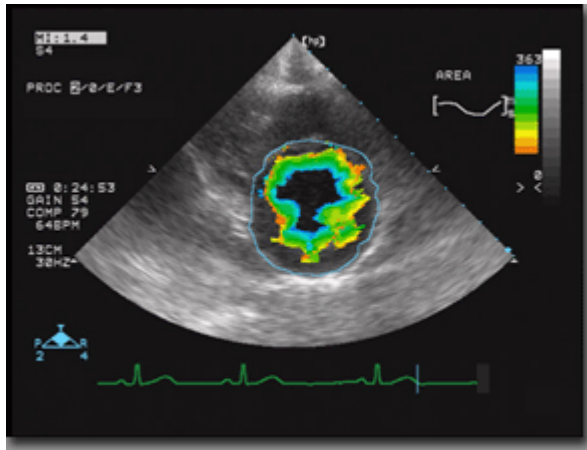
Kontrastna ehokardiografija

V primerih, da je slika nejasna ali da je potreben boljši vpogled, se v pacientovo žilo na roki preko kanila vbrizga kontrastno sredstvo, ki je bolje vidno na ehokardiografu in lažje opazujemo kako

poteka tok krvi po srcu. Kontrastno sredstvo so ponavadi mikro mehurčki ali fiziološka rastopina, ki imajo drugačne odbojne lastnosti kot tekočine v telesu. [2][5]

1. Na podlagi fiziološke rastopine: so sorazmerno veliki in se ne izmenjajo v kapilarni »posteljici«, zato so omejeni na »desno« stran ožilja. Njihova prisotnost v »levi« strani srca pomeni motnjo med izmenjavo.
2. Sintetični mikro mehurčki: so manjši in lahko prehajajo preko kapilar, zato so uporabni za pregledovanje »leve« strani srca. Največkrat pa se uporabljajo za povečanje razločnosti slike in odkrivanju strdkov, ter drugih motenj.

Oboji sredstvi se redno uporabljata tudi pri doplerjevi ehokardiografiji.



Ehokardiografija pri fizični obremenitvi (ang. Stress echocardiography)

Meritev izvajamo dvakrat. Prvič pri normalnem bitju srca, nato pa še pri pospešenem utripanju po telesni aktivnosti, ponavadi teku (80% maksimalnega utripa = 220 utripov/minuto - starost pacienta). Uporabljamo jo za opazovanje abnormalnosti krvi v levem ventriklu, ki so posledica bolezni ožilja, ki vplivajo na pretok in za spremembo le tega pri višjem utripu, predvsem količine pognane krvi na en utrip. [5]

Fetalna ehokardiografija

Uporablja se za opazovanje srca nerojenega otroka. Pregled se izvaja med 14. in 22. tednom nosečnosti in je pomemben za zaznavanje prirojenih srčnih boleznih. Pregled se izvaja pri nosečnicah, pri katerih se pojavijo nepravilnosti pri navadnem pregledu zarodka. [8]

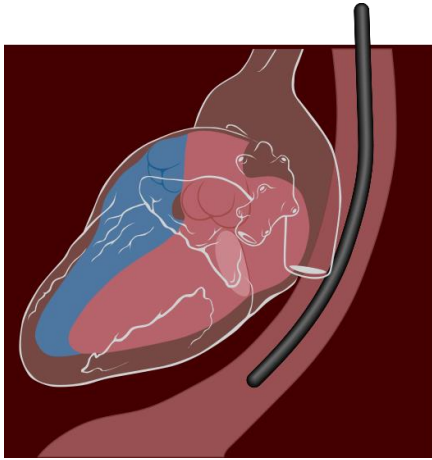
Frekvenca zvoka je večja 5 – 12 MHz in tako povečamo natančnost (resolucijo) slike, ki jo dobimo.

Transtorakalna ehokardiografija – TTE

Preiskava preko srčnega koša, kot je opisano zgoraj in je standardin postopek meritev.

Transezofagealna ehokardiografija – TOE (ang. TEE)

Kot kaže slika spodaj, se transezofagealna ehokardiografija izvaja skozi požiralnik, s tem pa se izognemo rebrom in pljučam, ki kvarijo kvaliteto slike.



VIRI

- [1]<http://en.wikipedia.org/wiki/Echocardiography>
- [2]<http://www.klinika-golnik.si/dejavnost-bolnisnice/opis-bolezni-in-preiskav/39/>
- [3]<https://wiki.engr.illinois.edu/display/BIOE414/How+an+Echocardiography+System+Works>
- [4]<http://www.firm.si/public/upload/files/Ehokardiografija.pdf>
- [5]http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/test_procedures/cardiovascular/echocardiogram_92,P07969/
- [6]<https://www.us.elsevierhealth.com/media/us/samplechapters/9780323045254/Chapter%2006.pdf>
- [7]<http://biofiz.mf.uni-lj.si/~peterlin/work/ultrazvok/sld020.htm>
- [8]<http://www.bebac.com/tekst/sta-je-fetalna-ehokardiografija>
- [9]<http://www.radiologytoday.net/archive/rt1111p10.shtml>