



Original Article

Pengaruh *Threshold Inspiratory Muscle Training* Praoperasi terhadap Kebugaran Kardiorespirasi Pasca Bedah Ganti Katup Jantung

Aditya Paramitha¹, Sri Wahyudati², Wahyu Wiryawan³, Sefri Noventi Sofia³

¹Program Studi Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang

²KSM Rehabilitasi Medik RSUP Dr. Kariadi Semarang

³KSM Jantung RSUP Dr. Kariadi Semarang

Abstrak

p-ISSN: 2301-4369 e-ISSN: 2685-7898
<https://doi.org/10.36408/mhjcm.v7i1.433>

Diajukan: 26 Desember 2019
Diterima: 30 Januari 2020

Afiliasi Penulis:
Departemen Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

Korespondensi Penulis:
Aditya Paramitha
Jl. Dr. Sutomo No. 16, Semarang,
Jawa Tengah 50244,
Indonesia

E-mail:
adityaparamitha@gmail.com

Latar belakang : Penyakit katup jantung memberikan beban kesehatan yang besar di seluruh dunia. Pasien yang menjalani bedah ganti katup jantung di RSUP Dr. Kariadi Semarang pada tahun 2018 adalah sebanyak 111 pasien. Pada pasien pasca bedah ganti katup jantung terjadi penurunan kebugaran kardiorespirasi. Kebugaran kardiorespirasi dapat diukur melalui pengukuran VO_2max . Penambahan *threshold inspiratory muscle training* (*Threshold* IMT) praoperasi dianggap mampu menaikkan baseline kebugaran kardiorespirasi sehingga hasil keluaran pasca bedah menjadi lebih baik, menurunkan risiko dan komplikasi operasi serta mempersingkat waktu pemulihan dan lama perawatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *Threshold* IMT praoperasi terhadap kebugaran kardiorespirasi pasien pascabedah ganti katup jantung.

Metode : Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experimental*. Pengambilan sampel penelitian dilakukan secara *consecutive sampling*, subyek dibagi menjadi kelompok perlakuan ($n=9$) dan kelompok kontrol ($n=9$). Kelompok perlakuan diberikan latihan rehabilitasi medik konvensional rutin sebelum bedah ganti katup jantung sesuai dengan Panduan Praktik Klinis (PPK) serta ditambahkan *Threshold* IMT sesuai protokol penelitian. Kelompok kontrol hanya melakukan latihan rehabilitasi medik konvensional.

Hasil : Terdapat perbedaan yang bermakna secara klinis antar kelompok perlakuan dan kontrol pascabedah dengan *minimal clinically important difference* lebih dari 6%. Terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik untuk nilai VO_2max pra dan pascaperlakuan dalam kelompok perlakuan ($p=0,021$), serta antar kelompok perlakuan dan kontrol pasca perlakuan ($p=0,026$).

Simpulan : Penambahan *Threshold* IMT praoperasi meningkatkan kebugaran kardiorespirasi pasien pra dan pasca bedah ganti katup jantung.

Kata kunci : *Threshold inspiratory muscle training*, VO_2max

Effect of preoperative threshold inspiratory muscle training on cardiorespiratory fitness post heart valve surgery

Abstract

Background : Heart valve disease presents a huge health burden worldwide. Patients who underwent cardiac valve replacement surgery at RSUP Dr. Kariadi Semarang in 2018 were 111 patients. Cardiorespiratory fitness declined in post-surgical patients. Cardiorespiratory fitness can be measured through VO_2max . Additional preoperative threshold inspiratory muscle training (Threshold IMT) is considered to safely increase cardiorespiratory fitness baseline, reduce the risks and complications of surgery as well as shorter recovery time and treatment duration, thus postoperative outcomes will be better. The objectives of this study was to determine the effect of additional preoperative Threshold IMT on cardiorespiratory fitness in post heart valve replacement surgery patients.

Methods : This study is quasi experimental. Sampling was done by consecutive sampling, subjects were divided into two groups, intervention group ($n=9$) and control group ($n=9$). The intervention group was given routine conventional medical rehabilitation exercise before heart valve replacement surgery according to the Clinical Practice Guide (PPK) and added Threshold IMT according to the study protocol. The control group only did conventional medical rehabilitation exercises.

Results : There was clinically significant difference post surgery between intervention and control groups with minimal clinically important difference of more than 6%. Statistically significant differences were obtained for the VO_2max values pre and post treatment in the intervention group ($p=0.021$) and between the intervention and control groups ($p=0.026$) post-treatment.

Conclusion : Addition of preoperative Threshold IMT increases cardiorespiratory fitness pre- and post-operative in heart valve replacement surgery patients.

