

Korelasi Gambaran Ultrasonografi Arteri Karotis dan Aorta pada Foto Thorax Posisi PA dengan Renal Resistive Index pada Pasien Hipertensi

Correlation of the Ultrasound Image of the Carotid and Aortic Arteries on the Chest Radiograph of PA Position with the Renal Resistive Index in Hypertensive Patients

Regi Fauzan¹, Nurlaily Idris², Bachtiar Murtala²,
Burhanuddin Bahar³, Hasyim Kasim⁴, Bachtiar Murtala²

¹Resident Department of Radiology, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, South Sulawesi

²Department of Radiology, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, South Sulawesi

³Department of Child Health, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, South Sulawesi

⁴Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, South Sulawesi

Jalan Perintis Kemerdekaan Km.10, South Sulawesi

Correspondence: Email: drregifauzan@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menilai korelasi ketebalan tunika intima-media arteri karotis pada ultrasonografi, kalsifikasi dan dilatasi pada arkus aorta pada foto thorax posisi PA dengan nilai *renal resistive index* menggunakan ultrasonografi duplex pada pasien hipertensi. Penelitian ini dilaksanakan di Departemen Radiologi Rumah Sakit Umum Pemerintah Wahidin Sudirohusodo Makassar dan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanuddin Makassar mulai bulan Desember 2019 sampai bulan Maret 2020. Sampel sebanyak 60 pasien dengan usia ≥ 18 tahun. Metode yang digunakan adalah uji korelasi *Spearman rho*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada korelasi signifikan ($p < 0,05$) antara kalsifikasi aorta $p=0,0001$ dan nilai CIMT $p=0,0001$ dengan nilai index resistive renal bilateral. Terdapat korelasi signifikan antara pasien hipertensi riwayat dislipidemia yang disertai penebalan tunika intima media arteri karotis $p = 0,025$, kalsifikasi pada arkus aorta $p=0,001$ dan dilatasi aorta $p=0,003$ dengan nilai index resistive renal bilateral. Tidak ada korelasi antara dilatasi aorta dengan dengan nilai index resistive renal bilateral.

Kata kunci: Hipertensi, ketebalan tunika-intima arteri karotis, kalsifikasi arkus aorta, dilatasi aorta, nilai index resistive renal.

Abstract

This study aims to assess the correlation of the thickness of the tunica intima-media of the carotid artery on ultrasonography. The calcification and dilatation of the aortic arch on the chest radiograph (PA position) assessed with renal resistive index values using duplex ultrasonography in hypertensive patients. This research was conducted at the Radiology Department of the Wahidin Sudirohusodo Government General Hospital in Makassar and the Hasanuddin University Education Hospital in Makassar from December 2019 to March 2020. A sample of 60 patients aged ≥ 18 years. The method used in this study is Spearman rho correlation test. There was a significant correlation between hypertensive patients with a history of dyslipidemia and the thickening of the carotid artery

intima media ($p = 0.025$). *The calcification aortic arch* ($p = 0.001$) and *aortic dilatation* ($p = 0.003$) of *aortic arch* also showed significant correlation with *bilateral renal resistive index values*.

Keywords: *Hypertension, carotid artery-intima thickness, aortic arch calcification, aortic dilatation, resistive renal index value*

Pendahuluan

Hipertensi adalah tekanan darah sistolik sama dengan atau diatas 140 mmHg dan/atau tekanan darah diastolik sama dengan atau diatas 90 mmHg (WHO, 2013). Hipertensi adalah suatu keadaan ketika tekanan darah di pembuluh darah meningkat secara kronis. Menurut *World Health Organization (WHO)* Hipertensi memberikan kontribusi untuk hampir 9,4 juta kematian akibat penyakit kardiovaskuler setiap tahun. Hal ini juga meningkatkan risiko penyakit jantung koroner sebesar 12% dan meningkatkan risiko stroke sebesar 24% (WHO, 2013).

