

Online: <https://jurnal.fk.uisu.ac.id/index.php/stm>

Jurnal Kedokteran STM (Sains dan Teknologi Medik)

ISSN 2614-610X (Print) | ISSN 2614-8218 (Online)



Kajian Sistematis

PEMANFAATAN *NAILFOLD VIDEOCAPILLAROSCOPIC* DALAM MENGEKSPLORASI FAKTOR RISIKO, PREDIKTOR DAN PREVENTIF GANGGUAN MIKROSIRKULASI KARDIOVASKULAR

UTILIZATION OF NAILFOLD VIDEOCAPILLAROSCOPIC TO EXPLORING RISK FACTORS, PREDICTORS AND PREVENTION OF CARDIOVASCULAR MICROCIRCULATORY DISORDERS

Bima Diokta Alparisi,^{a*}Nindy Putri Amalia,^a Samira Ananda,^b Irwan,^c Haryadi ^c

^aProgram Profesi Dokter, RSUD Arifin Achmad, Pekanbaru, 1471011, Indonesia

^bProgram Pendidikan Dokter, Universitas Riau, Pekanbaru, 28133, Indonesia

^cDepartemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular, RSUD Arifin Achmad, Pekanbaru, 1471011, Indonesia

Histori Artikel

Diterima:
01 Maret 2025

Revisi:
13 Maret 2025

Terbit:
01 Juli 2025

Kata Kunci

Faktor Risiko,
Gangguan
Mikrosirkulasi,
Penyakit
Kardiovaskular,
Prediktor, Preventif

Keywords

Cardiovascular
Diseases,
Microcirculation
Disorders, Predictors,
Preventive,
Risk Factors

*Korespondensi

Email:
bimadiokta21@
gmail.com

ABSTRAK

Gangguan mikrosirkulasi menjadi fokus perhatian dalam penelitian penyakit kardiovaskular karena dapat mengakibatkan komplikasi serius bagi kardiovaskular. *Nailfold videocapillaroscopy* (NVC) merupakan metode non-invasif yang memiliki potensi besar dalam menanggulangi masalah gangguan mikrosirkulasi, khususnya dalam konteks penyakit kardiovaskular. Tujuannya ialah menggunakan NVC sebagai metode non-invasif dalam mengeksplorasi faktor risiko, menentukan prediktor klinis dan menyusun langkah preventif terhadap gangguan mikrosirkulasi dalam penyakit kardiovaskular. Penelitian ini didasarkan pada pedoman PRISMA dan kemudian disesuaikan dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang sesuai dan kerangka kerja PICO. Penilaian risiko bias dengan menggunakan menggunakan *Joanna Briggs Institute* (JBI). Didapatkan 14 studi inklusi yang termasuk studi *cohort*, *case-control*, *cross-sectional*, *comparative* dan *multicenter study*. Hasil penelitian menemukan bahwa pemanfaatan NVC terbukti dapat digunakan dalam eksplorasi faktor risiko, prediktor dan langkah preventif gangguan mikrosirkulasi dari beberapa penyakit kardiovaskular yakni hipertensi primer, sekunder dan pulmonal disertai vaskulitis. Faktor risiko yang didapatkan mulai dari kerusakan endotel dan kekuan arteri, dan sebagainya. Prediktor kedepannya dapat dilakukan pada pasien abnormalitas pada mikrovaskular, pasien yang dicurigai mengalami sistemik sklerosis, terdapat gejala fenomena Raynaud dan mengalami gangguan hormone seperti peningkatan aldosteron. Langkah preventif yang dapat dilakukan diikuti dengan pemeriksaan penunjang lanjutan dalam mengkonfirmasi gangguan penyakit dan komplikasi. Dengan demikian pemanfaatan NVC, masyarakat dapat memanfaatkan teknologi ini sebagai alat deteksi dini untuk mencegah komplikasi penyakit kardiovaskular yang lebih serius.

