

Pengaruh Latihan Ketahanan Ekstremitas Bawah terhadap Nilai Ambilan Oksigen Maksimal (VO_2 Max) pada Penyakit Paru Obstruktif Kronik

Andika Pradana¹, Amira P Tarigan¹, Tari Mediyanti², Erna Mutiara³, Pandiaman Pandia¹

¹Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara

²Unit Rehabilitasi Medik, Rumah Sakit Universitas Sumatera Utara

³Departemen Biostatistik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara

Abstrak

Latar Belakang: Penderita PPOK cenderung mengalami atrofi dan disfungsi otot yang mencetuskan keadaan dekondisi dan mengakibatkan terjadinya penurunan ambilan oksigen maksimal (VO_2 max) di jaringan. Sebagai parameter terbaik ketahanan kardiorespirasi dan survival, nilai VO_2 max dapat ditingkatkan melalui latihan ketahanan. Penelitian ini bertujuan untuk menilai pengaruh latihan ketahanan ekstremitas bawah terhadap nilai VO_2 max pada penderita PPOK.

Metode: Penelitian ini merupakan studi eksperimental kuasi yang dilakukan pada 20 penderita PPOK grup C dan D pada bulan Juni–Juli 2017 di Unit Rehabilitasi Medik RS Universitas Sumatera Utara. Seluruh subjek menjalani latihan ketahanan ekstremitas bawah berupa mengayuh sepeda ergometer dengan dosis yang dihitung secara individual untuk masing-masing subjek, sebanyak 2 kali/minggu dalam 4 minggu, dengan durasi 5-20 menit per sesi. Penentuan VO_2 max dikalkulasi dengan menggunakan Formula Nury® yang dikembangkan secara khusus untuk populasi Indonesia ($r=0,68$; $P<0,005$), dengan mengkonversi jarak uji jalan 6 menit.

Hasil: Terdapat peningkatan yang bermakna pada nilai VO_2 max seluruh penderita PPOK dari $25,8\pm 6,5$ (awal) menjadi $28,3\pm 6,9$ mL/kg/menit ($P<0,001$). Peningkatan VO_2 max pada subjek di grup C sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan grup D, tetapi perbedaan ini tidak bermakna ($3,36$ vs $2,03$ mL/kg/menit; $P=0,36$). Peningkatan nilai VO_2 max dialami seluruh subjek tanpa dipengaruhi oleh derajat keparahan obstruksinya ($P=0,44$). Tidak terdapat kejadian eksaserbasi PPOK pada seluruh subjek selama menjalani sesi latihan.

Kesimpulan: Latihan ketahanan ekstremitas bawah selama 4 minggu mampu meningkatkan nilai VO_2 max penderita PPOK secara bermakna. (*J Respir Indo.* 2017; 37(4): 283-7)

Kata kunci: latihan ketahanan ekstremitas bawah, Formula Nury®, PPOK, VO_2 max.

Effects of Lower Limb Endurance Training on Maximal Oxygen Uptake (VO_2 max) in Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Abstract

Background: Patients with COPD exhibit muscle atrophy and dysfunction which lead into decondition state. This will in turn decrease maximal oxygen uptake (VO_2 max) in tissues. Considered as the best predictor of cardiorespiratory endurance and survival, VO_2 max can be attenuated by aerobic training. This study aimed to assess the effects of lower-limb endurance training on VO_2 max in COPD patient.

Methods: An experimental study was conducted on 20 COPD patients in group C and D in June–July 2017 at USU Hospital. Patients were prescribed lower-limb exercise by stationary cycling with individualized dose, twice a week for 4 weeks, ranging from 5-20 minutes/session. VO_2 max measurement was calculated pre-and post-intervention using Nury's Formula specifically designed for Indonesian ($r=0,68$; $P<0,005$), which converts the distance of 6-minute walk test.

Results: There was significant increase of VO_2 max value ($P<0,001$) of all COPD subjects from $25,8\pm 6,5$ (baseline) to $28,3\pm 6,9$ mL/kg/menit. The increase in group C patients was slightly higher than group D although statistically not significant ($3,36$ vs $2,03$ mL/kg/menit; $P=0,36$). The VO_2 max increase was observed in all patients regardless their severity of obstruction ($P=0,44$). There was no exacerbation found during rehabilitation program.

Conclusion: Four weeks of lower-limb endurance training effectively increased VO_2 max of COPD patients. (*J Respir Indo.* 2017; 37(4): 283-7)

Keywords: lower-limb endurance training, Nury's Formula, COPD, VO_2 max.

