

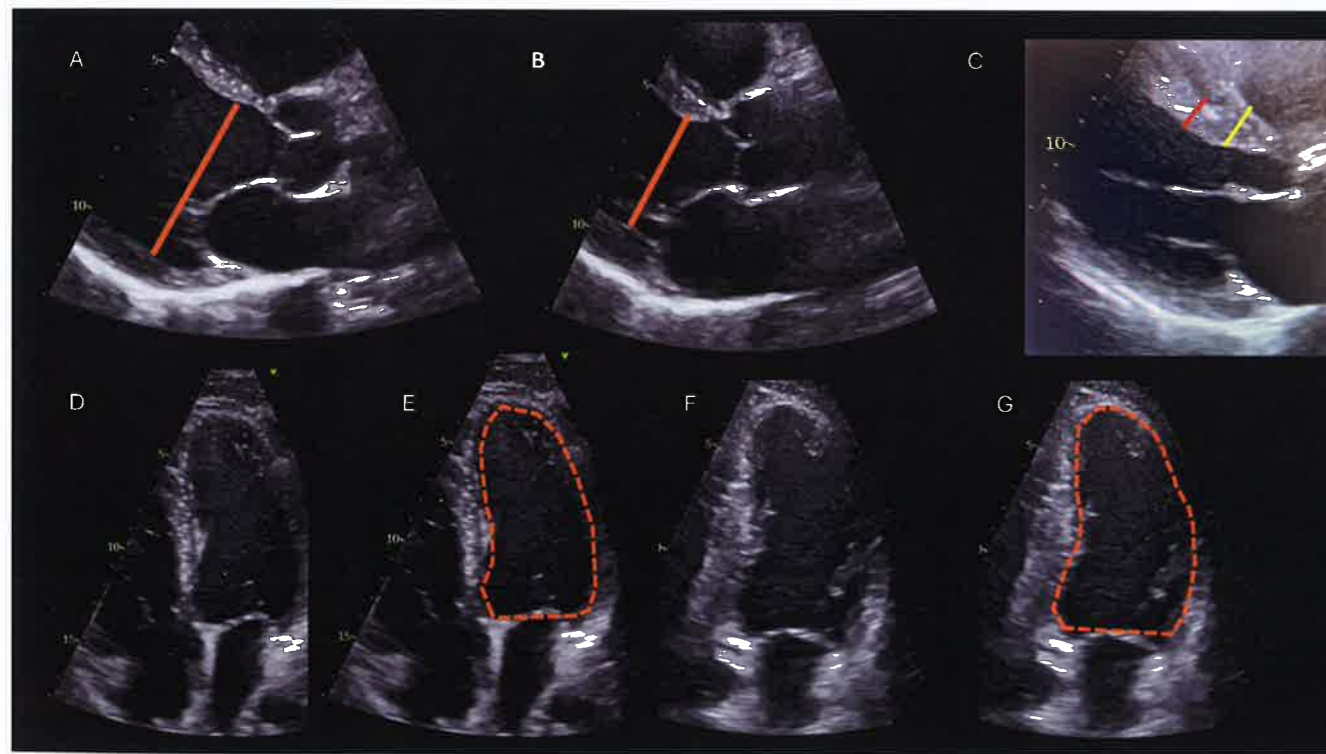
# Viitearvot sydämen rakenteesta ja toiminnasta – mikä on “normaalia” ultraäänessä?

**Riitta Paakkanen**, dosentti, kardiologian erikoislääkäri, Hus Uusi lastensairaala ja Lääkärikeskus Aava

**Kadri Joosti**, LL, kardiologiaan erikoistuva lääkäri, Hus Sydän- ja keuhkokeskus

**Valtteri Uusitalo**, dosentti, kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen erikoislääkäri, Hus Diagnostiikkakeskus

**Antti Saraste**, professori, kardiologian erikoislääkäri, Tyks



**KUVA 1.** Vasemman kammion koko tulisi mitata pasternaalisesta pitkän akselin kuvasta mitraaliläpän kärkien tasolta, kohtisuoraan pitkää akselia vastaan, veren ja myokardiumin rajalta (A, B). (C) RV moderator band tulisi jättää mittaamatta (keltainen viiva), kuten myös sigmoidaalinen septum (ei kuvaa). Pinta-alojen määrittämisessä tulisi piirtää tiiviini myokardiumin ja veren rajalta (D, E, F, G), ja sekä trabekulaatio että papillaarilihakset tulisi apikaalisista kuvista jättää veritilaan (3).

## Tiivistelmä

Viitearvot ovat tärkeitä sydämen ultraäänitutkimuksen löydösten tulkinnassa. Viralliset kansainväliset viitearvot normaalista sydämen koosta ja toiminnasta julkaistiin lähes kymmenen vuotta sitten. Sittemmin on tullut useita uusia julkaisuja viitearvoista. Tässä katsausartikkelissa esittelemme tuoreita tutkimuksia siitä, millainen on “normaali” sydämen rakenne ja toiminta ultraäänellä mitattuna.

## Johdanto

Sydämen ultraäänitutkimuksen löydöksiä tulkittaessa tukeudutaan yleisesti hyväksytyihin viitearvoihin, kun määritellään, onko mittaus normaali vai ei. Viitearvojen määrittämiseen liittyy kuitenkin monia haasteita. Niiden tulee perustua riittävän laajaan aineistoon, johon kuuluvilla henkilöillä ei ole tutkittavaa sairautta ja heille on tehty huolellinen kliininen tutkimus. Terveiden henkilöiden löytäminen ei ole yksiselitteistä, koska joidenkin sairauksien subkliininen vaihe ja toisaalta sydänsai-