ABSTRACT

Microcirculation disorders are the focus of attention in cardiovascular disease research as they can lead to serious cardiovascular complications. Nailfold videocapillaroscopy (NVC) is a non-invasive method that has great potential in addressing the problem of microcirculation disorders, especially in the context of cardiovascular disease. The aim was to use NVC as a non-invasive method to explore risk factors, determine clinical predictors and develop preventive measures for microcirculatory disorders in cardiovascular disease. This study was based on the PRISMA guidelines and then adapted to the appropriate inclusion and exclusion criteria and the PICO framework. Risk of bias was assessed using the Joanna Briggs Institute (JBI). There were 14 inclusion studies including cohort, case-control, cross-sectional, comparative and multicenter studies. The results found that the utilization of NVC is proven to be used in the exploration of risk factors, predictors and preventive measures of microcirculatory disorders of several cardiovascular diseases namely primary, secondary and pulmonary hypertension with vasculitis. The risk factors obtained ranged from endothelial damage and arterial stiffness, and so on. Future predictors can be done in patients with microvascular abnormalities, patients suspected of having systemic sclerosis, Raynaud's phenomenon symptoms and hormone disorders such as increased aldosterone. Preventive measures can be taken followed by further supporting examinations in confirming disease disorders and complications. With the utilization of NVC, the public can utilize this technology as an early detection tool to prevent more serious complications of cardiovascular disease.

DOI: <https://doi.org/10.30743/stm.v8i2.866>

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

PENDAHULUAN

Gangguan mikrosirkulasi khususnya yang dikenal sebagai *coronary microvascular dysfunction* (CMD) telah menjadi fokus perhatian dalam penelitian penyakit kardiovaskular, mengingat perannya yang krusial dalam mempertahankan perfusi jaringan dan kesehatan kardiovaskular secara keseluruhan. Mikrosirkulasi terdiri dari jaringan pembuluh darah kecil, termasuk arteriol, kapiler, dan venula, yang berfungsi untuk mendistribusikan darah kaya oksigen ke jaringan tubuh.¹ Ketika fungsi mikrosirkulasi terganggu, dapat terjadi berbagai masalah kesehatan yang berkontribusi pada perkembangan penyakit kardiovaskular, seperti iskemia miokardium dan gagal jantung.^{1,2}

Epidemiologi CMD menunjukkan prevalensi yang signifikan, dengan studi menunjukkan bahwa sekitar 30-50% pasien dengan miokardi infark tanpa stenosis arteri koroner yang signifikan mengalami CMD. Insidensi CMD berkontribusi terhadap peningkatan morbiditas, di mana pasien dengan CMD memiliki risiko kematian kardiovaskular yang lebih tinggi, mencapai empat kali lipat dibandingkan dengan individu tanpa CMD. Selain itu, mortalitas akibat penyakit kardiovaskular terkait dengan CMD sangat tinggi, dengan data menunjukkan bahwa kematian akibat penyakit jantung iskemik berkontribusi besar terhadap angka kematian global, mencapai hampir 18 juta per tahun. Dengan demikian, pemahaman yang lebih baik tentang epidemiologi CMD sangat penting untuk pengembangan strategi pencegahan dan pengobatan.³

Gangguan mikrosirkulasi dalam konteks penyakit kardiovaskular menghadapi berbagai permasalahan dan kekurangan, terutama terkait dengan kurangnya alat yang efektif untuk mengeksplorasi faktor risiko, prediktor, dan langkah preventif. Saat ini, banyak metode penilaian risiko yang ada, seperti *Framingham Risk Score* (FRS) dan *Reynolds Risk Score* (RRS), masih memiliki keterbatasan dalam mengidentifikasi risiko serta dalam memprediksi gangguan yang dialami maka mengakibatkan keterlambatan langkah preventif.⁴ Selain itu, kurangnya pemahaman di kalangan penyedia layanan kesehatan mengenai pentingnya gangguan mikrosirkulasi sering kali berkontribusi pada diagnosis yang tertunda dan pengobatan yang tidak memadai. Hal ini diperparah oleh kesenjangan pengetahuan di kalangan pasien mengenai risiko kardiovaskular, yang menghambat upaya pencegahan yang efektif. Oleh karena itu, pengembangan alat diagnostik yang lebih baik dan pendekatan yang lebih inklusif dalam penilaian risiko sangat diperlukan untuk meningkatkan manajemen gangguan mikrosirkulasi.^{4,5}

