



Peran Elektrokardiografi dan Kriteria Peguero–Lo Presti dalam Diagnosis Hipertrofi Ventrikel Kiri

Muhammad Daniyal*

Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Malikussaleh, Indonesia

*Penulis Korespondensi: muhammad.190610089@mhs.unimal.ac.id

Abstract. Left ventricular hypertrophy (LVH) can be identified through both electrocardiography (ECG) and echocardiography, with echocardiography recognized as the gold standard for the assessment of LVH. This imaging modality determines the presence of LVH by evaluating the left ventricular mass index (LVMI). For diagnostic purposes, LVH is defined in males as a left ventricular mass index greater than 115 g/m² and in females as greater than 95 g/m². Despite the high accuracy of echocardiography in diagnosing LVH, access to this examination is not universal across all healthcare facilities. Consequently, electrocardiography, a widely available, non-invasive, and cost-effective diagnostic tool, serves as an alternative for the diagnosis of LVH. Several criteria exist for the electrocardiographic assessment of LVH, including the Sokolow-Lyon and Cornell voltage criteria. However, the sensitivity of these electrocardiographic methods remains relatively low, with reported sensitivities of 17% for the Sokolow-Lyon criteria and 35% for the Cornell criteria. In left ventricular hypertrophy, the interstitium experiences changes characterized by fibrosis and other deposits. These alterations can reduce the expression of hypertrophic myocardial tension and limit the diagnostic capabilities of surface electrocardiograms. Additionally, several factors influence electrical tension, including variations in chest wall thickness, heart muscle activity, the distance of the electrode from the left ventricle, and lung activity. The presence of these limiting factors can increase the rate of false negatives in diagnosis. In 2017, Peguero and Lo Presti introduced novel criteria for the diagnosis of LVH, defined by evaluating the deepest S wave and summing it with the S wave in lead V4. According to these new criteria, LVH is identified as ≥ 2.8 mV in men and ≥ 2.3 mV in women. The Peguero-Lo Presti criteria demonstrate improved sensitivity when compared to traditional criteria such as Sokolow-Lyon and Cornell, offering enhanced diagnostic accuracy.

Keywords: Cornell; electrocardiography; left ventricular hypertrophy; Peguero Lo Presti; Sokolow-Lyon

Abstrak. Hipertrofi ventrikel kiri (HVK) dapat diidentifikasi melalui elektrokardiografi (EKG) dan ekokardiografi, dengan ekokardiografi diakui sebagai standar emas untuk penilaian hipertrofi ventrikel kiri. Modalitas pencitraan ini menentukan keberadaan hipertrofi ventrikel kiri dengan mengevaluasi indeks massa ventrikel kiri. Untuk tujuan diagnostik, hipertrofi ventrikel kiri didefinisikan pada pria sebagai indeks massa ventrikel kiri lebih besar dari 115 g/m² dan pada wanita lebih besar dari 95 g/m². Meskipun ekokardiografi memiliki akurasi tinggi dalam mendiagnosis LVH, akses ke pemeriksaan ini tidak tersedia di semua fasilitas pelayanan kesehatan. Oleh karena itu, elektrokardiografi, alat diagnostik yang tersedia secara luas, non-invasif, dan hemat biaya, berfungsi sebagai alternatif untuk diagnosis hipertrofi ventrikel kiri. Beberapa kriteria ada untuk penilaian elektrokardiografi hipertrofi ventrikel kiri, termasuk kriteria voltase Sokolow-Lyon dan Cornell. Namun, sensitivitas metode elektrokardiografi ini masih relatif rendah, dengan sensitivitas yang dilaporkan sebesar 17% untuk kriteria Sokolow-Lyon dan 35% untuk kriteria Cornell. Pada hipertrofi ventrikel kiri, interstitium mengalami perubahan yang ditandai dengan fibrosis dan deposit lainnya. Perubahan ini dapat mengurangi ekspresi tegangan miokardium hipertrofik dan membatasi kemampuan diagnostik elektrokardiogram permukaan. Selain itu, beberapa faktor memengaruhi tegangan listrik, termasuk variasi ketebalan dinding dada, aktivitas otot jantung, jarak elektroda dari ventrikel kiri, dan aktivitas paru-paru. Adanya faktor-faktor pembatas ini dapat meningkatkan risiko negatif palsu dalam diagnosis. Pada tahun 2017, Peguero Lo Presti memperkenalkan kriteria baru untuk diagnosis hipertrofi ventrikel kiri, dengan mengevaluasi gelombang S terdalam dan menjumlahkannya dengan gelombang S di sadapan V4. Berdasarkan kriteria baru ini, hipertrofi ventrikel kiri diidentifikasi sebagai $\geq 2,8$ mV pada pria dan $\geq 2,3$ mV pada wanita. Kriteria Peguero-Lo Presti menunjukkan sensitivitas yang lebih baik dibandingkan dengan kriteria lama seperti Sokolow-Lyon dan Cornell, sehingga menawarkan akurasi diagnostik yang lebih baik