Hipertensi adalah faktor risiko yang kuat untuk penyakit kardiovaskular, karena meningkatkan risiko penyakit arteri koroner, gagal jantung kongestif, stroke, gagal ginjal, dan penyakit arteri perifer. Diagnosis dan pengobatan kerusakan organ akhir terkait hipertensi bersama dengan pengaturan tekanan darah dapat membantu menurunkan mortalitas kardiovaskular. Peran ginjal sebagai salah satu yang mengatur tekanan darah, dipengaruhi oleh regulasi aliran tekanan darah. Dalam praktik klinis, salah satu indikator paling akurat dari hipertensi nefropati seperti yang terdeteksi oleh *Glomerular Filtration Rate (GFR)* dan mikroalbuminuria adalah *Renal Resistive Index (RRI)*. RRI mencerminkan perfusi intrarenal dan merupakan indikator penting dari perubahan hemodinamik sistemik. Oleh karena itu, RRI memiliki nilai prognostik pada pasien hipertensi. Prediktor peningkatan RRI diperlukan pada

pasien hipertensi untuk mengetahui derajat gangguan ginjal (Boddi, 2016).

Ultrasonografi dengan color Doppler digunakan dalam penatalaksanaan penyakit ginjal kronis, pemeriksaan ultrasonografi tidak hanya memiliki kemampuan mendeteksi abnormalitas makroskopik ginjal tetapi juga mengidentifikasi perubahan aliran darah pada tingkat mikrovaskular, evaluasi vaskuler di lokasi yang berbeda pada parenkim ginjal serta dapat memberikan informasi mengenai perubahan fungsional atau struktural dalam ginjal sehingga dapat memberikan informasi diagnostik dan prognosis pasien gagal ginjal, pemeriksaan tersebut dikenal dengan pemeriksaan *Renal Resistive Index (RRI)* (Kawai *et al.*, 2011; Viazzi, 2014). RRI merupakan parameter untuk mengkarakteristikan bentuk gelombang arteri dengan *Doppler* USG. Sebuah studi menunjukkan bahwa resistive index berhubungan dengan resistensi pembuluh darah (Crutchley *et al.*, 2009). Ultrasonografi *Spectral Doppler* memberikan evaluasi RRI, suatu pemeriksaan yang tidak invasif dan dapat dilakukan untuk mengukur arterial *compliance* dan/atau resistensi. Pengukurannya dihitung dengan rumus berikut: (*peak systolic velocity-end diastolic velocity/peak systolic velocity*). Nilai rata-rata dari tiga pengukuran pada setiap ginjal biasanya diambil dengan pertimbangan. Nilai RRI $0,6 \pm 01$ (rata-rata \pm SD) dianggap normal, dan nilai 0,70 dianggap sebagai batas atas normal. RRI dievaluasi pada arteri segmental atau interlobar (Andrikou *et al.*, 2018).

Identifikasi kalsifikasi vaskular dapat dilakukan menggunakan ultrasonografi sebagai alat diagnostik dan prediksi risiko, dengan mengidentifikasi secara luas injuri arterial, baik *calcified plaque* maupun *non-calcified plaque*. Ketebalan intima-media karotis dan plak karotis, keduanya dinilai dengan ultrasonografi, merupakan cerminan dari penyakit karotis aterosklerotik progresif, yang telah menunjukkan hubungan yang kuat dengan aterosklerosis koroner dan sistemik, beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketebalan intima media dan plak karotis dikaitkan dengan penanda awal kerusakan organ target seperti kekakuan arteri atau disfungsi ginjal dan kardiovaskular. Terdapat hubungan yang erat antara RRI dan tingkat keparahan aterosklerosis karotis, RRI dapat dipertimbangkan tidak hanya sebagai suatu alat prognostik dari kelainan ginjal, tetapi juga penanda perubahan vaskular sistemik (Giulio Geraci *et al.*, 2016).

