

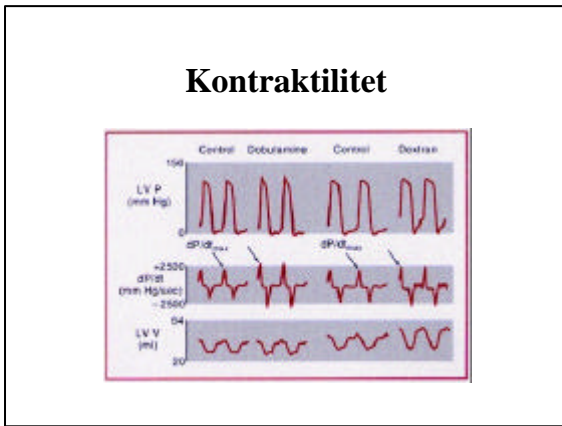


Global systolisk funksjon:

Viktigste enkelte prediktor for dødelighet ved alle typer hjertesykdom

Hva er systolisk funksjon?

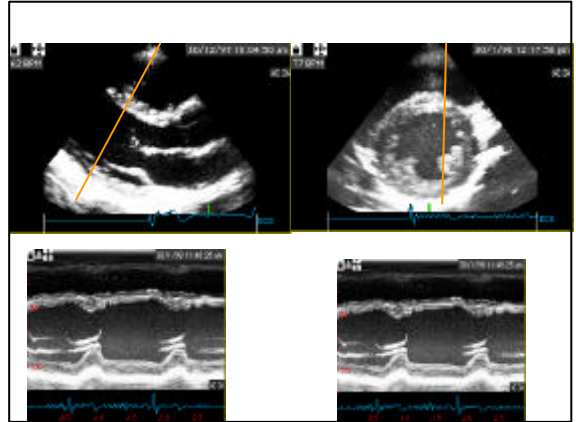
- Cardiac output?
- Slagvolum?
- Kontraksjon?
- Kontraktilitet?



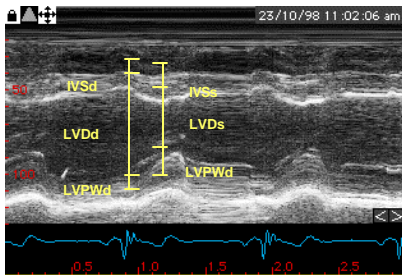
- Metoder:**
- M-mode ekkokardiografi
 - Kortakse
 - Langakse
 - 2D ekkokardiografi
 - Volum / EF
 - Doppler ekkokardiografi
 - Ejeksjonstid
 - dP/dT
 - Vevsdoppler annulushastighet
 - Wall motion score index

Hvorfor mange metoder?

- Mange pasienter har begrenset innsyn til en eller flere vinduer:
 - Alternative metoder sikrer at en får informasjon likevel.
- Ekkomålinger har begrenset presisjon og reproduserbarhet:
 - sikrere vurdering basert på flere forskjellige data
- Ingen enkeltmålinger har gyldighet i alle situasjoner:
 - totalvurderingen må baseres på en samlet vurdering
- Totalvurderingen er sammensatt



M-mode:



Kortakse M-mode:

- **Fordeler:**
 - Enkel i bruk
 - Relativt reproduserbar
 - Både dilatasjon og funksjon
 - Både hypertrofi og funksjon
- **Ulemper:**
 - Mange pasienter har ikke parasternalt vindu
 - Følsom for regionale forskjeller (infarktsekvele)
 - Følsom for forskjeller i fylningstrykk
 - Langaksefunksjon ofte tidligere nedsatt enn tverrakse

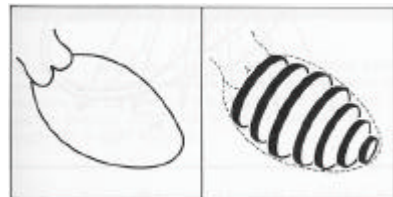
NB: Husk subcostalt vindu!

Normalverdier:

Ekkokardiografisk mål	Kvinner (n=95)	Menn (n=95)
LV EDS cm	2,78 ± 0,33 1,56 ± 0,20	2,98 ± 0,38 1,54 ± 0,20
LV EDD cm	4,71 ± 0,41 2,70 ± 0,33	5,01 ± 0,45 2,59 ± 0,23
LV-SF	43 ± 5	41 ± 6
IVS ED cm	0,86 ± 0,12 0,50 ± 0,08	1,01 ± 0,12 0,52 ± 0,07
LVPW cm	0,84 ± 0,10 0,48 ± 0,05	1,02 ± 0,11 0,53 ± 0,06
LA cm	3,14 ± 0,43 1,81 ± 0,25	3,35 ± 0,36 1,73 ± 0,18
Aortarot cm	2,72 ± 0,20 1,81 ± 0,25	3,07 ± 0,27 1,59 ± 0,15
RV ED cm	1,72 ± 0,48 1,00 ± 0,28	2,04 ± 0,41 1,05 ± 0,21

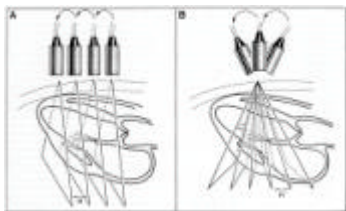
Knutsen et al 1989

2D ekko – volumberegning:



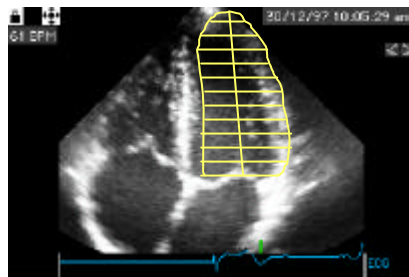
Feigenbaum 4th ed

2D ekko – volumberegning:

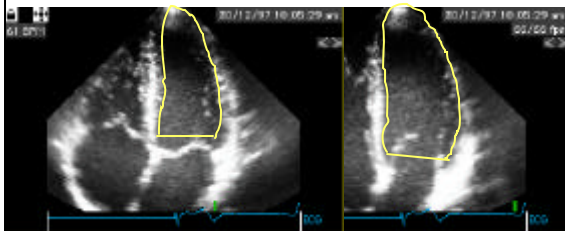


Feigenbaum 4th ed

Modifisert Simpson:



Ejeksjonsfraksjon:

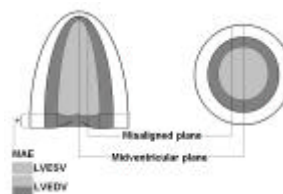


Systole
 $SV = EDV - ESV$
Normalt $> 45 \text{ ml / m}^2$

Diastole
 $EF = SV / EDV$
Normalt $> 50\%$

NB: EF angio ca 10 % høyere enn EF ekko

Planfeil:

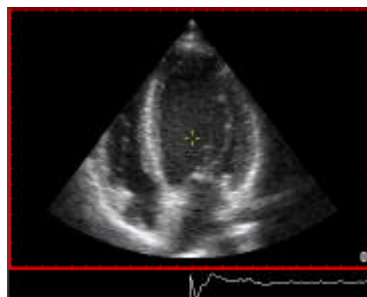


- Lengste diameter
- Apex i spissen ved rotasjon av proben
- Alltid biplan (4k + alax)
- Samsvar mellom planene
- Trace ut til epicard i apex

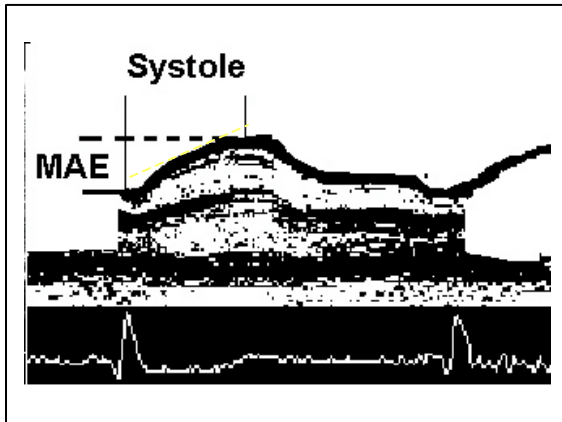
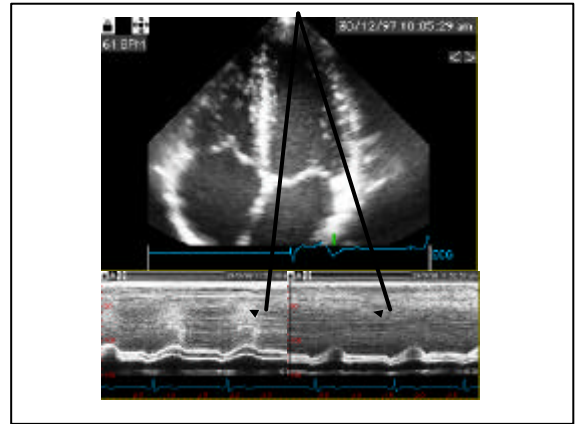
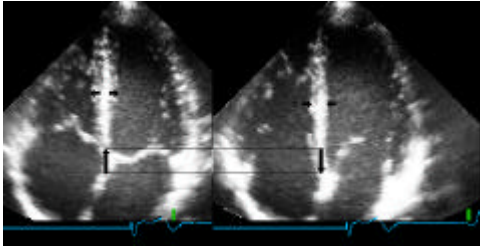
Svakheter:

- Endokarddefinisjon
- Dropouts
- Trabekler papillemuskler
- Tracing lite reproducerbar
 - 20% inter og 6% intraobserver

Langaksebevegelsen:



Langaksebevegelsen:



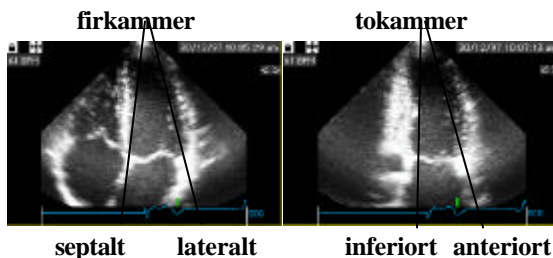
- MAE > 10 mm tilsvare EF > 50%
- MAE < 7 mm Tilsvare EF < 30%

Alam et al 1992

- Korrelasjon MAE og EF 0,80

Støylen et al 2003

Normalverdiene gjelder gjennomsnitt av 4 punkter:

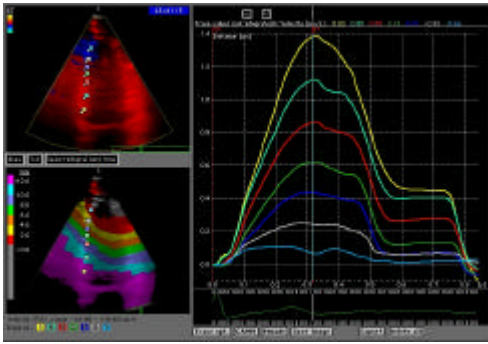


Gjennomsnittet av 4 punkter reduserer også variabiliteten med 25%

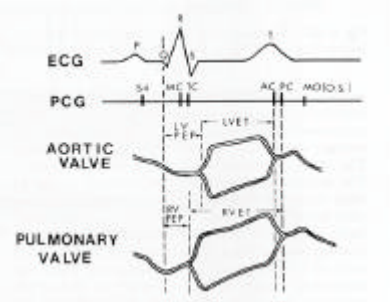
Langakse M-mode:

- **Fordeler:**
 - Enkel i bruk
 - Robust – gir data på de fleste
 - Reproduserbar
 - Sensitiv
- **Ulemper:**
 - Langaksebevegelse er nedsatt ved
 - Hypertrofi: OBS hypertensjon HCM, AS!
 - Alder

Tissue tracking:

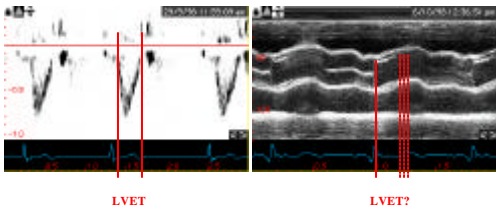


Timing:

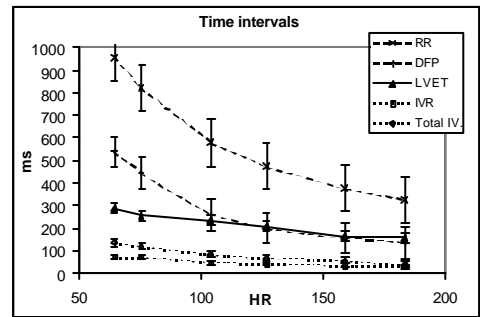


Feigenbaum 4th ed

VV Ejeksjonstid:



Ejeksjonstid redusert ved redusert venstre ventrikelfunksjon



Støylen et al 2003

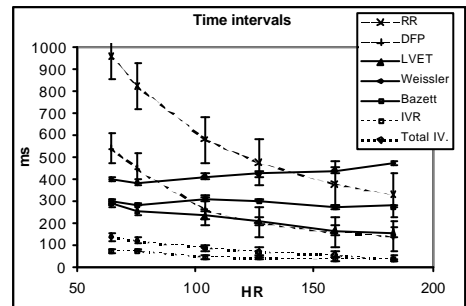
Ejeksjonstid: HR korreksjon:

Weissler's korreksjon: ? : $LVET_c = LVET + 1,6 * HR$
 ? : $LVET_c = LVET + 1,7 * HR$

Normalverdier: ? : 413 (10) D 393 - 433
 ? : 418 (10) D 398 - 438

Bazett's korreksjon: $QT_c = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$

Men: $LVET < QT$; normalgrensen $< 0,40$

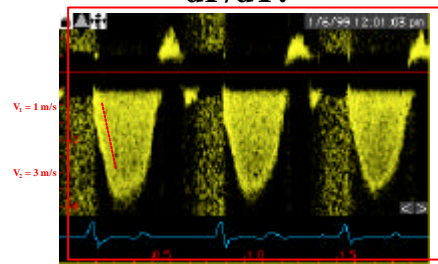


Støylen et al 2003

Ejeksjonstid:

- **Fordeler:**
 - Lett å måle
 - Vinkeluavhengig
 - Robust
 - reproduserbar
- **Ulemper:**
 - Lite sensitiv
 - Load avhengig
 - Går ned ved MI (og VSD)
 - Går opp ved AS og HT

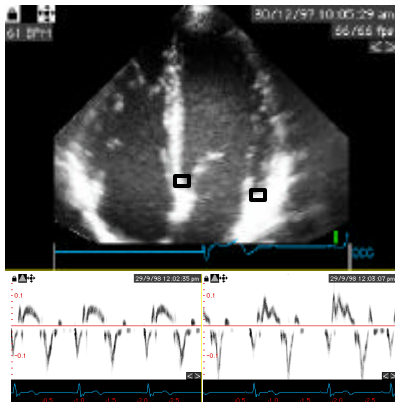
dP/dT:



$$dP = 4V_2^2 - 4V_1^2 = 36 \text{ mmHg} - 4 \text{ mmHg} = 32 \text{ mmHg}$$

$$dP/dT = 32 / dt, \text{ normalt } > 1000 \text{ mmHg/sek}$$

Men: Vinkelavhengig og stor variabilitet.



