

**UNIVERSITATEA DE MEDICINA SI FARMACIE
“CAROL DAVILA” BUCURESTI**

TEZA DE DOCTORAT

**EVALUAREA DEBITULUI CARDIAC PRIN
ECOCARDIOGRAFIE DOPPLER LA PACIENTII
CU INSUFICIENTA CARDIACA**

**COORDONATOR STIINTIFIC:
PROF. DR. ION BRUCKNER**

**DOCTORAND:
DR. DAN VICTOR SPATARU**

EVALUAREA DEBITULUI CARDIAC PRIN ECOCARDIOGRAFIE DOPPLER LA PACIENTII CU INSUFICIENTA CARDIACA

REZUMAT

Insuficienta cardiaca este un sindrom clinic care, din punct de vedere epidemiologic, se afla intr-o continua crestere in tarile dezvoltate economic, in contrast cu boala cardiaca ischemica care este in scadere. Acest fapt se datoreaza procesului de imbatranire a populatiei si progreselor importante in diagnosticul si in tratamentul farmacologic al bolilor cardiace.

Atentia deosebita care se acorda studierii aspectelor de diagnostic si de tratament in insuficienta cardiaca are multiple cauze, insuficienta cardiaca fiind o conditie invalidanta, cu un prognostic prost pe termen lung, care reduce calitatea vietii si are un cost economic considerabil individual si general la nivelul societatii. Insuficienta cardiaca are o prevalenta mai crescuta la persoanele in varsta si reprezinta cauza principala de internare in spital la batrani.

Cresterea incidentei si prevalentei insuficientei cardiace si intelegerea faptului ca multi bolnavi nu sunt tratati optimal, impune urgent accesul larg al clinicienilor la ghidurile de diagnostic si de tratament derivate din experienta clinica internationala bazata pe dovezi.

Calitatea vietii si prognosticul pe termen lung in insuficienta cardiaca raman rezervate, supravietuirea la 5 ani fiind cu un prognostic mai prost chiar fata de majoritatea neoplaziilor.

Rolul important pe care il are insuficienta cardiaca in practica clinica este relevat si de multitudinea studiilor desfasurate pe loturi mari de pacienti. De precizat este faptul ca majoritatea studiilor de atitudine terapeutica se adreseaza pacientilor cu insuficienta cardiaca si cu depresie de functie sistolica, si mai putin pacientilor aflati in insuficienta cardiaca, dar cu functie sistolica pastrata.

De multi ani, metodele epidemiologice au fost folosite pentru a evidentia cele mai frecvente boli cardiovasculare si pentru a studia evolutia lor. Noile tehnici, invazive sau neinvazive, folosite in cardiologie, au permis un diagnostic etiologic mai sigur si mai precoce, dar cele mai bune criterii de diagnostic raman cele clinice. Cu toate progresele inregistrate in cardiologie, epidemiologia insuficientei cardiace este putin cunoscuta si gravitatea bolii persista cu o prevalenta si o incidenta care au tendinta sa creasca tot mai mult, aceasta evolutie cunoscand doua motive majore, si anume: tratamentul mai eficient al patologiei cardio-vasculare si in special a infarctului miocardic acut si imbatranirea populatiei, cunoscut fiind faptul ca insuficienta cardiaca este o boala caracteristica populatiei cu o varsta medie cuprinsa intre 74 si 75 ani.

Prevalenta este estimata astazi in tarile Europei ca variind intre 0,4 si 2%, studiile efectuate estimand ca aproximativ 14 milioane din locuitorii Europei sufera de insuficienta cardiaca. Statele Unite ale Americii raporteaza o prevalenta a insuficientei cardiace cuprinsa intre 2 si 2.5%, si estimeaza ca aceasta va creste la peste 10% in urmatorii ani.

Etiologia insuficientei cardiace este multipla si variaza in functie de factori geografici si socio-economici. In trecut, insuficienta cardiaca aparea cel mai frecvent ca urmare a hipertensiunii arteriale netratate sau a evolutiei unei valvulopatii. In prezent, schimbarea stilului de viata, si cresterea incidentei diabetului zaharat, a sindromului metabolic si a bolii coronariene ischemice, au facut ca infarctul miocardic sa reprezinte factorul etiologic numarul unu pentru instalarea insuficientei cardiace in tarile industrializate. Studiul Framingham a aratat ca, dupa infarctul miocardic, 20% din pacienti evolueaza catre insuficienta cardiaca in 5-6 ani care urmeaza accidentului. Dupa 31 de studii efectuate, in ultimul timp, boala coronariana este responsabila de 50% din cazurile de insuficienta cardiaca, o miocardiopatie idiopatica

in 18% din cazuri, HTA in 4% din cazuri, o valvulopatie in 4% din cazuri, si alte cazuri 10%. Unele studii arata rolul independent al diabetului zaharat, indeosebi la femei, in aparitia insuficientei cardiace.

Pacientii cu insuficienta cardiaca au o calitate a vietii mai proasta fata de cei cu alte boli cronice, cum ar fi bronsita cronica, emfizemul pulmonar, insuficienta renala cronica, artrita. Frecvent, pacientii de peste 70 ani, aflati in insuficienta cardiaca asociaza si alte comorbiditati: in 27% din cazuri diabet zaharat, in 16% din cazuri insuficienta renala cronica, in 32% din cazuri patologii pulmonare si in 20% din cazuri anemie. Studii europene arata ca aproximativ 1% din bugetele nationale de sanatate reprezinta fonduri consacrate insuficientei cardiace. Cresterea numarului spitalizarilor se datoreaza pacientilor peste 65 ani. In Scotia, numarul bolnavilor cu insuficienta cardiaca in spital a crescut cu 60% intre 1980 si 1990. In SUA, prima cauza de spitalizare la pacienti peste 65 ani a fost insuficienta cardiaca.

Prognosticul este heterogen si depinde de gradul insuficientei cardiace si de etiologia ei. Prognosticul insuficientei cardiace netratate nu este cunoscut. Analize variate au pus in evidenta criterii radio-clinice predictive, clasa functionala, dupa NYHA, talia cordului la examenul radiologic toracic, prezenta fibrilatiei atriale, toate sunt de prognostic nefavorabil. Au fost luati in considerare si alti factori: fractia de ejectie a VS, consumul maximal de O₂ la efort, testul de mers 6 minute, presiunea capilara pulmonara, concentratia plasmatica a catecolaminelor, peptidele natriuretice, aritmii ventriculare.

Studiul Framingham raporteaza supravietuiri la 1 an de 65%, dupa precizarea diagnosticului de insuficienta cardiaca. Supravietuirea la 5 ani este de 25% la barbati si de 35-40% la femei. In studiul Mayo Clinic-Minnesota, supravietuirea este de 66% la 1 an, dupa precizarea diagnosticului. In studiul Framingham mortalitatea creste cu varsta. Cauzele de deces sunt, in 50% din cazuri, moartea subita sau o insuficienta cardiaca terminala in celelalte 50% din cazuri. Pentru cazurile spitalizate, mortalitatea variaza intre 20 si 50 % la 1 an si 50-70% la 2 ani. Studiul CONSENSUS I, pe pacienti in varsta cu insuficienta cardiaca clasa IV NYHA, raporteaza mortalitate de 44% la 6 luni. Studiul V-HEFT si SOLVD , pe pacienti mai putin gravi, arata o mortalitate de 15-20% la 1 an. Studiile AIRE si TRACE, pe pacienti cu insuficienta

cardiaca post-infarct, arata mortalitate de 14-25% la 1 an. Pentru insuficienta cardiaca clasa II si III NYHA, mortalitatea la 1 an este de 15-20%. In cazul insuficientei cardiace, moartea subita poate apare de 6-9 ori mai frecvent fata de populatia generala. De precizat este faptul ca mortalitatea este similara la pacientii cu insuficienta cardiaca si cu depresie de functie sistolica, comparativ cu cei aflati in insuficienta cardiaca, dar cu functie sistolica pastrata.

Medicina bazata pe dovezi pune la dispozitia medicilor practicieni o serie de dovezi clinice cu ajutorul carora se pot cantari beneficiile si riscurile de diagnostic si de tratament pentru variate afectiuni, astfel luand nastere ghidurile medicale. In cazul insuficientei cardiace, apare in anul 1995, primul ghid de diagnostic, in 1997 ghidul de tratament, iar in anul 2001 ghidul ce cuprinde informatii referitoare atat la diagnostic cat si la tratament. In anul 2005, Societatea Europeana de Cardiologie elaboreaza un nou ghid de diagnostic si de tratament al insuficientei cardiace, cu informatii aduse la zi. Acest ghid este implementat in 49 de tari, cu o populatie totala de aproximativ 900 milioane de locuitori din care cel putin 10 milioane sunt diagnosticati cu insuficienta cardiaca.

Societatea Europeana de Cardiologie considera insuficienta cardiaca un sindrom definit prin trei criterii, dintre care primele doua sunt obligatorii:

Criteriul 1. Simptome de insuficienta cardiaca aparute in repaus si la efort

Criteriul 2. Evidentierea obiectiva, de preferat ecocardiografica, a disfunctiei cardiace sistolice si/sau diastolice

Criteriul 3. Raspunsul favorabil la tratamentul specific pentru insuficienta cardiaca

Ghidul actual mentioneaza faptul ca **examenul ecocardiografic reprezinta metoda preferentiala de obiectivare a disfunctiei cardiace.**

Masurarea ecocardiografica a performantei ventriculare stangi reprezinta, prin urmare, o etapa obligatorie in caracterizarea unui bolnav cu insuficienta cardiaca.

Aprecierea functiei ventriculare poate fi facuta folosind diverse tehnici de diagnostic: ecocardiografie, angiografie radionucleara, SPECT, RMN, ventriculografie cu substanta de contrast. Dintre toate procedurile non-invazive folosite pentru evaluarea functiei ventriculare regionale sau globale, ecocardiografia are un rol extrem de important, datorita sensibilitatii de diagnostic, accesibilitatii si costului relativ redus comparativ cu celelalte metode.

Ecocardiografia este metoda diagnostica de preferat cel putin pentru evaluarea initiala a bolii cardiovasculare. Aparitia ecocardiografelor portabile, de mici dimensiuni, face posibila utilizarea metodei la patul bolnavului. Ecocardiografia este metoda de electie pentru complicatiile mecanice ale infarctului miocardic acut. Ecografia este mai sensibila decat electrocardiograma in evaluarea hipertrofiilor ventriculare stangi si o tehnica excelenta pentru estimarea masei ventriculului stang.

Ecocardiografia poate evalua urmatoarele structuri: ventriculul stang, atriul stang, ventriculul drept, atriul drept, valva aortica, valva mitrala, valva pulmonara, valva tricuspida, aorta, artera pulmonara, pericardul, vena cava inferioara si venele pulmonare. Trebuie precizat faptul ca identificarea si cuantificarea tuturor structurilor enumerate anterior nu este intotdeauna posibila si/sau obligatorie pentru toti pacientii evaluati ecocardiografic. Este insa esential ca o evaluare ecocardiografica sa aprecieze ventriculul stang, atriul stang, valva aortica si valva mitrala.

Dintre toate indicatiile de efectuare a ecocardiografiei, cea mai comuna este reprezentata necesitatea evaluarii functiei sistolice a ventriculului stang. Intr-un studiu privind utilitatea clinica a ecocardiografiei transtoracice bidimensionale, publicat in anul 1994, Krumholtz et al. demonstreaza faptul ca evaluarea functiei sistolice a ventriculului stang a reprezentat prima indicatie de efectuare a ecocardiografiei la pacientii studiati, depasind de doua ori celelalte indicatii diagnostice.

OBIECTIVUL STUDIULUI

Obiectivul lucrării noastre a fost identificarea unui parametru optim de evaluare ecocardiografică a funcției cardiace și corelarea cu parametrii clasici care definesc disfuncția sistolică a ventriculului stâng (fracție de ejeție, index de volum al ventriculului stâng). De asemenea s-a încercat și evidențierea modului în care debitul cardiac și elementele care intră în formula de calcul a debitului cardiac determinat prin tehnica ecocardiografică Doppler (integrala viteză - timp – VTI determinate la nivelul tractului de ejeție al ventriculului stâng – LVOT și frecvența cardiacă) se modifică la efort.

MATERIAL SI METODA

Am analizat un număr de 125 de pacienți internați în Secția de Medicină Internă și Cardiologie a Spitalului Clinic Coltea din București. Pacienții au fost împărțiți în două loturi:

- **Lotul de studiu - A** care a cuprins 68 de pacienți aflați în insuficiență cardiacă clasa a III-a sau a IV-a NYHA, cu depresie importantă de funcție sistolică;
- **Lotul martor - B** care a cuprins 57 de pacienți cu funcție sistolică normală, și care nu se aflau clinic în insuficiență cardiacă.

Lotul A a cuprins 68 pacienți, dintre care: 60 bărbați și 8 femei. În acest lot vârsta medie a fost de 55 ani $\pm$ 3.4 ani. Femeile incluse în acest lot au avut vârsta medie 54.5 ani $\pm$ 2.8 ani. Bărbații incluși în acest lot au avut vârsta medie 55.06ani $\pm$ 3.6 ani.

Lotul B a cuprins 57 pacienți, dintre care 48 bărbați și 9 femei. În acest lot vârsta medie a fost de 48.4 ani $\pm$ 4.1ani. Femeile incluse în acest lot au avut vârsta medie 52 ani $\pm$ 3.2ani. Bărbații incluși în acest lot au avut vârsta medie 47.7 ani $\pm$ 4 ani.

În total au fost incluși în studiu 125 de pacienți, dintre care 108 bărbați și 17 femei. Caracteristicile demografice ale pacienților studiați sunt rezumate și prezentate în tabelul 1.

Parametru	LOT A	LOT B
Numar pacienti	68	57
Raport barbati/femei	60/8	48/9
Varsta medie	55 ± 3.4	48.4 ± 4.1

Tabelul 1. Caracteristicile demografice ale pacientilor din loturile studiate

Criteriile de includere in lotul de studiu au fost determinate de:

- clasa functionala a insuficientei cardiace – pacientii inclusi se aflau la internare in clasa a III-a sau a IV-a NYHA: Clasa a III-a NYHA – 45 pacienti; Clasa a IV-a NYHA – 23 pacienti.
- valoarea fractiei de ejectie a ventriculului stang - sub 35%.