Kemudian dalam pemeriksaan klinis rutin penggunaan foto konvensional dapat bermanfaat dalam melihat dan menilai kalsifikasi terutama yang rutin dilakukan yaitu foto thorax, sehingga dapat menilai kalsifikasi terutama pada *Aortic Arc Calcification (AAC)* yang praktis dilakukan dan mudah dilihat pada pemeriksaan foto thorax rutin. Sama seperti RRI, kalsifikasi pada arkus aorta adalah indikator penting dari peningkatan tekanan darah dan peningkatan kekakuan arteri. AAC dapat dengan mudah dideteksi selama radiografi thorax rutin, yang merupakan alat sederhana, tidak mahal, dan tersedia secara luas. Saat ini, belum ada penelitian atau laporan tentang penggunaan AAC untuk prediksi RRI. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk menyelidiki hubungan antara AAC dan RRI (Adar *et al.*, 2018).

Selain kalsifikasi pada arkus aorta, penilai dilatasi dapat bermanfaat dalam deteksi pre-klinik kerusakan organ target seperti pada kardiovaskular dan juga ginjal, pada pemeriksaan *Aortic Knob Width (AKW)* atau yang dikenal juga dengan dilatasi knob aorta merupakan pengukuran struktur radiografi yang dibentuk oleh lengkung aorta yang memendek dan sebagian dari aorta descending. Hubungan antara AKW dan penyakit kardiovaskular pada pasien hipertensi telah ditunjukkan dalam banyak penelitian. Namun, tidak jelas apakah ada hubungan langsung antara AKW dan RRI atau tidak (Sevencan *et al.*, 2018).

Pada saat ini di Indonesia hipertensi masih merupakan penyakit tidak menular yang tertinggi dan banyak penderita yang tidak sadar akan bahaya jika sudah terjadi kerusakan target organ seperti jantung dan ginjal, sehingga penting untuk mengetahui tanda atau gejala preklinis sebelum terjadinya kerusakan lebih lanjut pada target organ. Pemeriksaan foto thorax rutin untuk melihat dilatasi dan kalsifikasi pada aorta, kemudian penebalan tunika intima-media arteri karotis pada ultrasonografi Doppler ginjal dapat sangat bermanfaat dan membantu untuk mendeteksi dini kerusakan target organ pada ginjal.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian tentang korelasi gambaran ultrasonografi arteri karotis dan aorta pada foto thorax posisi PA dengan nilai RRI pada pasien hipertensi. Dari penelitian ini diharapkan pemeriksaan ultrasonografi arteri karotis dan foto thorax konvensional dapat digunakan sebagai pemeriksaan yang aman, non invasif, cepat dan akurat dalam skrining awal terdapatnya gangguan ginjal pada pasien

hipertensi. Penelitian ini belum pernah dilakukan di Makassar dan di Indonesia.

Bahan dan Metoda Penelitian

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan desain observasional untuk melihat korelasi antara ketebalan tunika intima-media arteri karotis berdasarkan ultrasonografi dan dilatasi serta kalsifikasi aorta berdasarkan foto thorax posisi PA dengan nilai RRI ultrasonografi pada pasien hipertensi primer.

Populasi dan Sampel penelitian

Populasi penelitian ini adalah penderita hipertensi yang di kirim oleh bagian rawat jalan penyakit dalam ke bagian radiologi RS Dr. Wahidin Sudirohusodo dan RS Pendidikan Universitas Hasanuddin Makassar untuk dilakukan pemeriksaan foto thorax posisi PA dilanjutkan dengan pemeriksaan USG arteri karotis dengan mengukur ketebalan tunika intima media dan USG doppler renal untuk mengukur nilai RRI.

Bahan/Instrumen Penelitan

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pesawat X-Ray merek Siemen seri buatan Jerman dan Ultrasonography GE LOGIQ E9 dan GE LOGIQ S7, transducer konveks (C1-5-D) frekuensi 2-5 MHz dan transduser linier frekuensi 7-12 MHz. 12tatistic12 lainnya adalah alat tulis, dan format pengumpulan data untuk mendata hasil pemeriksaan.