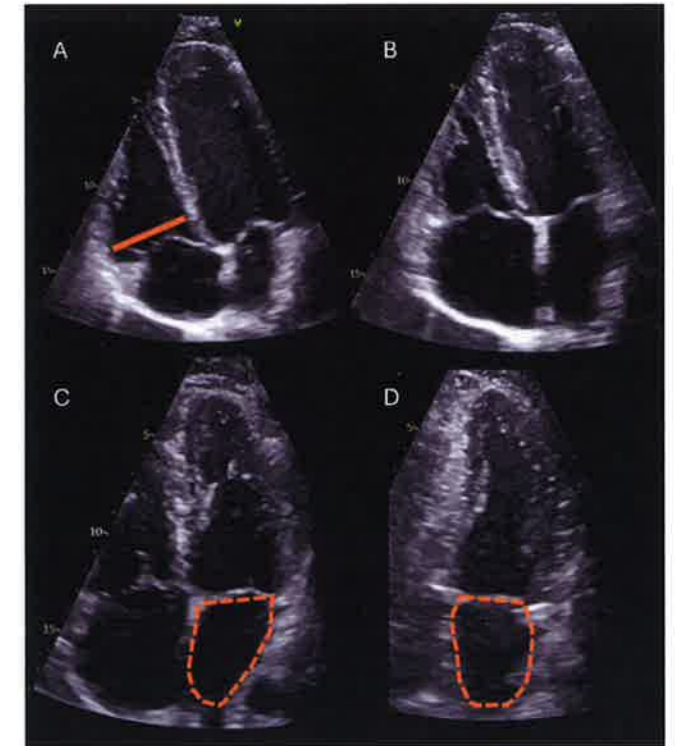
rauksien riskitekijät, kuten verenpaine ja ylipaino, voivat vaikuttaa sydämen rakenteeseen ja toimintaan. Jos taas valitaan vain ns. superverrokkeja eli ihmisiä, joilla ei ole mitään riskitekijöitä tai sairauksia, heille tehdyt mittaukset eivät puolestaan välttämättä ole yleistettävissä niihin ihmisiin, joille sydäntutkimuksia tehdään. Nykyiset viitearvot on koostettu siten, että terveenä pidetyn aineiston keskellä olevat 95 % arvoista luokitellaan normaaleiksi ja 2,5% poikkeavan pieniksi tai suuriksi. Tämä konventio perustuu normaalijakaumaoletukseen. Näin ollen on parempi käyttää viitearvo-termiä normaali-termin sijaan, sillä normaalia ei ole yksiselitteisesti määritelty (1, 2).

Euroopan kardiologisen seuran (ESC) kuvantamisjaos (EACVI) ja American Society of Echocardiography (ASE) julkaisivat viitearvoja sydämen ultraäänitutkimukselle vuonna 2015 (3). Niitä on kuitenkin kritisoitu muun muassa siitä, että i) viitearvot eivät perustu prospektiivisesti kerättyyn tutkimusaineistoon eivätkä keskitettyyn, standardoituun analyysiin, ii) ultraäänilaitteissa ja mittausmenetelmissä on tapahtunut kehitystä/päivityksiä, iii) osa mittauksista on tehty vain pienellä osalla tutkittavia ja iv) useisiin ultraäänessä mitattuihin suureisiin vaikuttavat niin ikä, sukupuoli, etnisyys kuin kehon koostumuskin (2, 4).

On kuitenkin käytännössä mahdotonta määrittää viitearvoja jokaiselle ikäryhmälle, etnisyydelle, painoluokalle, liikunnistautustalle ja molemmille sukupuolille. Lisäksi on lähes mahdotonta tutkia tarkasti ja laadukkaasti suurta määrää täysin terveitä henkilöitä ja seurata heitä vuosikymmenten ajan, jotta voitaisiin sulkea pois myöhemmin kehittyvät sairaudet ja tilat. Tässä katsauksessa esittelemme ja vertaamme tuoreimpia saatavissa olevia sydämen ultraäänitutkimuksen viitearvoja.

## Mistä ja miten sydämen rakenne ja toiminta tulisi mitata?

Kuvassa 1 on esimerkkejä keskeisten anatomisten mittausten suorittamisesta. Ultraäänitutkimuksen mittaustekniikasta on olemassa kattava kansainvälinen suositus (3). Parasternaalisissa näkymissä tavanomainen mittavirhe syntyy, kun vasemman kammion seinämän paksuutta mitatessa oikean kammion trabekkeleita tai papillaarilihaksia lasketaan mukaan seinämän paksuuteen. Myös vasemman kammion poikkimittan voi aliarvioida varsin helposti, jos kuvaustaso ei ole keskellä vasenta kammiota. Näissä tilanteissa liikekuvan tarkastelu ja anturin kallistaminen voivat auttaa välttämään virheelliset mitat. Kansainväliset suositukset ohjeistavat ottamaan mitat kaksiulotteisesta kuvasta m-moodin sijaan kulmavirheen välttämiseksi (3). Kammion läpimitat tulisi mitata kaiun etureunasta kaiun etureunaan (leading edge to leading edge). Aortan mitoissa



**KUVA 2.** Oikean kammion basaalimita tulisi mitata apikaalisesta RV-fokusoidusta näkymästä (jossa vasemman kammion apex on kuvan keskellä ja oikean kammion basaalimita on suurimmillaan), RV basaalikolmanneksen alueelta (3). Vasemman eteisen pinta-ala tulisi piirtää apikaalisista LA-fokusoiduista kuvista (jossa vasemman eteisen koko on suurin) sekä 2- että 4-kammiokuvasta (biplane).

käytetään poikkeuksena mittausta kaiun sisäreunasta sisäreunaan (inner edge to inner edge) (3).