Nailfold videocapillaroscopy (NVC) merupakan metode non-invasif yang memiliki potensi besar dalam menanggulangi masalah gangguan mikrosirkulasi, khususnya dalam konteks penyakit kardiovaskular dan kondisi terkait lainnya. Dengan kemampuan untuk mengeksplorasi perubahan struktural dan fungsional pada kapiler di area kuku, NVC dapat mengidentifikasi faktor risiko dan prediktor yang berhubungan dengan berbagai gangguan mikrosirkulasi. Penelitian menunjukkan bahwa NVC dapat mendeteksi penurunan kepadatan

kapiler dan perubahan morfologi yang signifikan pada pasien dengan penyakit kardiovaskular, serta memberikan wawasan mengenai langkah-langkah preventif yang dapat diambil untuk mencegah perkembangan penyakit lebih lanjut. Keunggulan NVC terletak pada kemampuannya untuk memberikan visualisasi yang jelas dan kuantifikasi parameter kapiler secara akurat, sehingga menjadi alat yang sangat berharga dalam praktik klinis untuk diagnosis dan pemantauan kondisi mikrosirkulasi.⁶

Oleh sebab itu peneliti tertarik untuk melakukan *review* yakni “Analisis Pemanfaatan *Nailfold Videocapillaroscopic* Sebagai Metode Non Invasif dalam Mengeksplorasi Faktor Risiko, Prediktor dan Langkah Preventif Gangguan Mikrosirkulasi pada Penyakit Kardiovaskular”. Tujuannya agar dapat menggunakan NVC sebagai metode non-invasif dalam mengeksplorasi faktor risiko, menentukan prediktor klinis dan menyusun langkah preventif terhadap gangguan mikrosirkulasi dalam penyakit kardiovaskular sehingga dapat dimanfaatkan kedepannya oleh masyarakat sebagai alat alternatif dalam mendeteksi dini dan mencegah komplikasi penyakit kardiovaskular akibat gangguan mikrosirkulasi.

METODE

A. Sumber dan Strategi Pencarian

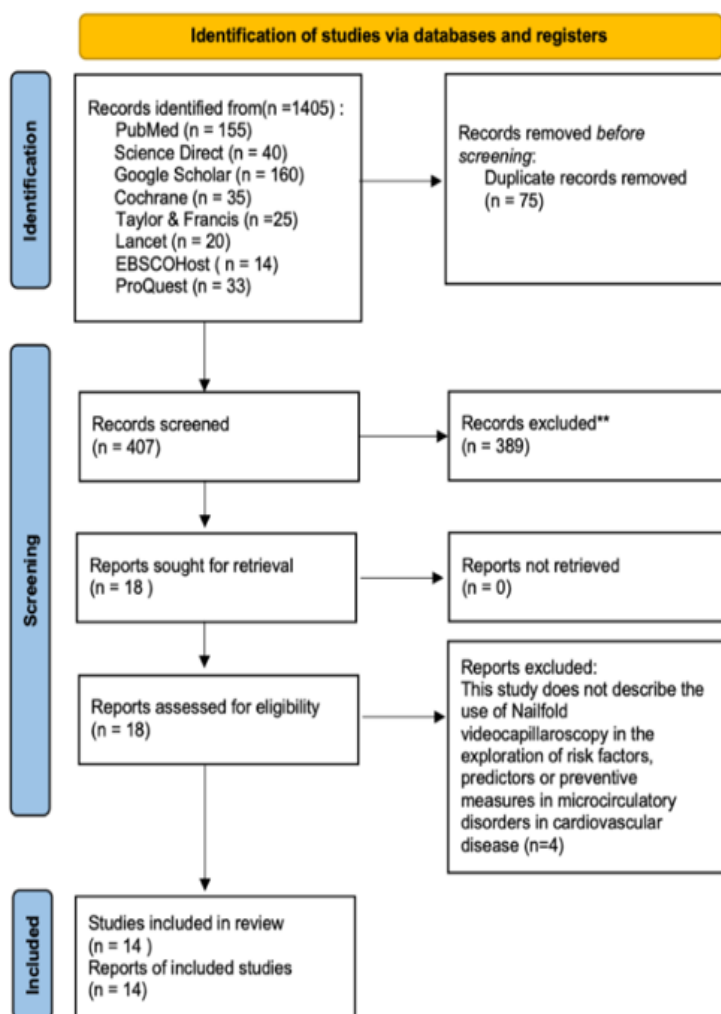
Tiga reviewer secara independen melakukan pada mesin pencarian elektronik seperti *PubMed*, *Science Direct*, *Google Scholar*, *Cochrane*, *Taylor & Francis*, *Lancet*, *EBSCOHost*, *ProQuest* dan *MEDLINE* dalam 10 tahun terakhir. Kata kunci yang digunakan ialah “*Nailfold Videocapillaroscopic*” OR

“*NVC*” AND “*Risk Factor*” AND “*Predictor*” AND “*Preventive*” AND “*Microvascular Dysfunction*” OR “*Microvascular Damage*” OR “OR “*Peripheral Microangiopathy*”. Keterbatasan dalam karya adalah *full-text*, studi dengan Bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia.