Criterii de excludere din lotul de studiu

Pacientii care prezentau afectari valvulare, fie aortice, fie mitrale, cu semnificatie hemodinamica, au fost exclusi din studiu. De asemenea prezenta afectiunilor concomitente de tipul anemiei sau a cirozei hepatice, ce puteau determina o forma de insuficienta cardiaca cu debit crescut, au constituit criterii de excludere din studiu.

In studiu au fost inclusi atat pacienti aflati in ritm sinusal, cat si pacienti cu fibrilatie atriala. La pacientii aflati in ritm sinusal, s-a facut media a cel putin 5 masuratori ale parametrilor ecocardiografici, iar la pacientii aflati in fibrilatie atriala s-a facut media la 10 masuratori.

Evaluarea pacientilor inclusi in studiu

Toti pacientii au fost evaluati **clinic**, inclusiv cu determinarea inaltimii si a greutatii, cu calcularea suprafetei corporale, pentru o raportare corecta a parametrilor

ecocardiografici masurati, cu mentionarea semnelor clinice determinate de patologia cardiaca, in cazul lotului de studiu, si cu monitorizarea tensiunii arteriale si a alurii ventriculare in ambele loturi de studiu.

De asemenea toti pacientii au fost evaluati **biologic, radiologic** - radiografie pulmonara, **electrocardiografic** si **ecocardiografic**.

Urmatorii parametri ecocardiografici au fost urmariti si comparati in ambele loturi de studiu:

- Diametrul atriului stang;
- Diametrul ventriculului stang;
- Volumul telediastolic al ventriculului stang;
- Fractia de ejectie a ventriculului stang;
- Raportul E/A cand pacientii sunt in ritm sinusal;
- Diametrul tractului de ejectie al ventriculului stang;
- VTI (integrala viteze - timp) in tractul de ejectie al ventriculului stang (TEVS, corespunde LVOT – left ventricular outflow tract) atat in repaus cat si la efort;
- Alura ventriculara in repaus si la efort;
- Debitul cardiac in repaus si la efort.

Un element fundamental in intelegerea insuficientei cardiace este felul in care se modifica performanta ventriculara la efort. La pacientii cu insuficienta cardiaca nu exista un standard de aur pentru aprecierea modificarilor cardiace la efort. O modalitate populara, destul de bine documentata pentru aprecierea tolerantei la efort este testul de mers de 6 minute.

Pentru a evidentia modul in care debitul cardiac, precum si elementele ce intra in formula sa de calcul la determinarea prin tehnica ecocardiografica Doppler (VTI la nivelul tractului de ejectie al ventriculului stang, alura ventriculara) se modifica la efort, pacientii au fost evaluati ecocardiografic initial in conditii de repaus si apoi dupa efectuarea testului de mers de 6 minute.

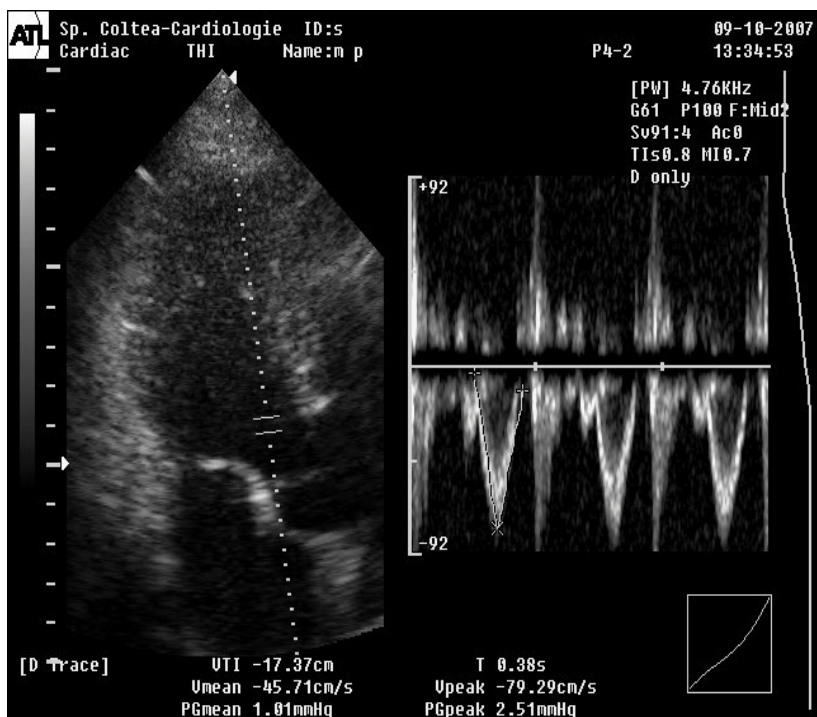


Figura 1. Masurarea VTI in repaus in lotul martor – VTI =17 cm

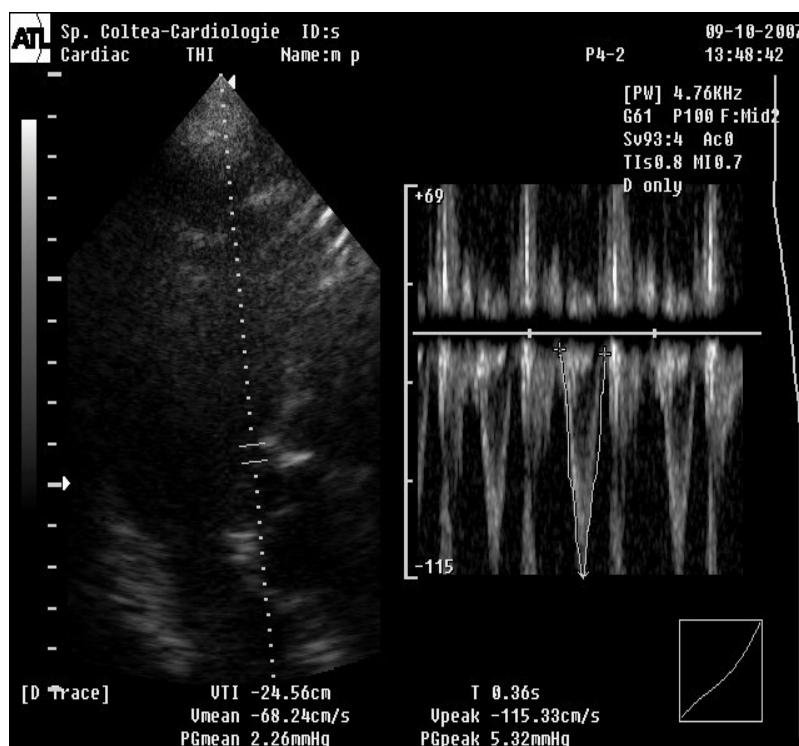


Figura 2. Acelasi pacient, dupa efectuarea testului de mers de 6 minute. Crestere importanta a VTI, VTI = 24 cm

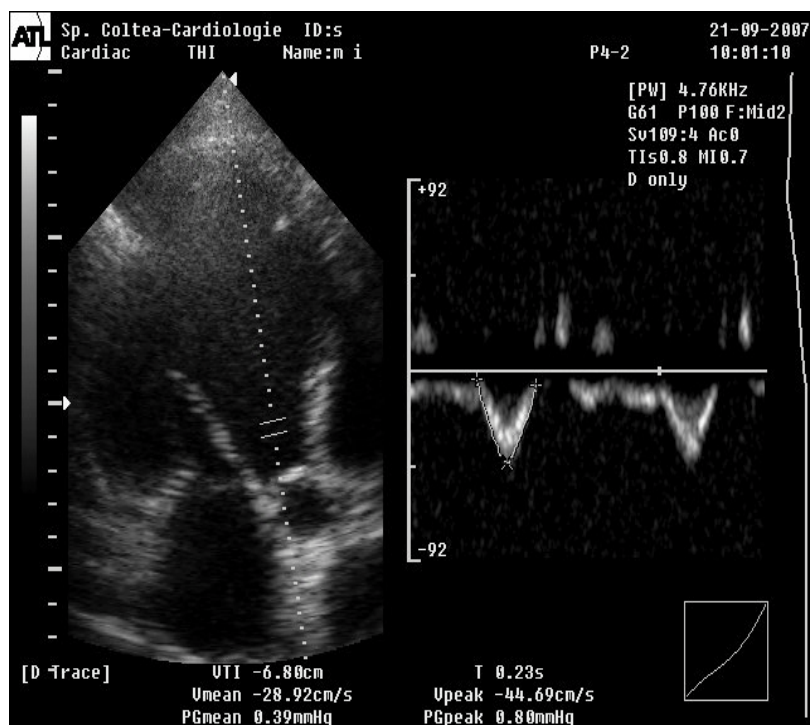


Figura 3. Masurarea VTI in repaus, la un pacient aflat in insuficienta cardiaca. VTI mult scazut, VTI =6 cm

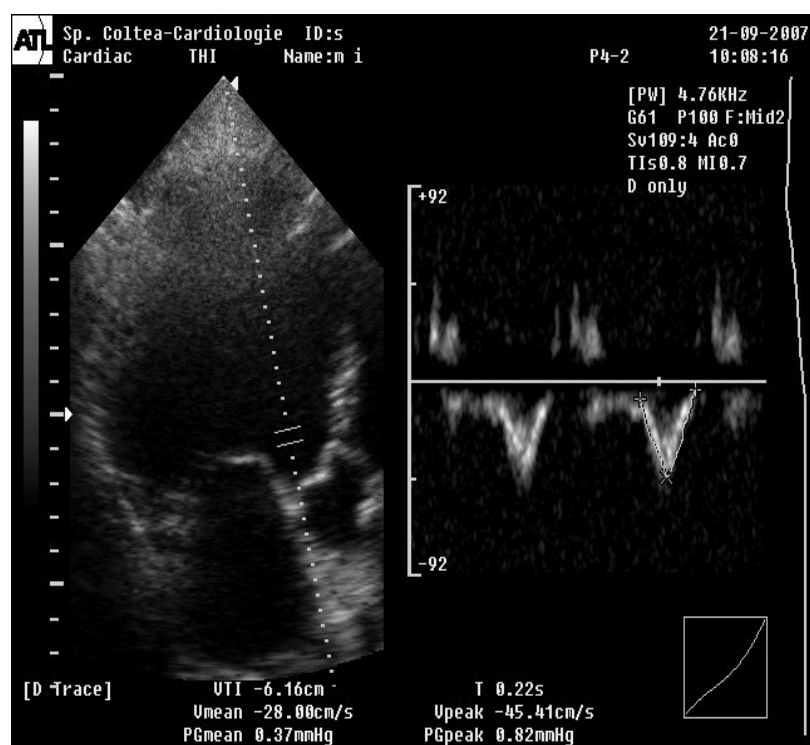


Figura 4. Acelasi pacient, dupa efectuarea testului de mers de 6 minute. VTI nemodificat

In cadrul loturilor studiate s-au realizat urmatoarele comparatii:

In cadrul aceluiasi lot s-au comparat:

- valorile obtinute in conditii de repaus ale unor parametri cu valorile acelorasi parametri obtinute dupa efort (test de mers de 6 minute)
- diversi parametri cu ar fi: fractie de ejectie a ventriculului stang – VTI de repaus, fractie de ejectie a ventriculului stang – debit cardiac de repaus, index de volum al ventriculului stang – VTI de repaus, index de volum al ventriculului stang – debit cardiac de repaus, diametru ventricul stang – VTI de repaus, distanta parcursa la testul de mers de 6 minute – VTI de repaus, distanta parcursa la testul de mers de 6 minute – debit cardiac de repaus
- variatia procentuala a unor parametrii dupa testul de mers de 6 minute si alti parametri evaluati in conditii de repaus, de exemplu: variatia procentuala a VTI la efort – index de volum al ventriculului stang, variatia procentuala a debitului cardiac la efort – index de volum al ventriculului stang, variatia procentuala a VTI la efort – fractie de ejectie a ventriculului stang, variatia procentuala a debitului cardiac la efort – fractie de ejectie a ventriculului stang.

Intre cele doua loturi (pacienti cu insuficienta cardiaca – lotul A si pacienti fara patologie cardiaca – lotul B) s-au realizat urmatoarele comparatii:

- intre valorile aceluiasi parametru, masurat in aceleasi conditii, lotul A comparativ cu lotul B, de exemplu: VTI de repaus lotul A – VTI de repaus lotul B, debit cardiac de repaus lotul A – debit cardiac de efort lotul B, distanta parcursa la testul de mers de 6 minute in lotul A – distanta parcursa la testul de mers de 6 minute in lotul B, VTI la efort in lotul A – VTI de efort in lotul B, debit cardiac de efort in lotul A – debit cardiac de efort in lotul B.
- intre variatiile procentuale ale acelorasi parametrii la efort intre cele doua loturi, de exemplu: variatie procentuala a VTI la efort lot A – variatie procentuala VTI la efort lot B, variatie procentuala debit cardiac la efort lot A – variatie procentuala debit cardiac la efort lot B, variatie procentuala alura ventriculara la efort lot A – variatie procentuala alura ventriculara la efort lot B.

Analiza statistica s-a efectuat cu ajutorul programului Statistica v.7. S-au comparat mediile si deviatile standard intre doua loturi, folosindu-se testul t neimperecheat. S-au facut corelatii intre doua variabile ale aceleiasi lot folosindu-se coeficientul de corelatie Pearson.

S-a lucrat cu un interval de incredere de 95% si s-a considerat semnificativ un $p < 0,05$. Deoarece numarul de cazuri din fiecare lot a fost mare (N=68 in lotul de studiu si N=57 in lotul martor) nu s-a mai tinut cont de distributia variabilelor la analiza statistica, diferentele fiind nesemnificative in cazul folosirii testelor parametrice sau nonparametrice.

Pentru efectuarea ecocardiografiilor s-a utilizat un ecocardiograf ATL HDI 1500.

Pentru aprecierea parametrilor ecocardiografici s-a efectuat ecocardiografie transtoracica 2D, mod M, Doppler si s-au determinat valorile acestora prin sectiuni apicale – 2 camere sau 4 camere, parasternal ax lung sau parasternal ax scurt.

Masurarea debitului cardiac prin metoda Doppler

Debitul cardiac se obtine prin inmultirea frecventei cardiace cu volumul bataie, dupa formula:

$$\text{Debitul cardiac (ml)} = \text{frecventa cardiaca} \times \text{volumul-bataie}$$

Volumul – bataie reprezinta cantitatea de sange ejectata din ventricul in timpul unei contractii.