Ultraäänimittauksiin liittyy myös useita virhelähteitä. Näistä mainittakoon huono näkyvyys, apikaalinen lyhentymä, standardoimattomien kuvauskulmien käyttö, dopplersignaalin aliarviointi ja väärän rakenteen mittaaminen. Kuvan laatua voi optimoida anturin rakennon vaihtamisen lisäksi hengitysanäköillä tai muuttamalla kuvan kirkkautta (gain), kuvausalueen kokoa, toistonopeutta (frame rate) sekä taajuutta suurikokoisilla potilaalla tarpeen mukaan. Apikaalinen lyhentymä syntyy, jos kuvaustasoa ei ole kallistettu todelliseen sydämen kärkeen vaan ultraäänikuvassa onkin vasemman kammion vapaata seinämää. Tämä aiheuttaa ejektiofraktion yliarvioinnin, vasemman kammion tilavuuden aliarvioinnin ja lisäksi distaalisen LAD-liikehäiriön ja siihen mahdollisesti liittyvien komplikaatioiden alidiagnostiikkaa. X-plane, 3D-toimin-



TAULUKKO 1. Erot viime aikoina julkaistuissa tutkimuksissa

	EACVI/ASE (3)	NORRE (5)	EchoNoRMAL (6)	WASE (7)	HUNT (8)
<b>Julkaisuvuosi</b>	2014	2014	2015	2019	2023
<b>Tutkittavien lukumäärä</b>	500–2000	734	22404	2008	1412
<b>Tutkittavien ikä</b>	Keski-ikä 37	25–75	Keski-ikä n. 50	32–65	20–80
<b>Tutkittavien etninen tausta</b>	USA ja tietyt Euroopan maat	Tietyt Euroopan maat	Meta-analyysi	15 eri maata ja useita eri etnisiä ryhmiä	Norja
<b>Core lab</b>	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä
<b>Mitatut suureet</b>	LV ja RV	LV, RV, aortta, diastologia	LV ja LA	LV volyymit, LVEF, GLS	LV, RV, GLS ja doppler
<b>Normaalin laskeminen</b>	2 SD range	2 SD range	Persentiilit	Med+/-1.96SD tai persentiili	Med+/-1.96 SD tai persentiili
<b>Alunperin kartoitetut tutkittavat</b>	Ei tiedossa	865	51222	NA	5763
<b>Normaalin määritelmä</b>	Verenpaine < 140/80, eikä seuraavia: diabetes, hypertensio, hyperlipidemia, hypertriglyseridemia, BMI>30, kohonnut paastosokeri, GFR<60, hypertensio tai diabeteksen diagnoosi	Normaali status, normaali EKG, ei merkittäviä sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöitä (SCORE< 10), ei sydänsairautta historiassa, ei systeemisiä sairautta, jonka on tiedetty vaikuttavan sydämen rakenteeseen ja toimintaan, ei sydänlääkitystä, rakenteellista sydänsairautta tai ylipainoa (BMI max. 30)	Ei kliinistä sydän- tai munuaistautia, hypertensiota tai diabetesta, vaihtelua eri tutkimusten kesken	Ei historiaa tai kliinisiä merkkejä sydän-, keuhko tai munuaistaudista, hypertensiosta tai dyslipidemiasta	Ei itseraportoituja diabetesta, eteisvärinää, aiempaa sydänkohtausta tai angina pectoris -oireita, verenpainetauti, maligniteettia, keuhkosairautta tai patologista ultraäänilöydystä. BMI < 30 ja systolinen verenpaine > 160 testattiin erikseen
<b>Muut pois-sulkukriteerit</b>		Raskaus, krooninen alkoholi-ongelma, huippu-urheilijat			
<b>Verikokeet</b>	Paastosokeri, kolesterolit, munuaistoiminta	Paastosokeri, kolesterolit, munuaistoiminta	Ei otettu	Ei otettu	Munuaistoiminta, kolesterolit
<b>Analyysein edut</b>		Sentraalinen analyysi, kattavasti tutkittu populaatio ja kattavat mittaukset	Eri ikäluokat ja etnisyydet	Kansainvälinen kohortti, dataa etenkin Aasiasta	Kattavat mittaukset, laaja populaatiokohortti. Vaikka potilailla oli hyperlipidemia, heidät otettiin mukaan tutkimukseen. Dataa myös vanhemmista. Keskitetty analyysi.
<b>Haasteet</b>		Eurooppalainen, tiukasti valittu populaatio	Vaihtelu	LV-koko vaihteli merkittävästi eri maiden välillä. EF:n ja GLS:n vaihtelu oli pienempää mutta tilastollisesti merkittävä.	
<b>Toistettavuuden arviointi</b>	Ei tehty	70 valitulla potilaalla, ei mainintaa kuinka moni analysoi uudelleen. ICC LVEF 0,83 ja LVEDV 0,95, RVEDA 0,94	Ei tehty, mutta variabiliteettiä arvioitiin EF-analyyseillä ja tässä painotettu SD oli 3,6	Ei tehty	Tehtiin 40 yksilöllä; 2 skannaajaa ja 4 analysoijaa. ICC LVEF 0,53, RV basaalisesti 0,62 ja LA 0,71

not sekä anturin liikuttelu auttavat varmistamaan, että kärki on oikeassa paikassa. Oikean kammion kokoon vaikuttaa se, onko kuva nelikammiokuva vai optimoitu oikean kammion kuvaprojektio. Dopplermittauksia tehdessä tulisi kiinnittää huomiota kulmavirheeseen, kuvanlaatuun sekä siihen, että mittauksia tehdessä "transit-time effect"-artefaktin aiheuttamat "häiriösignaalit" jätetään pois ja arvot mitataan tiiviin signaalin kohdalta (3).

### Viimeaikaiset viitearvot

Kansainväliset suositukset sekä viime aikoina julkaistut merkittävimmät tutkimukset viitearvoista on koottu **taulukkoon 1**. Ne eroavat toisistaan usealla tavalla.

Viimeisimmän EACVI:n ja ASE:n suosituksen (3) jälkeen British Society of Echocardiography (BSE) on päivittänyt omat viitearvonsa (2) eurooppalaisen NORRE-tutkimuksen pohjalta, jossa on pyritty ratkaisemaan useita edellä mainittuja haasteita (5). Lisäksi tutkimuksesta on saatavilla varsin kattavasti mittausarvot niin vasemmalle kuin oikeallekin kammiolle sekä eteille ja eri ikäryhmille. EACVI tai ASE eivät ole vielä päivittäneet omia viitearvojaan.

