

KORELASI SINGLE BREATH COUNT TEST DENGAN KETAHANAN OTOT INSPIRASI

Ivena¹, Melinda Harini¹, Peggy¹, Dewi Friska²

¹Departemen Rehabilitasi Medik, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

²Departemen Ilmu Kedokteran Komunitas, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

ABSTRACT

Decreased inspiratory muscle endurance is common among the elderly and causes a decline in their ability to perform activities due to fatigue, making them more susceptible to disease and disability. This study was conducted using a cross-sectional study design from July 2024 to June 2025. Patients will undergo thoracic expansion measurements, which will then be entered into the MIP formula, according to the formula by Moeliono, et al. Inspiratory muscle endurance will be tested with 10 RM IMT (resistance set at 10% of the patient's MIP) and increased by 2 cmH₂O every minute. The researchers will evaluate the results by comparing the duration of the SBCT test with the results of the inspiratory muscle endurance test with 10 RM IMT. The research subjects were predominantly female (70.15%), with the highest level of education being high school, n=29 (43.3%). The most common comorbidity was hypertension, 22 (32.8%). Thoracic expansion was obtained with an average of 3 cm. The MIP value in this study was obtained with an average of 68.9 cmH₂O (67.9-71.9), with an average of 70.054 cmH₂O for men (n=20) and 68.83 cmH₂O for women (n=47). The MIP% value was 45% (with an average of 40.61% for men and 46.95% for women). A strong positive correlation was found between SBCT and inspiratory muscle endurance as measured by IMT, with $r = 0.741$ in the independent elderly population in the healthy elderly community

Keywords: thoracic expansion, BMI, inspiratory muscle endurance, elderly

ABSTRAK

Penurunan ketahanan otot inspirasi merupakan hal yang sering dialami oleh lansia dan menyebabkan adanya penurunan kemampuan untuk melakukan aktivitas akibat mudah merasa lelah, sehingga dapat menyebabkan pasien lebih rentan untuk terkena penyakit dan mengalami disabilitas. Penelitian ini dilakukan dengan desain studi potong lintang pada bulan Juli 2024-Juni 2025. Pasien akan dilakukan pengukuran ekspansi thoraks, selanjutnya akan dimasukkan ke dalam rumus MIP, sesuai rumus Moeliono, et al. Ketahanan otot inspirasi akan diuji dengan 10 RM IMT (resistensi di setting 10% dari MIP pasien) dan dinaikkan 2 cmH₂O tiap menit. Peneliti akan mengevaluasi hasil dengan membandingkan durasi uji SBCT dengan hasil uji ketahanan otot inspirasi dengan 10 RM IMT. Subjek penelitian yang didominasi oleh jenis kelamin perempuan (70,15%), dengan tingkat pendidikan terbanyak pada SMA, n=29 (43,3%). Komorbid terbanyak berupa hipertensi 22 (32,8%). Ekspansi thoraks didapatkan dengan rerata 3 cm. Nilai MIP pada penelitian ini, didapatkan dengan rerata 68,9 cmH₂O (67,9-71,9), dengan rerata pria (n=20) sebesar 70,054 cmH₂O dan wanita (n=47) sebesar 68,83 cmH₂O. Nilai % MIP memiliki nilai 45% (dengan rerata pada pria 40,61 % dan wanita 46,95%). Didapatkan

adanya korelasi positif kuat antara SBCT dengan ketahanan otot inspirasi yang diukur melalui IMT, dengan $r = 0,741$ pada populasi lansia mandiri di komunitas lansia sehat di Gereja Katolik Hati Kudus Kramat.