Keywords : Threshold inspiratory muscle training, VO_2max

PENDAHULUAN

Penyakit katup jantung memberikan beban kesehatan yang besar dengan prevalensi di negara berkembang sebanyak 20–30 kasus per 1000 orang.^{1,2} Penatalaksanaan penyakit katup jantung bergantung pada gejala, pemeriksaan penunjang, serta tingkat kebugaran kardiorespirasi pasien. Pasien penyakit katup jantung dengan kondisi gagal jantung simtomatik yang berat membutuhkan prosedur bedah ganti katup jantung.^{3,4} Data dari SIMRS (Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit) RSUP Dr. Kariadi Semarang, pasien yang menjalani bedah ganti katup jantung tahun 2018 adalah 111 pasien. Pasien pascabedah ganti katup jantung mengalami penurunan kebugaran kardiorespirasi.^{5,6} Kebugaran kardiorespirasi diukur secara objektif dan kuantitatif melalui VO_2max , yakni *gold standard* penilaian konsumsi oksigen maksimal.^{7,8}

Rehabilitasi jantung konvensional yang dimulai sebelum bedah ganti katup jantung direkomendasikan oleh *American College of Cardiology (ACC)* / *American Heart Association (AHA)* dan *European Society of Cardiology (ESC)* guna meningkatkan kebugaran kardiorespirasi.^{9–12} *Threshold Inspiratory Muscle Training (Threshold IMT)* adalah latihan penguatan otot-otot pernapasan dengan tahanan saat fase inspirasi.^{13–15} Penambahan *Threshold IMT* praoperasi pada rehabilitasi jantung konvensional dianggap mampu menaikkan kebugaran kardiorespirasi, sehingga kondisi pascabedah menjadi lebih baik, risiko dan komplikasi operasi menurun, waktu pemulihan dan lama perawatan menjadi lebih singkat.^{16,17} Penelitian yang menilai pengaruh penambahan *Threshold IMT*

praoperasi terhadap kebugaran kardiorespirasi pasien pascabedah ganti katup jantung belum pernah dilakukan di Indonesia, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pilot ini dengan tujuan mengetahui pengaruh penambahan *Threshold IMT* praoperasi terhadap kebugaran kardiorespirasi (yang diukur dengan nilai VO_2max) pada pasien pascabedah ganti katup jantung.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experimental*. Penelitian dilaksanakan dari minggu pertama bulan Juli 2019 sampai minggu kedua bulan November 2019 di bagian Rehabilitasi Medik Instalasi Murai, di rumah pasien sebagai bagian dari latihan *home program*, ruang perawatan ICCU, dan ruang perawatan Elang RSUP Dr. Kariadi Semarang. Subyek penelitian adalah pasien dengan penyakit katup jantung yang akan menjalani bedah ganti katup jantung di RSUP Dr. Kariadi Semarang yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk dalam kriteria eksklusi. Dari perhitungan minimal jumlah sampel, dibutuhkan minimal 7 subyek pada masing-masing kelompok perlakuan maupun kontrol. Kriteria inklusi adalah usia 20–55 tahun, stabil, tidak ada gangguan kognitif (skor *Mini-Mental State Exam* >24) dan mampu memahami instruksi, kekuatan otot ekstremitas adalah *Manual Muscle Testing (MMT)* 5, mampu beraktivitas minimal 2 *Metabolic Equivalent of Task (METS)*, memenuhi indikasi dan tidak terdapat kontra indikasi IMT, *Body Mass Index (BMI)* <30, menyetujui penelitian dengan menandatangani *informed consent*, pada pemeriksaan *echocardiography* tidak ditemukan

adanya *Atrial Fibrillation (AF) rapid* simptomatis, vegetasi, dan trombus. Sedangkan yang termasuk kriteria eksklusi adalah terdapat riwayat penyakit jantung kongenital ataupun koroner, pasien yang saat bersamaan juga direncanakan program operasi selain katup jantung, kondisi gagal jantung kelas fungsional *New York Heart Association (NYHA)* III atau IV, terdapat riwayat penyakit paru meliputi pneumonia, tuberkulosis, penyakit paru obstruktif kronik, asma, dan memiliki gangguan muskuloskeletal yang mengganggu aktivitas berjalan. Kriteria drop out adalah bila peserta tidak mengikuti program latihan selama 3 hari berturut-turut, tidak mengikuti penilaian akhir penelitian, komplikasi sepsis, akhir fase 1 hanya mampu aktivitas kurang dari 2 METS.

Pengambilan sampel penelitian dilakukan secara *consecutive sampling* dimana didapatkan 26 subyek yang dibagi ke dalam dua kelompok menjadi kelompok perlakuan (*Threshold IMT*) dan kelompok kontrol secara berurutan sesuai dengan waktu kedatangan pasien. Peneliti terlebih dahulu memberikan informasi tentang penelitian dan meminta persetujuan setelah penjelasan berupa *informed consent* tertulis. Data identitas subyek penelitian akan dirahasiakan dan tidak dipublikasikan kecuali dengan ijin subyek penelitian.

Penelitian dilakukan sesuai dengan protokol penelitian yakni diawali dengan pengambilan data dasar yang diperoleh dari anamnesis, pemeriksaan fisik, dan uji jalan 6 menit satu hari sebelum perlakuan. Kelompok perlakuan (*Threshold IMT*) diberikan latihan rehabilitasi medik konvensional rutin sebelum bedah ganti katup jantung sesuai dengan Panduan Praktik Klinis (PPK) yang berlaku di RSUP Dr. Kariadi, yakni latihan

pernapasan, latihan batuk efektif, *ankle pumping exercise*, *general range of motion (ROM) exercise*, dan latihan *endurance* sesuai hasil uji jalan 6 menit, serta ditambahkan *Threshold IMT* dengan dosis latihan sebanyak dua sesi sehari setiap hari selama sepuluh menit dengan intensitas 5x10 repetisi maksimal (RM) dengan jeda satu menit setiap 1x10RM (gambar 1). Jeda antar sesi latihan *Threshold IMT* adalah 8 jam.