Kata kunci: Cornell; elektrokardiografi; hipertrofi ventrikel kiri; Peguero Lo Presti; Sokolow-Lyon

1. LATAR BELAKANG

Hipertrofi ventrikel kiri (LVH) merupakan faktor risiko penting terjadinya aritmia, gagal jantung, hingga kematian jantung mendadak (Quinn et al., 2021; Unger et al., 2020). Diagnosis dini sangat krusial karena terapi tepat dapat membalikkan mekanisme LVH dan memperbaiki luaran klinis (Chobanian et al., 2004). Elektrokardiogram (EKG) merupakan metode diagnostik yang paling umum digunakan berkat ketersediaan luas, biaya rendah, serta nilai klinis yang sudah mapan (Bacharova & Ugander, 2014; Peguero et al., 2017). Hingga kini terdapat 37 kriteria EKG yang diakui American Heart Association, namun belum ada konsensus karena variasi akurasi yang cukup besar. Kriteria tegangan Cornell memiliki spesifisitas tinggi (~90%), tetapi sensitivitasnya rendah, hanya sekitar 20–40%, sehingga keterbatasan ini mendorong pengembangan kriteria baru (Hancock et al., 2009; Peguero et al., 2017). Pada tahun 2017, Peguero dkk. memperkenalkan kriteria Peguero–Lo Presti, yaitu penjumlahan gelombang S terdalam pada sadapan manapun dengan gelombang S di V4 (SD + SV4), yang terbukti meningkatkan sensitivitas (62% vs 35%) dengan spesifisitas sebanding (90% vs 92%) dibanding kriteria Cornell (Sarnak, 2008). Hasil ini dikonfirmasi oleh berbagai penelitian (Barbieri et al., 2012; Katholi & Couri, 2011). Bahkan, meta-analisis oleh Noubiap et al. menunjukkan bahwa kriteria Peguero–Lo Presti memiliki kinerja diagnostik lebih baik dibandingkan kriteria Cornell dan Sokolow–Lyon, sehingga berpotensi lebih bermanfaat sebagai alat skrining LVH dalam praktik klinis (Kehat & Molckentin, 2010).

2. KAJIAN TEORITIS

Definisi

Hipertrofi ventrikel kiri (LVH) menurut ASE ditentukan dengan Left Ventricle Mass Index (LVMI) >115 g/m² pada pria dan >95 g/m² pada wanita. Sementara itu, JNC menjelaskan LVH hipertensif sebagai peningkatan massa ventrikel kiri dengan berbagai subtype dan prognosis, umumnya berupa hipertrofi konsentrik dengan ketebalan dinding meningkat, kontraktilitas normal/meningkat, serta disfungsi diastolik (Barbieri et al., 2012).