NORRE-tutkimus oli pääasiassa eurooppalainen yhteistyöprojekti, jossa kerättiin prospektiivisesti 23 akkreditoitusta keskuksista lähes 1 000 tiedetysti tervettä ihmistä, joille tehtiin ultraäänitutkimuksen lisäksi myös kliininen tutkimus, verikokeita ja EKG (5). Aineistosta jätettiin pois henkilöt, joilla oli merkittävä ateroskleroosin riski (SCORE > 10%) tai merkittävä systeemisaigus, jossa tiedetään olevan sydänlöydöksiä, sekä raskaana olevat, huippu-urheilijat, ylipainoiset ja ne, joilla oli krooninen alkoholi-ongelma. Tutkimuksessa kuvat analysoitiin yhdessä keskuksessa ja toistettavuusluvut olivat erinomaiset (ICC > 0,83).

Kaikista suurimman eli EchoNoRMAL-tutkimuksen (noin 22000 tutkittavaa) viitearvojen rajoituksena on se, että ne perustuvat meta-analyyysiin ja eri tutkimusten sisäänottokriteerien välillä oli huomattavaa vaihtelua (6). Näin ollen ei ole täysin selkeää, mihin väestöön sen tulokset ovat yleistettävissä ja kuinka terveitä aineiston yksilöt oikeastaan ovat. Toisen suuren tutkimuksen eli WASEn (noin 2000 tutkittavaa) rajoitteina on pienehkö eurooppalaisten tutkittavien osuus ja se, että aiempiin viitearvoihin verrattuna viitealue oli pienempi, joten populaatio voi olla valikoitunut (7).

Viimeisimmän EACVI:n ja ASE:n suosituksen jälkeen British Society of Echocardiography (BSE) on päivittänyt omat viitearvonsa eurooppalaisen NORRE-tutkimuksen pohjalta, jossa on pyritty ratkaisemaan useita edellä mainittuja haasteita

Tuorein julkaisu perustuu norjalaisen noin 1500 tervettä henkilöä kattavan väestökohortin ultraäänitutkimuslöydöksiin (HUNT-tutkimus) (8). Tämä on ensimmäisiä väestökohortteja, jotka on tutkittu nykyaikaisilla ultraäänimenetelmillä. HUNT-tutkimuksesta suljettiin pois henkilöt, joilla oli tiedossa sydänsairaus, verenpainetauti, diabetes tai eteisvärinä. Lisäksi suljettiin pois henkilöt, joilla sydämen ultraäänitutkimuksessa todettiin sydänsairaus. Tutkimuksen vahvuutena ovat kattavat mittaussuureet, alaryhmäanalyysejä myös ylipainoisilla ja mittaushetkellä (yllättäen) hypertensiivisillä potilailla sekä aiempia tutkimuksia korkeampi tutkittavien ikä. Myös mittausten toistettavuus raportoitiin kahden eri mittauksen ja neljän eri mittaajan välillä. Toistettavuus oli kohtalaisen hyvää tasoa (sisäkorrelaatio 0,5 vasemman kammion ejektiofraktiolle [LVEF], 0,6 oikean kammion [RV] basaaliselle läpimitalle ja 0,7 vasemman eteisen [LA] tilavuudelle) (8).

**CAMZYOS<sup>®</sup>**  
(mavakamteeni) kapselit 2,5, 5, 10, 15 mg

Lääkkeen valmisteyhteenvetolyhennelmä on luettavissa sivulla 66

TAULUKKO 2. Eri viitearvojen vertailu kansainvälisten suositusten ja uuden väestökohortin välillä\*

	Miehet			Naiset				
	ASE/ EACVI (3)	BSE/ NORRE (2)	HUNT (8)†		ASE/ EACVI (3)	BSE/ NORRE (2)	HUNT (8)†	
			40-59 v	60-79 v			40-59 v	60-79 v
<b>Vasen kammio</b>								
Kammioseptumin loppu- diastolinen paksuus, mm	6-10	6-12	6-11	6-12	6-9	5-11	5-10	5-11
Pyritty yhdenmukaistamaan "in- ferolateraaliseksi" kaikilla mo- daliteeteilla seinämän loppu- diastolinen paksuus, mm	6-10	6-12	6-10	6-11	6-9	6-12	5-9	5-10
Loppudiastolinen läpimitta, mm	42-58	37-56	42-62	40-60	38-52	35-51	40-56	35-55
Loppudiastolinen tilavuus, 2D, ml	62-150	53-156	78-194	65-173	46-106	46-121	64-140	46-122
Loppudiastolinen BSA- indeksoitu tilavuus, 2D, ml/m <sup>2</sup>	34-74	30-79	38-94	33-85	29-61	29-70	35-79	28-68
Loppudiastolinen tilavuus, 3D, ml	NA	72-194 <sup>‡</sup>	86-194	77-173	NA	61-144 <sup>‡</sup>	70-150	54-130
Ejektiofraktio, 2D, %	52-72	≥55	50-70	50-70	54-74	≥55	51-71	50-70
Ejektiofraktio, 3D, %	NA	50-67 <sup>‡</sup>	48-68	50-66	NA	51-69 <sup>‡</sup>	53-69	50-70
Globaali pitkittäinen strain, % (keskimääräinen)	NA	-17 -- -27 <sup>‡</sup>	-16 -- -23		NA	-18 -- -28 <sup>‡</sup>	-16 -- -25	
<b>Vasen eteinen</b>								
Loppusystolinen tilavuus, 2D, ml/m <sup>2</sup>	16-34	<34	9-53	9-53	16-34	<34	8-48	8-48
<b>Oikea kammio</b>								
Loppudiastolinen basaalinen läpimitta, mm	25-41	26-47	35-44 <sup>§</sup>	33-43 <sup>§</sup>	25-41	22-43	30-37 <sup>§</sup>	29-36 <sup>§</sup>
Loppudiastolinen BSA- indeksoitu pinta-ala, 2D, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	5-13	≤13,6	NA	NA	5-12	≤12,6	NA	NA
TAPSE, mm	17-31	≥17	NA	NA	17-31	≥17	NA	NA
Trikuspidaaliliikkeen systo- lisen liikenopeus (s'), cm/s	NA	≥9	7-16	7-15	NA	≥9	8-14	6-14
Vapaan seinämän strain, %	-20 -- -38	NA	-18 -- -34		-20 -- -38	NA	-17 -- -35	
<b>Oikea eteinen</b>								
Loppusystolinen pinta-ala, cm <sup>2</sup>	NA	≤22	10-27	9-27	NA	≤19	9-21	8-20
Trikuspidaalivuodon huippunopeus, m/s	NA	NA	1,6-2,8	1,7-2,9	NA	NA	1,6-2,8	1,9-2,7