Kelompok kontrol hanya melakukan latihan rehabilitasi medik konvensional rutin sebelum bedah ganti katup jantung sesuai dengan PPK tanpa ditambahkan *Threshold IMT*. Kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol menjalani latihan selama dua minggu (empat belas hari) sebelum operasi. Kelompok perlakuan pada hari ke-delapan dilakukan peningkatan dosis *Threshold IMT* sesuai dengan 10 repetisi maksimal pasien. Pada saat awal praperlakuan, pascaperlakuan sebelum operasi, dan pascabedah saat subjek akan pulang (akhir fase satu), semua subyek penelitian dilakukan pemeriksaan uji jalan 6 menit untuk diukur jarak tempuhnya yang kemudian akan dikonversikan ke dalam rumus Cahalin sehingga didapat hasil kebugaran kardiorespirasi (VO_2max) dengan satuan ml/kg/menit.

Pada kelompok perlakuan terdapat dua subyek yang *drop out* dikarenakan meninggal dan mengalami komplikasi (tetraparesis) sehingga akhir fase satu tidak mencapai 2 METS. Pada kelompok kontrol terdapat enam subyek yang *drop out* dikarenakan dua subyek meninggal, dua subyek mengalami komplikasi berupa pemakaian ventilator lama sehingga harus dilakukan trakeostomi, satu subyek curiga keganasan sehingga dilakukan tindakan lainnya, satu subyek dilakukan



Gambar 1. *Threshold inspiratory muscle training*



Gambar 2. Uji jalan 6 menit

tindakan lainnya yakni pemasangan *permanent pacemaker*. Jumlah akhir sampel pada penelitian ini adalah 9 untuk kelompok perlakuan dan 9 untuk kelompok kontrol yang ditampilkan pada diagram *consort* penelitian (gambar 3).

Data dikumpulkan dalam lembar pengumpul data dan diberi kode, ditabulasi dan dimasukkan ke dalam aplikasi SPSS di komputer. Hasil penelitian diolah menggunakan SPSS 15.0. Analisis data meliputi analisis deskriptif dan uji hipotesis. Pemeriksaan normalitas distribusi dalam kelompok dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan dalam kelompok menggunakan uji *t*-berpasangan bila distribusi data normal dan uji *Wilcoxon* bila distribusi data tidak normal. Untuk uji antar kelompok, data yang distribusinya normal maka uji hipotesis menggunakan uji *t*-tidak berpasangan, sedangkan data yang distribusinya tidak normal menggunakan uji *Mann-Whitney*. Nilai *p* dianggap bermakna apabila nilai $p < 0,05$ dengan 95% interval kepercayaan. Penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik RSUP Dr. Kariadi Semarang dengan nomor *ethical clearance* No.183/EC/KEPK-RSDK/2019.

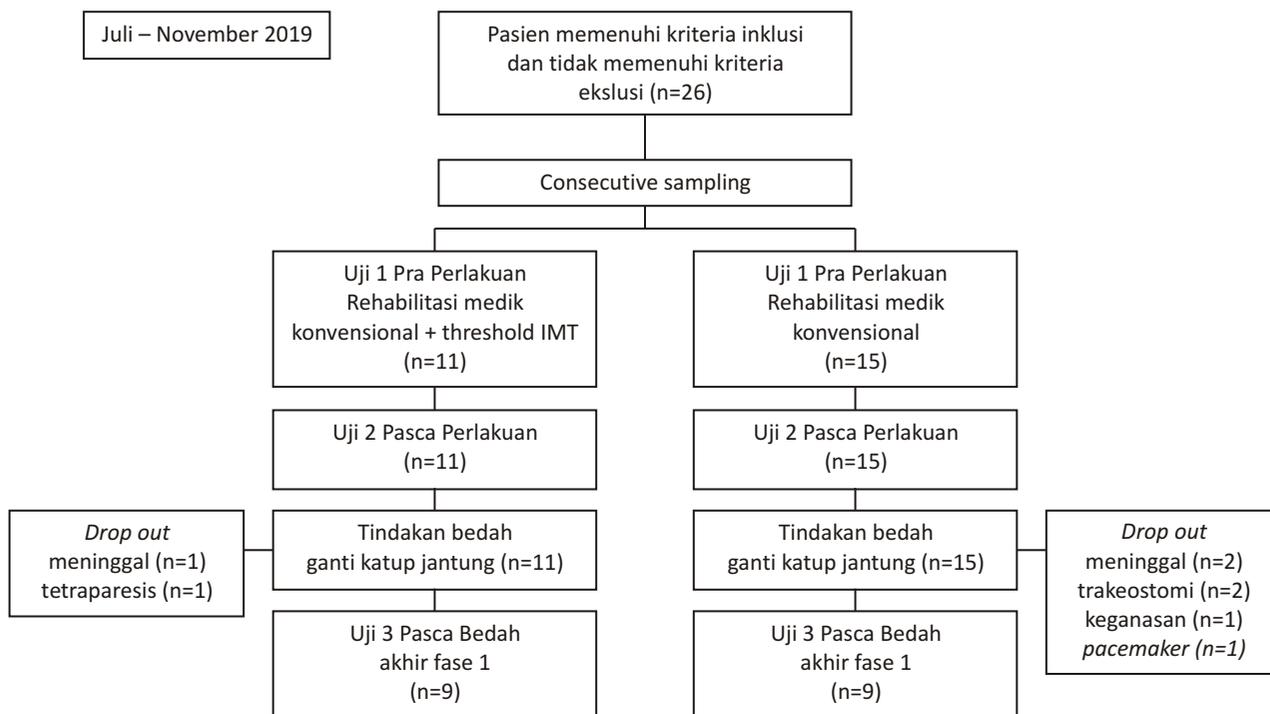
HASIL

Pada penelitian ini tidak didapatkan perbedaan yang bermakna secara statistik untuk jenis kelamin pada kelompok perlakuan dan kontrol, dengan jumlah yang hampir sama antara kelompok perlakuan dan kontrol. Seluruh subyek pada penelitian ini baik kelompok perlakuan maupun kontrol tergolong ke gagal jantung