Metoda de calculare a debitului cardiac prin ecocardiografie Doppler poate utiliza masuratori (arie si VTI) efectuate la nivelul inelului mitral, tractului de ejectie al ventriculului stang, inelului aortic, tractului de ejectie al ventriculului drept. Datele din literatura sugereaza ca cea mai buna reproductibilitate o are masurarea debitului cardiac in tractul de ejectie al ventriculului stang, de aceea am folosit aceasta metoda.

VTI = integrala viteză-timp, se masoara la nivelul tractului de ejectie al ventriculului stang din sectiunea apical 5 camere, si reprezinta produsul dintre viteza medie a ejectiei si timpul de ejectie, deci lungimea coloanei de sange ejectat.

Volumul bataie poate fi obtinut prin inmultirea ariei tractului de ejectie al ventriculului stang cu valoarea integralei velocitate - timp, masurate la nivelul tractului de ejectie al ventriculului stang (VTI), dupa formula:

Volumul-bataie (cm³)= aria tractului de ejectie al ventriculului stang (cm²) X VTI in LVOT (cm)

In figura 5 se poate observa determinarea volumului-bataie cu ajutorul formulei descrise anterior, precum si determinarea debitului cardiac prin inmultirea volumului-bataie cu frecventa cardiaca.

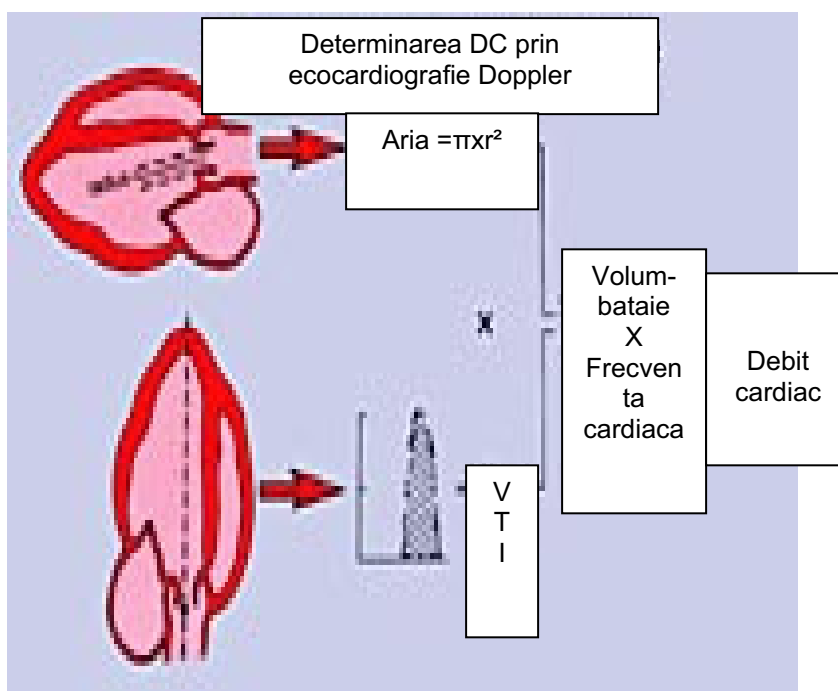


Figura 5. Reprezentarea grafica a metodei de determinare a debitului cardiac prin ecocardiografie Doppler

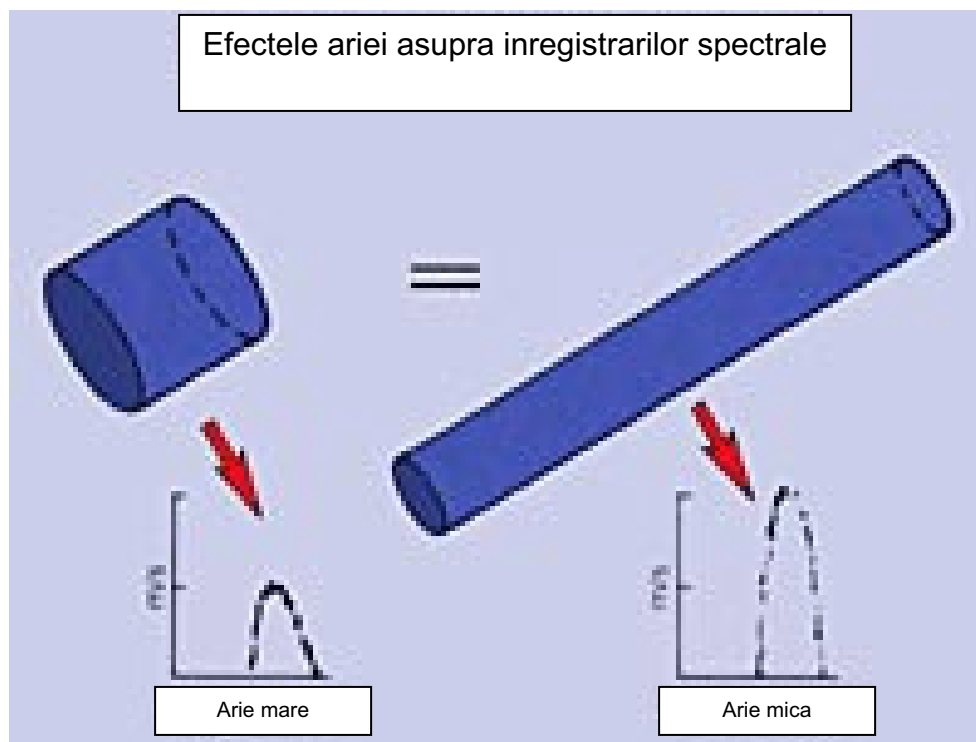


Figura 6. Efectele ariei asupra inregistrarilor spectrale – schematizare

Masurarea VTI (integrala viteză - timp) la nivelul tractului de ejectie al ventriculului stang (LVOT)

VTI (integrala viteză - timp) a fost masurată prin ecocardiografie Doppler din secțiune apicală, conform recomandărilor Societății Americane de Ecocardiografie. Măsurătorile s-au realizat folosind Doppler pulsant cu esanșionul de volum poziționat în tractul de ejectie al ventriculului stang, dintr-o secțiune de 5 camere apicală, la aproximativ 5 mm proximal de orificiul aortic. S-a obținut astfel o anvelopă Doppler și s-a trasat conturul vitezei modale pentru aprecierea VTI. La pacienții aflați în ritm sinus, s-a făcut media a cel puțin 5 măsurători ale VTI, iar la pacienții aflați în fibrilație atrială s-a făcut media la 10 măsurători. VTI este un parametru foarte util în aprecierea funcției sistolice a ventriculului stang. Este simplu de efectuat și se corelează foarte bine cu parametrii clasici de evaluare a disfuncției sistolice. Timpul de determinare a VTI este mult mai scurt, comparativ cu timpul necesar calculării

fracției de ejectie, mai ales când există anomalii de cinetică. Cu toate acestea, VTI nu este un parametru folosit pe scară largă în clinică pentru raportarea disfuncției ventriculare sistolice și reprezintă un element foarte rar raportat în buletinele ecocardiografice, atât în condiții de repaus, dar mai ales pentru a evidenția modificările ce apar în timpul efortului.

Prin ecocardiografie Doppler s-au determinat valorile VTI în condiții de repaus, cât și imediat după încetarea efortului (reprezentat de distanța parcursă la testul de mers de 6 minute, în limitele toleranței), atât în lotul pacienților cu insuficiență cardiacă – lotul A, cât și în lotul pacienților fără patologie cardiacă – lotul martor B.

Valorile VTI obținute la efort au fost raportate la valorile VTI obținute în repaus în cadrul aceluiași lot de studiu. De asemenea s-au comparat valorile de repaus, valorile obținute după efort și variațiile procentuale ale acestui parametru de la repaus la efort între cele două loturi A și B.

Rezultate:

Prezentăm în rezumat (sintetizând în grafic) profilul funcției sistolice în loturile studiate (definit prin parametri clasici: fracție de ejectie și volum telediastolic ventricular).

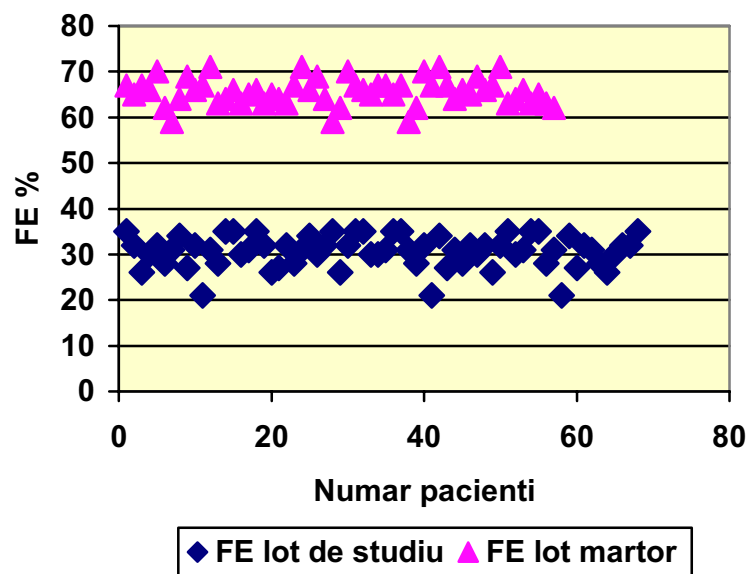


Figura 7. Distribuția valorilor fracției de ejectie în loturile studiate

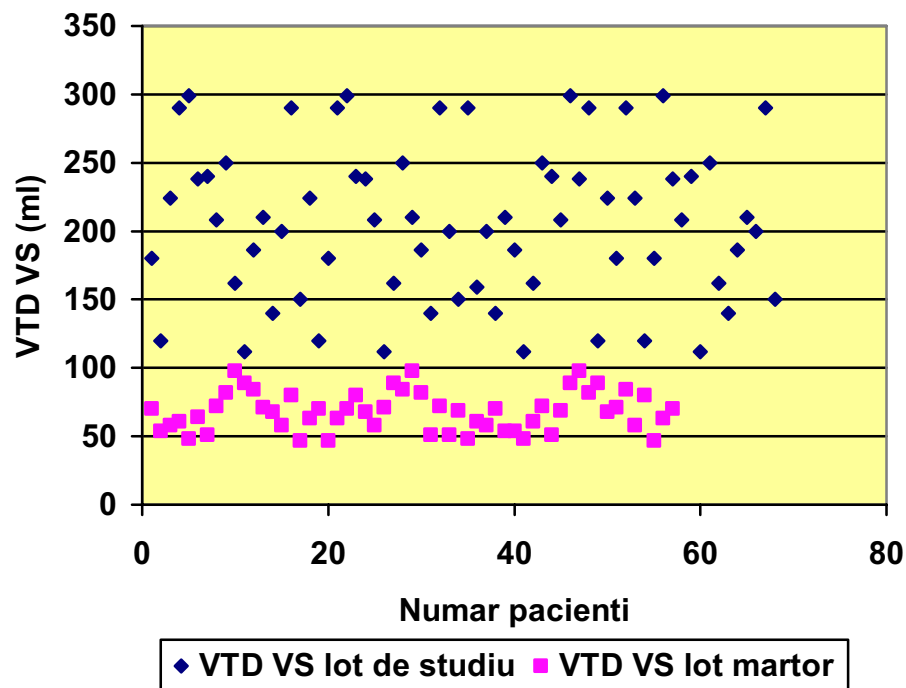


Figura 8. Distributia valorilor volumului telediastolic ventricular in loturile studiate

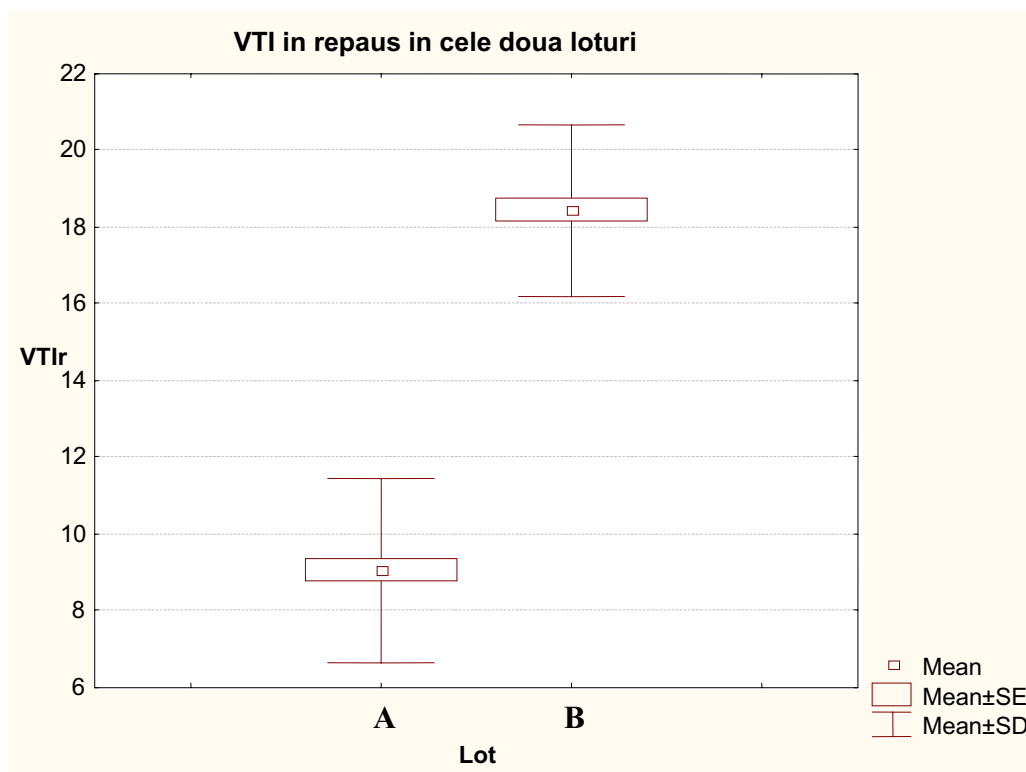
Analizarea valorilor VTI in loturile studiate

Rezultatele obtinute si prezentate in graficele de mai jos arata faptul ca pacientii din lotul A, cu disfunctie sistolica si cu fractie de ejectie sub 35%, au avut valori ale VTI in LVOT complet diferite de valorile VTI in LVOT din lotul martor B.

Valoarea medie a VTI in LVOT in lotul A, in conditii de repaus a fost de 9.05 ± 2.4 cm. Valoarea medie a VTI in LVOT in lotul B, in conditii de repaus a fost de 18.4 ± 2.24 cm – figura 9.