\* viitealue on -2SD - +2SD keskiarvon ympärillä

† ikäryhmissä &lt; 40 v. ja &gt;79 v. on niin vähän ihmisiä, että nämä päätettiin jättää pois

‡ tulokset EACVI/NORRE 2017 -tutkimuksesta (23)

§ viitealueen yläraja on 97,5:s persenttiili, sillä arvot eivät ole normaalisti jakautuneet

**Vasen puoli**

Ensimmäinen kansainvälinen julkaisu vasemman puolen viitearvoista julkaistiin vuonna 2006 ja päivitettiin 2015 (3). **Taulukossa 2** on vasemman puolen viitearvot tuoreimmissa EACVI:n ja ASE:n sekä BSE:n suosituksissa ja näiden vierellä HUNT-tutkimuksen tulokset Norjasta.

Vaikka suurin osa mittauksista onkin hyvin linjassa keske-

nään ja vastaa myös kliinistä käytäntöä, jostain syystä HUNT-tutkimuksessa vasemman eteisen koko oli selvästi aiempia tutkimuksia suurempi ja jo lähellä merkittävää laajentumaa. Esimerkiksi primaarisen mitraalivuodon leikkaushoidon suunnittelussa käytetty merkittävä eteisen laajentuma 60 ml/m<sup>2</sup> on vain hieman suurempi kuin HUNT-tutkimuksessa julkaistu arvo (8, 9).

**Oikea puoli**

Ensimmäiset kansainväliset viitearvot sydämen oikean puolen mittoille julkaistiin vuonna 2010, ja ne päivitettiin viimeisimmässä suosituksessa vuonna 2015 (3). Toisin kuin vasemman kammion viitearvot, oikean puolen viitearvot perustuivat usean eri julkaisun meta-analyysiin eivätkä yksittäiseen potilastason tietoaanestoon. Toisin sanoen ne sisälsivät vain keskiarvot ja keskihajonnan tutkimuksista, joissa tutkittavilla ei ollut tiedossa sydän- tai keuhkosairauksia. BSE päivitti omat viitearvonsa vuonna 2020 NORRE-tutkimuksen perusteella myös oikean kammion mittausten osalta (**taulukko 2**) (2, 5). NORRE-tutkimuksessa oikean kammion mitat olivat selvästi aiempaa raportoitua suuremmat, mutta uusimmassa HUNT-tutkimuksessa oikean kammion basaalimita oli vielä tätäkin suurempi (8). Syy tähän voi olla mm. standardoitujen ja RV-fokusoitujen näkymien käytössä tai siinä, että mittausarvot eivät noudattaneet normaalijakaumaa.

Kliinisessä työssä on hyvä huomioida, että kun mitataan oikean kammion läpimittoja fokusoidusta nelikammiokuvas-  
ta, vanhat viitearvot näyttävät jäävän pieniksi. Tulee kuitenkin muistaa, että oikean kammion koon tarkassa arvioissa sydämen magneettitutkimus on edelleen paras viitestandardi. Hoitopäätöksiä tehtäessä oikean kammion läppäviosta (trikuspidaalivuoto) ja pulmonaalihypertensiosta ei ole tarkoin määriteltyjä raja-arvoja, jotka ohjaisivat hoitoa (9, 10). Voi myös olla, että tulevaisuudessa käytetään tautispesifisiä viitearvoja esimerkiksi toimenpiteitä suunniteltaessa (2, 3). Läppätoimenpiteiden menetelmät, laatu ja kohdepotilaat myös muuttuvat jatkuvasti, mikä oletettavasti vaikuttaa kliinisessä työssä käytettäviin raja-arvoihin tulevaisuudessa.

**Strain**

Vielä ei ole julkaistu kansainvälistä konsensusta siitä, mikä on normaalin alaraja vasemman kammion globaalille pitkittäis-suuntaiselle strain-arvolle (GLS). Tämä johtunee osittain siitä,

että eri laitevalmistajien ja menetelmien välillä on yhä eroja, joista suurimmat vaikuttavat liittyvän mittausmenetelmään eli siihen, onko kyseessä endokardiaalinen GLS (kuten Philip-sin Autostrain) vai keski-/kokopakisuuden kattava strain (kuten GE:n AFI) (11). Endokardiaalisen strainin arvot näyttäisivät olevan hieman korkeampia (-17,3 vs. -15,4%) (12). Menetelmästä riippumatta alle 16%:n GLS on yleisesti katsottu selvästi patologiseksi, kun taas 16-18% voi olla harmaalla alueella (11, 13). **Taulukko 2** on koottu julkaistut vasemman kammion ja oikean kammion vapaan seinän normaalit strain-arvot.