Epidemiologi

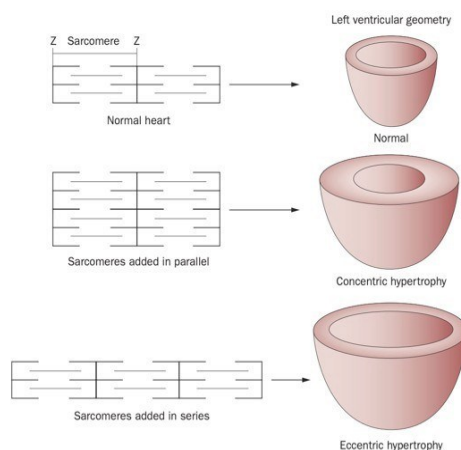
Hipertrofi ventrikel kiri (LVH) dialami sekitar 20% populasi di Amerika Serikat, lebih sering pada ras kulit hitam, usia lanjut, dan hipertensi. LVH merupakan faktor risiko independen untuk infark miokard, gagal jantung, aritmia, dan kematian mendadak. Pada hipertensi stadium 1–2, sekitar 30–50% pasien mengalami gangguan relaksasi ventrikel kiri, meningkat hingga dua pertiga pada hipertensi berat. Di Sulawesi Selatan, prevalensi hipertensi

mencapai 31,68%, namun data spesifik LVH belum tersedia (Quinn et al., 2021).

Patogenesis

Hipertrofi ventrikel kiri (LVH) tidak hanya dipengaruhi oleh kelebihan beban tekanan, tetapi juga oleh faktor neurohormonal yang memberi efek trofik pada sel miokard maupun nonmiokard. Kondisi ini dapat dipicu oleh hipertensi, infark miokard, penyakit jantung koroner, diabetes, kardiomiopati, miokarditis, kelainan katup, dan penyakit kongenital (Katholi & Couri, 2011; Taki et al., 2023). Meerson dkk pada 1960-an menjelaskan perjalanan LVH dalam tiga tahap, yaitu perkembangan hipertrofi, kompensasi, dan gagal jantung nyata dengan dilatasi ventrikel, fibrosis, dan apoptosis. Meskipun konsep hipertrofi adaptif dan maladaptif telah lama dikenal, mekanisme pasti transisi menuju gagal jantung masih belum sepenuhnya dipahami (Frey et al., 2004).

Secara seluler, LVH ditandai dengan pembesaran kardiomiosit, peningkatan sintesis protein, dan deposit kolagen yang memicu fibrosis interstisial. Respon awal bersifat fisiologis untuk menormalkan tegangan dinding, namun berlanjut menjadi patologis bila beban hemodinamik berlebihan. Hukum Laplace menjelaskan hubungan antara tekanan, radius, dan ketebalan dinding yang menjadi dasar terjadinya remodeling jantung (Chobanian et al., 2004; Gjesdal et al., 2011; Unger et al., 2020).



Gambar 1. Perbedaan penambahan sarkomer pada hipertrofi konsentrik dan eksentrik.

Dua fenotipe utama LVH adalah hipertrofi konsentris akibat kelebihan tekanan, ditandai penambahan paralel sarkomer, serta hipertrofi eksentrik akibat kelebihan volume atau infark, dengan penambahan sarkomer seri dan pertumbuhan longitudinal. Pada tingkat molekuler, LVH sering melibatkan reaktivasi “program gen janin” yang menyerupai pola ekspresi embrional (Frey et al., 2004; Gjesdal et al., 2011).

Patogenesis LVH lebih lanjut dipengaruhi oleh faktor pro-trofik seperti angiotensin II, aldosteron, norepinefrin, insulin, serta sitokin dan growth factor yang meningkatkan hipertrofi miosit dan fibrosis. Sebaliknya, faktor antihipertrofik seperti nitric oxide berperan menjaga keseimbangan remodeling. Ketidakseimbangan antara keduanya menyebabkan LVH progresif yang akhirnya dapat berkembang menjadi gagal jantung (Katholi & Couri, 2011; Kehat & Molkenntin, 2010; Yildiz et al., 2020).