Trebuie remarcat faptul ca intre valorile VTI in LVOT in repaus, in cele doua loturi studiate, nu exista nici un fel de suprapunere. Aceasta dovedeste o corelatie directa si foarte puternica intre VTI si performanta sistolica a ventriculului stang, cele doua loturi studiate avand un profil complet diferit in ceea ce priveste functia ventriculara stanga, asa cum a fost prezentat anterior.

Figura 9 arata valorile medii, cu deviatia standard ale VTI in LVOT in lotul A comparativ cu lotul B, in conditii de repaus.



VTI repaus in lotul de studiu – lotul A: $9,05 \pm 2,4$ cm

VTI repaus in lotul martor – lotul B: $18,4 \pm 2,24$ cm

Figura 9. Analiza statistica a valorilor VTI in repaus in cele doua loturi

Chiar si atunci cand corelatia statistica intre VTI si fractia de ejectie se face strict in cadrul unui lot care este omogen (toti pacientii din lotul A aveau fractie de ejectie sub 35%) se gaseste o corelatie statistic semnificativa intre cei doi parametri. Fiind un lot relativ omogen, corelatia statistica este mai slaba, fapt care confirma ca VTI e un parametru foarte bun de apreciere a performantei ventriculare stangi – figura 10.

Acelasi lucru se observa si in analiza statistica a corelatiei VTI cu fractia de ejectie in lotul B, un lot omogen in care toti pacientii prezentau valori normale ale fractiei de ejectie – figura 11.

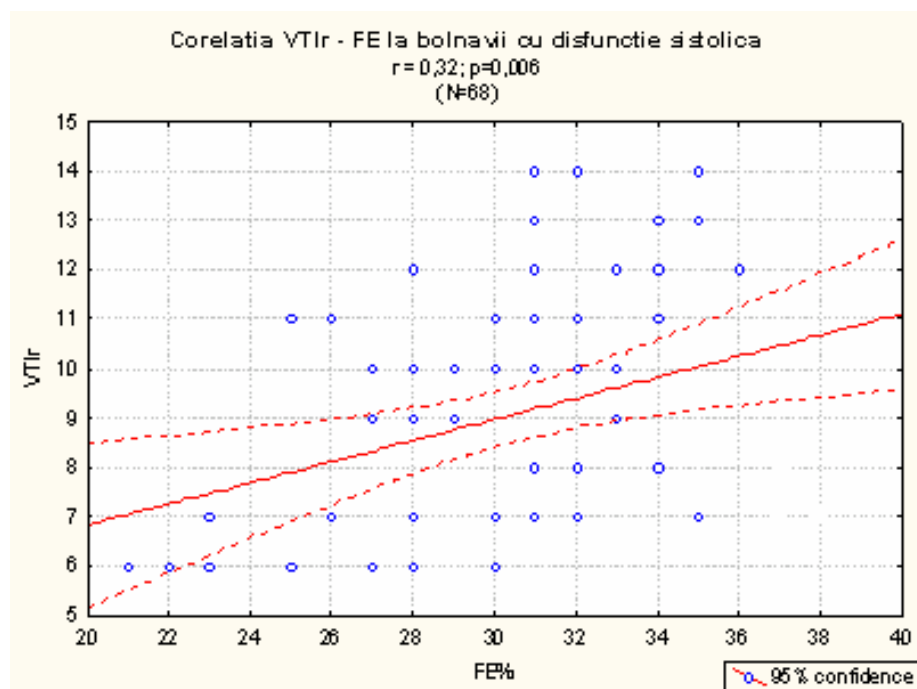


Figura 10. Corelatia VTI in repaus - FE in lotul de studiu

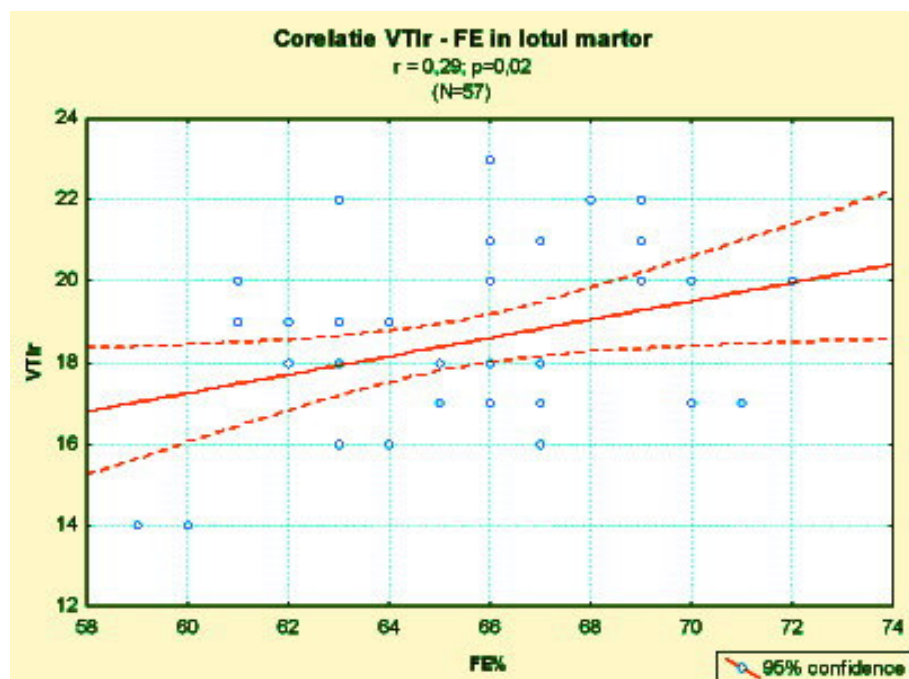


Figura 11. Corelatia VTI in repaus - FE in lotul martor

VTI este un parametru cunoscut de mai mult timp pentru aprecierea functiei sistolice a ventriculului stang. Date recente (2007) aduc in prim plan utilitatea VTI de repaus in aprecierea functiei sistolice a ventriculului stang, acest parametru fiind la fel de fidel ca si termidilitia in aprecierea debitului cardiac, si chiar mai valoros decat metoda Simpson de apreciere a fractiei de ejectie in raportarea disfunctiei sistolice ventriculare.

Cu toate acestea, variatia VTI la efort ca parametru de performanta ventriculara, e putin documentata in literatura.

In acest studiu s-a urmarit modalitatea in care se modifica valoarea VTI la efort in lotul pacientilor cu insuficienta cardiaca si disfunctie sistolica de ventricul stang si fractie de ejectie <35%, cat si in lotul martor.

Rezultatele obtinute au fost exprimate sub forma de crestere procentuala (procentul de crestere a valorii VTI la efort fata de valoarea din repaus) si sub forma de raport intre valoarea VTI la efort si valoarea VTI in repaus (VTI_e / VTI_r).

Modalitatea in care se modifica VTI la efort a fost corelata apoi cu parametrii clasici de disfunctie sistolica – fractie de ejectie, volum ventricular stang.

In cele doua loturi studiate, modificarea VTI la efort are un profil complet diferit. La pacientii din lotul de studiu A, cu insuficienta cardiaca si depresie de functie sistolica, cu fractie de ejectie sub 35%, cresterea VTI la efort este mult mai redusa comparativ cu lotul B.

Trebuie remarcat faptul ca atat valorile de repaus ale VTI sunt complet diferite in cele doua loturi, cat si faptul ca modificarea VTI la efort are un profil diferit in cele doua loturi.

In lotul A valorile medii ale VTI in repaus sunt mult mai mici (9.05 ± 2.4 cm) si au o crestere procentuala mult mai mica la efort ($4 \pm 15\%$).

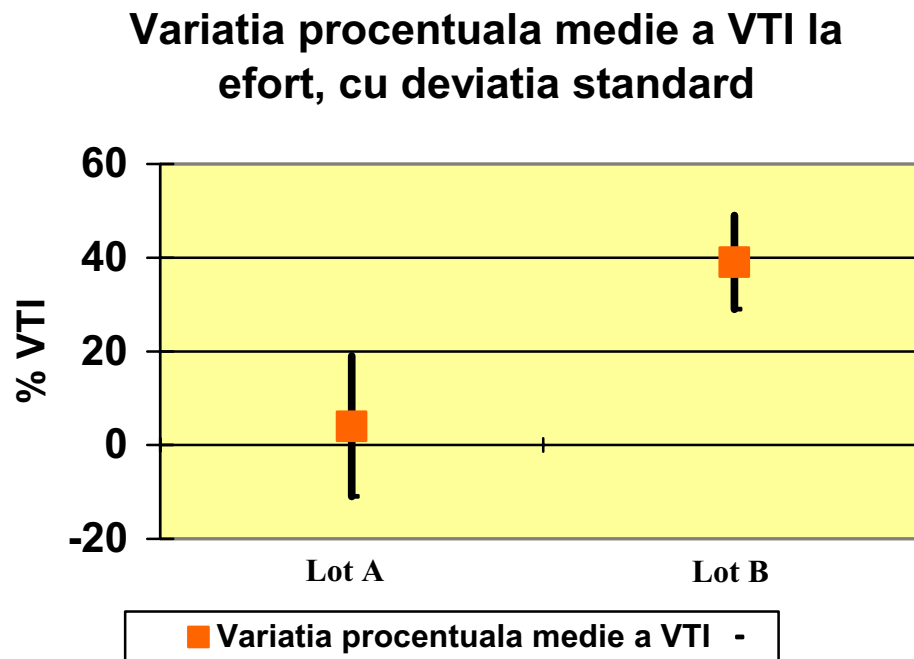
In lotul B valorile medii ale VTI in repaus sunt complet diferite fata de valorile medii ale VTI in repaus in lotul A, sunt mai mari (18.4 ± 2.24 cm), iar la efort exista intotdeauna o crestere a VTI cu un procent semnificativ mai mare ($39 \pm 10\%$).

Valoarea mica a VTI de repaus la pacientii cu disfunctie sistolica, precum si cresterea foarte mica la efort, sau chiar scaderea fata de valorile initiale, confera VTI o mare valoare in aprecierea disfunctiei sistolice a ventriculului stang.

In lotul A, cresterea procentuala a VTI de la repaus la efort a fost de $4 \pm 15\%$.

In lotul B, cresterea procentuala a VTI de la repaus la efort a fost de $39 \pm 10\%$

Figura 12 prezinta variatia procentuala a VTI de la repaus la efort in loturile studiate.



In lotul de studiu A: $4 \pm 15\%$

In lotul martor B: $39 \pm 10\%$

Figura 12. Cresterea procentuala a VTI la efort in cele doua loturi

Analiza modificarilor VTI la efort a aratat si faptul ca, in lotul B, toti pacientii au prezentat cresterea VTI din repaus la efort. Peste 97% din acesti pacienti au avut un raport VTI efort/ VTI repaus mai mare de 1.3.

In cadrul lotului A se observa neomogenitatea raspunsului VTI la efort.

In functie de profilul modificarii VTI la efort, am subimpartit pacientii din lotul A in trei categorii. O categorie a fost reprezentata de pacientii la care VTI a scazut la efort sau a ramas nemodificat. A doua categorie a fost reprezentata de pacientii la care raportul VTI efort/ VTI repaus a fost mai mare de 1, dar mai mic de 1.3. Cea de-a treia categorie a cuprins pacientii la care raportul VTI efort/ VTI repaus a fost mai

mare de 1.3. Am ales limita de separare a categoriilor mai sus mentionate folosind valoarea raportului VTI efort/ VTI repaus >1.3 datorita faptului ca aceasta a fost valoarea obtinuta la marea majoritate a subiectilor din lotul martor B.

In lotul A 46 pacienti din cei 68 au prezentat scaderea VTI de la repaus la efort, sau au ramas cu valoarea VTI nemodificata de la repaus la efort. In acest lot, 22 de pacienti au prezentat cresterea VTI de la repaus la efort, dar cu un procent mult mai mic fata de pacientii din lotul B. Din acesti 22 pacienti care au prezentat cresterea VTI de la repaus la efort doar 5 (7.35%) au avut o crestere importanta a VTI, cu peste 30%, adica au avut raportul VTI efort/VTI repaus peste 1.3, asemanator cu cei peste 97% din pacientii din lotul B – tabelul 2.

Lot A	$VTI\ e/r \leq 1$	$1 < VTI\ e/r < 1.3$	$VTI\ e/r \geq 1.3$
Nr. Pacienti	46	17	5
% pacienti	67.64%	25%	7.35%

Tabelul 2. Variatia VTI la efort in lotul A

Modalitatile diferite de raspuns la efort a VTI (subimpartite in cele trei categorii definite mai sus) a fost corelata cu indexul de volum al ventriculului stang.

Asa cum va fi evidentiat de analiza statistica prezentata ulterior, pacientii care au prezentat o crestere a VTI la efort cu peste 30% din valoarea de repaus au avut un volum ventricular si un index de volum cu valori mici. Pacientii care au prezentat scaderea valorilor VTI la efort sau valori nemodificate ale VTI la efort, au avut un volum telediastolic ventricular mare si un index de volum ventricular mare.

Asa cum am precizat, in lotul A, pacientii care aveau un volum telediastolic al ventriculului stang mare, si un index de volum mare, au prezentat scaderea valorilor VTI de la repaus la efort, sau valori ale VTI nemodificate dupa efort, fata de valoare

din repaus. Pacientii din lotul A care au avut un raport VTI efort/VTI repaus cu valoare mai mare de 1.3, asemanator cu majoritatea pacientilor din lotul B au avut un volum telediastolic ventricular mic, si un index mic de volum.

Prezentam in tabelul 3 indexul de volum (cu valoare minima, medie si maxima) in lotul A, in functie de modificarea VTI la efort.

Valoare Index de volum (ml/m ²)	VTI e/r ≤ 1	$1 < \text{VTI e/r} < 1.3$	VTI e/r ≥ 1.3
minim	79.56	63.87	58.94
mediu	111.59	85.02	64.16
maxim	160.63	103.62	69.88

Tabelul 3. Indexul de volum in lotul A, prezentat in functie de variabilitatea VTI la efort

Tabelul de mai sus ne arata in mod evident ca pacientii cu disfunctie sistolica de ventricul stang (fractie de ejectie mai mica de 35%) pot avea volume ventriculare mult diferite (de la dilatatie severa cu index de volum mult peste 100 ml/m² pana la valori normale ale indexului de volum).

Exista o evidenta lipsa de crestere a VTI la efort la pacientii cu index de volum ventricular crescut. Cresterea cea mai importanta a VTI la efort se observa la categoria de pacienti cu index de volum ventricular mic.

O alta modalitate de exprimare a diferentelor observate in tabelul 3, este si analiza statistica ce coreleaza variatia procentuala a VTI la efort cu indexul de volum al ventriculului stang.