**Diastologia**

Diastolisen toiminnan mittaaminen ultraäänellä voi olla hankalaa ja vaatii useiden muuttujien yhdistämistä tarkan kokonaiskuvan muodostamiseksi (14, 15). Diastolisen toiminnan määrittämisen toistettavuus onkin vain kohtalaista; eräissä tutkimuksissa neljä analysoijaa olivat samaa mieltä 71%:ssa tapauksista ja kokeneikin mittaja oli samaa mieltä itsensä kanssa vain 70%:ssa tapauksista (16). Lisäksi on hyvä muistaa, että ESC:n vajaatoimintahoidosuosituksen mukaan diastolisen sydämen vajaatoiminnan (HFpEF) diagnostiikassa ei edellytetä julkaistujen ultraäänisuosituskaavioiden käyttämistä vaan diagnoosi asetetaan oireiden ja löydösten perusteella (17). Ultraäänellä mitatut suureet ovat vain yksi osa näistä löydöksistä. Mikään viimeaikaisista HFpEF-potilailla tehdyistä kliinisistä tutkimuksista ei ole myöskään pitänyt sisäänottokriteerinä ultraäänellä määriteltyä diastolista toimintaa tai täyttöpainetta, vaan sisäänottokriteerinä on käytetty ejektiofraktiota ja proBNP:tä sekä oireita (17).

On hyvä muistaa, että diastolisen funktion parametrit muuttuvat merkittävästi iän mukana, ja tämä tulisi ottaa huomioon diastolista funktiota arvioitaessa (**taulukko 3**). Lisäksi diastoliset mittaukset voivat muuttua rasituksessa sekä sykkeen, verenpainetason tai nestetäytön myötä.

TAULUKKO 3. Diastolisten parametrien viitearvoja eri ikäkausittain

	HUNT (8)			NORRE (24)			HUNT (8)			NORRE (23)		
	Miehet			Miehet			Naiset			Naiset		
	20-39 v	40-59 v	60-79 v	20-40 v	40-60 v	>60 v	20-39 v	40-59 v	60-79 v	20-40 v	40-60 v	>60 v
Tutkittavien lukumäärä	49	284	279	79	80	39	64	357	355	93	114	44
<b>Virtausmittaukset PW-dopplerilla</b>												
Mitraalisiin virtauksen E-aalto, cm/s	52-116	42-98	33-89	51-107	40-104	37-97	61-125	47-107	38-98	50-118	43-111	38-106
Mitraalisiin virtauksen A-aalto, cm/s	29-73	34-86	40-100	24-76	31-91	41-105	36-84	38-94	44-92	27-75	35-91	44-108
Mitraalisiin virtauksen E/A-suhde	0,9-2,5	0,6-1,8	0,5-1,3	0,7-2,7	0,6-1,8	0,4-1,5	0,8-2,4	0,6-1,8	0,5-1,3	0,7-2,8	0,4-2,1	0,4-1,6
<b>Mitraaliannuloksen systolinen liikenopeus kudospplerilla</b>												
Septaalinen e' cm/s	6,2-16,6	4,2-12,6	3,3-10,1	6,5-17,3	4,5-15,0	2,9-11,7	6,4-16,8	4,7-13,5	3,1-10,7	7,7-16,9	4,7-14,7	3,3-12,5
Lateraalinen e' cm/s	9,2-24,0	5,6-18,4	3,8-14,2	9,0-23,4	6,6-18,6	5,3-13,7	9,2-23,2	6,7-17,9	4,3-13,5	10,2-23,0	6,4-18,4	3,3-16,1
E/septaalinen e'-suhde	4,1-11,3	4,8-12,4	4,9-14,1	3,5-10,3	3,0-12,6	3,8-15,8	4,6-11,8	4,4-13,2	4,9-15,7	3,5-10,3	3,8-12,6	4,5-14,9
E/lateraalinen e'-suhde	1,4-9,4	2,9-9,3	2,9-11,3	2,4-7,6	1,7-10,5	3,4-11,8	2,2-9,8	2,9-10,1	3,3-12,5	2,4-7,6	1,9-11,1	3,5-12,3
E/e'-suhde (keskimääräinen)	3,4-9,0	3,8-10,2	4,0-12,0	3,2-8,0	3,1-10,3	3,5-12,7	3,7-10,1	3,8-11,0	4,7-13,1	3,2-8,0	3,1-10,7	4,2-13,0