Modalitas Pemeriksaan Hipertrofi Ventrikel Kiri

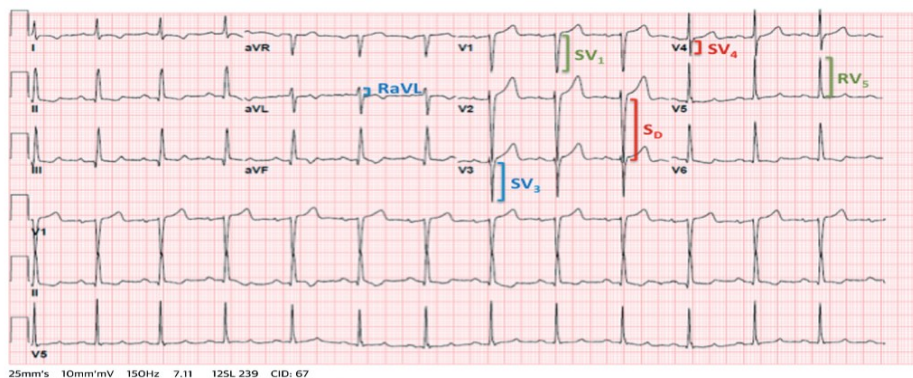
Strategi skrining remodeling jantung, khususnya LVH, berbeda dalam biaya, ketersediaan, sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi. Modalitas ideal harus mudah tersedia, murah, andal, serta akurat (Gjesdal et al., 2011). Ekokardiografi merupakan modalitas utama yang non-invasif, aman, bebas radiasi, portable, serta dapat menilai morfologi dan fungsi jantung secara kuantitatif. Pemeriksaan ini juga dapat menilai geometri ventrikel kiri melalui relative wall thickness (RWT) serta massa LV, sehingga mampu mengidentifikasi pola hipertrofi (Marwick et al., 2015; Shah, 2016). Elektrokardiografi (EKG) berfungsi sebagai indikator morbiditas dan mortalitas, namun sensitivitasnya rendah meskipun spesifisitasnya tinggi. Studi Framingham menunjukkan prevalensi LVH lebih tinggi dengan ekokardiografi dibanding EKG, sehingga EKG lebih berperan sebagai pemeriksaan awal atau “gate keeper” menuju ekokardiografi. Magnetic Resonance Imaging (MRI) dianggap standar emas untuk menilai massa LV karena akurasi dan reprodusibilitasnya tinggi, meski biayanya mahal, memakan waktu, dan memerlukan keahlian khusus (Angeli et al., 2006; Klabunde, 2017; Miceli et al., 2019). Modalitas lain seperti scintigraphy, ventrikulografi, dan CT jarang digunakan karena bersifat invasif dan melibatkan radiasi (Gjesdal et al., 2011).

Dalam hal kriteria EKG-LVH, terdapat 37 kriteria yang disetujui AHA, terbagi menjadi kriteria voltase dan gabungan. Kriteria Sokolow–Lyon ($SV1 + RV5/V6 > 35 \text{ mm}$) digunakan luas tetapi memiliki sensitivitas rendah. Kriteria Cornell ($RaVL + SV3 > 2,8 \text{ mV}$ pada pria, $> 2,0 \text{ mV}$ pada wanita) memiliki spesifisitas lebih tinggi, meskipun sensitivitas tetap rendah (Klabunde, 2017; Porwal, 2018). Kriteria terbaru, Peguero–Lo Presti, menjumlahkan gelombang S terdalam dengan $SV4$ (atau dikalikan dua bila keduanya sama), dan menunjukkan sensitivitas 62% serta spesifisitas 90%, lebih baik dibanding Cornell dan Sokolow–Lyon (Gjesdal et al., 2011; Yildiz et al., 2020). Berdasarkan ekokardiografi, LVH dibagi menjadi hipertrofi konsentrik (penebalan dinding akibat tekanan) dan hipertrofi eksentrik (dilatasi akibat beban volume). Selain itu, ASE/EAE mengklasifikasikan severitas LVH menjadi ringan, sedang, dan berat (Barbieri et al., 2012).