Analiza statistica arata o corelatie puternica intre indexul de volum al ventriculului stang si cresterea procentuala a VTI la efort in lotul A ($r=-0.64$, corelatie inversa)- figura 13.

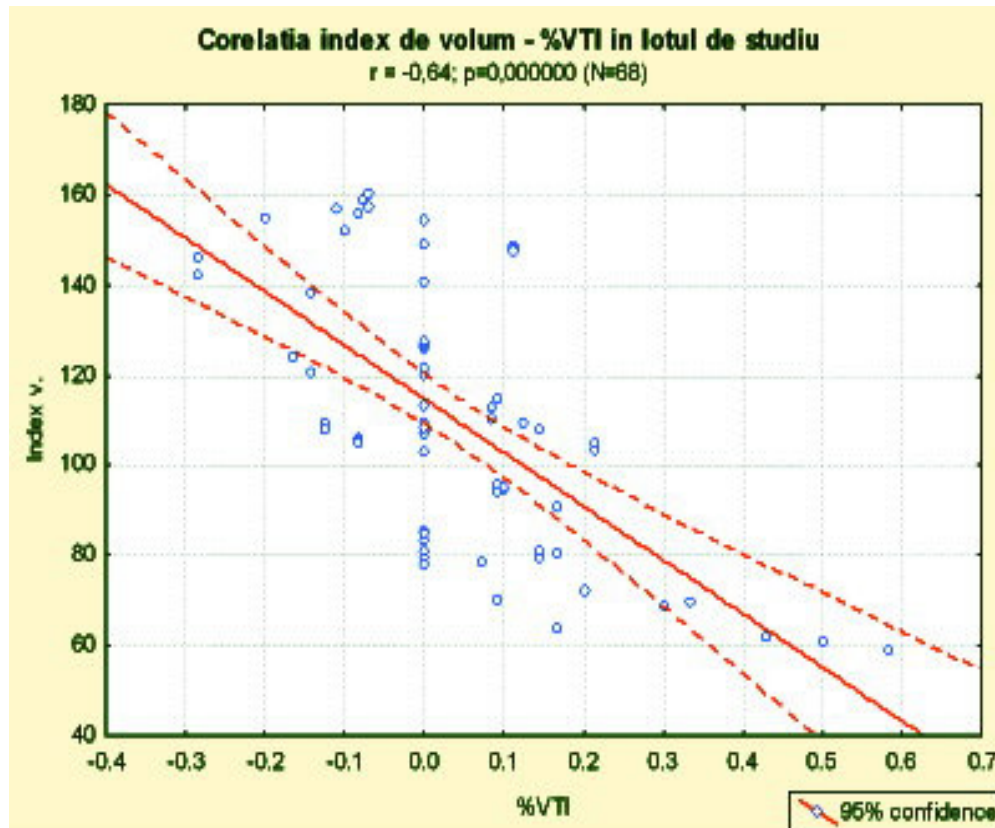


Figura 13. Corelatia index de volum VS – crestere procentuala VTI in lotul de studiu

Semnificatia acestui grafic este urmatoarea: la pacientii cu insuficienta cardiaca si depresie de functie sistolica, cu fractie de ejectie $<35\%$, cu cat indexul de volum este mai mare, cu atat cresterea procentuala a VTI la efort este mai mica. La pacientii cu insuficienta cardiaca cu depresie de functie sistolica, cu fractie de ejectie sub 35% , cu index de volum mic, variatia VTI la efort este asemanatoare cu cea din lotul pacientilor fara insuficienta cardiaca, la care cresterea VTI la efort este de peste 30% .

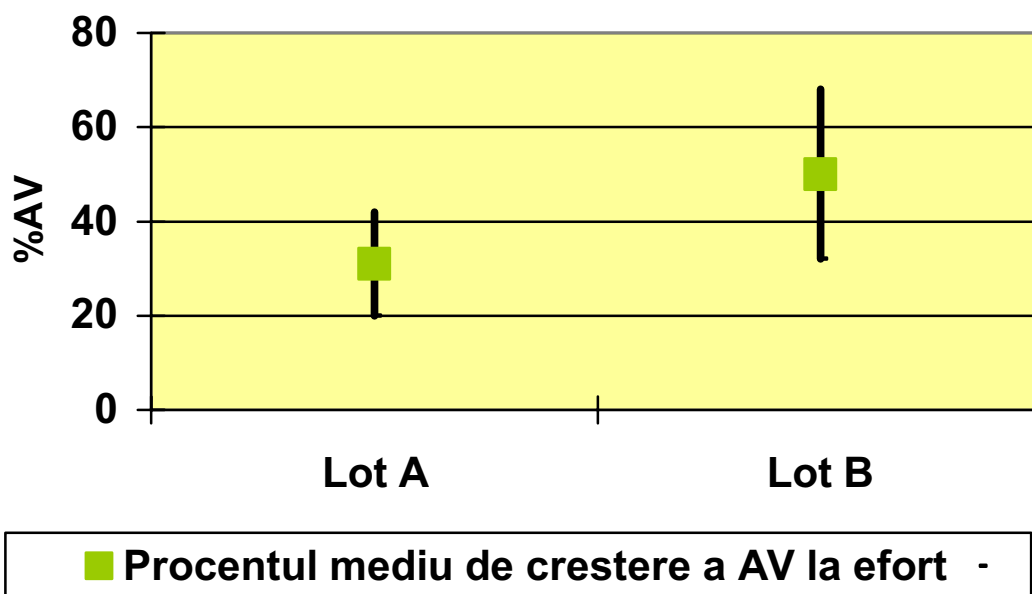
Valorile **alurii ventriculare** in cele doua loturi, determinate in conditii de repaus si ulterior dupa efectuarea testului de mers de 6 minute, precum si variatia procentuala a acestui parametru de la repaus la efort sunt reprezentate in tabelul 4.

AV	LOT A	LOT B
AV medie in repaus	85± 18	63± 11
AV medie la efort	111± 15	105± 14
Variatia % AV	31±11%	50±18%

Tabelul nr. 4. Valorile AV in cele doua loturi

Figura 14 evidenziaza procentul de crestere a alurii ventriculare de la repaus la efort.

Procentul mediu de crestere a AV la efort, cu deviatia standard



In lotul de studiu A: 31±11%

In lotul de studiu B: 50± 18%

Figura 14. Procentul de crestere a frecventei cardiace la efort

Se remarca faptul ca pacientii ce fac parte din lotul de studiu A, aflati in insuficienta cardiaca, au valori ale alurii ventriculare medii mai mari fata de pacientii fara patologie cardio-vasculara. De asemenea, valoarea medie a alurii ventriculare dupa terminarea efortului presupus de efectuarea testului de mers de 6 minute este mai mare in lotul pacientilor cu insuficienta cardiaca fata de lotul martor. Procentul cu care creste insa alura ventriculara la efort este mai mare in lotul martor, fata de lotul pacientilor cu insuficienta cardiaca - $50 \pm 18\%$ in lotul B, fata de $31 \pm 11\%$ in lotul A. Limitarea posibilitatii de tahicardizare la pacientii din lotul A, poate fi explicata fie prin existenta medicatiei β blocante, limitarea tolerantei la efort, sau prin existenta disfunctiei cronotrope.

Analiza **distanței parcurse la testul de mers de 6 minute** in cele doua loturi este reprezentata in figura 15. De asemenea, figura 16 prezinta valorile medii ale distanței parcurse la testul de mers de 6 minute in cele doua loturi.

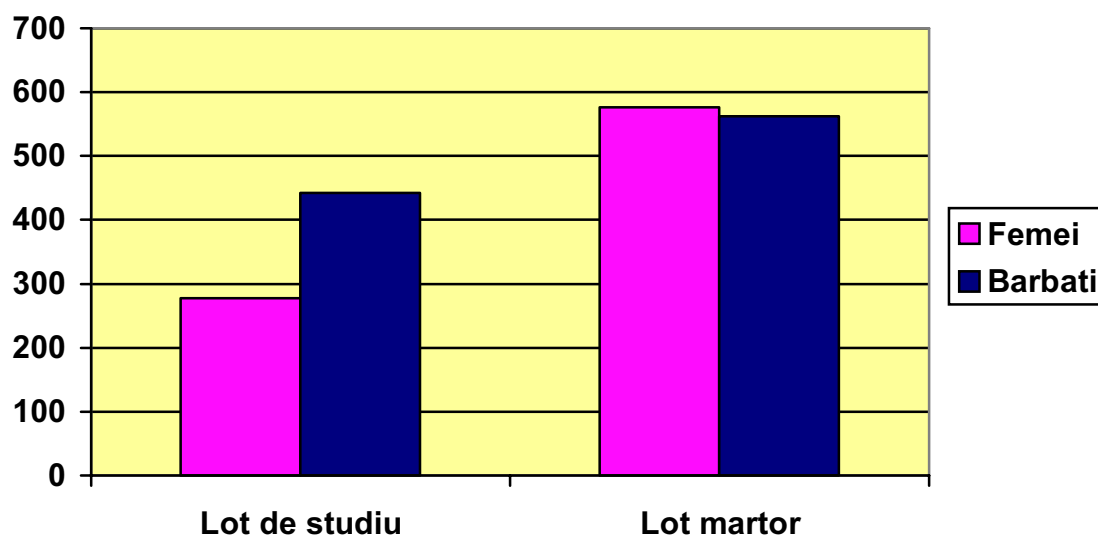
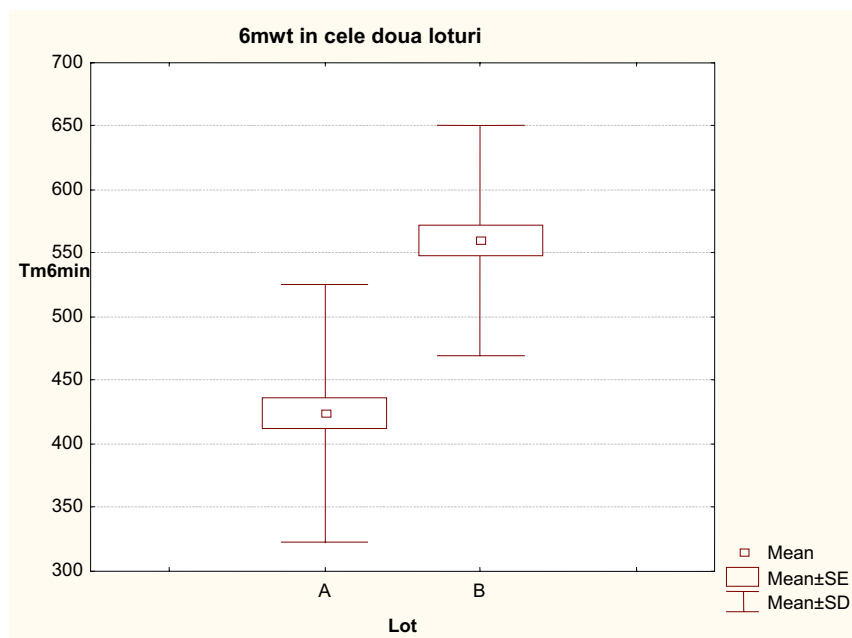


Figura 15. Distanța (exprimată în metri) parcursă de pacienții din cele două loturi la testul de mers de 6 minute



Medii si SD:

in lotul de studiu lotul A: $423,9 \pm 100,6$ m

in lotul martor lotul B: $560,1 \pm 90,4$ m, $p=0,000000$

Figura 16. Analiza statistica a distantei parcurse la testul de mers de 6 minute (6mwt) in lotul de studiu - S - pacientii cu disfunctie sistolica si in lotul martor - M - pacientii cu functie sistolica a ventriculului stang normala

Trebuie precizat faptul ca, in lotul pacientilor cu insuficienta cardiaca, testul de mers de 6 minute a fost intrerupt in 4 cazuri. Toti pacientii din lotul martor B au efectuat testul de mers de 6 minute, fara a necesita intreruperea efortului.

Se remarca faptul ca distanta medie parcursa la testul de mers de 6 minute a fost mai mare in lotul pacientilor fara patologie cardio-vasculara, din lotul martor B.

Distanta parcursa la testul de mers de 6 minute si implicit toleranta la efort a pacientilor analizati, nu a depins in exclusivitate de performanta cardiaca individuala, ci si de gradul de antrenament fizic al subiectilor analizati.

Pe langa compararea distantei de mers parcurse la testul de mers de 6 minute intre cele doua loturi A si B, s-au realizat si corelatii, in cadrul aceluasi lot, intre aceasta distanta si parametrii ce cuantifica functia sistolica a ventriculului stang

(fractie de ejectie si VTI), dimensiunile atriului stang, indexul de volum al ventriculului stang.

Analiza statistica efectuata a aratat faptul ca distanta parcursa de pacienti la testul de mers de 6 minute nu se coreleaza cu performanta sistolica a ventriculului stang, cuantificata prin masurarea fractiei de ejectie sau a VTI in tractul de ejectie al ventriculului stang in nici unul din loturile analizate.

De asemenea nu sunt corelatii semnificative statistic nici intre indexul de volum al ventriculului stang, determinat prin raportarea volumului telediastolic al ventriculului stang la suprafata corporala si distanta de mers, sau intre dimensiunile atriului stang si distanta de mers.

Evaluarea debitului cardiac in repaus si la efort in cele doua loturi

Debitul cardiac masurat prin ecocardiografie Doppler este rezultatul produsului dintre aria tractului de ejectie al ventriculului stang, VTI in LVOT si frecventa cardiaca.