NYHA kelas II dengan tindakan yang mendasari mitral valve replacement (masing-masing tujuh subyek di kelompok perlakuan dan kontrol) dan *double valve replacement* (masing-masing dua subyek di kelompok perlakuan dan kontrol). Tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik untuk gambaran elektrokardiografi pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, rerata nilai fraksi ejeksi ventrikel kiri/*left ventricle ejection fraction* (LVEF), denyut nadi, *cardiac output*, stroke volume, saturasi oksigen perifer, tekanan darah sistolik dan diastolik.

Tidak ada subyek dengan riwayat penyakit diabetes mellitus, hipertensi, dislipidemia, stroke. Seluruh subjek tetap mendapatkan medikamentosa sesuai kebutuhan dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam penggunaan medikamentosa seperti diuretik, *ACE inhibitor*, ARB, MRA, digoksin, *beta-blocker*, warfarin dengan nilai masing-masing $p > 0,05$. Tingkat aktivitas fisik pada kelompok perlakuan dan kontrol juga tidak didapatkan perbedaan bermakna. Berdasarkan data dasar ini, dapat dikatakan bahwa karakteristik sampel homogen dan faktor perancu dapat dikendalikan (tabel 1).

Konversi VO_2max dari hasil uji jalan 6 menit pada kelompok perlakuan ditampilkan pada tabel 2 menunjukkan hasil konversi rerata nilai VO_2max praperlakuan (uji 1) adalah $13,94 \pm 2,69$ ml/kg/menit, sedangkan pada kelompok kontrol adalah $13,57 \pm 2,21$ ml/kg/menit. Pada awal praperlakuan, tidak ada perbedaan yang bermakna secara statistik antara kelompok perlakuan maupun kontrol dengan $p = 0,750$.



Gambar 3. Diagram *consort* penelitian

Pada penilaian pascaperlakuan (uji 2) dalam kelompok perlakuan menunjukkan rerata nilai $VO_2\text{max}$ yang meningkat dengan uji *t*-berpasangan dan bermakna secara signifikan dengan nilai $p=0,021$. Pada kelompok kontrol, meskipun terdapat peningkatan rerata nilai $VO_2\text{max}$ pascaperlakuan, tetapi secara statistik dengan uji *t*-berpasangan peningkatan tersebut tidak signifikan dengan nilai $p=0,489$ (tabel 2).

Rerata nilai hasil konversi $VO_2\text{max}$ pascaperlakuan (uji 2) pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol berdasarkan uji *t*-tidak berpasangan didapatkan perbedaan hasil yang bermakna secara statistik dengan nilai $p=0,026$. Selisih rerata nilai $VO_2\text{max}$ pra dan pascaperlakuan (uji 1 dan uji 2) pada kelompok perlakuan dibandingkan dengan kelompok kontrol

didapatkan perbedaan yang bermakna dengan nilai $p=0,034$ (tabel 2).

Pada saat subjek akan dipulangkan pascabedah (akhir fase satu/uji 3) nilai rerata $VO_2\text{max}$ pada kelompok perlakuan adalah $12,33 \pm 3,03$ ml/kg/menit sedangkan pada kelompok kontrol adalah $11,17 \pm 2,43$ ml/kg/menit, perbedaan ini diuji dengan uji *t*-tidak berpasangan dengan hasil tidak bermakna secara statistik dengan $p=0,383$ (tabel 2).

DISKUSI

Variabel karakteristik dasar subyek pada penelitian ini terdiri dari jenis kelamin, usia, indeks massa tubuh, kelas gagal jantung, diagnosis, LVEF, denyut nadi, *cardiac*

TABEL 1

Perbandingan karakteristik subyek penelitian antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol

Variabel	Kelompok Perlakuan (n=9)	Kelompok Kontrol (n=9)
Jenis kelamin		
Laki-laki	5 (55,6%)	4 (44,4%)
Perempuan	4 (44,4%)	5 (55,6%)
Usia (tahun)	45,00 ± 10,20	38,44 ± 9,00
IMT (kg/m ²)	20,37 ± 4,69	22,54 ± 3,78
EKG : AF	5 (55,6%)	8 (88,9%)
Sinus	4 (44,4%)	1 (11,1%)
LVEF (%)	66,33 ± 8,08	62,89 ± 9,21
Stroke Volume	52,47 ± 20,48	40,56 ± 15,55
Cardiac Output	3,41 ± 1,81	3,01 ± 0,95
HR	72,00 ± 7,94	83,33 ± 15,13
TDS	112,22 ± 9,72	110,56 ± 8,82
TDD	68,89 ± 7,82	70,22 ± 5,04
SpO ₂	98,11 ± 0,60	98,44 ± 0,53
Medikamentosa (n,(%))		
Diuretik	5 (55,6%)	5 (55,6%)
ACEi	1 (11,1%)	2 (22,2%)
ARB	3 (33,3%)	2 (22,2%)
MRA	7 (77,8%)	7 (77,8%)
Digoksin	7 (77,8%)	5 (55,6%)
β-Blocker	7 (77,8%)	7 (77,8%)
Warfarin	7 (77,8%)	8 (88,9%)
Tingkat Aktifitas fisik (METS)	3,98 ± 0,77	3,87 ± 0,63

Nilai variabel disajikan dalam rerata ± simpang baku dan persentase; nilai signifikan bila $p < 0,05$; a Uji *Chi Square*; b uji *Independent T*; c uji *Mann Whitney*; IMT: Indeks Massa Tubuh; DM: Diabetes Mellitus; MRA: *Mineralocorticoid Receptor Antagonist*; ARB: *Angiotensin Reseptor Blocker*; SpO₂ : saturasi oksigen perifer, MET: *Metabolic Equivalent*.