3. METODE

Kriteria Peguero–Lo Presti Untuk Diagnosis Hipertrofi Ventrikel Kiri

Left Ventricular Hypertrophy (LVH) merupakan kondisi yang ditandai dengan peningkatan massa ventrikel kiri dan dapat diperkirakan melalui perubahan tegangan listrik pada elektrokardiogram (EKG). Namun, akurasi EKG dalam mendeteksi LVH seringkali dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti posisi dan jarak elektroda, variasi antropometri individu, kelainan konduksi, fibrosis miokardium, serta penyakit paru, sehingga dapat menurunkan reproduktifitas dan meningkatkan risiko kesalahan diagnostik (Bacharova, 2009; Peguero et al., 2017). Untuk meningkatkan sensitivitas, pengukuran tegangan maksimum pada tiap kabel tunggal dinilai lebih efektif dibandingkan penggunaan kriteria sadapan tetap. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kriteria SDthSV4 memiliki kinerja diagnostik lebih baik (AUC 0,82) dibandingkan kriteria LVH tradisional, sehingga berpotensi menjadi metode alternatif yang lebih akurat (Angeli et al., 2006; Hancock et al., 2009).



Gambar 2. Elektrokardiogram seorang pria berusia 71 tahun yang memenuhi kriteria hipertrofi ventrikel kiri berdasarkan kriteria Peguero-Lo Presti [warna merah] (gelombang ke-5 terdalam pada sadapan mana pun dan gelombang ke-5 pada V4 ($S_d + SV_4$) $2,6 + 0,7 = 3,3$ mV [subjek pria $\geq 2,8$ mV]). Diagnosis hipertrofi ventrikel kiri dikonfirmasi dengan ekokardiogram indeks massa ventrikel kiri 145 g/m^2). Perlu dicatat bahwa sebagian besar kriteria elektrokardiografi klasik tidak terpenuhi. seperti Cornell [warna biru] ($RaVL + SV_3$; $0,4 + 1,6 = 2$ mV [subjek pria $\geq 2,8$ mV] dan tegangan Sokolow Lyon [warna hijau] ($SV_1 + [RV_5, \text{ atau } RV_6]$; $1,5 + 1,6 = 3,1$ mV [subjek pria $\geq 3,5$ mV]).

Lebih lanjut, analisis gabungan dari uji coba dan kohort validasi yang dilakukan pada penelitian Peguero dkk., menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada sensitivitas yang mendukung kriteria Peguero–Lo Presti (Gambar 3.). Tidak seperti kriteria tradisional yang menekankan amplitudo gelombang R. Pada penelitian Peguero dkk., mengungkap bahwa gelombang S pada sadapan prekordial maupun ekstremitas memiliki korelasi yang lebih kuat

dengan peningkatan massa ventrikel kiri. Hal ini dapat dijelaskan karena gelombang S, yang merepresentasikan bagian akhir kompleks QRS, lebih akurat menggambarkan proses depolarisasi dinding bebas dan epikardium ventrikel kiri. Oleh karena itu, identifikasi perubahan gelombang S dianggap mampu meningkatkan sensitivitas EKG, terutama pada kasus LVH ringan hingga sedang (Klabunde, 2017).

Tabel 1. Uji McNemar Diantara Kriteria Elektrokardiografi Terhadap Indeks Massa Ventrikel Kiri pada Populasi Gabungan.

	Sensitivity (95% CI)	Specifity (95% CI)	McNemar Test
RaVL	16 (9-26)	92 (86-96)	<0.0001
RL ₁	20 (12-30)	93 (87-96)	<0.0001
Sokolow-Lyon voltage	17 (10-27)	98(94-100)	<0.0001
Cornell voltage	35 (24-26)	92 (86-96)	<0.0001
Sp + SV4 (Peguero-Lo Presti)	62 (50-72)	90 (82-94)	0.0113

*p value <0.05 indicates lack of agreement

Sumber : (Klabunde, 2017)

Pada penelitian lain yang dilakukan Patted dkk pada Gambar 4. berikut juga menunjukkan kriteria memiliki sensitivitas dan spesificitas lebih baik jika dibandingkan cornell dan Sokolow-Lyon (Porwal, 2018).