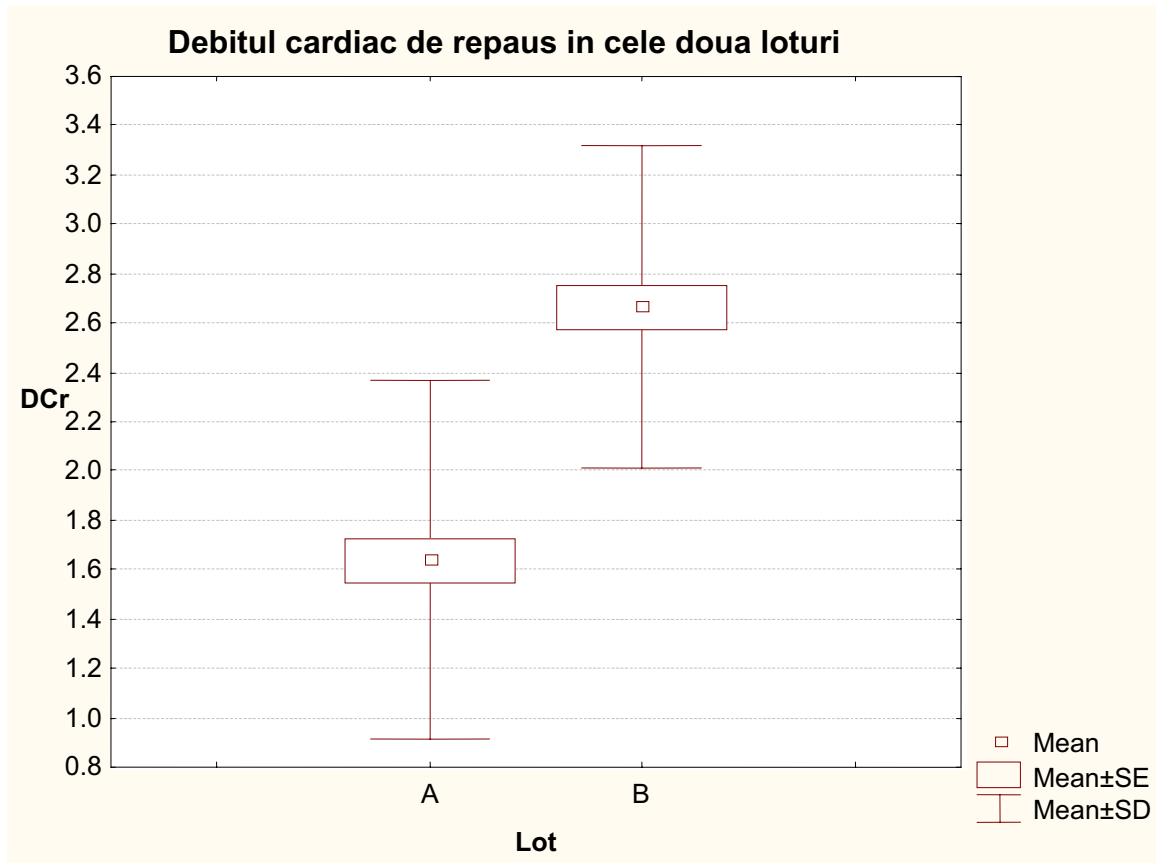
Rezultatele obtinute in conditii de repaus in cele doua loturi A si B sunt prezentate in figura 17.

Valorile medii ale debitului cardiac in repaus in lotul A au fost mai mici, semnificativ statistic diferite fata de valorile obtinute in lotul martor B.

Desi cu diferente statistic semnificative, se remarca totusi suprapunere intre valorile debitului cardiac in repaus in cele doua loturi. De exemplu o valoare a debitului cardiac in repaus de 2 l/min se poate intalni in ambele loturi studiate. Acest fapt arata ca debitul cardiac in repaus nu reprezinta un parametru care poate singur sa diferentieze cele doua loturi studiate. Din punct de vedere al evaluarii functiei sistolice VTI are o specificitate mai mare decat determinarea debitului cardiac in repaus.

Diferenta de acuratete in evaluarea performantei ventriculare stangi intre VTI si debit cardiac in repaus este concordanta cu datele din literatura. Aceasta poate fi

explicata pe de o parte prin faptul ca debitul cardiac poate fi mentinut in repaus prin mecanisme compensatorii la pacientii fara depresie extrema de functie sistolica. Pe de alta parte, masurarea ariei tractului de ejectie si a frecventei cardiace pot introduce un coeficient de eroare in calcularea debitului cardiac.



In lotul de studiu lotul A: $1,63 \pm 0,72$ L/min

In lotul martor lotul B: $2,66 \pm 0,65$ L/min

Figura 17. Debitul cardiac in repaus in cele doua loturi

Atunci cand se incearca o corelatie intre debitul cardiac de repaus si fractia de ejectie sau indexul de volum, in interiorul lotului A sau in interiorul lotului B, nu se obtin rezultate statistic semnificative.

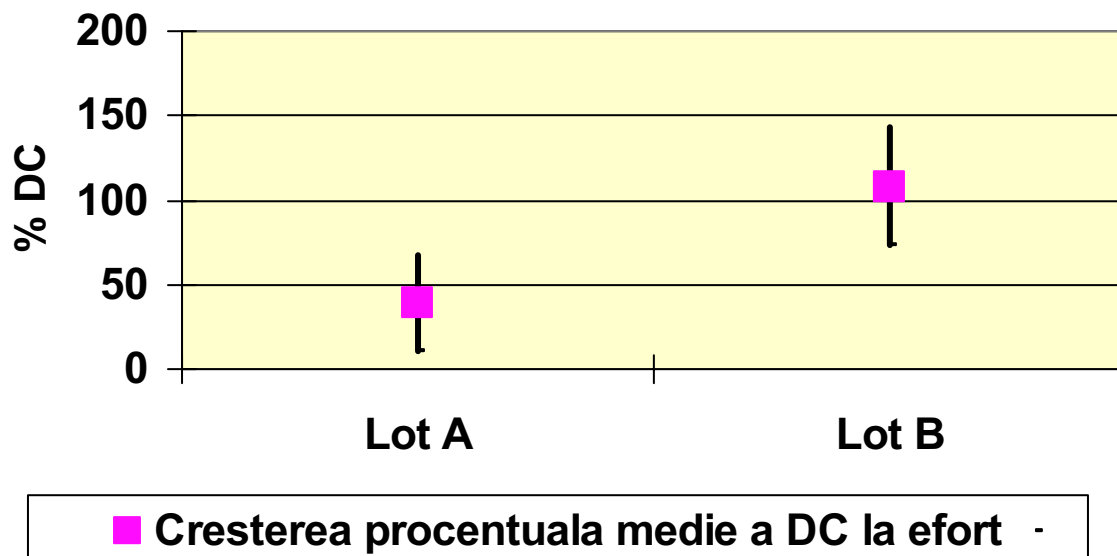
Altfel spus, debitul cardiac de repaus nu poate sa diferentieze performanta sistolica in interiorul lotului A, intre doi bolnavi cu index de volum diferit, si nici la cei care au fractie de ejectie diferita.

Debitul cardiac de repaus nu poate sa diferentieze performata sistolica nici in cazul pacientilor fara insuficienta cardiaca, inclusi in lotul martor B, neexistand corelatii in interiorul lotului martor nici cu fractia de ejectie, nici cu indexul de volum.

Masurarea debitului cardiac la efort aduce un plus de acuratete in diagnosticul disfunctiei sistolice, fata de masurarea debitului cardiac in repaus.

Cresterea procentuala a debitului cardiac la efort arata o diferenta statistic semnificativa intre lotul A si lotul B (in lotul A : $39 \pm 28\%$; in lotul B: $108 \pm 35\%$) – figura 18.

Cresterea procentuala medie a DC la efort, cu deviatia standard



In lotul de studiu A: $39 \pm 28\%$

In lotul martor B: $108 \pm 35\%$

Figura 18. Cresterea procentuala a debitului cardiac la efort in cele doua loturi

Valorile debitului cardiac in repaus sunt mai mici si cresc mai putin la efort in lotul A. In lotul martor, valorile debitului cardiac de repaus sunt statistic semnificativ mai mari si cresterea la efort este mai mare, comparativ cu lotul A.

In plus, evaluarea debitului cardiac la efort permite diferentierea in ceea ce priveste functia sistolica, in interiorul lotului A. Cu cat pacientii aveau un index de volum mai mare, cu atat cresterea debitului cardiac la efort a fost mai redusa, corelatie inversa, statistic semnificativa, prezentata in figura 19. Acest rezultat poate sa sugereze faptul ca pacientii care nu au dilatatie ventriculara foarte mare, au o rezerva contractila mai mare, dovedita de cresterea procentuala mai mare a debitului cardiac la efort.

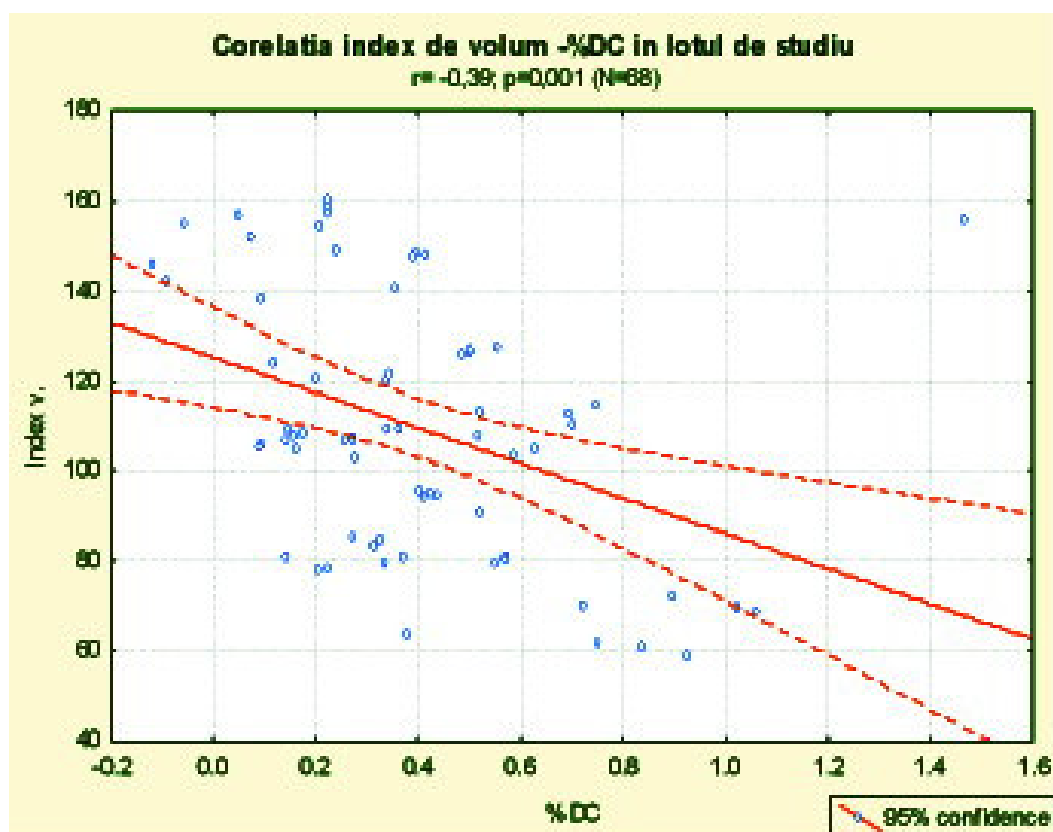


Figura 19. Corelatia index de volum VS – cresterea procentuala a debitului cardiac la efort in lotul de studiu A

Cresterea procentuala a debitului cardiac la efort nu coreleaza in interiorul lotului A cu fractia de ejectie. Aceasta sugereaza faptul ca fractia de ejectie nu este un parametru predictiv pentru cresterea volumului-bataie la efort, asa cum este indexul de volum.

Atunci cand se analizeaza cresterea procentuala a debitului cardiac la efort in cadrul lotului martor B, nu se gaseste o corelatie semnificativa intre acesta (% debit cardiac) si parametrii clasici de functie sistolica (fractie de ejectie sau index de volum ventricular). Cresterea procentuala a debitului cardiac la efort nu poate diferentia performante sistolice putin diferite, aflate in domeniul normalului, in lotul B.

Rezumam in figura urmatoare, corelatiile statistice efectuate in studiu:

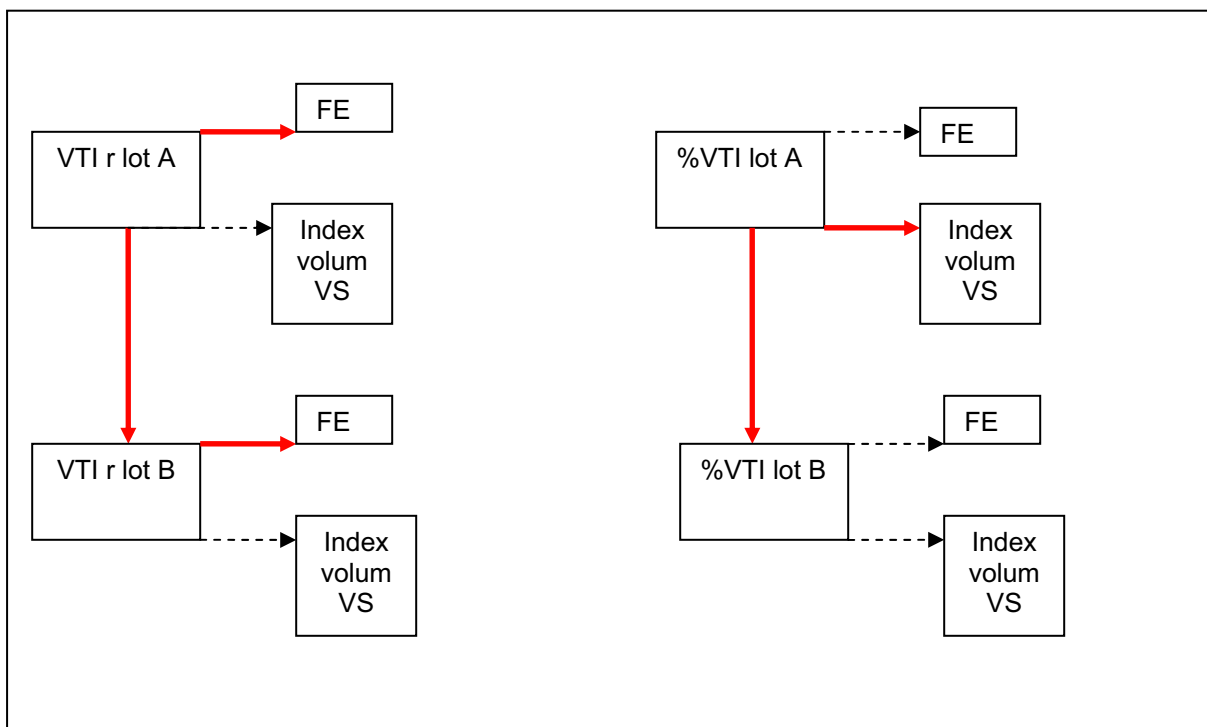


Figura 20. Corelatiile VTI repaus (VTIr) si variatie procentuala VTI la efort (%VTI) intre cele doua loturi si in interiorul loturilor VTI cu parametrii clasici de disfunctie sistolica (FE – fractie de ejectie si index de volum VS)