Analisis Data

Analisis 12tatistic yang digunakan adalah uji *bivariate* untuk mengetahui hubungan antara Korelasi gambaran ultrasonografi arteri karotis dan aorta pada foto thorax posisi pa

dengan renal resistive index pada pasien hipertensi menggunakan uji *Spearman's Rho* (Dahlan, 2013).

Hasil Penelitian

Deskripsi Pasien

Jumlah sampel pada penelitian ini 60 orang dengan distribusi berdasarkan umur, jenis kelamin dan riwayat dislipidemia. Sebagian besar sampel berumur 41-50 tahun (46,7%) dan yang terkecil pada umur 31-40 tahun (8,3%). Berdasarkan jenis kelamin, terdapat 39 sampel laki-laki (65%) dan 21 sampel perempuan (21%), sedangkan jumlah sampel yang memiliki riwayat dislipidemia sebanyak 32 (54%) dan jumlah pasien yang tidak memiliki riwayat dislipidemia sebanyak 28 (46%). Distribusi sampel berdasarkan kejadian kalsifikasi arkus aorta dibagi menjadi beberapa derajat, dimulai dari yang terbesar yaitu derajat 0 sebesar 32 sampel (53,3%) selanjutnya berturut-turut yaitu pada derajat 1 sebesar 15 sampel (25%) dan derajat 2 sebesar 13 sampel (21,7%). Sebagian besar sampel mengalami dilatasi pada aorta dengan jumlah sebesar 47 sampel (78,3%) dan sisanya sebesar 13 sampel (21,7%) tidak mengalami dilatasi aorta. Pada populasi penelitian ditemukan besaran sampel berdasarkan nilai CIMT dengan nilai minimal sebesar 0,4 mm dan nilai maksimial sebesar 2,9 serta nilai mean CIMT sebesar 1,04. Nilai index renal resistive rata-rata sampel untuk RI kanan dengan nilai minimal sebesar RI 0,58, nilai maksimal sebesar RI 1,4 dan nilai rata-rata RI 0,7. Sedangkan untuk nilai RI kiri dengan nilai minimal sebesar RI 0,56, nilai maksimal sebesar RI 1,0, dan nilai rata-rata sebesar RI 0,68. Selanjutnya dilakukan uji korelasi pada beberapa variabel penelitian ini dengan hasil sebagai berikut.

Berdasarkan tabel 1 diatas dengan total jumlah 60 sampel memperlihatkan bahwa ada korelasi yang signifikan $p < 0,05$ antara umur dengan kalsifikasi aorta $p (0,0001)$, nilai CIMT $p (0,001)$ dan nilai index resistive renal pada ginjal bilateral $p (RI kanan 0,001, RI kiri 0,0001)$, dan dilatasi aorta $p (0,012)$. Selanjutnya dijelaskan bahwa tidak terdapat korelasi $p > 0,05$ antara jenis kelamin dengan kejadian dilatasi aorta $p (0,772)$, kalsifikasi arkus aorta $p (0,326)$, nilai CIMT $p (0,294)$, dan nilai index resistive renal bilateral $p (RI kanan 0,359, RI kiri 0,963)$.

Hasil uji korelasi pada tabel 2 dengan nilai $p (0,000)$ dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi yang bermakna antara kejadian kalsifikasi arkus aorta dengan nilai resistive index ginjal bilateral. Kemudian korelasi antara dilatasi aorta dengan renal resistive index dengan nilai sebesar $p (0,077)$ pada ginjal kanan dan $p (0,005)$ pada ginjal kiri maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat korelasi antara dilatasi aorta dengan nilai resistive index

ginjal kanan tetapi ada korelasi dengan ginjal kiri meski secara statistik tidak begitu bermakna. Sedangkan berdasarkan nilai CIMT rata-rata memperlihatkan terdapat korelasi dengan nilai resistive index pada ginjal kanan dengan nilai korelasi sebesar $p (0,000)$ dan dengan nilai resistive index ginjal kiri dengan nilai korelasi sebesar $p (0,013)$.