PENDAHULUAN

Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) adalah penyakit yang ditandai dengan keterbatasan aliran udara yang persisten dan progresif, yang berhubungan dengan respons inflamasi kronik berlebihan pada saluran napas dan parenkim paru.¹

World Health Organization (WHO) tahun 2020 menyebutkan PPOK akan menjadi penyebab kematian tertinggi ketiga di seluruh dunia.² Pada tahun 2013, PPOK menjadi penyebab kematian ketujuh di Indonesia dengan angka kematian 3,1% dan diprediksi akan terus meningkat seiring peningkatan prevalens perokok, dimana tercatat lebih dari 2/3 pria Indonesia (67%) adalah perokok.³

Inflamasi kronik yang terjadi pada PPOK ternyata membawa dampak sistemik yang mengakibatkan perubahan morfologi serat otot skeletal, dekapilerisasi dan penurunan aktivitas enzim dalam mitokondria. Hal ini mengakibatkan penurunan yang bermakna pada nilai ambilan oksigen maksimal (VO_2 max) di jaringan yang berakibat pada aktivasi dini metabolisme anaerob. Jalur metabolisme ini membawa dampak negatif karena jumlah molekul energi *adenosine tri phosphate* (ATP) yang dihasilkan lebih sedikit dan menghasilkan produk sampingan berupa asam laktat. Akumulasi asam laktat dalam otot penderita PPOK mengakibatkan terjadinya *exercise-induced lactic acidosis* dan kegagalan kontraksi *musculus quadriceps femuri* serta otot besar lainnya yang berujung pada kelelahan, bahkan saat penderita sedang beraktivitas ringan.⁴

Kelelahan pada otot besar khususnya di ekstremitas bawah telah terbukti menjadi faktor yang paling berpengaruh pada rendahnya tingkat mobilitas penderita PPOK. Di saat yang bersamaan, penurunan mobilitas akan semakin memperberat atrofi otot yang tengah berlangsung.¹ Semua keadaan ini membentuk siklus dekondisi yang tak berujung dan memperburuk kualitas hidup penderita PPOK.

Latihan fisik telah terbukti mampu meningkatkan kapasitas oksidatif otot rangka yang memberikan dampak positif berupa berkurangnya produksi asam laktat, sehingga diharapkan mampu

memperbaiki tingkat konsumsi oksigen jaringan.⁵ Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk menilai pengaruh latihan ketahanan ekstremitas bawah terhadap VO_2 max pada penderita PPOK.

METODE

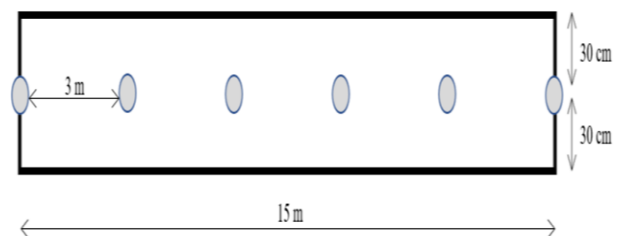
Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimental yang dilakukan pada bulan Juni – Juli 2017 pada penderita PPOK stabil yang berkunjung ke Poliklinik Paru dan Unit Rehabilitasi Medik RS. Universitas Sumatera Utara.

Seluruh subjek penelitian menjalani pengukuran awal nilai VO_2 max yang dikalkulasi menggunakan Formula Nury® yang dikembangkan secara khusus oleh Dr. dr. Nury Nusdwinuringtyas, Sp.KFR(K) untuk populasi Indonesia ($r=0,68$; $P<0,005$) dengan rumus sebagai berikut:

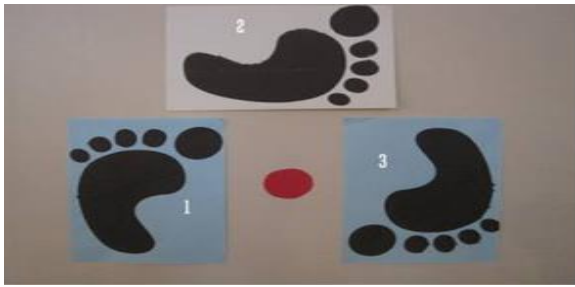
$$VO_2 \text{ max} = (0,053 \times \text{jarak}) + (0,022 \times \text{umur}) + (0,032 \times \text{tinggi badan}) - (0,164 \times \text{berat badan}) - (2,228 \times \text{jenis kelamin}) - 2,287$$