Tabel 2. Uji Perbandingan akurasi kriteria EKG dalam memprediksi LVH dengan mempertimbangkan indeks massa LV sebagai gold standar.

Criterion	Sensitivity	Specifity	PPV	NPV	Diagnostic Accuracy
Peguero-Lo Presti Criteria	54.17	91.35	85.25	68.35	73.5
Cornell voltage	39.58	89.42	77.55	61.59	65.50
Sokolow-Lyon voltage	29.17	86.54	66.67	56.96	59.00

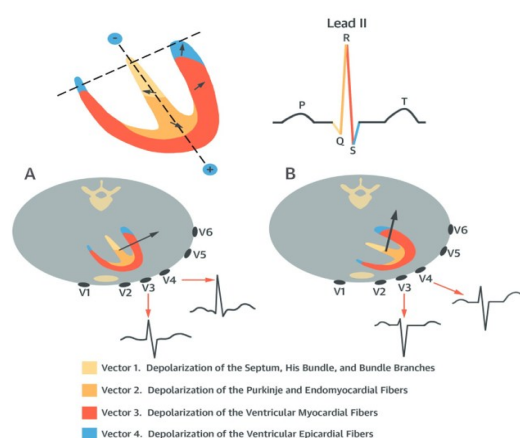
Sumber : (Porwal, 2018)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Elektrokardiogram (EKG) permukaan memberikan informasi mengenai medan listrik jantung, namun bukan merupakan penanda terbaik untuk memperkirakan massa ventrikel kiri. Hal ini terlihat jelas pada kardiomiopati amiloid, di mana peningkatan massa ventrikel kiri berdasarkan ekokardiogram tidak selalu disertai peningkatan tegangan pada EKG, bahkan hingga 40–60% kasus menunjukkan tegangan rendah. Kondisi ini disebabkan oleh adanya perubahan interstisial, seperti fibrosis atau deposit material lain, yang melemahkan ekspresi

tegangannya miokardium hipertrofik sehingga membatasi kemampuan diagnostik EKG dan meningkatkan kemungkinan hasil negatif palsu. Meski memiliki keterbatasan, EKG tetap dianggap sebagai alat skrining awal yang penting, murah, dan mudah digunakan untuk deteksi dini LVH (Bacharova, 2009; Rapezzi et al., 2009).

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa sensitivitas kriteria Peguero–Lo Presti menurun pada kohort validasi dibanding kohort uji (70% vs. 57%). Perbedaan ini dipengaruhi oleh karakteristik populasi validasi yang lebih tua, memiliki banyak komorbiditas, serta insiden hipertrofi eksentrik yang lebih tinggi, yang secara umum menurunkan akurasi EKG. Hal ini sejalan dengan temuan lain yang melaporkan sensitivitas lebih rendah pada kriteria tegangan Cornell spesifik jenis kelamin dibandingkan hasil studi sebelumnya (Palmieri et al., 1999).



Gambar 3 bagian jantung mengalami depolarisasi selama siklus jantung.

Gambar 5. Pada ventrikel kiri normal (A), vektor rata-rata depolarisasi serat miokardium (panah hitam), dominan horizontal. Sadapan prekordial V3 akan merekam kompleks QRS isoelektrik. Pada hipertrofi ventrikel kiri (B), ruang tersebut tumbuh ke arah kiri, inferior, dan posterior sehingga mengubah arah dan besarnya vektor 3 (panah hitam). Sadapan prekordial V3 dan V4, akan merekam sumbu yang dominan negatif dengan peningkatan amplitudo gelombang S.