Kata kunci: ekspansi thoraks, IMT, ketahanan otot inspirasi, lansia

Correspondence :

Ivena
Departemen Rehabilitasi Medik, Fakultas
Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta,
Indonesia
email: ivenayuada93@gmail.com

How to cite this article :

**KORELASI SINGLE BREATH COUNT TEST
DENGAN KETAHANAN OTOT INSPIRASI**

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk lansia di seluruh dunia pada tahun 2020 sebanyak 72 juta jiwa, dengan jumlah populasi lansia di Indonesia sebanyak 10,7 juta jiwa dan diperkirakan akan terus meningkat menjadi 19,9 juta jiwa di tahun 2045. Seiring bertambahnya usia, akan terdapat perubahan secara fisiologis pada tubuh lansia, salah satunya adanya penurunan ketahanan otot inspirasi. Penuaan juga akan menyebabkan adanya peningkatan kekakuan pada pembuluh darah, peningkatan jarak antar kapiler dan jarak antara kapiler dengan mitokondria. Hal-hal ini akan menyebabkan adanya penurunan ketahanan otot inspirasi pada pasien. Komponen fungsi kardiorespirasi, kadar oksigen, jarak antar kapiler dan mitokondria merupakan faktor utama dalam ketahanan otot inspirasi¹⁻²

Pada penelitian ini, korelasi yang digunakan antara ketahanan otot inspirasi dan SBCT. Berdasarkan riset yang dilakukan oleh Marco E., et al, penggunaan IMT dapat digunakan sebagai alat ukur ketahanan otot inspirasi pasien. Setting 10 RM IMT akan dimulai dengan 10% dari MIP pasien. Sesuai dengan akurasi dari alat IMT, tahanan akan dinaikkan sebanyak 2 cmH₂O. Adanya penurunan kekuatan dan / ketahanan otot inspirasi akan menyebabkan disfungsi otot, sedangkan temporer disfungsi pada otot akibat kurangnya ketahanan otot disebut muscle fatigue.³ Uji SBCT merupakan uji yang mudah digunakan dan valid dalam mengukur fungsi paru dan dapat digunakan ketika tidak tersedia alat ukur. Dalam mengukur fungsi paru, seperti slow vital capacity, tes ini memiliki sensitivitas 94,44% dan spesifisitas 76,62 % ($p < 0,05$),⁴

Penelitian ini dilakukan untuk melihat apakah terdapat korelasi hasil SCBT dengan otot inspirasi yang diperoleh melalui hasil 10 RM IMT pada lansia mandiri di komunitas. Penelitian ini juga belum pernah dilakukan di Indonesia, sehingga sangat menarik untuk dilakukan, terutama dengan adanya berbagai kelebihan dari SBCT. Diharapkan adanya hasil korelasi antara SBCT dengan

ketahanan otot inspirasi, dapat digunakan dalam rehabilitasi berbasis masyarakat untuk mendeteksi adanya gangguan ketahanan otot inspirasi dengan lebih cepat.

TINJAUAN TEORITIS

Sistem respirasi manusia terdiri atas saluran napas yang membawa udara ke paru-paru serta struktur toraks yang memungkinkan terjadinya aliran udara masuk dan keluar dari paru. Saluran napas dimulai dari hidung dan faring, kemudian bercabang menjadi trakea dan esofagus. Trakea berfungsi sebagai jalur udara menuju paru-paru, sedangkan esofagus membawa makanan menuju lambung.⁵

Otot inspirasi termasuk otot skeletal yang tersusun atas fasikel dan serat otot yang mengandung miofibril dan sarkomer. Otot inspirasi terdiri atas tiga tipe serat, yaitu tipe I, tipe IIA, dan tipe IIB, dengan dominasi serat oksidatif (tipe I dan IIA) pada otot diafragma.⁶ Proses inspirasi akan melibatkan kerja otot diafragma sebagai otot inspirasi utama serta otot interkostal eksternal.