\* viitealue on -2SD - +2SD keskiarvon ympärillä

TAULUKKO 4. Potilaiden hoitoa ohjaavat sydämen mittausarvot ESC:n hoitosuosituksissa				
Suure	Tilanne	Spesifi mitta	Näytönaste	ESC:n hoitosuositus
Vasemman kammion seinämäpaksuus	Hypertrofisen kardiomyopatian diagnoosi*	≥ 15 mm tai ≥ 13 mm jos sukurasite	vain tekstissä	CMP (21)
Vasemman kammion loppudistolinen läpimitta	Dilatoivan kardiomyopatian diagnoosi	Yli viitearvojen	vain tekstissä	CMP (21)
Vasemman kammion loppusystolinen läpimitta	Oireettoman, vaikean mitraalivuodon leikkausajankohta	≥ 40 mm	I B	VHD (9)
	Oireettoman, vaikean aorttaläpävuo- don leikkausajankohta	> 50 mm tai > 25 mm/m <sup>2</sup>	I B	VHD (9)
	Oireettoman, vaikean aorttaläpävuo- don leikkausajankohta*	> 20 mm/m <sup>2</sup> , etenkin jos pieni BSA	IIB C	VHD (9)
Vasemman kammion ejektiofraktio	Vajaatoiminnan määrittely ja hoito	≤ 40 % (HF <sub>r</sub> EF), 41-49 % (HF <sub>mr</sub> EF); 50 % (HF <sub>p</sub> EF)	vain tekstissä	HF (17)
	ICD-implantaatio*	≤ 35 %	I A (iskeeminen) IIA A (ei-iskeeminen)	HF (17)
	CRT-implantaatio*	≤ 35 %	I A	HF (17)
	Vaikean oireettoman aortta- vuodon ja aorttastenoosin leikkausajankohta*	< 50 %	I B	VHD (9)
	Vaikean oireettoman aortta- astenoosin hoito*	< 55 %	IIA B	VHD (9)
	Vaikean oireettoman aortta- vuodon leikkausajankohta*	≤ 55 %	IIB C	VHD (9)
	Primaarisen mitraalivuodon leikkausajankohta	≤ 60 %	I B	VHD (9)
Vasemman kammion globaali pitkittäinen strain	Antrasykliinihoidon tauotus	< 49 %	I C	Cardio-Onco (18)
	Kardioprotektiivisen lääkeytyksen aloittaminen	Relatiivinen 15 % lasku	IIA B	Cardio-Onco (18)
	Päätöksenteon tukena läppävioissa*	- 15 % (aorttastenoosi) - 18 % (mitraalivuoto) - 19 % (aorttavuoto)	vain tekstissä	VHD (9)
Vasemman eteisen koko	Eteisvärinän ablaatiohoidon ennuste*	Uusimmissa hoitosuosituksissa ei annettu rajaa	vain tekstissä	FA (22)
	Vasemman eteisen läpimitta HCM-riskipistelaskurin osana*	ei	vain tekstissä	CMP (21)
	Suurentunut vasen eteinen tukee HF <sub>p</sub> EF-diagnoosia*	ei	vain tekstissä	HF (17)
	Primaarisen vaikean mitraalivuodon plastian ajankohta*	> 60 ml/m <sup>2</sup> tai ≥ 55 mm	IIA B	VHD (9)
Trikuspidaaliannuluksen läpimitta	Trikuspidaaliläpän annuloplastia vasemmanpuoleisen läppäleikkauksen yhteydessä, kun läppävuoto on ainakin lievä*	≥ 40 mm tai 21 mm/m <sup>2</sup>	IIA B	VHD (9)
TAPSE	Pulmonaalihypertension hoito ja diagnostiikka*	ei	vain tekstissä	PH (11)
	Trikuspidaaliläppävuo- don suunnittelu*	ei	vain tekstissä	VHD (9)

\*ICD = iskevä tahdistin; CRT = synkronoiva vajaatoimintatahdistin; HCM = hypertrofisen kardiomyopatia; HF<sub>r</sub>EF = sydämen vajaatoiminta jossa alentunut ejektiofraktio; HF<sub>mr</sub>EF = sydämen vajaatoiminta, jossa lievästi alentunut ejektiofraktio; HF<sub>p</sub>EF = sydämen vajaatoiminta jossa normaali ejektiofraktio; CMP = kardiomyopatia; VHD = läppäviat; HF = sydämen vajaatoiminta; Cardio-Onco = kardiologi; AF = eteisvärinä; PH = pulmonaalihypertensio

\* myös muita harkittavia tekijöitä

### Hoitopäätöksiin vaikuttavat ultraäänimittaukset

Ultraäänimittauksen viitearvot voivat poiketa kliinisistä toimenpiderajoista tai ennusteeseen vaikuttavista parametreistä. **Taulukko 4** on koottu yksittäisiä ultraäänimittauksen raja-arvoja, joita ESC:n hoitosuosituksissa suositellaan käyttämään hoitopäätösten tukena. Hoitopäätöksistä valtaosa koskee läppävikojen oikea-aikaista hoitoa tai sydämen vajaatoimintaa. Taulukosta löytyy myös hypertrofisen kardiomyopatian diagnostiikkaan ja hoitopäätöksiin liittyviä suureita. Sen sijaan valtaosassa taudeista tarkkoja raja-arvoja ei ole määritelty. Merkittävien ultraäänellä mitattavien muuttujien ejektiofraktio.

### Mikä on merkittävä muutos seurannassa?

Tällä hetkellä ei ole kansainvälistä suositusta siitä, mikä katsotaan merkittäväksi muutokseksi esimerkiksi LVEF-mittauksen välillä eri aikapisteissä, mutta EACVI on suullisen tiedon mukaan muodostamassa ohjeistusta siitä. Kardiologiassa käytetty 10%:n absoluuttinen muutos ejektiofraktiossa ja 15%:n suhteellinen muutos LV-GLS:ssä on viimeaikaisten tutkimustulosten valossa järkevä. Ne vastaavat erään tutkimuksen mukaan noin kaksinkertaisesti pienintä havaittavissa olevaa muutosta silloin, kun ultraäänikuva ja analysoijat ovat samat (relatiivinen muutos 9% EF:lle ja 7% GLS:lle, absoluuttinen muutos 4,4% EF:lle ja 1,4% GLS:lle) (18, 19). Kun sekä ultraäänitutkimuksen suorittaja että tulosten analysoijat vaihtuvat, pienin havaittavissa oleva ero voi olla paljon suurempi, suhteellinen muutos jopa 14–15% (20). Uusimman standardointijulkaisun mukaan keskimääräinen ero eri laitteilla tehdyille EF-mittaukselle on 7% ja GLS:lle 6% (relative mean error) (12). Mittauksen suorittaminen edellyttää huolellisuutta ja kokemusta virheellisten diagnoosien ja hoitopäätösten välttämiseksi. Sydämen koon mittauksen toistettavuutta on tutkittu vain vähän, eikä toistomittauksissa ole esitetty raja-arvoja merkittävälle muutokselle kammioiden koossa (3).

### Yhteenveto

Sydämen ultraäänitutkimuksessa on tärkeää kiinnittää huomiota huolellisiin mittauksiin. On tunnistettava mittausepä-tarkkuus ja mittausvirheiden mahdollisuus sekä toistomittauksissa nähtävä variaatio, joka ei ole biologinen merkittävä muutos vaan mittaustekniikasta johtuvaa hajontaa. Erityisen tarkka tulisi olla potilaan hoitoon ja diagnoosiin vaikuttavissa mittauksissa, ja yksittäisen mittauksen sijaan potilaan hoitopäätöksen ja diagnoosin tulee perustua kokonaisuuden arvioon.