B. Kriteria Studi

Studi disaring sesuai dengan beberapa kriteria termasuk jenis studi, peserta, teks indeks dan standar referensi. Semua studi merupakan studi *cross-sectional*, observasional (*cohort* dan *case control*) *multicentre* dan *comparative study* untuk dapat mengetahui dan menjelaskan secara rinci pemanfaatan NVC sebagai metode non invasif dalam eksplorasi faktor risiko, prediktor dan langkah preventif gangguan mikrosirkulasi pada penyakit kardiovaskular. Studi termasuk ke dalam *full-text* ditulis dalam Bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia yang dilakukan di seluruh dunia. Sampel penelitian merupakan manusia berusia ≥ 18 tahun yang berjenis kelamin laki-laki dan perempuan mengalami gangguan mikrosirkulasi seperti hipertensi primer dan sekunder, hipertensi pulmonal dan vasculitis. Kriteria hipertensi sesuai dengan JNC 8, ESC/ESH atau ACC/AHA yakni sebagai berikut: Normal ($<120/<80$ mmHg), Prehipertensi (($120-129/<80$ mmHg, Hipertensi tahap 1 ($130-139/80-89$ mmHg), Hipertensi tahap 2 ($\geq 140/\geq 90$ mmHg); Hipertensi pulmonal berdasarkan ESC/ERS 2022 yakni *Mean Pulmonary Artery Pressure* (mPAP) ≥ 20 mmHg (sebelumnya ≥ 25 mmHg) dan *Pulmonary Vascular Resistance* (PVR) ≥ 2 Wood Units (WU) diukur melalui kateterisasi jantung kanan; Vaskulitis (Berdasarkan *Chapel Hill*

Consensus Conference 2012), Vaskulitis pembuluh besar (Arteritis Takayasu, Arteritis sel raksasa (*Giant Cell Arteritis*, GCA), Vaskulitis pembuluh sedang (Poliarteritis nodosa (Polyarteritis Nodosa, PAN, Penyakit Kawasaki) Vaskulitis pembuluh kecil Granulomatosis dengan poliangiitis (GPA), Poliangiitis mikroskopik (MPA), Sindrom *Churg-Strauss* atau *eosinophilic granulomatosis with polyangiitis* (EGPA), Vaskulitis IgA.



Gambar 1. Alur Pencarian Literatur

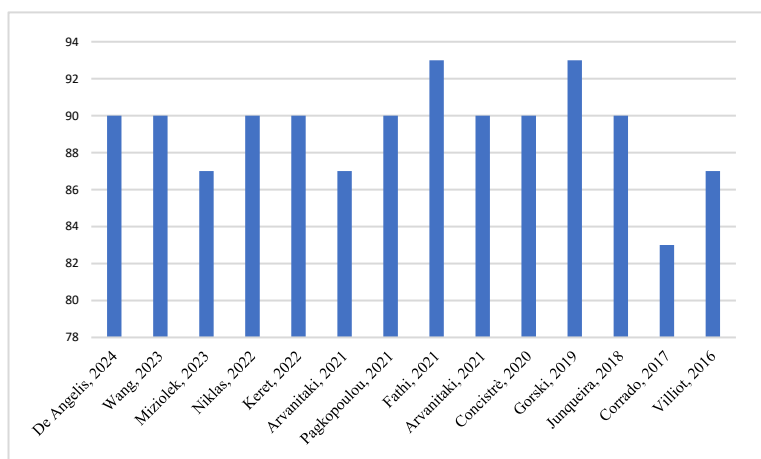
Standar referensi adalah literatur yang pemanfaatan NVC sebagai eksplorasi faktor risiko, prediktor, dan langkah preventif gangguan mikrosirkulasi pada penyakit

kardiovaskular. Aspek tersebut akan dibedakan berdasarkan jenis gangguan sirkulasi lalu dilihat berdasarkan parameter NVC disesuaikan dengan hasil eksplorasi faktor risiko, prediktor NVC, langkah preventif. Selanjutnya asosiasi signifikansi dan manfaat lalu interpretasi hasil.