Kapasitas paru merupakan gabungan dari dua atau lebih volume paru, meliputi kapasitas vital, kapasitas paru total, kapasitas inspirasi, dan kapasitas residu fungsional. Vital capacity (VC) merupakan jumlah tidal volume (TV), inspiratory reserve volume (IRV), dan expiratory reserve volume (ERV), dengan nilai rata-rata sekitar 4.800 ml.²² VC didefinisikan sebagai volume udara maksimal yang dapat diekspirasikan setelah inspirasi maksimal, dengan nilai normal pada dewasa berkisar 3–5 liter. Pada penyakit paru obstruktif, seperti asma, emfisema, dan bronkitis, VC umumnya normal atau sedikit menurun, sedangkan pada penyakit paru restriktif, seperti idiopatik pulmoner fibrosis, terjadi penurunan VC yang bermakna.⁷

Penilaian fungsi paru dapat dilakukan menggunakan spirometri. Namun, berdasarkan penelitian Medbo A, et al, nilai FEV1/FVC hingga 65% pada lansia nonperokok berusia ≥ 70 tahun masih dianggap normal akibat perubahan fisiologis

fungsi paru.⁸ Proses penuaan menyebabkan penurunan kekuatan otot sebesar 15–20% per dekade pada dekade keenam dan ketujuh, serta hingga 30% per dekade setelahnya. Penurunan fungsi dan daya otot berlangsung lebih cepat, yaitu sekitar 3–4% per tahun, dibandingkan penurunan massa otot akibat penuaan. Selain itu, daya tahan dan kapasitas pengambilan oksigen maksimum menurun secara progresif.⁹

Ketahanan otot inspirasi dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, antara lain kadar oksigen, aliran darah, dan fungsi kardiorespirasi.¹⁰ Faktor lain yang turut berperan meliputi obesitas dan gangguan elektrolit. Penilaian ketahanan otot inspirasi dapat dilakukan menggunakan metode 10 RM inspiratory muscle training (IMT). Ketahanan dinilai baik apabila pasien mampu melakukan 10 RM IMT pada pengaturan $\geq 50\%$ dari maximal inspiratory pressure (MIP). Kemampuan pada kisaran 30–50% MIP menunjukkan penurunan ketahanan, sedangkan kemampuan di bawah rentang tersebut dikategorikan sebagai muscle fatigue.¹¹

Sejumlah penelitian menunjukkan adanya hubungan antara kekuatan otot inspirasi dan fungsi paru. Hahn A, et al melaporkan korelasi positif yang kuat dan signifikan antara MIP dan VC, $r = 0,8$, $p < 0,0001$.¹² Penelitian oleh Sriboonreung T, et al pada subjek sehat di Thailand juga menunjukkan korelasi positif dan signifikan antara MIP dan FVC (L dan %).¹³ Dalam studi cross-sectional pada pasien PPOK menemukan korelasi positif signifikan antara MIP dengan FEV1 ($r = 0,616$) dan FVC ($r = 0,535$), dengan $p < 0,001$.¹⁴

SBCT merupakan alat uji sederhana dan valid untuk menilai fungsi paru, terutama ketika alat ukur spesifik tidak tersedia. Dalam pengukuran slow vital capacity, SBCT memiliki sensitivitas 94,44% dan spesifisitas 76,62%, $p < 0,05$, $r = 0,93$.⁴ Dalam riset lainnya didapatkan adanya korelasi positif antara SBCT dengan hasil

spirometri, dengan nilai $r = 0,75$ terhadap FVC dan $r = 0,76$ terhadap FEV1, dengan $p = 0,00$.¹⁵

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan desain studi potong lintang pada bulan Juli 2024—Juni 2025. Pasien akan dilakukan pengukuran ekspansi thoraks, selanjutnya akan dimasukkan ke dalam rumus MIP, sesuai rumus Moeliono, et al. Ketahanan otot inspirasi akan diuji dengan 10 RM IMT (resistensi di setting 10% dari MIP pasien) dan dinaikkan 2 cmH₂O tiap menit. Peneliti akan mengevaluasi hasil dengan membandingkan durasi uji SBCT dengan hasil uji ketahanan otot inspirasi dengan 10 RM IMT. Hasil disajikan dalam bentuk tabel atau narasi, dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$.¹⁶