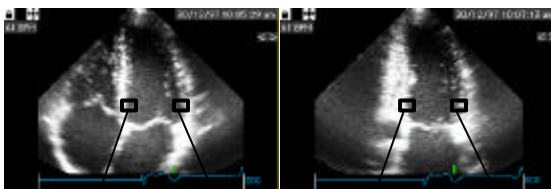
Normalverdier:

- **Gulati et al 1996:**
 - Peak velocity korelerer med EF: $R = 0.86$ (Støylen et al 2003: $R = 0.66$)
 - Peak velocity $> 5,4 \text{ cm/s}$ tilsvarer EF $> 50\%$
- **Vinereanu et al 2001:**
 - Peak velocity > 9 differensierer mellom normal og patologisk hypertrofi (men alle med normal EF)
 - Normalverdi > 8

Normalverdiene gjelder gjennomsnitt av 4 punkter:

firkammer

tokammer



septalt

latært

inferiort

antært

Gjennomsnittet av 4 punkter reduserer også variabiliteten med 25%

Støylen et al 2003

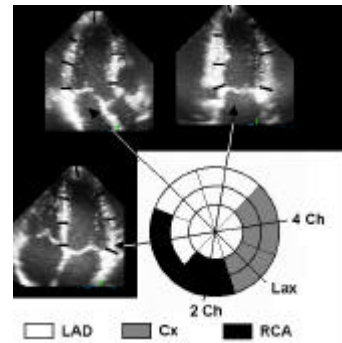
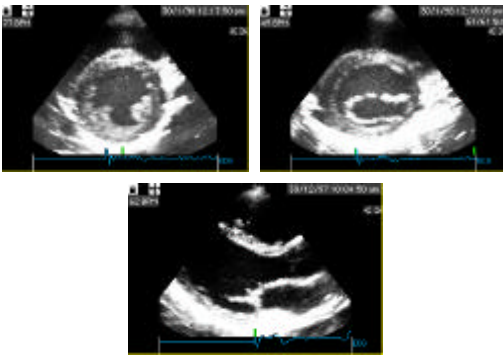
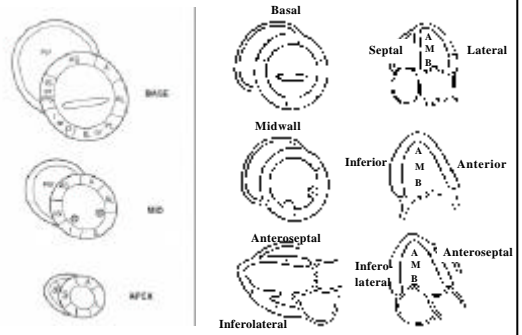
Klaffeplan vevsdoppler:

- **Fordeler:**
 - Enkel i bruk
 - Robust – gir data på de fleste
 - Reproduserbar
 - Sensitiv
 - Nærmeste korrelat til kontraktilitet
- **Ulemper:**
 - Gain-avhengig
 - Fortsatt noe usikkerhet om normalgrense
 - Langaksebevegelse er nedsatt ved
 - Hypertrofi: OBS hypertensjon HCM, AS!
 - Alder

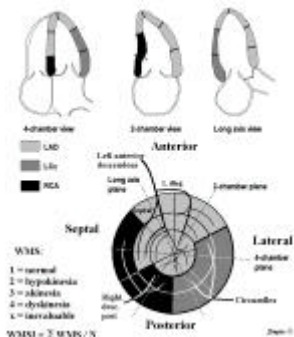
Regional funksjon:

- Hvor er det dysfunksjon
- Hvor utbredt er dysfunksjonen
- Hvor uttalt er dysfunksjonen

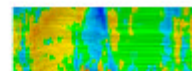
Segmentering av ve ventrikkell



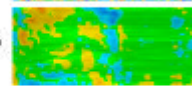
Tolkning:



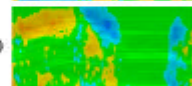
1: Normal:



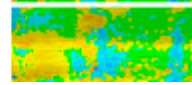
2: Hypokinetic:
(two basal segs.)



3: Akinetic:
(two basal segs.)



4: Dyskinetic:
(apical segm.)



Stoylen et al 2000

- **Korrelasjon WMSI og EF 0.85 - 0.90**

Støylen et al 1999

Hvis regional dysfunksjon, ellers er metoden ubrukelig

Diastolisk funksjon – hva er poenget?

- Påvise forsinket relaksasjon
- Semikvantitere ve. ventrikkels fylningstrykk
- Påvise årsak til forhøyet fylningstrykk

Hva er konsekvensen?

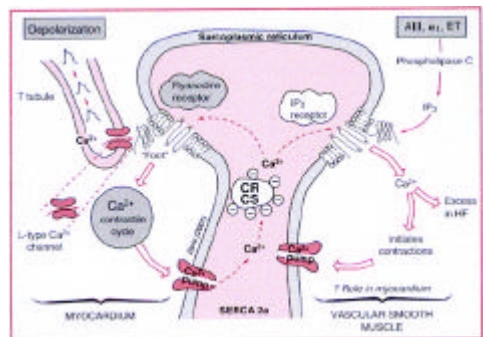
- Forsinket relaksasjon
 - Redusere frekvens dersom høy i hvile
 - Hindre frekvensøkning under anstrengelse
- Økt fylningstrykk
 - Årsak: Relaksasjonsproblem? Systolisk svikt? Restriksjon? Konstriksjon?
- Lave fylningstrykk + symptom pga det
 - Årsak: Hypovolem? Pulmonalt problem? Hø. ventrikkelproblem?
- Skreddersy behandling