Selain itu, Estimasi massa ventrikel kiri pada penelitian Peguero dkk menggunakan ekokardiografi dua dimensi, meskipun pencitraan resonansi magnetik jantung dilaporkan lebih akurat. Fokus utama penentuan LVH adalah massa ventrikel kiri, sehingga restrukturisasi miokardium pada tahap awal hipertrofi tidak diperhitungkan, yang dapat menjelaskan perbedaan hasil antara EKG dan ekokardiogram (Peguero et al., 2017). Walaupun demikian, ekokardiografi tetap memiliki reproduktifitas baik dan masih menjadi metode yang paling banyak digunakan dalam praktik klinis. Keterbatasan lain adalah kriteria yang diusulkan belum mampu memperbaiki keterbatasan kriteria sebelumnya,

terutama pada pasien dengan blok cabang berkas, ritme ventrikel teratur, hipertrofi ventrikel kanan, atau kardiomiopati lain (Peguero et al., 2017).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hipertrofi ventrikel kiri (LVH) merupakan kondisi peningkatan massa ventrikel kiri akibat penebalan dinding atau dilatasi rongga yang dapat bersifat adaptif maupun patologis. LVH sering dijumpai pada pasien hipertensi, usia lanjut, dan ras tertentu, serta menjadi faktor risiko independen terhadap gagal jantung, aritmia, infark miokard, dan kematian mendadak. Patogenesisnya melibatkan beban tekanan, faktor neurohormonal, serta perubahan seluler dan molekuler yang memicu fibrosis dan remodeling jantung. Diagnosis LVH dapat dilakukan dengan berbagai modalitas, di mana ekokardiografi menjadi metode utama karena akurat dan non-invasif, sedangkan EKG tetap digunakan sebagai skrining awal meskipun sensitivitasnya rendah. Kriteria Peguero–Lo Presti menawarkan peningkatan sensitivitas dibandingkan kriteria tradisional, namun tetap memiliki keterbatasan, sehingga pemeriksaan multimodalitas tetap diperlukan untuk deteksi dini dan penentuan prognosis LVH.

DAFTAR REFERENSI

- Angeli, F., Verdecchia, P., Angeli, E., Poeta, F., Sardone, M., Bentivoglio, M., Prosciutti, L., Cocchieri, M., Zollino, L., & Bellomo, G. (2006). Day-to-day variability of electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy in hypertensive patients. Influence of electrode placement. *Journal of Cardiovascular Medicine*, 7(11), 812–816.
- Bacharova, L. (2009). Electrocardiography–left ventricular mass discrepancies in left ventricular hypertrophy: electrocardiography imperfection or beyond perfection? *Journal of Electrocardiology*, 42(6), 593–596.
- Bacharova, L., & Ugander, M. (2014). Left ventricular hypertrophy: the relationship between the electrocardiogram and cardiovascular magnetic resonance imaging. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 19(6), 524–533.
- Barbieri, A., Bursi, F., Mantovani, F., Valenti, C., Quaglia, M., Berti, E., Marino, M., & Modena, M. G. (2012). Left ventricular hypertrophy reclassification and death: application of the Recommendation of the American Society of Echocardiography/European Association of Echocardiography. *European Heart Journal–Cardiovascular Imaging*, 13(1), 109–117.
- Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., & Izzo, J. L. (2004). National high blood pressure educational program: the seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *USA: National Institute of Health*.
- Frey, N., Katus, H. A., Olson, E. N., & Hill, J. A. (2004). Hypertrophy of the heart: a new therapeutic target? *Circulation*, 109(13), 1580–1589.