HASIL

Subjek penelitian yang didominasi oleh jenis kelamin perempuan (70,15%), dengan tingkat pendidikan terbanyak pada SMA, $n=29$ (43,3%). Komorbid terbanyak berupa hipertensi 22 (32,8%), sesuai dengan yang ditampilkan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Nilai mean \pm SD,	n (%)
Usia	68,73 \pm 6,05	
Jenis Kelamin		
Laki-laki		20 (29,85%)
Perempuan		47 (70,15%)
Tingkat pendidikan		
SD		3 (4,5%)
SMP		13 (19,4%)
SMA		29 (43,3%)
S1		22 (32,8%)
Riwayat Penyakit		
TIA	1 (1,49%)	
Ulkus peptikum	1 (1,49%)	
Liver	2 (3,3%)	
Diabetes melitus	12 (20%)	

Keganasan	1 (1,49%)
Maag	9 (13,4%)
Hipertensi	22 (32,8%)
Dislipidemia	9 (13,4%)
<i>Charlson Comorbidity Index</i>	
Ringan (1-2)	30 (44,7%)
Sedang (3-4)	33 (49,2%)
Berat (≥ 5)	4 (5,97%)
Berat Badan	55,33 \pm 7,993
Tinggi Badan	1,5831 \pm 0,075
BMI	1,99 \pm 2,032

Ekspansi thoraks didapatkan dengan rerata 3 cm. Nilai MIP pada penelitian ini, didapatkan dengan rerata 68,9 cmH₂O (67,9-71,9), dengan rerata pria (n=20) sebesar 70,054 cmH₂O dan wanita (n=47) sebesar 68,83 cmH₂O. Nilai % MIP memiliki nilai 45% (dengan rerata pada pria 40,61% dan wanita 46,95%). Didapatkan adanya korelasi positif kuat antara SBCT dengan ketahanan otot inspirasi yang diukur melalui IMT, dengan $r = 0,741$

Tabel 2.

	Median (min-max)
Ekspansi thorak	3 (2-5)
MIP	68,9 (67,9-71,9)
% MIP	45 (14-58)
IMT akhir	30 (10-40)
SBCT	24 (8-50)

Terdapat korelasi positif kuat dan bermakna secara statistik ($r=0,741$ dan $p<0,001$), di mana semakin tinggi nilai SBCT, semakin tinggi pula nilai IMT yang diperoleh, seperti yang ditampilkan dalam tabel 3.