Selanjutnya pada tabel 3 memperlihatkan bahwa terdapat korelasi yang bermakna antara riwayat dislipidemia pada hipertensi yang disertai kejadian dilatasi aorta dengan nilai RRI bilateral yaitu untuk nilai $p (0,009)$ untuk RRI kanan dan $p (0,003)$ untuk RRI kiri. Riwayat dislipidemia pada pasien hipertensi yang disertai penebalan CIMT dengan nilai RRI bilateral yaitu nilai $p (0,025)$ untuk RRI kanan dan $p (0,015)$ untuk RRI kiri. Riwayat dislipidemia pada pasien hipertensi yang disertai kalsifikasi pada arkus aorta dengan nilai RRI bilateral, dengan nilai $p (0,012)$ untuk RRI kanan dan $p (0,010)$ untuk RRI kiri.

Tabel 1. Korelasi antara umur dan jenis kelamin dengan dilatasi aorta, kalsifikasi arkus aorta, CIMT, serta nilai RRI bilateral

		Dilatasi aorta	Kalsifikasi arkus aorta	Nilai CIMT	RRI kanan	RRI kiri
Jenis kelamin n = 60	Nilai r	0,038	0,129	-0,138	0,121	-0,006
	Nilai p	0,772	0,326	0,294	0,359	0,963
Umur n = 60	Nilai r	-0,321	0,693	0,514	0,429	0,581
	Nilai p	0,012	0,0001	0,001	0,001	0,0001

Keterangan: n: jumlah, r: kekuatan korelasi, p: korelasi < 0.05 , uji Spearman's rho

Sumber: data primer

Tabel 2. Korelasi antara kalsifikasi arkus aorta, dilatasi aorta, dan CIMT dengan nilai RRI bilateral

n = 60 orang		RRI kanan	RRI Kiri
Kalsifikasi arkus aorta	Nilai r	0,547	0,440
	Nilai p	0,000	0,000
Dilatasi aorta	Nilai r	-,230	-,358
	Nilai p	0,077	0,005
CIMT rata-rata	Nilai r	0,013	0,320
	Nilai p	0,000	0,013

Keterangan: n: jumlah, r: kekuatan korelasi, p: korelasi < 0.05 , uji Spearman's rho

Sumber: data primer

Tabel 3. Korelasi riwayat dislipidemia pada hipertensi yang disertai dilatasi aorta, CIMT dan kalsifikasi aorta dengan RRI bilateral

		RRI kanan	RRI Kiri
Riwayat dislipidemia disertai dilatasi aorta n = 47	Nilai r	-, 376	-, 420
	Nilai p	0,009	0,003
Riwayat dislipidemia disertai CIMT n = 20	Nilai r	-, 324	-, 348
	Nilai p	0,025	0,015
Riwayat dislipidemia disertai kalsifikasi arkus aorta n = 48	Nilai r	-, 323	-, 328
	Nilai p	0,012	0,010

Keterangan: n: jumlah, r: kekuatan korelasi, p: korelasi < 0.05, uji Spearman's rho

Sumber: data primer

Diskusi

Penelitian ini dilakukan pada penderita hipertensi yang menjalani pemeriksaan foto Thorax PA, ultrasonografi Doppler arteri karotis dan ginjal di instalasi radiologi sentral RS Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RS Pendidikan Universitas Hasanuddin Makassar pada bulan Desember 2019 sampai Maret 2020. Sampel penelitian ini dibatasi dalam usia > 18 tahun, dengan jumlah yang memenuhi kriteria inklusi sebanyak 60 sampel.