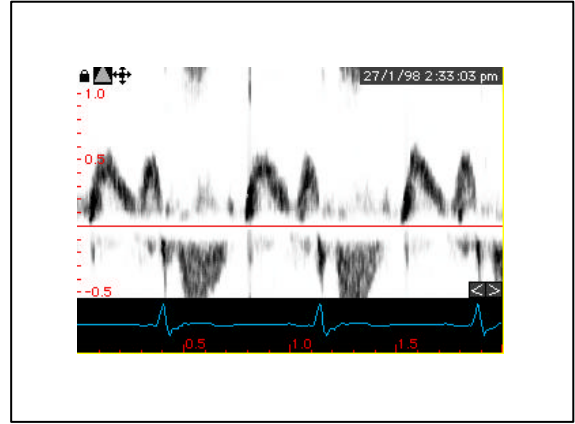
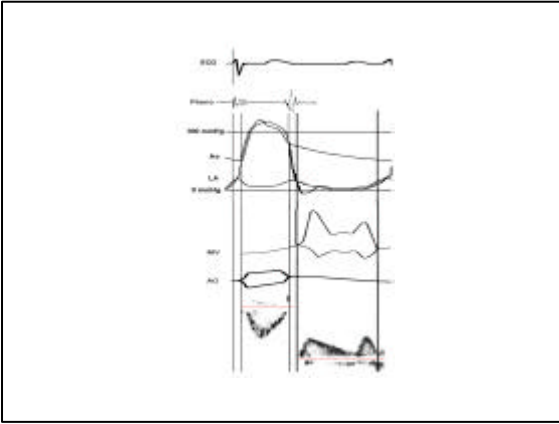
Diastolisk dysfunksjon:

- Redusert diastolisk funksjon ut over bare forsinket relaksasjon
- EF > 40
- Sammenligning av mitralflow og EF er som å sammenligne epler og bananer
- Finnes ren diastolisk dysfunksjon?

Diastolisk dysfunksjon: Prevalens

- Auker med aukande alder
 - Wong et al. 1989:
 - <60 år: 6% av sviktpas. norm. syst. funksjon
 - 61-70 år: 21% "normal" systolisk funksjon
 - >70 år: 41% "normal" systolisk funksjon
 - Aronow et al. 1990
 - Gj.snitts alder 84 år: 47% av pas. med svikt hadde EF >50%





Hva er diastolisk funksjon?

- Myocytrelaksasjon?
- Ventrikkrelaksasjon?
- Ventrikkcompliance?
- Ventrikkelfylling?
 - Tidlig
 - Hele diastolen?

Diastolisk funksjon

- **Aktiv fase (relaksasjon)**
 - Calcium blir fjerna fra cytoplasma mot en konsentrasjonsgradient
 - Første del av diastolen
- **Passiv fase (strekking - compliance)**
 - Myocard-egenskaper
 - Pericard
 - Ventricular interaksjon
 - Siste del av diastolen (atriesystole)

Diastolisk dysfunksjon: Prognose

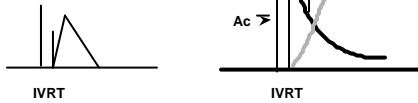
- Rein diastolisk svikt ingen benign sjukdom
 - Prognose avhengig av grunnsjukdom og alder
- V-HeFT 1990, menn gj.snitt 60 år (ischemi ekskl.)
 - 8% årlig mortalitet, 23% etter 5,7 år
 - 19% årlig mortalitet ved redusert syst. funksjon
- Aronow et al. 1990, pasienter gj.snitt 82 år
 - 51% mortalitet etter 23 mndr.
 - 85% mortalitet etter 16 mndr. ved red. syst. funksj.

Er klinisk diagnose mulig?

- Er i alle fall vanskeleg.
- Tenk på muligheten ved:
 - Eldre pasienter
 - Ikkje forstørra hjarte
 - Venstre ventrikkelhypertrofi - hypertensjon
 - Ikkje gjennomgått infarkt
 - S4 gallopp
 - Behandlingsresistent svikt

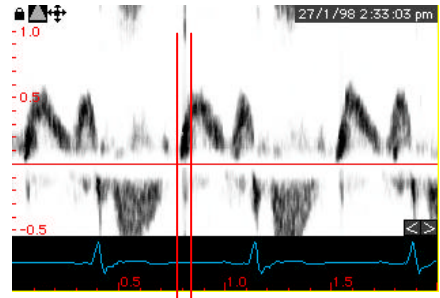
Venstre ventrikel relaksasjon

- Relaksasjon er rask til å begynne med
- Relaksasjonen er langsommere mot slutten



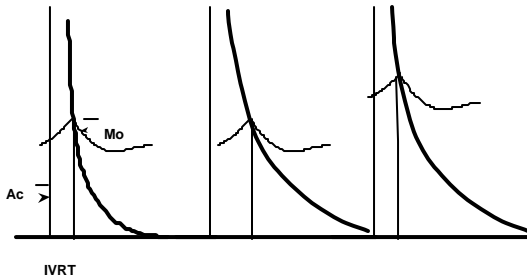
Tau: Tidskonstanten for trykkfallet under IVRT