Dimana umur dalam tahun, tinggi badan dalam sentimeter, berat badan dalam kilogram serta jenis kelamin dengan kategori 0 adalah laki-laki dan 1 adalah perempuan.⁶

Penilaian jarak tempuh dilakukan dengan menggunakan uji jalan 6 menit yang dikerjakan pada lintasan berukuran 15mx60cm. Subjek diminta untuk berjalan bolak balik secepat mungkin. Pada ujung lintasan, subjek melakukan manuver 3 langkah dengan tepat sebagaimana terlihat pada Gambar 1 dan 2.⁶



Gambar 1. Lintasan uji jalan 6 menit



Gambar 2. Manuver 3 langkah di ujung lintasan

Dilakukan penghitungan dosis beban sepeda secara individual berdasarkan nilai *Metabolic Equivalent*s (METs) dengan rumus $METs = VO_2 max/3,5$. Nilai yang diperoleh kemudian dikonversi ke dalam tabel beban sepeda sesuai dengan berat badan subjek. Sehingga setiap subjek mendapatkan beban sepeda dalam satuan *Watt* yang berbeda, bergantung pada kapasitas fisik masing-masing.⁷

Seluruh subjek menjalani latihan ketahanan ekstremitas bawah sebanyak 2 kali seminggu selama 4 minggu (total 8 sesi latihan). Sebelum latihan, subjek mendapatkan inhalasi bronkodilator dan peregangan otot selama 5-10 menit yang dilanjutkan dengan mengayuh sepeda ergometer. Sepeda yang digunakan adalah sepeda Monark™ 828E dimana beban diatur ke posisi sesuai dengan dosis yang telah dihitung.

Durasi bersepeda ditingkatkan secara bertahap mulai dari 5 hingga 20 menit per minggu.⁷ Setelah sesi latihan selesai, subjek kembali menjalani peregangan otot dan pendinginan. Latihan dihentikan bila terjadi eksaserbasi, denyut nadi melebihi target *heart rate*, frekuensi napas >30 kali/menit, skala Borg 7-8 atau saturasi $O_2 < 90\%$.⁵ Pada akhir penelitian, dilakukan penilaian ulang nilai $VO_2 max$.

Seluruh prosedur penelitian telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan. Analisis statistik dilakukan dengan uji beda rerata menggunakan SPSS dimana nilai $P < 0,05$ dinyatakan ada perbedaan yang bermakna.

HASIL

Sebanyak 20 subjek PPOK stabil dengan jenis kelamin laki-laki dilibatkan dalam penelitian ini. Selama penelitian, tidak ditemukan kejadian eksaserbasi maupun *loss to follow up*. Karakteristik subjek penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	N	%
Usia		
40-49 tahun	1	5
50-59 tahun	2	10
60-69 tahun	12	60
70-79 tahun	5	25
Grup PPOK		
Grup C	6	30
Grup D	14	70
GOLD		
GOLD I	3	15
GOLD II	3	15
GOLD III	11	55
GOLD IV	3	15
Komorbid		
Tanpa komorbid	9	45
Kardiovaskular	9	45
Endokrin	2	10

Keterangan: PPOK = penyakit paru obstruktif kronik
GOLD = derajat obstruksi aliran udara (%VEP₁) berdasarkan kriteria *Global Strategy for Diagnosis and Management of COPD*

Setelah menjalani latihan ekstremitas bawah selama 4 minggu, seluruh subjek mengalami peningkatan $VO_2 max$ dari $25,8 \pm 6,5$ mL/kg/menit menjadi $28,3 \pm 6,9$ mL/kg/menit seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Nilai $VO_2 max$ Sebelum dan Sesudah Latihan Ketahanan

Variabel	Sebelum	Sesudah	P
$VO_2 max$ (mL/kg/menit)	$25,8 \pm 6,49$	$28,3 \pm 6,95$	$< 0,01^*$

Ket: *uji *t-test dependen*

$VO_2 max$ = ambilan oksigen maksimal

Analisis dilanjutkan dengan melihat hubungan antara grup PPOK dan derajat keparahan obstruksi (kriteria GOLD) terhadap peningkatan nilai $VO_2 max$ pada subjek.