C. Seleksi Studi

Terdapat tiga orang *reviewer* (BDA, NPA dan SMA) melakukan proses duplikasi, skrining judul dan abstrak berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Proses pencarian dan seleksi studi dapat diperhatikan pada **Gambar 1**.

Proses ekstraksi data dilakukan oleh tiga orang *reviewer* (BDA, NPA dan SMA). Data yang diinklusi adalah author (sumber dan tahun publikasi), negara, jenis studi, usia, jenis kelamin, total sampel, penyakit penyerta (komorbid) jenis gangguan mikrosirkulasi, parameter NVC (kualitatif, semi-kuantitatif, kuantitatif), eksplorasi faktor risiko, prediktor NVC, langkah preventif, asosiasi signifikansi dan manfaat dan interpretasi. Penilaian kualitas artikel menggunakan *Joanna Briggs Institute* (JBI) yang dapat diperhatikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Hasil Penilaian Risk of Bias JBI

HASIL DAN DISKUSI

A. Patofisiologi Gangguan Mikrosirkulasi terhadap Penyakit Kardiovaskular

Gangguan mikrosirkulasi merupakan masalah penting dalam patofisiologi kardiovaskular yang dapat mempengaruhi perfusi jaringan dan oksigenasi organ. Mekanisme gangguan ini dapat disebabkan oleh beberapa hal yakni dimulai dari adanya vasokonstriksi yang berlebihan dapat mengurangi aliran darah ke jaringan, sedangkan vasodilatasi yang tidak memadai dapat menyebabkan penumpukan darah dan peningkatan tekanan di dalam kapiler.⁷ Kemudian disfungsi endotel juga berkontribusi melalui peningkatan permeabilitas kapiler, yang mengarah pada edema interstitial dan berkurangnya oksigen yang tersedia untuk jaringan.⁸ Aktivasi sel-sel endotel dapat menyebabkan pembentukan mikrothrombus, yang menghalangi aliran darah di kapiler. Ketika perfusi jaringan menurun, sel-sel mengalami perubahan metabolisme dari aerob ke anaerob, menyebabkan akumulasi asam laktat dan asidosis metabolik. Hal ini dapat memperburuk kerusakan jaringan dan meningkatkan risiko kegagalan organ.^{8,9}

Penyebab gangguan mikrosirkulasi dapat dipicu akibat hipertensi dapat menyebabkan perubahan struktural pada pembuluh darah kecil, meningkatkan resistensi vaskular dan mengurangi aliran darah ke jaringan. Apabila kondisi gangguan ini tidak di atasi maka akan berprogresif menuju kondisi klinis yang serius seperti angina, iskemi jaringan hingga gagal jantung.^{7,8}

B. Keterkaitan Gangguan Mikrosirkulasi dengan *Nailfold Videocapillaroscopic*

Nailfold merupakan area anatomi di sekitar pangkal kuku yang sering menjadi fokus analisis mikrosirkulasi menggunakan kapilaroskopi *nailfold*, teknik non-invasif untuk memvisualisasikan morfologi dan dinamika kapiler dermal superfisial. Pemeriksaan ini memungkinkan identifikasi kelainan kapiler, seperti megakapiler, kapiler *drop-out*, *microhemorrhages*, dan avaskularisasi, yang mencerminkan disfungsi endotelial, inflamasi, atau gangguan autoregulasi vaskular.¹⁰

Mekanisme kerusakan mikrosirkulasi diawali oleh aktivasi sel endotel akibat sitokin proinflamasi, seperti *tumor necrosis factor-alpha* (TNF- α) dan interleukin-6 (IL-6), yang meningkatkan ekspresi molekul adhesi vaskular dan menstimulasi migrasi leukosit. Aktivasi ini menyebabkan stres oksidatif, remodeling vaskular, dan akhirnya destruksi kapiler, yang dapat terlihat sebagai megakapiler, avaskularisasi, atau *microhemorrhages*.^{10,11}

Gangguan mikrosirkulasi yang terdeteksi melalui NVC sering dikaitkan dengan penyakit sistemik.¹¹ Analisis ini tidak hanya berperan penting dalam diagnosis dini, tetapi juga memberikan nilai prognostik, terutama dalam memprediksi progresivitas penyakit pada pasien dengan manifestasi klinis seperti fenomena Raynaud atau gangguan vaskular terkait penyakit autoimun.¹¹