IVRT



Normalt 55 – 90 ms

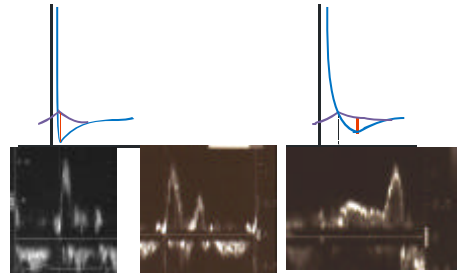
IVRT



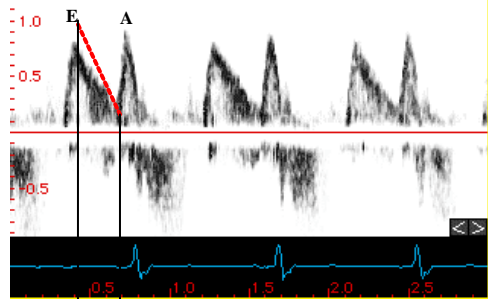
Mitralflow avhengig av relaksasjonen

Rask relaksasjon

Langsom relaksasjon

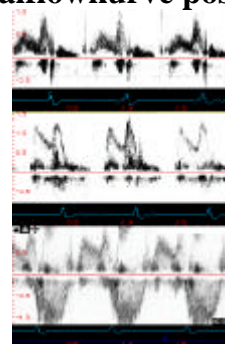


29/4/98 9:34:07 am



Dec. tid

Mitralflowkurve posisjon

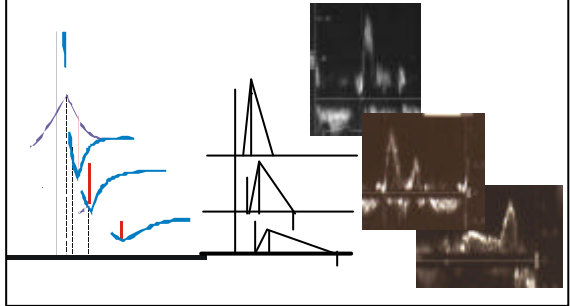


Normalverdier, ESC retningslinjer

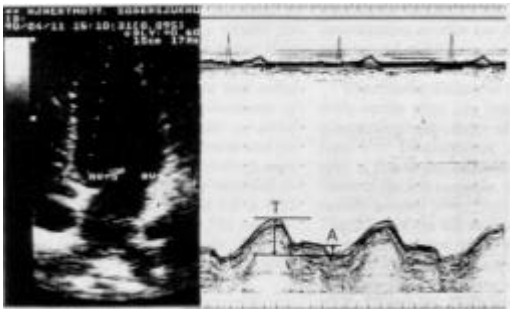
	<30 år	30-50 år	>50 år
E max.hastighet	0,69 ±0,12 m/s	0,62 ±0,14 m/s	0,59 ±0,14 m/s
E/A ratio	2,7 ±0,7	2,0 ±0,6	1,2 ±0,4
Dec.tid (DT)	179 ± 20 ms		210 ± 36 ms
IVRT	72 ± 12 ms	80 ± 12 ms	84 ± 12 ms

European Heart J 1998; 19, 900-1003

Mitralflow avhengig av fyllingstrykk



M-mode av AV-annulus

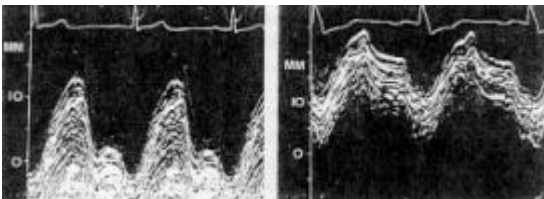


AV-plan utslag i diastole Normalverdier (mm)

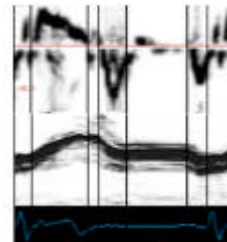
	<35 år	35-54 år	55-74 år
	n=32	n=34	n=34
Tot AV utslag	17 ± 4,0	15 ± 2,0	14,5 ± 2,0
Utsl. atriesystole	4,0 ± 1,0	5 ± 1,5	6 ± 1,0
% utsl. atriesyst	23 ± 5,0	33 ± 8,0	41 ± 8,0

Alam & Höglund 1991

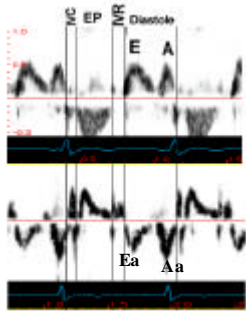
M-mode av annlus, problem



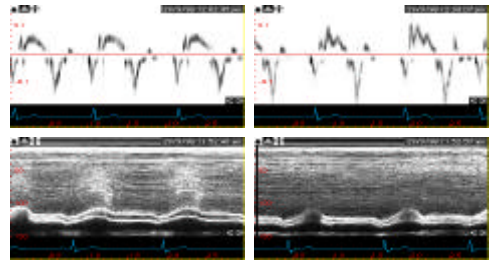
Vevsdoppler



Vevsdoppler og flow:

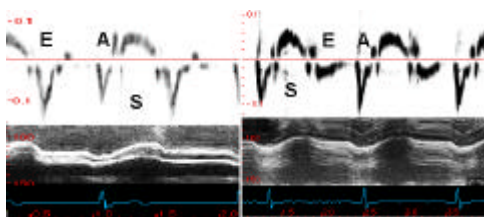


Vevsdoppler: septalt lateralt



Ea måler relaksasjonshastigheten, men ETTER IVR

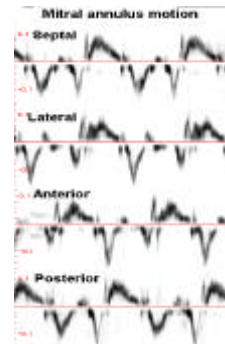
Diastolisk funksjon VV:



Frisk person

Hypertensiv pasient med
forsinket relaksasjon

Posisjonsavhengighet :



VevsDoppler, normalverdier

(Middelverdi cm/s \pm SD)