Peningkatan $VO_2 max$ pada subjek di grup C sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan grup D tetapi tidak bermakna ($3,36 vs 2,03$ mL/kg/menit; $P = 0,36$). Derajat keparahan obstruksi juga tidak terbukti memiliki pengaruh yang bermakna terhadap nilai $VO_2 max$, sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Derajat Keparahan PPOK terhadap Nilai $VO_2 max$

Variabel		$\Delta VO_2 max$ (mL/kg/menit)		p
		mean	SD	
Grup	C	3,36	2,61	0,364 ^a
	D	2,03	1,60	
GOLD	I	4,20	2,81	0,449 ^b
	II	2,10	1,43	
	III	1,90	1,88	
	IV	2,60	1,95	

Keterangan: (a) uji *Mann-Whitney*, (b) uji *Kruskal Wallis*

GOLD = derajat obstruksi aliran udara (%VEP₁) berdasarkan kriteria *Global Strategy for Diagnosis and Management of COPD*

Latihan ketahanan ekstremitas bawah berupa mengayuh sepeda ergometer terbukti mampu meningkatkan nilai $VO_2 max$ pada seluruh subjek tanpa memandang grup maupun derajat keparahan GOLD.

PEMBAHASAN

Disfungsi otot pada penderita PPOK terjadi pada otot respirasi yang berada di bagian toraks dan otot perifer (ekstremitas atas dan bawah). Studi menyebutkan bahwa jika dibandingkan dengan otot pada ekstremitas atas maupun otot respirasi, disfungsi otot pada ekstremitas bawah lebih terlihat khususnya pada *musculus quadriceps*.^{4,8,9}

Disfungsi otot ekstremitas bawah akan mengakibatkan pasien mengalami keterbatasan gerak yang menyebabkan munculnya persepsi tidak mampu beraktivitas. Hal ini yang menjelaskan bahwa disfungsi otot ekstremitas bawah dinilai lebih berkaitan dengan penurunan kualitas hidup.⁹

Rehabilitasi respirasi telah direkomendasikan menjadi standar penatalaksanaan pada penderita PPOK. Pilihan terapi paling potensial untuk disfungsi otot ekstremitas saat ini adalah terapi latihan yang merupakan komponen kunci dari manajemen PPOK.² *The American College of Sports Medicine* merekomendasikan latihan selama 20-60 menit dengan target frekuensi nadi 40-85% dari frekuensi nadi maksimal. Latihan ketahanan dalam bentuk bersepeda adalah modalitas pilihan karena memberikan beban yang lebih besar terhadap otot paha dan menghasilkan desaturasi oksigen yang lebih rendah.¹⁰

Latihan ketahanan merupakan cara yang sangat efektif untuk merekondisi otot penderita yang telah mengalami dekondisi dengan harapan mampu meningkatkan kebugaran kardiorespirasi yang diukur dengan $VO_2 max$.¹⁰

Ambilan oksigen maksimal adalah jumlah ambilan oksigen tertinggi yang dapat dilakukan tubuh sewaktu aktivitas yang ditandai dengan ambilan oksigen yang tetap (*plateau*) walau beban kerja terus

meningkat.¹¹ Ambilan oksigen maksimal merupakan indikator terbaik untuk menilai ketahanan kardiorespirasi dan telah terbukti berkaitan erat dengan angka harapan hidup.¹⁰

Implikasi klinis dari nilai $VO_2 max$ adalah lebih banyak oksigen digunakan artinya lebih besar kapasitas untuk menghasilkan energi, sehingga daya tahan akan meningkat. Orang yang mempunyai $VO_2 max$ yang tinggi dapat melakukan lebih banyak pekerjaan sebelum lelah dibandingkan dengan orang yang mempunyai $VO_2 max$ lebih rendah.

Rata-rata nilai $VO_2 max$ subjek pada penelitian ini adalah 25,8 mL/kg/menit atau 60,2% dari nilai prediksi. Temuan ini tidak jauh berbeda dengan studi yang dilaksanakan pada populasi Spanyol (68%)¹² dan Brazil (52,5%).¹³ Hasil penelitian ini mengkonfirmasi fakta bahwa terjadi penurunan bermakna nilai $VO_2 max$ penderita PPOK.

Latihan yang bersifat *endurance training* (ketahanan) dengan intensitas sedang secara kontinu menjadi baku emas program latihan fisik yang terbukti dapat meningkatkan nilai $VO_2 max$.¹⁰ Latihan ketahanan terbukti mampu meningkatkan curah jantung untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang meningkat di otot. Otot dilatih untuk bekerja dalam suasana aerob, seiring dengan itu terjadi pula peningkatan ventilasi.¹⁰ Hal ini akan meningkatkan efisiensi penggunaan oksigen di jaringan.