- Gjesdal, O., Bluemke, D. A., & Lima, J. A. (2011). Cardiac remodeling at the population level—risk factors, screening, and outcomes. *Nature Reviews Cardiology*, 8(12), 673–685.
- Hancock, E. W., Deal, B. J., Mirvis, D. M., Okin, P., Kligfield, P., & Gettes, L. S. (2009). AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part V: electrocardiogram changes associated with cardiac chamber hypertrophy a scientific statement from the American Heart Association electrocardiography and arrhythmias committee, council on clinical cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *Journal of the American College of Cardiology*, 53(11), 992–1002.
- Katholi, R. E., & Couri, D. M. (2011). Left ventricular hypertrophy: major risk factor in patients with hypertension: update and practical clinical applications. *International Journal of Hypertension*, 2011(1), 495349.
- Kehat, I., & Molkentin, J. D. (2010). Molecular pathways underlying cardiac remodeling during pathophysiological stimulation. *Circulation*, 122(25), 2727–2735.
- Klabunde, R. E. (2017). Cardiac electrophysiology: normal and ischemic ionic currents and the ECG. *Advances in Physiology Education*, 41(1), 29–37.
- Marwick, T. H., Gillebert, T. C., Aurigemma, G., Chirinos, J., Derumeaux, G., Galderisi, M., Gottdiener, J., Haluska, B., Ofili, E., & Segers, P. (2015). Recommendations on the use of echocardiography in adult hypertension: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*, 16(6), 577–605.
- Miceli, F., Presta, V., Citoni, B., Canichella, F., Figliuzzi, I., Ferrucci, A., Volpe, M., & Tocci, G. (2019). Conventional and new electrocardiographic criteria for hypertension-mediated cardiac organ damage: a narrative review. *The Journal of Clinical Hypertension*, 21(12), 1863–1871.
- Palmieri, V., Dahlöf, B., DeQuattro, V., Sharpe, N., Bella, J. N., de Simone, G., Paranicas, M., Fishman, D., & Devereux, R. B. (1999). Reliability of echocardiographic assessment of left ventricular structure and function: the PRESERVE study. *Journal of the American College of Cardiology*, 34(5), 1625–1632.
- Peguero, J. G., Lo Presti, S., Perez, J., Issa, O., Brenes, J. C., & Tolentino, A. (2017). Electrocardiographic criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Journal of the American College of Cardiology*, 69(13), 1694–1703.
- Porwal, S. (2018). Assessment of Peguero Lo-Presti criteria for electrocardiographic diagnosis of LVH in Indian subjects. *Journal of Indian College of Cardiology*, 8(4), 187–190.
- Quinn, A. E., Ronksley, P. E., Bresee, L., Au, F., Wick, J., Leung, A. A., McBrien, K. A., Manns, B. J., & Beall, R. F. (2021). Antihypertensive prescribing for uncomplicated, incident hypertension: opportunities for cost savings. *CJC Open*, 3(6), 703–713.
- Rapezzi, C., Merlini, G., Quarta, C. C., Riva, L., Longhi, S., Leone, O., Salvi, F., Ciliberti, P., Pastorelli, F., & Biagini, E. (2009). Systemic cardiac amyloidoses: disease profiles and clinical courses of the 3 main types. *Circulation*, 120(13), 1203–1212.
- Sarnak, M. J. (2008). A statement from the American Heart Association Councils on Kidney in Cardiovascular Disease, High Blood Pressure Research, Clinical Cardiology, and Epidemiology and Prevention. *Circulation*, 108, 2154–2169.

- Shah, B. N. (2016). Normal reference range values in adult echocardiography: Further evidence that race matters. *Indian Heart Journal*, 68(6), 758.
- Taki, H., Tuomilehto, J., Zimmet, P., Tamosiunas, A., Kowlessur, S., Magliano, D. J., Shaw, J. E., Söderberg, S., & Nilsson, U. (2023). Left ventricular hypertrophy: an ECG-based study of prevalence and risk factors in a multiethnic population. *Open Heart*, 10(2).
- Unger, T., Borghi, C., Charchar, F., Khan, N. A., Poulter, N. R., Prabhakaran, D., Ramirez, A., Schlaich, M., Stergiou, G. S., & Tomaszewski, M. (2020). 2020 International Society of Hypertension global hypertension practice guidelines. *Hypertension*, 75(6), 1334–1357.
- Yildiz, M., Oktay, A. A., Stewart, M. H., Milani, R. V, Ventura, H. O., & Lavie, C. J. (2020). Left ventricular hypertrophy and hypertension. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 63(1), 10–21.