TABEL 2

Perbandingan nilai VO₂ max pra perlakuan (uji 1), pasca perlakuan (uji 2), dan pasca bedah/akhir fase satu (uji 3) antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol

Variabel	Kelompok		p
	Perlakuan (ml/kg/menit)	Kontrol (ml/kg/menit)	
VO ₂ max pra perlakuan (uji 1)	13,94 ± 2,69	13,57 ± 2,21	0,750 ^b
VO ₂ max pasca perlakuan (uji 2)	16,62 ± 2,46	13,81 ± 2,40	0,026 ^{b*}
VO ₂ max pasca bedah (uji 3)	12,33 ± 3,03	11,17 ± 2,43	0,383 ^b
p VO ₂ max uji 1 dan uji 2 dalam kelompok	0,021 ^{a*}	0,489 ^a	
Selisih VO ₂ max uji 1 dan uji 2	2,68 ± 2,80	0,54 ± 0,99	0,034 ^{b*}

Keterangan : Nilai variabel disajikan dalam rerata ± simpang baku. Nilai signifikan bila $p < 0,05$ (*), Uji beda menggunakan : a. Uji t berpasangan dan b uji Independent t.

output, stroke volume, saturasi oksigen perifer, tekanan darah sistolik dan diastolik, riwayat penyakit (diabetes mellitus, hipertensi, dislipidemia, dan stroke), medikamentosa, dan juga tingkat aktivitas fisik ($p > 0,05$). Dari hasil uji statistik didapatkan bahwa karakteristik subyek antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada penelitian adalah homogen, sehingga tidak akan mempengaruhi hasil penelitian (tabel 1).

Pada penelitian ini didapatkan distribusi yang merata pada tindakan yang mendasari yakni 14 pasien dengan *mitral valve replacement* (7 pasien pada kelompok perlakuan dan 7 pasien pada kelompok kontrol) serta 4 pasien dengan *double valve replacement*. Penelitian Rodriguez-Fernandez, dkk pada tahun 2015 menunjukkan bahwa *mitral stenosis* ataupun *mitral regurgitasi* merupakan penyakit katup jantung yang paling banyak dengan total 61,5% dibandingkan jenis penyakit katup lainnya. Brinkley dkk. juga menyebutkan bahwa penyakit katup mitral seperti *mitral stenosis* masih merupakan masalah penyakit katup yang umum di dunia khususnya di negara berkembang.^{2,4}

Pada penelitian ini tidak terdapat perbedaan bermakna pada rerata usia subyek. Rerata usia subyek untuk kelompok perlakuan adalah $45,00 \pm 10,20$ tahun sedangkan kelompok kontrol adalah $38,44 \pm 9,00$ tahun. Pemilihan usia 20-55 tahun karena luasnya distribusi penyakit katup jantung. Meskipun distribusi usia penyakit katup jantung sangat luas, akan tetapi, semua subjek yang dilakukan operasi memiliki karakteristik yang homogen dengan kelas gagal jantung NYHA II dan LVEF yang sama. Gagal jantung NYHA kelas II sesuai dengan penelitian Arcy dkk. merupakan kelas yang banyak dilakukan bedah ganti katup jantung.¹⁸ Rerata LVEF pada penelitian ini adalah $65,61 \pm 8,07$ (kelompok perlakuan $66,33 \pm 8,08$ dan kelompok kontrol $62,89 \pm 9,21$, $p = 0,158$), hal ini sesuai dengan penelitian Maganti dkk. bahwa rerata pasien yang dilakukan bedah ganti katup jantung adalah pasien dengan LVEF sekitar 60%.¹⁹

Pada penelitian ini terdapat peningkatan rerata

nilai konversi VO₂max dari uji jalan 6 menit pada kelompok perlakuan yaitu dari $13,94 \pm 2,69$ pada pra perlakuan (uji 1) menjadi $16,62 \pm 2,46$ pascaperlakuan sebelum operasi (uji 2) dan setelah dilakukan uji t-berpasangan didapatkan bahwa peningkatan tersebut bermakna secara statistik ($p = 0,021$). Sedangkan pada kelompok kontrol, peningkatan rerata konversi VO₂max juga meningkat dari $13,57 \pm 2,21$ dari praperlakuan (uji 1) menjadi $13,81 \pm 2,40$. Meskipun demikian, setelah dilakukan uji t-berpasangan didapatkan bahwa peningkatan tersebut tidak bermakna secara statistik ($p = 0,489$).