Linie rosie = semnificatie statistica

Linie punctata = fara corelatie statistica

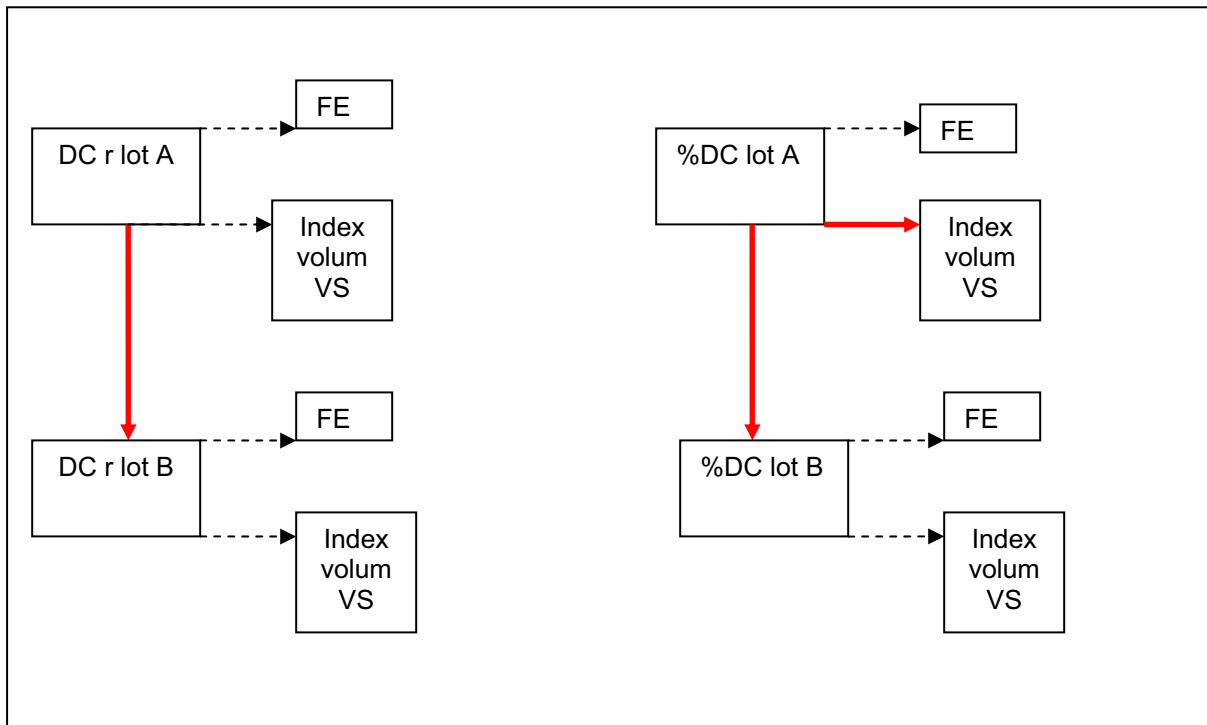


Figura 21. Corelatiile debit cardiac de repaus (DCr) si variatie procentuala debit cardiac la efort (%DC) intre cele doua loturi si in interiorul loturilor debit cardiac cu parametrii clasici de disfunctie sistolica (FE – fractie de ejectie si index de volum VS)

Linie rosie = semnificatie statistica

Linie punctata = fara corelatie statistica

Discutii

Insuficienta cardiaca poate fi definita ca un sindrom ce apare datorita unui debit cardiac inadecvat necesarului tisular, sau cand debitul cardiac este mentinut cu pretul unor presiuni de umplere crescute. Asa cum reiese din definitia de mai sus, debitul cardiac ocupa conceptual o pozitie centrala in definirea si in intelegerea insuficientei cardiace. Desi pare un element decisiv in definitia sindromului, formularea debit cardiac inadecvat necesarului tisular creeaza o ambiguitate greu de clarificat clinic. Datele de fiziopatologie in insuficienta cardiaca, ne arata ca debitul cardiac se

mentine in repaus prin mecanisme compensatorii, si ca scaderea debitului cardiac in repaus se produce numai cand deteriorarea performantei sistolice este severa. De aceea, masurarea debitului cardiac poate fi efectuata pentru stabilirea diagnosticului de insuficienta cardiaca, dar si pentru aprecierea severitatii bolii.

Tehnica ideala pentru monitorizarea debitului cardiac trebuie sa fie :

- Precisa;
- Reproductibila;
- Non- invaziva;
- Accesibila;
- Neconsumatoare de timp.

Pentru a evidentia acuratetea cu care ecocardiografia Doppler poate masura debitul cardiac, in literatura de specialitate s-a comparat aceasta metoda cu metodele considerate standard de aur in determinarea debitului cardiac, si anume metodele invazive.

Masurarea invaziva prin cateterism a debitului cardiac se bazeaza de obicei pe doua metode: metoda Fick si metoda termodilutiei. Metodele nu au o acuratete perfecta, existand numeroase surse de eroare in aprecierea debitului cardiac. Instabilitatea substantei folosite (indocianina), si necesitatea prepararii proaspete, masurarea cu mare exactitate a cantitatii de substanta injectata, reprezinta cateva din exigentele tehnicilor de dilutie. Dupa injectare, este necesar ca substanta administrata sa se amestece bine inainte de a ajunge la esantionul de masurare. Curba de diluare are o evolutie exponentiala, iar regurgitarile valvulare sau sunturile intracardiace sunt factori care interfera cu rezultatele obtinute.

Se apreciaza ca metoda termodilutiei are avantajul rapiditatii obtinerii rezultatelor, in evaluarea computerizata, dar apar erori semnificative la pacientii cu insuficienta tricuspидiana, iar la bolnavii cu debit cardiac scazut, termodilutia supraestimeaza debitul cardiac.

Cu toate acestea, masurarea prin cateterism a debitului cardiac reprezinta standardul de aur, iar datele din literatura arata o buna corelatie intre masurarea invaziva si cea prin ecocardiografie Doppler.

Exista o serie de studii in care se compara rezultatele obtinute la determinarea debitului cardiac prin metode invazive cu determinarea sa prin ecocardiografie Doppler, rezultatele fiind comparabile. Amintim astfel cateva din aceste studii, publicate de: Lewis J, Lawrence CK, Nelson JG in Circulation in anul 1999, Meijboom EJ, Rijsterborgh H., in American Journal of Cardiololgy, in 1999, Nahar T, Croft L, Shapiro R, Fruchtman S, Diamond J, Henzlova M, et al. in American Journal of Cardiology in anul 2000, sau de Lodato JA, Weinert L, in Journal of American Society of Echocardiography in anul 2007.

Studiul realizat de Vandenbogaerde JF in 1997, a carui reprezentare se observa in graficul de mai jos, arata ca determinarea debitului cardiac prin metoda Doppler neinvaziva are rezultate care se suprapun perfect peste cele obtinute prin metoda invaziva a termodilutiei.

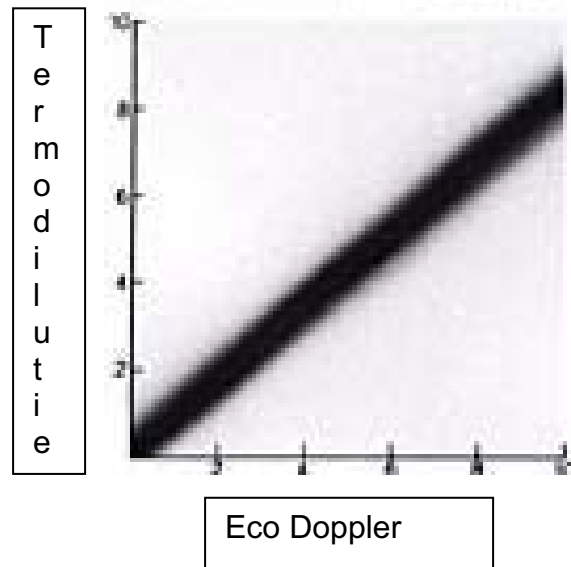


Figura 22. Comparare între valorile debitului cardiac obtinute prin ecocardiografie Doppler si cele obtinute prin termodilutie. Graficul este adaptat dupa Vandenbogaerde JF, Scheldewaert RG, Rijckaert DL, Clement DL, Colardyn FA. Comparison between ultrasonic and thermodilution cardiac output measurements in intensive care patients. Critically Care Medicine – 1997

Deși descrisă din anul 1984, și validată ca având o bună corelație cu metodele invazive, evaluarea prin ecocardiografie Doppler a debitului cardiac nu a intrat în practica clinică. Faptul că debitul cardiac este o modalitate imprecisă, grosieră de evaluare a performanței sistolice a ventriculului stâng reprezintă poate cauza pentru care el nu este raportat de rutină și nu lipsa de exactitate în măsurarea debitului cardiac a metodei de ecocardiografie Doppler.

Există o serie de situații în care determinarea debitului cardiac are o importanță deosebită în cuantificarea hemodinamică și în decizia conduitei terapeutice (evaluare surturi intracardiace – defect de sept interatrial, monitorizarea pacienților din terapie intensivă, pacienți protezați valvular, insuficiența mitrală, urmărirea efectului resincronizării).

O componentă importantă în managementul pacienților aflați în stare critică în unitățile de terapie intensivă este recunoașterea instabilității hemodinamice. În aceste cazuri, statusul hemodinamic se apreciază frecvent prin utilizarea cateterului Swan Ganz, metoda invazivă și soldată de multe ori cu complicații redutabile. Există o serie de metode de determinare a debitului cardiac la pacienții aflați în șoc în unitatea de terapie intensivă. În încercarea de a găsi standardul de aur pentru aprecierea statusului hemodinamic în aceste cazuri s-a realizat o comparație între examenul clinic, termodilutia, examenul ecocardiografic Doppler transesofagian, bioimpedanța și ecocardiografia bidimensională cu examen Doppler. Datele din literatură arată că, alături de termodilutie, ecocardiografia cu examen Doppler este foarte utilă în aprecierea debitului cardiac la acești pacienți. Ecocardiografia are drept avantaj faptul că este non-invazivă, posibil de utilizat în unitățile de terapie intensivă, putând să ofere și valori ale altor parametri cardiaci. Este însă de precizat faptul că măsurarea volumelor cardiace depinde de vizualizarea endocardului, iar în cazul în care există insuficiența aortică cu semnificație hemodinamică, măsurarea fluxului Doppler are mai puțină acuratețe.

Există de asemenea studii care demonstrează utilitatea măsurării debitului cardiac prin metoda Doppler la pacienții cu valve protetice în poziție aortică. Este cunoscut faptul că, pentru interpretarea corectă a gradientului transvalvular la nivelul valvelor protetice este importantă măsurarea debitului cardiac. În anul 1999, H. Ihlein și P.

Molstad publica, in European Heart Journal, un studiu in care debitul cardiac a fost determinat simultan, utilizandu-se metoda Fick si ecocardiografia Doppler la 20 de pacienti cu proteza valvulara in pozitie aortica. Rezultatele obtinute prin metoda non invaziva s-au corelat strans cu rezultatele obtinute prin metoda invaziva. De asemenea, nu au existat diferente in aprecierea debitului cardiac in masuratorile realizate de catre doi observatori diferiti, in zile diferite. Concluziile acestui studiu au fost ca ecocardiografia este deosebit de utila in estimarea debitului cardiac la pacientii cu proteza valvulara in pozitie aortica.

E. Moscarelli, in European Heart Journal in anul 1999, publica un studiu in care s-a realizat monitorizarea debitului cardiac prin examen Doppler la pacientii coronarieni, atat in repaus cat si la efort. In repaus, masuratorile au indicat faptul ca debitul cardiac este mai scazut si rezistenta periferica este mai crescuta la pacientii coronarieni fata de cei din lotul martor, fara afectare coronariana. In timpul exercitiului fizic, debitul cardiac a crescut mai putin la pacientii cu infarct miocardic in antecedente si cu ischemie de efort, fata de cei cu infarct miocardic in antecedente, dar fara ischemie la efort.

Desi utilitatea evaluarii debitului cardiac la efort a fost sugerata in diverse studii, asa cum arata si cel de mai sus, totusi masurarea debitului cardiac la efort este putin documentata in literatura de specialitate. Debitul cardiac poate fi inadecvat necesarului tisular numai la efort, pacientii avand drept manifestare clinica dispnee de efort. De aceea masurarea debitului cardiac la efort si aprecierea cresterii procentuale a reprezentat unul dintre obiectivele studiului prezent.

In evaluarea rezultatelor obtinute se remarca diferente evidente si statistic semnificative intre debitul cardiac in repaus intre cele doua loturi studiate. In plus, atunci cand se masoara debitul cardiac la efort, pacientii care au disfunctie sistolica a ventriculului stang au o crestere procentuala mult mai mica decat pacientii cu functie sistolica normala, la care cresterea medie procentuala a fost de peste 100%.

Mai mult decat atat, rezultatele noastre au aratat superioritatea masurarii la efort a debitului cardiac fata de debitul de repaus. Aceasta a reiesit din obtinerea unei corelatii inverse, semnificative statistic intre indexul de volum ventricular si variatia procentuala a debitului cardiac la efort in lotul pacientilor cu disfunctie sistolica. Altfel

spus, debitul cardiac a crescut cu atat mai mult la efort cu cat indexul de volum al ventriculului stang a fost mai mic. Aceasta sugereaza ca pe masura ce ventriculul se dilata, rezerva contractila scade.

In lotul de studiu au fost inclusi pacienti aflati in insuficienta cardiaca cu disfunctie sistolica, cu fractia de ejectie sub 35%. Parametrii clasici de apreciere a performantei sistolice sunt reprezentati de fractia de ejectie si dimensiunile ventriculului stang.

Acesti doi parametri pot fi evaluati prin modalitati diferite, iar semnificatia lor, asa cum reiese si din lucrarea prezenta, nu este superpozabila.

Unul dintre cei mai frecventi parametri folositi in evaluarea insuficientei cardiace este fractia de ejectie. Este definita ca raport intre volumul-bataie si volumul telediastolic. Determinarile se pot face angiografic, ecocardiografic sau prin angiografie radionucleara. O valoare a fractiei de ejectie a ventriculului stang sub 45% indica o afectare a functiei miocardice independenta de postsarcina.

Masurarea ecocardiografica a fractiei de ejectie, presupune numeroase capcane si controverse. Exista numeroase modalitati de masurare si de calcul, in ecocardiografie in mod M sau 2 D. Exista metode calitative si cantitative. Exista frecvent dificultati care tin de: calitatea imaginii obtinute, prezenta anomaliilor de cinetica segmentara, miscarea paradoxala a septului interventricular, prezenta lichidului in pericard. Existenta si severitatea regurgitarilor valvulare constituie situatii speciale in care fractia de ejectie efectiva si functia inotropica trebuie interpretate in context.