Pada uji korelasi *Spearman*, korelasi antara umur, jenis kelamin dan riwayat dislipidemia dengan kejadian kalsifikasi arkus aorta, dilatasi aorta, nilai CIMT dan nilai RRI bilateral, didapatkan hasil bahwa tidak terdapat hubungan antara kalsifikasi arkus aorta, dilatasi aorta, nilai CIMT dan nilai RRI berdasarkan jenis kelamin ($p > 0,05$), tetapi terdapat korelasi yang cukup signifikan berdasarkan umur ($p < 0,05$) dan riwayat dislipidemia ($p < 0,05$). Pada penelitian ini riwayat dislipidemia bisa menjadi faktor perancu yang signifikan karena secara statistik ada korelasi signifikan pada populasi pasien dengan riwayat dislipidemia yang disertai dilatasi aorta ($p < 0,05$), kalsifikasi arkus aorta ($p < 0,05$) serta penebalan tunika intima media arteri karotis ($p < 0,05$) dengan nilai index renal resistive. Sejalan dengan penelitian Abhijat Ray dkk, bahwa peningkatan dilatasi aortae sejalan

dengan bertambahnya umur, kemudian pada penelitian lain dijelaskan bahwa selain dilatasi aorta, terjadinya perubahan vascular dan ratio lumen intima media serta pembentukan aterosklerosis pada aorta juga dapat terjadi seiring dengan bertambahnya usia meski tidak berdiri sendiri karena beberapa mekanisme yang terjadi seperti vaskular remodeling dan disfungsi endotel (Adar dkk dan Sevencon dkk). Serta terjadinya kekakuan pembuluh darah sistemik pada usia lanjut yang mempengaruhi nilai RRI (Maria Boddi dkk).

Kemudian hubungan antara dilatasi aorta dengan index renal resistive yang menunjukkan korelasi negatif pada RI ginjal kanan dan RI ginjal kiri ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa dilatasi aortae tidak berpengaruh secara langsung terhadap nilai index resistive renal, tetapi bisa dipengaruhi juga oleh faktor sistemik lain seperti usia dan aterosklerosis, dilatasi aorta sebagai informasi prediktor yang masih krusial untuk gangguan subklinis ginjal pada pasien hipertensi, sehingga perlu penelitian dengan sampel yang lebih besar dan populasi yang berbeda (Ozkan dkk, 2018).

Analisis korelasi antara kalsifikasi aorta dengan nilai index resistive renal menunjukkan korelasi yang bermakna ($p < 0,05$). Pada penelitian lain menjelaskan bahwa terdapat korelasi signifikan yang kuat antara kalsifikasi

arkus aorta dengan nilai index resistive renal, hal ini berkaitan dengan terjadinya kalsifikasi vaskular secara sistemik (Stefan dkk, 2014).

Selanjutnya korelasi antara CIMT rata-rata dengan RI ginjal kanan dan kiri yang memiliki korelasi yang signifikan ($p < 0,05$). Hasil ini sesuai dengan penelitian (Andrikou dkk, 2018), bahwa pasien hipertensi dengan RI 70 mengalami peningkatan IMT karotis dibandingkan dengan RI rendah dan korelasi positif ditemukan antara RI dan IMT karotis, adalah hal relevan bahwa dalam penelitian ini hubungan independent antara RI dan CIMT karotis juga ditemukan dalam kontrol yang sehat (Elzbieta FLorczak dkk, 2009). Pada penelitian ini tidak memungkinkan untuk menarik kesimpulan mengenai pathogenesis yang mendasari hubungan ini, tetapi temuan ini mendukung peran RI sebagai penanda kerusakan target organ serta mendukung pandangan bahwa pada kerusakan target organ pada pasien hipertensi merupakan proses multifaktorial yang dihasilkan dari interaksi faktor hemodinamik dan aterosklerosis.