Tabel 3 Korelasi antara SBCT dengan IMT

	r	p value
SBCT-IMT	0,741	$p<0,001$

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, didapatkan adanya

median usia 68,36 dengan rentang usia 60-84 tahun, dengan subjek penelitian yang didominasi oleh jenis kelamin perempuan (70,15%), konsisten dengan studi yang menunjukkan terdapat perbedaan gap usia antara pria dan wanita sebesar 4,2 tahun, dengan rata-rata harapan hidup laki-laki adalah 68 tahun, sedangkan harapan hidup perempuan adalah 72,2.¹⁷ Komorbid pada pasien penelitian terbanyak pada hipertensi sebanyak 22 (32,8%), diikuti oleh diabetes melitus sebanyak 12 (20%). Hal ini sesuai dengan riset yang melaporkan komorbid terbanyak di negara Asia berupa hipertensi dan diabetes dengan prevalensi masing-masing sekitar 22,3% dan 5,39% pada lansia.¹⁸ Nilai yang didapatkan pada penelitian ini, sesuai dengan rerata 3 cm (dengan rerata untuk pria 3,2 cm dan wanita 2,98 cm), sesuai berdasarkan nilai acuan lansia sehat di Thailand usia 60 - 70 tahun.¹⁹ Adanya peningkatan ekspansi thoraks akan menunjukkan kemampuan kontrol respirasi yang lebih baik, kemampuan batuk dan kapasitas vital yang lebih baik. Nilai MIP pada penelitian ini, didapatkan dengan rerata 68,9 cmH₂O (67,9-71,9). Bila dibedakan berdasarkan jenis kelamin, rerata MIP pada lansia pria (n=20) sebesar 70,054 cmH₂O, sedangkan pada wanita (n=47) sebesar 68,83 cmH₂O. Rerata nilai MIP pada pria, didapatkan adanya penurunan bila dibandingkan dari berbagai.²⁰⁻²¹ Pada penelitian ini, didapatkan % MIP sebanyak 45%, yang menunjukkan termasuk dalam kategori mengalami penurunan ketahanan otot inspirasi.³ Adanya penurunan dari nilai MIP dan % MIP, sesuai dengan berbagai riset. Penuaan akan menyebabkan penurunan massa otot, yang dimulai saat seseorang berusia 50 tahun, dengan penurunan sebanyak 2% dari massa otot dan 3% kemampuan kontraksi per tahun. Hal ini menyebabkan sebanyak 9-18% lansia, akan mengalami sarkopenia pada usia 65 tahun dan 30% pada usia 80 tahun. Penuaan juga akan menyebabkan adanya disfungsi pada mitokondria (salah satu faktor utama ketahanan otot adalah oksidasi mitokondria yang akan menghasilkan ATP).

Penelitian ini menunjukkan adanya korelasi positif antara SBCT dengan ketahanan otot inspirasi yang diukur melalui IMT, dengan $r = 0,741$, korelasi kuat.²² Hal ini sesuai dengan ekspektasi peneliti, di mana berdasarkan berbagai riset, didapatkan adanya korelasi antara SBCT dengan kapasitas vital dan korelasi kuat antara MIP dengan VC (Hahn, et al., 1997; Nambiar, et al., 2018; Sriboonreung T, et al, 2021).¹²⁻¹⁵

KESIMPULAN

1. Terdapat korelasi kuat positif antara SBCT dengan ketahanan otot inspirasi yang diukur dengan menggunakan 10 RM IMT ($r = 0,741$, $p < 0,001$)
2. Pasien lansia mandiri pada komunitas lansia sehat di Gereja Katolik Hati Kudus Kramat memiliki median usia 68,36 dengan rentang usia 60-84 tahun, dengan subjek penelitian yang didominasi oleh jenis kelamin perempuan (68,7%). Pendidikan terakhir didominasi di SMA (43,3%) dan penyakit komorbid didominasi oleh hipertensi (32,8%).
3. Rerata nilai SBCT 30 pada lansia mandiri di komunitas
4. Terdapat adanya penurunan ketahanan otot inspirasi pada populasi lansia mandiri pada komunitas lansia sehat di Gereja Katolik Hati Kudus Kramat.

Saran pada penelitian selanjutnya, dapat dilakukan penelitian untuk menentukan *cut off* untuk menilai ketahanan otot inspirasi menggunakan SBCT.