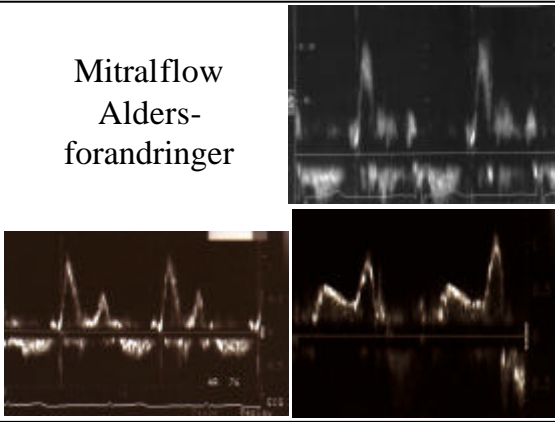
Alder	<40 år	40-59 år	≥ 60 år
Venstre ventrikkel:			
Septum	15,5 \pm 2,7	12,2 \pm 2,3	10,4 \pm 2,1
Fremre vegg	17,6 \pm 2,9	15 \pm 3,3	10,8 \pm 2,1
Laterale vegg	19,8 \pm 2,9	16,1 \pm 2,3	12,9 \pm 3,5
Nedre vegg	17,7 \pm 2,9	14,2 \pm 2,7	10,7 \pm 2,1
Middelverdi alle avsn.	17,7 \pm 2,4	14,4 \pm 2,1	11,3 \pm 2,1
Laterale tricuspidalring	17,7 \pm 2	15,6 \pm 3,7	13,2 \pm 2,7

Alam et al.

Normalverdier for e-hast.i mitralannulus, forenkla

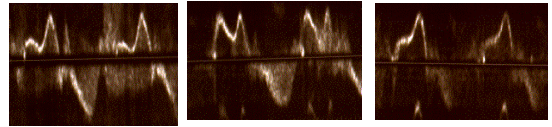
- Yngre vaksne:
– >10 cm/s
- Eldre vaksne
– >8 cm/s

Mitralflow Alders- forandringer

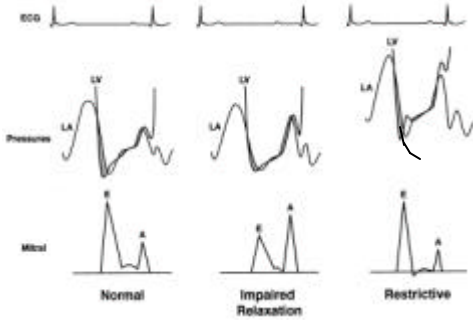


Forsinket relaksasjon – effekt av belastning

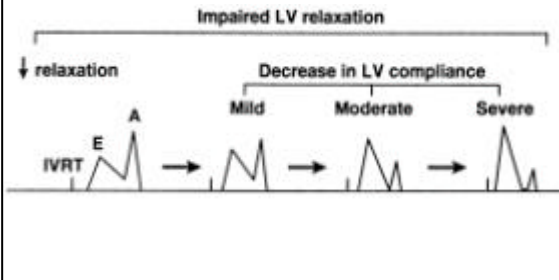
Før belastning Under belastning Etter belastning



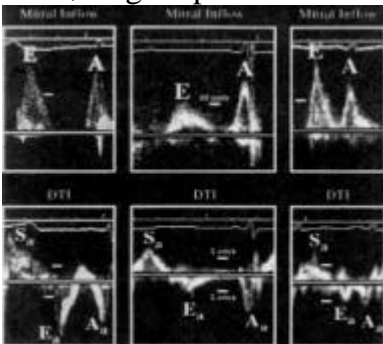
Fyllingstrykk og mitralflow



Mitralflow og økende fyllingstrykk



Avsløring av pseudonormalisering



Nagueh -97

E/A ratio i mitralflow vs Ea/Aa ratio til mitralannulus

	Normale n=34	Forsinka relaksasjon n=40	Pseudonormale n=51
E/A	1,4±0,3	0,66±0,14	1,7±0,5
Ea/Aa	1,4±0,4	0,62±0,2	0,66±0,2
E/Ea	7,7±3	7,8±3,5	18±4

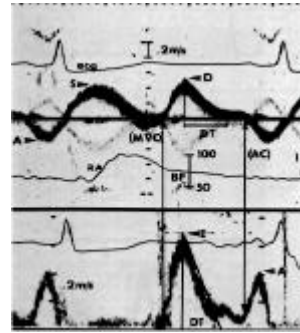
Nagueh 1997

E-mitral/e-annulus og fyllingstrykk

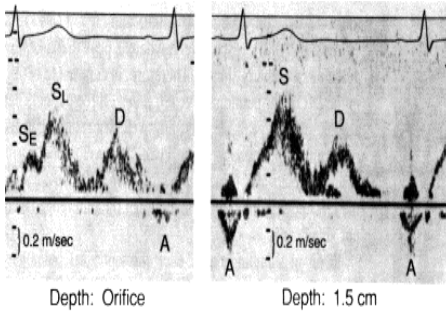
	E/e(lm)	PCWP (mmHg)	Sens. (%)	Spes. (%)
Nagueh 1997 *	>10	>10	91	81
	>10	>15	97	78
Nagueh 1998 **	>10	>12	78	95
	>10	>15	85	93
Sundereswaran 1998 ***	>8	>15	87	81
	Endring >2.5	Øking >5	77	75
Nagueh 1999 ****	>10	>15	92	85
Sohn 1999 *****	E/e(septal)			
	>11	>15	75	93