Simpulan

Berdasarkan hasil dan analisis hasil ditemukan korelasi antara kalsifikasi aorta dan nilai CIMT dengan index resistive renal pada pasien hipertensi di instalasi radiologi sentral RS Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RS Pendidikan Universitas Hasanuddin Makassar, dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pasien hipertensi sering terdapat kalsifikasi dan dilatasi aorta, walaupun secara statistik keduanya memiliki korelasi yang berbeda.
2. Tidak terdapat hubungan antara dilatasi aorta, kalsifikasi aorta, nilai CIMT dan nilai index resistive renal berdasarkan jenis

kelamin, namun berhubungan cukup signifikan berdasarkan umur dan riwayat dislipidemia.

3. Ada korelasi signifikan antara kalsifikasi aorta dan nilai CIMT dengan nilai index resistive renal bilateral.
4. Ada korelasi signifikan antara pasien hipertensi dengan riwayat dislipidemia yang disertai penebalan tunika intima media arteri karotis, kalsifikasi pada arkus aorta dan dilatasi aorta dengan nilai index resistive renal bilateral.
5. Tidak ada korelasi antara dilatasi aorta dengan dengan nilai index resistive renal bilateral.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

1. Diharapkan melalui penelitian ini dapat menjadi pertimbangan bagi klinisi dalam menilai foto thorax PA pada pasien hipertensi dan melakukan pemeriksaan ultrasonografi arteri karotis untuk menilai adanya penebelan pada tunika intima-media sehingga bisa menjadi acuan dalam deteksi dini subklinis gangguan ginjal pada pasien hipertensi esensial.
2. Diperlukan penelitian lain lebih lanjut dengan jumlah populasi yang banyak dan lebih spesifik, untuk mengetahui deteksi dini subklinis gangguan ginjal pada pasien hipertensi, sehingga dapat meminimalisir komplikasi mikrovaskular ginjal serta mencegah terjadi gangguan ginjal yang kronis akibat hipertensi.

Daftar Pustaka

Adar A, Onalan O, Cakan F, Keles H & Kokturk U. 2018. Relationship between Aortic

- Arch Calcification, Detected by Chest X-Ray, and Renal Resistive Index in Patients with Hypertension. *Medical Principles and Practice*. doi:10.1159/000495786.
- Andrikou I, Tsioufis C, Konstantinidis D, Kasiakogias A, Dimitriadis K, Leontsinis I, Tousoulis D. 2018. Renal resistive index in hypertensive patients. *The Journal of Clinical Hypertension*. doi:10.1111/jch.13410.
- Boddi M, 2016. *Renal Ultrasound (and Doppler Sonography) in hypertension: An Update*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Chen NX & Moe SM. 2015. Pathophysiology of Vascular Calcification. *Current Osteoporosis Reports*, 13(6), 372–380. doi:10.1007/s11914-015-0293-9.
- Coskun U, Yildiz A, Esen OB, Baskurt M, Cakar MA, Kilickesmez KO, Yildiz S. 2009. Relationship between carotid intima-media thickness and coronary angiographic findings: a prospective study. *Cardiovascular Ultrasound*, 7(1). doi:10.1186/1476-7120-7-59.
- Doi Y, Iwashima Y, Yoshihara F, Kamide K, Takata H, Fujii T, Kawano Y. 2012. Association of Renal Resistive Index with Target Organ Damage in Essential Hypertension. *American Journal of Hypertension*. doi:10.1038/ajh.2012.113.
- Florczak E, Januszewicz M, Januszewicz A, Prejbisz A, Kaczmarska M, Michałowska I, Hoffman P. 2009. Relationship between renal resistive index and early target organ damage in patients with never treated essential hypertension. *Blood Pressure*, 18(1-2), 55–61. doi:10.1080/08037050902864078.
- Finn AV, Kolodgie FD & Virmani R. 2010. Correlation Between Carotid Intimal/Medial Thickness and Atherosclerosis: A Point of View from Pathology. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 30(2), 177–181. doi:10.1161/atvbaha.108.173609.
- Geraci G, Mulè G, Paladino G, Zammuto MM, Castiglia A, Scaduto E, Cottone S. 2017. Relationship between kidney findings and systemic vascular damage in elderly hypertensive patients without overt cardiovascular disease. *The Journal of Clinical Hypertension*, 19(12), 1339–1347. doi:10.1111/jch.13127.
- Granata A, Zanolì L, Clementi S, Fatuzzo P, Di Nicolò P & Fiorini F. 2014. Resistive intrarenal index: myth or reality? *The British Journal of Radiology*, 87(1038), 20140004. doi:10.1259/bjr.20140004.
- Hashimoto H, Iijima K, Hashimoto M, Son BK, Ota H, Ogawa S, Ouchi Y. 2009. Validity and Usefulness of Aortic Arch Calcification in Chest X-Ray. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 16(3), 256–264. doi:10.5551/jat.e570.
- James PA, Oparil S, Carter BL, Cushman WC, Dennison-Himmelfarb C, Handler J, Ortiz E. 2014. 2014 Evidence-Based Guideline for the Management of High Blood Pressure in Adults. *JAMA*, 311(5), 507. doi:10.1001/jama.2013.284427.
- Kaplan NM. 2010. Primary Hypertension: Pathogenesis. In: *Kaplan's Clinical Hypertension*. 10th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. Hal: 42-107.
- Kawai T, Kamide K, Onishi M, Yamamoto-Hanasaki H, Baba Y, Hongyo K, Rakugi H. 2011. Usefulness of the resistive index in renal Doppler ultrasonography as an