REFERENSI

1. Souza H, Pessoa MF, Rocha T, Fregonezi G. Effects of Inspiratory Muscle Training in Elderly Women on Respiratory Muscle Strength, Diaphragm Thickness and Mobility. *The Journal of Gerontology* 2014: 1-10.
2. Gea J, Ausin P, Martinez M, Barreiro E. Respiratory muscle senescence in ageing and chronic lung diseases. *Lung Science Conference Chronic Lung Disease*. 2020 (29): 1-8.
3. Marco E, Ramirez AL, Coloma A, Sartor M, Comin-Colet J, Enjuanes C, et al. High-intensity vs sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial. *European Journal of Heart Failure*. 2013: 1-10.
4. Escossio AL, Araujo RC, Oliver N, Costa EC, Rizzo JA, Sarinho ESC, et al. Accuracy of single-breath counting test to determine slow vital capacity in hospitalized patients. *Rev Cefac*. 2019: 1-7.
5. Sherwood L. *Human Physiology: From Cells to Systems*. 9th edition. Boston, MA, USA: Cengage Learning; 2015. 912 p.
6. Hoffman M. Inspiratory muscle training in interstitial lung disease: a systematic scoping review. *J Bras Pneumol*. 2021 (4): 1-7.
7. David S, Sharma S. *Vital Capacity*. Statpearls. 2020: 1-4.
8. Medbø A, Melbye H. Lung function testing in the elderly-Can we still use FEV1/FVC < 70% as a criterion of COPD? *Respir Med*. 2007 Jun;101(6):1097-105.
9. Kisner C, Colby LA, Borstad J. *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Seventh edition. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2018. 1081 p.
10. Pate R. *Health Related Fitness Measures for Youth: Cardiorespiratory Endurance*, NCBI Books. 2012: 1-35.
11. Ali SS, O'Connell C, Kass L, Graff G. Single-breath counting: a pilot study of a novel technique for measuring pulmonary function in children. *Am J Emerg Med*. 2011 Jan;29(1):33-6.
12. Hahn A, Bach JR, Delaubier A, Renardel-Irani A, Guillou C, Rideau Y. Clinical Implications of Maximal Respiratory Pressure Determinations for Individuals With Duchenne Muscular Dystrophy. Vol. 78, *Arch Phys Med*

- Rehabil. 1997.
13. Sriboonreung T, Leelarungrayub J, Yankai A, Puntumetakul R. Correlation and Predicted Equations of MIP/MEP from the Pulmonary Function, Demographics and Anthropometrics in Healthy Thai Participants aged 19 to 50 Years. *Clin Med Insights Circ Respir Pulm Med.* 2021 Mar 22;15:11795484211004494.
 14. Nambiar V, Ravindra S, Kumar BN. Maximal inspiratory and expiratory pressures in men with chronic obstructive pulmonary disease: A cross-sectional study. *Indian Journal of Respiratory Care.* 2018;7(2):88.
 15. Kanikkannan MAK, Durga P, Venigalla NK, Kandadai RM, Jabeen SA, Borgohain R. Simple bedside predictors of mechanical ventilation in patients with Guillain-Barre syndrome. *Journal of Critical Care.* 2014 (29): 219-23.
 16. Moeliono M, Sari DM, Nasrulloh T. Prediction for the maximum inspiratory pressure value from the thoracic expansion measurement in Indonesian healthy young adults. *Can J Respir.* 2022 (58): 34-39.
 17. Carmel S. (2019). Health and Well-Being in Late Life: Gender Differences Worldwide. *Frontiers in medicine*, 6, 218.
 18. Zainuddin Z, Nurdin N, Hardisman H. Addressing Ageing Population: Geriatric Education and Training for Medical Students in Indonesia. *Makara J Health Res.* 2022;26(1):e124. Available from: <https://scholarhub.ui.ac.id/mjhr/vol26/iss1/2/>
 19. Songsorn P, Ariyawongthong C, Kensaku A. Reference values of chest expansion among Thai healthy people aged 20-70 years. *Amjan Asian Medical Journal & Alternative Medicine.* 2014 (1): 1.
 20. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. *Cardiovascular Health Study Research Group. Am J Respir Crit Care Med.* 1994 Feb;149(2 Pt 1):430-8. doi: 10.1164/ajrccm.149.2.8306041. PMID: 8306041.
 21. Schlauser Pessoa IM, Franco Parreira V, Fregonezi GA, Sheel AW, Chung F, Reid WD. Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Can Respir J.* 2014 Jan-Feb;21(1):43-50. doi: 10.1155/2014/982374. Epub 2013 Oct 17. PMID: 24137574; PMCID: PMC3938239.
 22. MS Dahlan. *Statistik untuk kedokteran dan kesehatan.* 6th ed. Jakarta: Epidemiologi Indonesia; 2014. 223–244 p. (1).