Tiedon kertyessä ja teknologian kehittyessä pääsemme ehkä myös ultraäänimittauksissa yhä tarkempiin viitealueisiin, joissa huomioidaan tarkemmin myös potilaan koko ja ikä sekä mahdollisesti muutkin tekijät. Sydämen magneettitutkimuksessa ja lastenkardiologiassa potilaan kokoon suhteutettu mittaaminen on ollut käytäntö jo pidemmän aikaa. Emme voi suositella viitearvokäytäntöjen muuttamista, mutta kansainvälisten suositusten rajoitukset sekä vaihtoehdot on hyvä tiedostaa. Ajan saatossa "normaalin" määrittely muuttuu myös sydänkuvantamisessa. ■

Erityisen tarkka tulisi olla potilaan hoitoon ja diagnoosiin vaikuttavissa mittauksissa, ja yksittäisen mittauksen sijaan potilaan hoitopäätöksen ja diagnoosin tulee perustua kokonaisuuden arvioon.

### Viitteet

- Flachskampf FA. New Echocardiographic Reference Values: Why They Are Welcome\*. JACC Cardiovasc Imaging. 2023;16(12):1532–5.
- Harkness A, Ring L, Augustine DX, ym. Normal Reference Intervals for Cardiac Dimensions and Function for Use in Echocardiographic Practice: A Guideline from the British Society of Echocardiography. Echo Res Pract. 2020;7(1):G1–18.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, ym. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J - Cardiovasc Imaging. 2015;16(3):233–71.
- Lang RM, Mor-Avi V. One Size Does Not Fit All: A Cliché or a Hard Fact in Cardiac Chamber Quantification?\*. JACC Cardiovasc Imaging. 2015;8(6):666–8.
- Kou S, Caballero L, Dulgheru R, ym. Echocardiographic reference ranges for normal cardiac chamber size: results from the NORRE study. Eur Heart J - Cardiovasc Imaging. 2014;15(6):680–90.
- Poppe KK, Doughty RN, Gardin JM, ym. Ethnic-Specific Normative Reference Values for Echocardiographic LA and LV Size, LV Mass, and Systolic Function: The EchoNoRMAL Study. JACC Cardiovasc Imaging. 2015;8(6):656–65.
- Asch FM, Banchs J, Price R, ym. Need for a Global Definition of Normative Echo Values—Rationale and Design of the World Alliance of Societies of Echocardiography Normal Values Study (WASE). J Am Soc Echocardiogr. 2019;32(1):157–162.e2.
- Eriksen-Volnes Torfinn, Grue JF, Hellum OS, ym. Normalized Echocardiographic Values From Guideline-Directed Dedicated Views for Cardiac Dimensions and Left Ventricular Function. JACC Cardiovasc Imaging. 2023;16(12):1501–15.
- Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F, ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2021;43(7):561–632.
- Humbert M., Kovacs G., Hoepfer M. M, ym. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. Eur Heart J. 2022;43(38):3618–3731.

11. Gherbesi, E., Gianstefani, S., Angeli, F, ym. Myocardial strain of the left ventricle by speckle tracking echocardiography: From physics to clinical practice. *Echocardiography* . 2024;41(1):e15753
12. Balinisteanu, A. E., Duchenne, J., Puvrez, A, ym. Inter-Vendor differences in speckle tracking strain – A ten year follow-up on the Strain Standardization Task Force Inter-Vendor Comparison Study. *Euro Heart J*. 2024. 45 (Supplement 1); ehae666-042 |
13. Smiseth O, Rider O, Cvijic M, ym. Myocardial Strain Imaging: Theory, Current Practice, and the Future. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2024.
14. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, ym. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(4):277–314.
15. Robinson S, Ring L, Oxborough D, ym. The assessment of left ventricular diastolic function: guidance and recommendations from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract*. 2024;11(1):16.
16. Letnes JM, Eriksen-Volnes T, Nes B, ym. Variability of echocardiographic measures of left ventricular diastolic function. The HUNT study. *Echocardiography*. 2021;38(6):901–8.
17. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, ym. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2023;44(37):3627–39.
18. Lyon AR, Lopez-Fernandez T, Couch LS, ym. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). *Eur Heart J*. 2022;23(10):e333-e465.
19. Houard L, Militaru S, Tanaka K, ym. Test-retest reliability of left and right ventricular systolic function by new and conventional echocardiographic and cardiac magnetic resonance parameters. *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging*. 2021;22(10):1157–67.
20. Baron T, Berglund L, Hedin EM, ym. Test-retest reliability of new and conventional echocardiographic parameters of left ventricular systolic function. *Clin Res Cardiol*. 2019;108(4):355–65.
21. Arbelo E, Protonotarios A, Gimeno JR, ym. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies. *Eur Heart J*. 2023;44(37):3503-3623.
22. Van Gelder I, Rienstra M, V Buntung K, ym. 2024 ESC guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): Developed by the task force for the management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC), with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3314-3414.
23. Bernard A, Addetia K, Dulgheru R, ym. 3D echocardiographic reference ranges for normal left ventricular volumes and strain: results from the EACVI NORRE study. *Eur Heart J* 2017;18(4):475-83.
24. Caballero L, Kou S, Dulgheru R, ym. Echocardiographic reference ranges for normal cardiac Doppler data: results from the NORRE Study. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*. 2015 Sep 1;16(9):1031-41.

#### Sidonnaisuudet

- Riitta Paakkanen: luentopalkkio (Pfizer Oy).
- Kadri Joosti: ei sidonnaisuuksia.
- Valtteri Uusitalo: luentopalkkio (Pfizer Oy ja GE Healthcare).
- Antti Saraste: luento- tai konsulttipalkkio (Abbott, Astra Zeneca, BMS, Janssen, Novo Nordisk, Pfizer).



**When we challenge,  
we advance.**



**Boston  
Scientific**