- indicator of vascular damage in patients with risks of atherosclerosis. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 26(10), 3256–3262. doi:10.1093/ndt/gfr054.
- Kemenkes R.I. 2018 Riset Kesehatan Dasar; RISKESDAS. Jakarta: Balitbang Kemenkes R.I.
- Nitta KT, Ogawa. 2015. Vascular Calcification in End-Stage Renal Disease Patients. *Contrib Nephrol*. Basel, Karger vol 185: pp. 156-167. doi.org/10.1159/000380980.
- Renna NF, de las Heras N & Miatello RM. 2013. Pathophysiology of Vascular Remodeling in Hypertension. *International Journal of Hypertension*, 2013, 1–7. doi:10.1155/2013/808353.
- Robertson CM, Gerry F, Fowkes R & Price JF. 2012. Carotid intima–media thickness and the prediction of vascular events. *Vascular Medicine*, 17(4), 239–248. doi:10.1177/1358863X12445103.
- Safar ME, Blacher J, Jankowski P. 2011. Arterial stiffness, pulse pressure, and cardiovascular disease - Is it possible to break the vicious circle? *Atherosclerosis* 218; 263-271.
- Sevencan NO & Ozkan AE. 2018. Renal resistive index and aortic knob width relationship as a predictor of renal prognosis in essential hypertension. *Medicine*, 97(40), e12434. doi:10.1097/MD.00000000000012434.
- Simova I. 2015. Intima-media thickness: Appropriate evaluation and proper measurement, described. [www.escardio.org/Journals/E Journal of Cardiology Practice/Volume 13/Intima media thickness Appropriate- evaluation and proper measurement described](http://www.escardio.org/Journals/E_Journal_of_Cardiology_Practice/Volume_13/Intima_media_thickness_Appropriate_evaluation_and_proper_measurement_described). 3 September 2016.
- Stefan G, Capusa C, Stancu S, Petrescu L, Nedelcu ED, Andreiana I, et al. 2014 April. Abdominal aortic calcification and renal resistive index in patients with chronic kidney disease: is there a connection? *J Nephrol*; 27(2): 173–9.
- Saxena T, Ali AO & Saxena M. 2018. Pathophysiology of essential hypertension: an update. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*. doi:10.1080/14779072.2018.1540301.
- Viazzi F, Grassi G & Pontremoli R. 2016. Can we predict outcome by noninvasive assessment of renal haemodynamics in hypertension? *Journal of Hypertension*, 34(6), 1047–1049. doi:10.1097/hjh.0000000000000934.