Penelitian ini menemukan terjadinya peningkatan yang bermakna pada nilai $VO_2 max$ penderita PPOK setelah menjalani program latihan ketahanan selama 4 minggu. Rerata $VO_2 max$ sebesar 25,8 mL/kg/menit (60,2% prediksi) meningkat menjadi 28,3 mL/kg/menit (68% prediksi). Terjadi peningkatan sebesar 2,4 mL/kg/menit (7,8% prediksi) yang bermakna secara statistik ($P < 0,01$).

Hasil serupa juga ditemukan oleh Leitte dkk yang melakukan penelitian berupa pemberian latihan bersepeda selama 12 minggu pada penderita PPOK dimana hasilnya menunjukkan peningkatan yang bermakna sebesar 16,2 mL/kg/menit.¹⁴ Jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini, tampak bahwa latihan dengan durasi yang lebih lama mampu

meningkatkan nilai VO_2 max dalam jumlah yang lebih besar.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa derajat hambatan aliran udara (kriteria GOLD) dan grup penderita tidak mempengaruhi besarnya peningkatan VO_2 max ($P>0,05$). Peningkatan nilai VO_2 max ini terjadi pada semua penderita PPOK yang menjalani latihan tanpa memandang derajat keparahan penyakit yang dialami penderita. Peningkatan nilai VO_2 max ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas hidup penderita PPOK.

KESIMPULAN

Terdapat peningkatan yang bermakna pada nilai VO_2 max penderita PPOK dari $25,8\pm 6,49$ mL/kg/menit menjadi $28,3\pm 6,95$ mL/kg/menit setelah latihan.

Latihan ketahanan ekstremitas bawah dengan menggunakan sepeda ergometer selama 4 minggu merupakan program rehabilitasi yang terbukti efektif meningkatkan nilai VO_2 max penderita PPOK tanpa memandang derajat keparahan penyakit.

DAFTAR PUSAKA

1. Perhimpunan Dokter Paru Indonesia. Penatalaksanaan PPOK. Dalam Amin M, editor. PPOK: Diagnosis dan Penatalaksanaan. Jakarta: Balai Penerbit FK UI; 2016. p.28-42.
2. GOLD. Global strategy for diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease 2017 report. GOLD Committee; 2017.
3. WHO. Global Health Observatory: Indonesia. World Health Organization; 2015.
4. Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle Y, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(9):e15-62.
5. Novianti Z, Suradi, Doewes M. Peran Upper Limb dan Lower Limb Exercise Terhadap Kapasitas Latihan dan Fat-Free Mass Penderita Penyakit Paru Obstruktif Kronik Stabil. *J Respirasi Indones*. 2015;35(3):172–80.
6. Nusdwiningtyas N, Bachtiar A. Healthy adults maximum oxygen uptake prediction from a six minute walking test. *Med J Indones*. 2011;20(3):195–200.
7. Nusdwiningtyas N. Panduan Tindakan Rehabilitasi Respirasi Ed 2. Nusdwiningtyas N, editor. Jakarta: RS Cipto Mangunkusumo; 2014. p.8-10.
8. Castagna O, Boussuges A, Vallier JM, Prefaut C, Brisswalter J. Is impairment similar between arm and leg cranking exercise in COPD patients? *Respir Med*. 2007;101(3):547–53.
9. Gea J, Pascual S, Casadevall C, Orozco-Levi M, Barreiro E. Muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease: update on causes and biological findings. *J Thorac Dis*. 2015;7(10):418.
10. Scribbans T, Vecsey S, Hankinson PB. The effect of training intensity on VO_2 max in young healthy adults: a meta-regression and meta-analysis. *Int J Exerc Sci*. 2016;9(2):230–47.
11. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Essentials of exercise physiology. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
12. Rodriguez DA, Kalko S, Puig-Vilanova E, Perez-Olabarría M, Falciani F, et al. Muscle and blood redox status after exercise training in severe COPD patients. *Free Radic Biol Med*. 2012;52(1):88–94.
13. de Souza GF, Castro AA, Velloso M, Silva CR, Jardim JR. Lactic acid levels in patients with chronic obstructive pulmonary disease accomplishing unsupported arm exercises. *Chron Respir Dis*. 2010;7(1):75-82
14. Leite MR, Ramos EMC, Kalva-Filho CA, Freire APCF, de Alencar Silva BS, et al. Effects of 12 weeks of aerobic training on autonomic modulation, mucociliary clearance, and aerobic parameters in patients with COPD. *Int J COPD*. 2015;10(1):2549–57.