O dovada a dificultatilor de evaluare a fractiei de ejectie este si noua recomandare a Societatii Americane de Ecocardiografie (2005) de masurare a fractiei de ejectie. Desi mult folosita anterior si cu o reproductibilitate foarte buna, metoda Teicholtz nu mai este recomandata in special datorita faptului ca scurtarea fibrelor longitudinale poate fi independenta si mascata de contractia fibrelor circulare, care sunt evaluate mai degraba in mod M. Recomandarea recenta sugereaza superioritatea metodei Simpson, care este de preferat.

Cu toate acestea, determinarea fractiei de ejectie este extrem de raspandita in practica clinica, este obligatorie in formularea unui diagnostic complet de insuficienta cardiaca si are o pozitie centrala in diferentierea insuficientei cardiace prin disfunctie

sistolica de insuficienta cardiaca cu functie sistolica pastrata (definita si ca insuficienta cardiaca cu fractie de ejectie normala).

Al doilea element important, clasic, de evaluare a insuficientei cardiace, este dimensiunea ventriculului stang. Aceasta se poate raporta fie prin dimensiunea telediastolica a ventriculului stang (index de diametru ventricular), fie prin indexul de volum ventricular. Valoarea indexului de diametru ventricular care reprezenta granita dintre insuficienta cardiaca cu functie sistolica pastrata si disfunctie sistolica era de 3.2 cm/m^2 de suprafata corporala, in recomandarile din anul 1999 ale Societatii Europene de Cardiologie. Ca o dovada a faptului ca aprecierea dimensiunilor ventriculului stang se face mai bine sub forma de index de volum ventricular, ultimele recomandari, din anul 2007, folosesc drept singura modalitate de exprimare a dimensiunilor ventriculare, indexul de volum, a carui valoare de 97 ml/m^2 defineste granita intre cele doua forme de insuficienta cardiaca.

De remarcat este faptul ca pacientii aflati in insuficienta cardiaca cu disfunctie sistolica definita prin scaderea fractiei de ejectie pot avea un index de volum ventricular variabil (cu valori mai mari de 97 ml/m^2 , dar si mai mici). In functie de indexul de volum, acesti pacienti au prezentat un raspuns diferit in ceea ce priveste cresterea debitului cardiac la efort. Cei cu volume ventriculare mari au prezentat o crestere mai mica a debitului cardiac la efort.

Debitul cardiac masurat prin ecocardiografie Doppler este rezultatul produsului intre VTI , aria tractului de ejectie si frecventa cardiaca.

Parte componenta a formulei de calcul a debitului cardiac, VTI prezinta o serie de avantaje fata de debitul cardiac, in caracterizarea performantei sistolice. Este simplu de efectuat, necesita un timp scurt de examinare, poate fi efectuat la marea majoritate a bolnavilor, fara a depinde de calitatea imaginii asa cum se intampla in cazul masurarii fractiei de ejectie prin metoda Simpson. Reproductibilitatea masurarii VTI este remarcabila si este dovedita in literatura inca de la primele studii ce s-au ocupat de evaluarea debitului cardiac (tabelul 5). De remarcat este superioritatea reproductibilitatii VTI in LVOT fata de masurarea ariei tractului de ejectie si a debitului cardiac.

Media procentuala a erorii $\pm$ DS

Parametru	Metoda orificiului mitral	Metoda LVOT
ARIE	14.8 $\pm$ 9.9	6.0 $\pm$ 1.6
VTI	3.8 $\pm$ 2.9	2.4 $\pm$ 1.5
DEBIT CARDIAC	16.4 $\pm$ 13.8	6.8 $\pm$ 5.0

Tabelul 5.

Variabilitatea interobservator. Tabel adaptat dupa JF Lewis et co. Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output: clinical validation of two new methods using the apical window. Circulation 1984

Desi este descris de multa vreme in literatura, introdus in formula de calcul a debitului cardiac, VTI in LVOT este parca sufocat de inerentele erori introduse de masurarea ariei tractului de ejectie si a frecventei cardiace si isi pierde din acuratete. Dovada este faptul ca, desi este documentat in literatura de peste 20 ani, nu a ajuns la maturitatea pe care a dobandit-o mult mai tanarul Doppler tisular (TD).

Exista poate un fel de moda a TD, favorizata poate de fascinatia noastra pentru sofisticat si abstract, sau poate motivata de dezvoltarea tehnologiei si a industriei ultrasonografice. Numarul urias de studii cu TD a reusit sa impuna drept criteriu de diagnostic in insuficienta cardiaca raportul $E/E' > 15$.

Exista studii foarte recente in literatura care readuc in actualitate importanta VTI ca parametru de performanta sistolica. Mentionam studiul realizat in anul 2002 de Berton C et al.(Equipment review: new techniques for cardiac output measurment – oesophageal Doppler, Fick principle using carbon dioxide, and pulse contour analysis si publicat in Critically Care 2002; 6:216-21) in care VTI e considerat ca fiind superior aprecierii fractiei de ejectie prin metoda Simpson.

In anul 2007, Dong L et al. (Comparison of the Correlation of Rebreathing Method and Echocardiography in Heart Failure Patients With Moderate to Severe Mitral Regurgitation. Int Heart Journal 2007; 48: 69-78) dovedeste ca VTI este un parametru util pentru masurarea functiei cardiace si pentru urmarirea pacientilor cu insuficienta mitrala.

Ennezet PV et al, in Heart in anul 2006, intr-un studiu publicat ce evalueaza performanta cardiaca la pacientii cu insuficienta cardiaca , si modul in care se reduce regurgitarea mitrala dupa resincronizarea cardiaca, foloseste printre criteriile de evaluare si VTI in LVOT. Dupa resincronizarea cardiaca se remarca cresterea VTI in LVOT la efort. La pacientii fara resincronizare se remarca scaderea VTI in LVOT la efort, fata de valoarea de repaus.

Rezultatele obtinute in aceasta lucrare confirma valoarea VTI in aprecierea functiei sistolice si superioritatea sa fata de masurarea debitului cardiac. S-au obtinut valori ale VTI in repaus complet diferite (nesuperpozabile) la cele doua loturi studiate, spre deosebire de valorile debitului cardiac in repaus, in care desi existau diferente semnificative intre cele doua loturi, au existat suprapuneri de valori.

Tot ca o dovada a superioritatii VTI fata de masurarea debitului cardiac s-au obtinut corelatii semnificative intre VTI si fractia de ejectie in interiorul loturilor studiate (corelatii ce nu au semnificatie statistica in cazul compararii debitului cardiac cu fractia de ejectie in interiorul loturilor).

Cresterea procentuala a VTI la efort a avut un comportament complet diferit in cele doua loturi. Toti cei cu functie sistolica normala au avut o crestere a VTI la efort semnificativ mai mare statistic decat cei cu insuficienta cardiaca.

Modificarea la efort a VTI a prezentat un profil diferit in interiorul lotului de bolnavi cu disfunctie sistolica. A existat o corelatie inversa statistic semnificativa si puternica intre cresterea procentuala a VTI la efort si indexul de volum ventricular. Pacientii cu volum ventricular mare (cu index de volum cu valoare minima 79.56 ml/m², medie 111.59 ml/m² si maxima 160.63 ml/m²) au avut un VTI la efort nemodificat sau chiar scazut.

Aceste rezultate pledeaza pentru faptul ca volumul-bataie de repaus depinde mai mult de fractia de ejectie.

Cresterea volumului-bataie la efort (probabil expresia rezervei contractile miocardice) depinde in mod decisiv de indexul de volum ventricular (corelatie inversa), si nu de fractia de ejectie.

Altfel spus, VTI de repaus coreleaza cu fractia de ejectie, iar cresterea VTI la efort coreleaza invers cu indexul de volum.

VTI este un parametru foarte bun pentru caracterizarea disfunctiei sistolice in repaus, dar si pentru aprecierea rezervei de performanta contractila.

Utilizarea VTI, alaturi de fractia de ejectie si indexul de volum poate duce la o caracterizare mai buna si mai completa a pacientilor cu insuficienta cardiaca.

Folosirea VTI, alaturi de fractia de ejectie si de indexul de volum, poate identifica mai bine intre bolnavii cu insuficienta cardiaca si disfunctie sistolica, pe cei cu rezerva de functie sistolica la efort (bolnavii fara dilatatie cardiaca importanta si cu cresterea VTI la efort).

Aceasta poate constitui un argument pentru teoria existentei unui singur sindrom de insuficienta cardiaca. Prezenta si evolutia insuficientei cardiace ca un singur sindrom, ar putea avea urmatoarele etape:

- insuficienta cardiaca cu fractie de ejectie si volum normale,
- insuficienta cardiaca cu fractie de ejectie scazuta, volum normal si cresterea VTI la efort,
- insuficienta cardiaca cu fractie de ejectie scazuta, cresterea volumului ventricular si scaderea VTI la efort.

Studiul de fata se doreste si o pledoarie pentru folosirea in practica a unui instrument foarte util pentru caracterizarea performantei sistolice, **VTI**.

Concluzii:

1. Masurarea prin ecocardiografie Doppler a debitului cardiac de repaus este o metoda utila pentru caracterizarea performantei sistolice a ventriculului stang.

2. Debitul cardiac de repaus a avut valori diferite semnificativ statistic intre bolnavii cu disfunctie sistolica (lotul A) si lotul martor B, date concordante cu datele din literatura. Valoarea medie a debitului cardiac in repaus in lotul A a fost 1.63 ± 0.72 L/min. In lotul B valoarea medie a debitului cardiac in repaus a fost de 2.66 ± 0.65 L/min.

3. Debitul cardiac in repaus este un parametru imprecis, care apreciaza grosier disfunctia sistolica, fiind incapabil sa diferentieze pacienti cu performante sistolice asemanatoare.

4. Incapacitatea de diferentiere intre performantele sistolice asemanatoare se manifesta atat la cei care au depresie de functie sistolica, cat si la normali (nu exista corelatie in interiorul aceleiasi lot intre debitul cardiac si parametrii clasici de disfunctie sistolica – fractie de ejectie si index de volum ventricul stang).

5. Masurarea si la efort a debitului cardiac aduce un plus de acuratete in diagnosticul disfunctiei sistolice, fata de masurarea debitului cardiac in repaus.

6. Exista diferente clare si statistic semnificative intre cresterea procentuala mult mai mica ($39 \pm 28\%$) a debitului cardiac la efort la bolnavii cu disfunctie sistolica, fata de lotul martor, la care s-a obtinut o crestere medie procentuala de $108 \pm 35\%$.

7. Cu cat indexul de volum ventricular stang a fost mai mare (in cadrul lotului de pacienti cu disfunctie sistolica de ventricul stang), cu atat cresterea procentuala a debitului cardiac la efort a fost mai mica. Este o corelatie inversa semnificativa statistic. Aceasta demonstreaza superioritatea evaluarii debitului cardiac la efort fata de debitul cardiac de repaus in evaluarea performantei sistolice,

8. Modificarea la efort a debitului cardiac este incapabila sa diferentieze performanta ventriculara stanga la pacientii din interiorul lotului martor, care au omogenitate mai mare a parametrilor de functie sistolica (fractie de ejectie, index de volum ventricul stang).

9. VTI de repaus are o valoare foarte mult scazuta in lotul de studiu, comparativ cu lotul martor, fara a exista valori care se suprapun in cele doua loturi. Valoarea medie a VTI in repaus in lotul A a fost de 9.05 ± 2.4 cm. Valoarea medie a VTI in repaus in lotul B a fost de 18.4 ± 2.24 cm

10. Masurarea VTI de repaus are o acuratete suplimentara in diagnosticul disfunctiei sistolice, fata de masurarea debitului cardiac. Corelatia VTI de repaus – fractie de ejectie atat in interiorul lotului A, cat si in interiorul lotului B dovedeste faptul ca VTI este capabil sa sesizeze diferente mici de functie sistolica.

11. Nu exista corelatie intre VTI de repaus si indexul de volum ventricular, in interiorul celor doua loturi, ceea ce sugereaza ca nu exista o corelatie intre indexul de volum ventricular si volumul-bataie (pacientii care au volum-bataie redus pot avea volume telediastolice mari sau volume telediastolice in domeniul normalului).

12. Cresterea procentuala a VTI la efort in lotul de studiu este statistic semnificativ mai mica in lotul de studiu fata de lotul martor ($4 \pm 15\%$ in lotul A, $39 \pm 10\%$ in lotul B).

13. Analizand in interiorul lotului A relatia dintre cresterea procentuala a VTI la efort si indexul de volum al ventriculului stang, se observa faptul ca la efort, cresterea VTI este cu atat mai mare, cu cat indexul de volum ventricular este mai mic (corelatie inversa, statistic cea mai puternica din interiorul lotului A).

14. Cresterea VTI la efort ne arata cresterea volumului-bataie la efort, si sugereaza existenta unei rezerve de functie contractila, dependenta de indexul de volum.

15. In lotul A (unde toti pacientii aveau fractia de ejectie $<35\%$), in categoria de bolnavi la care VTI nu a crescut la efort, sau chiar a scazut, valoarea medie a indexului de volum ventricular (index de volum cu valoare minima 79.56 ml/m^2 , medie 111.59 ml/m^2 si maxima 160.63 ml/m^2), a fost semnificativ mai mare, comparativ cu pacientii la care VTI a crescut la efort.

16. Deoarece VTI in repaus se coreleaza cu fractia de ejectie, iar cresterea procentuala a VTI la efort se coreleaza cu indexul de volum ventricular, VTI reprezinta un parametru foarte util pentru caracterizarea disfunctiei sistolice, si aprecierea rezervei de performanta contractila.

17. VTI (integrala viteză-timp), este un parametru foarte util in aprecierea functiei sistolice a ventriculului stang. Este simplu de efectuat si se coreleaza foarte bine cu parametrii clasici de evaluare a disfunctiei sistolice. Timpul de determinare a VTI este mult mai scurt, comparativ cu

timpul necesar calcularii fractiei de ejectie, mai ales cand exista anomalii de cinetica.

Cu toate acestea, VTI nu este un parametru folosit pe scara larga in clinica pentru raportarea disfunctiei ventriculare sistolice.

Lucrarea de fata se doreste o pledoarie pentru folosirea de rutina a VTI in diagnosticul insuficientei cardiace.