Saat dibandingkan antara rerata VO₂max kelompok perlakuan ($16,62 \pm 2,46$) dibandingkan dengan kelompok kontrol ($13,81 \pm 2,40$) pascaperlakuan (uji 2) didapatkan bahwa rerata VO₂max kelompok perlakuan lebih tinggi, dengan menggunakan uji t-tidak berpasangan didapatkan perbedaan yang bermakna secara statistik ($p = 0,026$). Begitu pula jika dibandingkan selisih rerata peningkatan VO₂max pada uji 1 dan uji 2 kelompok perlakuan ($2,68 \pm 2,80$) dan kelompok kontrol ($0,54 \pm 0,99$) didapatkan juga selisih rerata peningkatan VO₂max yang bermakna secara statistik ($p = 0,034$). Hal ini menunjukkan bahwa walaupun pada kedua kelompok terjadi peningkatan rerata VO₂max pada kedua kelompok, namun secara statistik pada kelompok perlakuan lebih baik dibandingkan hanya kontrol.

Temuan pada hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh McConnell dkk. yang menyatakan bahwa terdapat peningkatan hasil VO₂max setelah latihan *Threshold* IMT dengan minimal waktu latihan dua minggu. Menurut Mc.Connell dkk., latihan *Threshold* IMT meningkatkan kebugaran kardiorespirasi yang diukur dengan VO₂max dengan mengintegrasikan fungsi kardiovaskular, respirasi, dan muskuloskeletal. Latihan penguatan akan menimbulkan respon fisiologis dimana terjadi peningkatan performa otot dan sirkulasi. Pada awalnya, dapat terjadi peningkatan rekrutmen jumlah motor unit, kecepatan, dan sinkronisasi

eksitabilitas otot. Latihan yang terus dilanjutkan akan mampu meningkatkan ukuran serabut serta kekuatan otot dan menginduksi peningkatan ukuran dan jumlah mitokondria pada sel. Otot-otot inspirasi yang lebih kuat dan tahan akan membantu sistem kardiorespirasi untuk meningkatkan ambilan oksigen dan penyampaian oksigen sehingga meningkatkan $VO_2\max$.¹⁵ Callegaro dkk. pada penelitiannya menunjukkan bahwa latihan penguatan otot-otot inspirasi meningkatkan ketahanan otot-otot inspirasi sehingga tidak mudah terjadi metaborefleks otot-otot inspirasi, yakni refleks yang menghalangi penyampaian oksigen ke otot-otot skeletal dan menimbulkan kelelahan.²⁰

Mello dkk. menjelaskan bahwa adanya otot-otot inspirasi yang lebih kuat mampu meningkatkan volume tidal dan mempertahankan ventilasi sehingga meningkatkan saturasi oksigen dan menghasilkan kebugaran kardiorespirasi yang lebih baik.²¹ Cahalin dkk. menyebutkan bahwa dengan *Threshold* IMT dapat mencegah akumulasi metabolit otot-otot inspirasi yang diakibatkan kurangnya penyampaian oksigen yang menstimulasi vasokonstriksi oleh karena aktivasi saraf simpatis dan penurunan aliran darah perifer. Dengan adanya penyampaian oksigen yang lebih baik, maka vasokonstriksi perifer yang diakibatkan oleh aktivasi saraf simpatis akan berkurang sehingga terjadi peningkatan aliran darah perifer yang mampu membuat pasien lebih bugar dan tahan dalam melaksanakan uji kebugaran kardiorespirasi yang dinilai melalui uji jalan 6 menit.²² Selain itu, *Threshold* IMT juga meningkatkan tekanan inspirasi maksimal dan ketahanan otot-otot inspirasi, mengurangi aktivitas saraf simpatis sehingga denyut nadi menjadi stabil, aliran darah ke otot meningkat, dan menunda munculnya kelelahan pada saat latihan seluruh tubuh.²⁰

Dosis latihan *Threshold* IMT yang kami berikan pada penelitian ini adalah frekuensi dilakukan selama dua sesi sehari dengan jarak antar sesi selama 8 jam, intensitas latihan adalah sebesar 5x10 repetisi maksimal, waktu selama 10 menit dengan jeda istirahat satu menit setiap 10 repetisi maksimal. Keseluruhan latihan dilakukan setiap hari selama total empat belas hari. Pada hari ke delapan, dilakukan peningkatan dosis sesuai dengan 10 repetisi maksimal saat hari tersebut. Dosis latihan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Marco dkk. yang menyebutkan dalam penelitiannya bahwa latihan yang diberikan adalah latihan intensitas tinggi sebesar 100% dari 10 repetisi maksimal, dengan istirahat satu menit setiap 10 repetisi maksimal dua kali sehari.²³ Penelitian Mc.Connell dkk. menyebutkan bahwa untuk perubahan adaptif otot dibutuhkan waktu sedikitnya dua minggu dan jarak latihan antar sesi minimal enam jam.¹⁵ Katsura dkk. pada pusat data tinjauan sistematis Cochrane juga menunjukkan bahwa dibutuhkan waktu latihan lima sampai tujuh hari seminggu dalam waktu sedikitnya dua minggu untuk