Tabell: Vegsundvåg

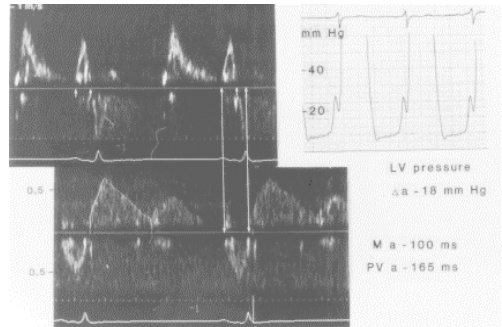
Mitral- / lungevenestraum



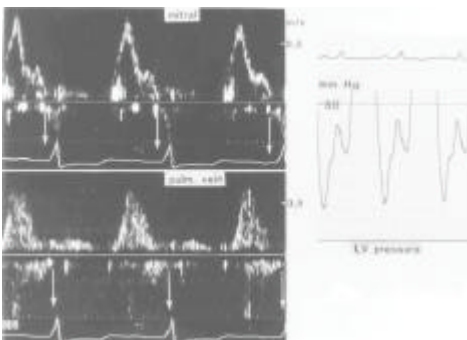
Lungevenestraum - målenivå



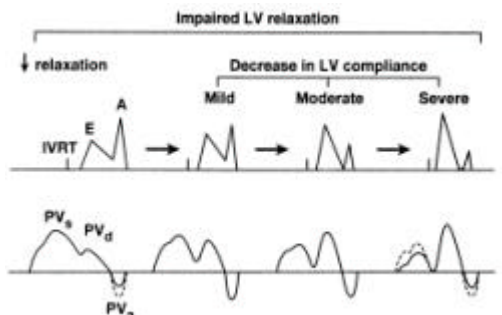
Redusert compliance



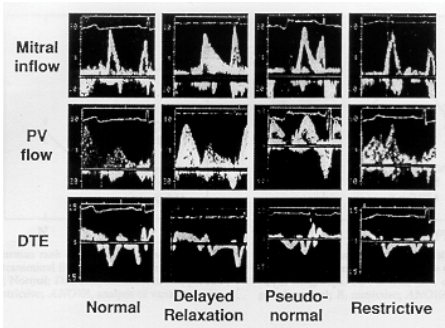
Forhøyet fylningstrykk



Avsløring av trykkøkning

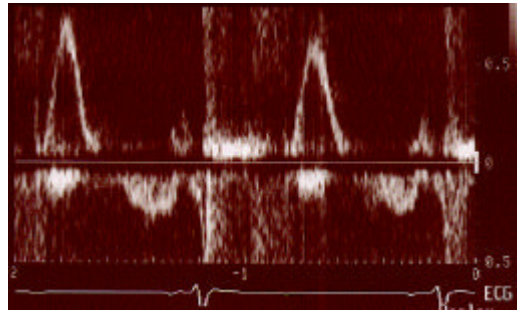


Diastolisk funksjon:



Farias et al. JASE 1999

Diastolisk mitralinsuffisiens



Normalverdier for diastoliske parameter

Oh et al. 97, Mayo

Parameter	2-20	21-40	41-60	>60
n	46	51	38	10
Heart rate (beats/min)	78±16	74±11	73±10	70±14
BP systolic (mm Hg)	111±14	111±14	117±14	121±11
BP diastolic (mm Hg)	71±10	71±10	73±9	75±12
IVRT (msec)	50±9	67±8	74±7	87±7
E (cm/sec)	88±14	75±13	71±13	71±11
A (cm/sec)	49±12	51±11	57±13	75±12
E/A	1.88±0.45	1.53±0.40	1.28±0.25	0.96±0.18
DT (msec)	142±19	166±14	181±19	200±29
A duration (msec)	113±17	127±13	133±13	138±19
PVs (cm/sec)	48±10	44±10	49±8	52±11
PVd (cm/sec)	60±10	47±11	41±8	39±11
PVa (cm/sec>)	16±10	21±8	23±3	25±9
PVa duration (msec)	66±39	96±33	112±15	113±30
PVc/PVd	0.82±0.18	0.98±0.32	1.21±0.20	1.39±0.47

Normalverdier

IVRT	55-90 ms
T (tau)	22-46 ms
VV min. trykk	1.9±1.7 mmHg
VV rask fyllingsbølge	1.6±1.5 mmHg
Mitral E-bølge	60-115 cm/s
Mitral A-bølge	40-100 cm/s
Mitral E/A-ratio	1.0-2.5
Mitral deseler. tid	150-240 ms

Appelton-88

Normalverdier fra Tromsøundersøkelsen

Alder	25-40		41-60		>60	
	Menn	Kvinner	menn	Kvinner	Menn	Kvinner
	62	85	203	262	155	177
IVRT	94±14	85±15	105±19	97±18	113±19	105±19
E	75±13	82±14	70±14	71±11	64±13	66±13
A	47,1	51±10	61±12	75±12	66±13	69±13
E/A	1.66±0.43		1,16±0,28		0,99±0,23	
DT	183±37	174±28	204±41	187±33	206±37	201±37
A-dur	116±15		121±15		122±16	
PVa-dur	90±20	130±19	139±22	137±19	148±22	136±17
adur-Adur	-10±60	10±15	13±21	13±17	20±20	12±18

Schirmer et al.