meningkatkan kekuatan otot-otot inspirasi.²⁴

Hasil konversi rerata nilai $VO_2\max$ pascabedah (uji 3) pada kelompok perlakuan adalah $12,33 \pm 3,03$ sedangkan pada kelompok kontrol adalah $11,17 \pm 2,43$. Setelah dilakukan uji *t*-tidak berpasangan pada kedua kelompok maka tidak didapatkan perbedaan yang bermakna secara statistik antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan ($p=0,383$). Penurunan rerata nilai $VO_2\max$ pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol sesuai dengan penelitian Julio dkk., yang menjelaskan bahwa terdapat penurunan rerata nilai $VO_2\max$ pada pasien setelah dilakukan bedah ganti katup jantung. Kondisi ini diperkirakan terjadi karena penurunan kondisi fisik dan imobilisasi setelah operasi, terutama pada periode dini setelah operasi, ada banyak faktor yang dapat berkontribusi ke menurunnya kebugaran kardiorespirasi yang dinilai dari $VO_2\max$ seperti penggunaan ventilator mekanik, adaptasi setelah imobilisasi, dan kelelahan secara keseluruhan.⁶ Julio dkk. sesuai dengan Tourneau dkk. menjelaskan pula penurunan $VO_2\max$ masih dapat diobservasi hingga sampai tujuh bulan setelah operasi. Oleh karena kondisi ini, Meurin dkk. pada penelitian multisenter menyarankan perlunya program rehabilitasi medik jangka panjang untuk merekonstitusi fisik pasien setelah bedah ganti katup jantung guna meningkatkan $VO_2\max$ secara signifikan sebesar 22%.^{25,26}

Meskipun pada pascabedah (uji 3) tidak didapatkan perbedaan bermakna secara statistik untuk rerata nilai $VO_2\max$ antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dengan nilai $p=0,383$, akan tetapi didapatkan perbedaan bermakna secara klinis rerata nilai $VO_2\max$ kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Perbedaan bermakna secara klinis dinilai dari *Minimal Clinically Important Difference* (MCID). MCID merupakan kenaikan minimal yang menyebabkan perbedaan klinis yang bermakna. Page menyebutkan bahwa ahli-ahli rehabilitasi sering menghadapi literatur penelitian yang sulit diinterpretasikan secara klinis, yang mana probabilitas nilai *p* secara statistik kadang sulit memberikan informasi yang cukup untuk membuat keputusan klinis. Faktanya, hasil yang tidak signifikan secara statistik belum tentu tidak efektif secara klinis, sehingga sangat penting bagi klinisi untuk menginterpretasikan klinis pasien dengan menggunakan MCID. Dengan membandingkan hasil keluaran dengan MCID, klinisi dapat menentukan apakah pendekatan yang dilakukan bermanfaat untuk pasien.²⁷

Penelitian yang dilakukan oleh Swank dkk. dan Corra dkk. menunjukkan bahwa pada $VO_2\max$, MCID adalah sebesar 6%. Perubahan nilai $VO_2\max$ sebesar 6% secara klinis bermakna pada pasien dengan gagal jantung sebagai dasar penyakit. Perubahan 6% ini berhubungan dengan 4–8% penurunan mortalitas kardiovaskular dan 7% penurunan semua penyebab mortalitas.^{28,29} Hal ini sesuai juga dengan penelitian Tourneau dkk. yakni

meskipun nilai $VO_2\text{max}$ tidak meningkat tujuh bulan setelah bedah ganti katup, tetapi terdapat perbaikan secara klinis. Pada penelitian ini, terdapat perbedaan lebih dari 6% pada rerata nilai $VO_2\text{max}$ kelompok perlakuan ($12,33 \pm 3,03$) dan kelompok kontrol ($11,17 \pm 2,43$) menunjukkan perbedaan yang bermakna secara klinis.²⁵ Tampak bahwa rerata lama rawat inap pada kelompok perlakuan adalah $7,33 \pm 1,23$ hari sedangkan pada kelompok kontrol adalah $8,56 \pm 2,13$ hari yang menunjukkan pemulihan klinis yang lebih cepat pada kelompok perlakuan. Hal ini sesuai dengan penelitian Kendall dkk. yang menunjukkan bahwa *inspiratory muscle training* merupakan strategi yang penting untuk mengurangi lama rawat.³⁰

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan *Threshold* IMT praoperasi meningkatkan kebugaran kardiorespirasi pasien pra dan pascabedah ganti katup jantung secara klinis. Penambahan *Threshold* IMT praoperasi juga mengurangi lama rawat keseluruhan pada pasien pascabedah ganti katup jantung. Keterbatasan penelitian ini adalah menggunakan metode *quasi experimental* dimana tidak memungkinkan dilakukan randomisasi atau penyamaran yang sempurna. Meskipun demikian, metode *quasi experimental* layak dan umum diaplikasikan pada penelitian-penelitian dengan tindakan pembedahan dan pada penelitian ini tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada data baseline dan demografi antara kelompok kontrol dan perlakuan. Terdapat delapan subyek yang *drop out* pada penelitian ini, meskipun demikian, jumlah sampel pada masing-masing kelompok telah melebihi jumlah minimal perhitungan sampel sehingga data yang dikumpulkan masih memiliki kekuatan untuk dianalisis. Penelitian ini juga tidak menggunakan alat Micro RPM untuk mengukur tekanan inspirasi maksimal yang dapat berguna untuk mengevaluasi latihan secara lebih objektif oleh karena belum tersedianya alat. Saran kami untuk penelitian kedepannya adalah dapat menggunakan alat Micro RPM sehingga evaluasi latihan dapat dinilai secara objektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Osorio RC, Solano de Freitas Souza F, Novaes de Andrade M, Câmara de Freitas B, Durães AR. Valvular Heart Diseases – Epidemiology and New Treatment Modalities. *IntervCardiol J*. 2016;2(1):1-11.
- Brinkley DM, Gelfand E V. Valvular heart disease: Classic teaching and emerging paradigms. *Am J Med*. Elsevier Inc; 2013;126(12):1035-42.
- Harrison TR. Principles of Internal Medicine. McGrawHill. Vol. 243. 2005. 1390-1405.
- Rodriguez-Fernandez R, Amiya R, Wyber R, Widdodo W, Carapetis J. Rheumatic heart disease among adults in a mining community of Papua, Indonesia: Findings from an occupational cohort. *Heart Asia*. 2015;7(2):1-5.
- Bagur R, Rodés-cabau J, Dumont É, Larochelière R De, Doyle D, Bertrand OF, et al. Exercise Capacity in Patients With Severe Symptomatic Aortic Stenosis Before and Six Months After Transcatheter Aortic Valve Implantation.
- Julio D, Togna D, Antônio A, Meneghelo RS, Souza DC De, Bihan L, et al. Original Article Effect of Mitral Valve Repair on Cardiopulmonary Exercise Testing Variables in Patients with Chronic Mitral Regurgitation. :368-75.
- Bayles MP. ACSM Exercise Testing and Prescription. Wolters Kluwer; 2018. 121-152 p.
- Barry A F, McCullough PA. Cardiorespiratory fitness: An independent and additive marker of risk stratification and health outcomes. *Mayo Clin Proc*. 2009;84(9):776-9.
- Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Fleisher LA, et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(2):252-89.
- Falk V, Baumgartner H, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Vol. 52, European journal of cardiothoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery. 2017. 616-664 p.
- Vitale G, Sarullo S, Vassallo L, Di Franco A, Mandalà G, Marazia S, et al. Prognostic Value of the 6-Min Walk Test After Open-Heart Valve Surgery. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2018;1.
- Rehabilitation American Association of Cardiovascular and Pulmonary. Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention programs. Champaign, IL: Human Kinetics. 2013.
- Perk J, Mathes P, Gohlke H, Monpere C, Hellemans I, McGee H, et al. Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. London: Springer; 2007. 157-162 p.
- Gomes Neto M, Martinez BP, Reis HFC, Carvalho VO. Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2017;31(4):454-64.
- McConnell A. Respiratory Muscle Training Theory and Practice. London: Churchill Livingstone; 2013. 926 p.
- Hulzebos EH, Smit Y, Helder PP, van Meeteren NL. Preoperative physical therapy for elective cardiac surgery patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;(11).
- Cahalin L, Buck L. Physical Therapy Associated with Cardiovascular Pump Dysfunction and Failure. In: DeTurk W, Cahalin L, editors. Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy : An Evidence Based Approach. 2nd ed. New York: Mc Graw Hill; 2011. p. 529-84.
- Arcy JL, Prendergast BD, Chambers JB, Ray SG, Bridgewater B. epidemic Valvular heart disease : the next cardiac epidemic. *Heart*. 2011;97(2):91-3.
- Maganti K, Rigolin VH, Sarano ME, Bonow RO. Valvular heart disease: Diagnosis and management. *Mayo Clin Proc*. 2010;85(5):483-500.
- Callegaro, C.C., Ribeiro, J.P., Tan, C.O., et al. Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals. *Respir. Physiol. Neurobiol*. 2011;177:24-29.
- Mello PR, Guerra GM, Borile S, Rondon MU, Alves MJ, Negrão CE, et al. Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients With Chronic Heart Failure. 2012;255-61.
- Cahalin LP, Arena R, Guazzi M, Myers J, Cipriano G, Chiappa G, et al. Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: A review of the literature with a focus on method of training and outcomes. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2013;11(2):161-77.
- Marco E, Coloma A, Ramu AL, Sartor M, Comin-colet J, Vila J, et al. High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in

- patients with chronic heart failure : a prospective randomized trial. *Eur J Heart Fail.* 2013 Aug;15(8):892-901
24. Katsura M, Kuriyama A, Takeshima T, Fukuhara S, Furukawa TA. Preoperative inspiratory muscle training for postoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 10. Art. No.: CD010356.
 25. Tourneau T Le, Groote P De, Millaire A, Foucher C, Savoye C, Pigny P, *et al.* Effect of Mitral Valve Surgery on Exercise Capacity , Ventricular Ejection Fraction and Neurohormonal Activation in Patients With Severe Mitral Regurgitation. 2000;36(7):3-9.
 26. Meurin P, Iliou MC, Bem DA, Pierre B, Corone S, Cristofini P, *dkk.* Early exercise training after mitral valve repair: a multicentric prospective French study. *Chest.* 2005; 128(3):1638-44.
 27. Page P. Beyond Statistical Significance: Clinical Interpretation of Rehabilitation Research Literature. *The International Journal of Sports Physical Therapi* Volume 9, Number 5, Oktober 2014.
 28. Swank AM, Horton J, Fleg JL, Fonarow GC, Keteyian S, *et al.* Modest Increase in Peak VO₂ is Related to Better Clinical Outcomes in Chronic Heart Failure Patients: Results from Heart Failure and a Controlled Trial to Investigate Outcomes of Exercise Training (HF-ACTION). *Circ Heart Fail.* 2012 September 1;5(5): 579-585.
 29. Corra U, Mezzani A, Bosimini E, Giannuzzi P. Prognostic value of time-related changes of cardiopulmonary exercise testing indices in stable heart failure: a pragmatic and operative scheme. *Eur J Cardiovas Prevention Rehabil.* 2006; 13:186-192.
 30. Kendall F, Oliviera J, Peleteiro B, Pinho P, Teixeira Bastos. Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation.* 2017; 13(2):186-192