C. Mekanisme *Nailfold Videocapillaroscopic* terhadap Gangguan Mikrosirkulasi pada Penyakit Kardiovaskular

Mekanisme kerja dari NVC ini melibatkan pengamatan kapiler lipatan kuku pada jari ke-2 hingga ke-5 kedua tangan yang diperiksa oleh sistem *capillaroscopy* digital dengan satu orang operator. Pemeriksaan ini dilakukan setelah aklimatisasi pasien didalam sebuah ruangan dengan temperatur 22° C dengan posisi duduk dan setidaknya 4 jam sebelum pemeriksaan pasien dilarang merokok dan mengkonsumsi kafein. Awalnya setiap lipatan kuku diambil gambarnya dengan menggunakan perbesaran rendah (50x) sebagai gambaran umum. Kemudian, diikuti dengan pengambilan 4 gambar pada masing-masing lipatan kuku dengan perbesaran tinggi (200x) untuk penilaian yang lebih detail dengan menggunakan minyak imersi agar kualitas gambar lebih baik.¹² Gambar yang dihasilkan nantinya akan dianalisis dengan menggunakan sebuah *software* khusus serta beberapa parameter seperti, jumlah kapiler per satuan luas, diameter kapiler, karakteristik aliran darah, dan lain sebagainya.¹³

D. Hasil Studi Inklusi

Dalam *review* ini, beberapa studi penelitian yang membahas mengenai pemeriksaan dengan menggunakan NVC untuk mempelajari berbagai kondisi kesehatan dari berbagai negara diikutsertakan. Studi-studi ini menggunakan berbagai desain penelitian seperti, *cross-sectional*, *cohort*, *case-control*, dan *comparative study* untuk memastikan pendekatan yang menyeluruh terhadap analisis data. Kemudian subjek dalam studi-studi ini memiliki karakteristik yang bervariasi, mulai dari

perbedaan usia hingga jenis kelamin untuk masing-masing kelompok. Beberapa penelitian juga menggunakan kelompok kontrol yang bertujuan untuk meningkatkan validitas hasil (Tabel 1).

E. Hasil Pemanfaatan *Nailfold Videocapillaroscopic* sebagai Metode Non-Invasif dalam Mengeksplorasi Faktor Risiko, Prediktor dan Langkah Preventif

Nailfold Video Capillaroscopy (NVC) memiliki potensi sebagai alat diagnostik dan pemantauan gangguan mikrovaskular dalam berbagai kondisi klinis. Studi Corrado (menunjukkan perbedaan signifikan pada lebar *loop* kapiler antara pasien sklerosis sistemik (SSc) dan IPAH,¹⁴ sedangkan Arvanitaki (a) mengaitkan penurunan kepadatan kapiler dengan penurunan fungsi ginjal dan peningkatan NT-proBNP.¹⁵ Selain itu, De Angelis menemukan hubungan kuat antara skor rata-rata NVC dan tekanan arteri pulmonal rata-rata (mPAP).¹³ Penelitian ini menegaskan relevansi NVC dalam memantau gangguan mikrovaskular dan hubungannya dengan parameter klinis penting. Namun, efektivitasnya bisa bervariasi tergantung konteks klinis dan populasi pasien yang terlampir pada (Tabel 2).

Nailfold Video Capillaroscopy juga menunjukkan potensi dalam prognosis penyakit vaskular. Villiot melaporkan bahwa pasien dengan kerusakan mikrovaskular parah pada NVC memiliki kelangsungan hidup lebih rendah,¹⁶ sementara De Angelis menggarisbawahi perannya dalam diagnosis hipertensi pulmonal.¹³ Penelitian lainnya, seperti Pagkopoulou dan Gorski menghubungkan hasil NVC dengan risiko kardiovaskular dan

Tabel 1. Hasil Studi Inklusi

No	Sumber	Negara	Jenis Studi	Usia	Jenis Kelamin	Total Sampel	Penyakit Penyerta
1.	De Angelis, 2024	Italy	Multicenter study	Pasien SSc-PAH (58–68 tahun), pasien SSc-noPAH (54-75 tahun)	Pasien SSc-PAH (P: 53, L: 2), pasien SSc-noPAH (P: 53, L: 2)	110 pasien (SSc-PAH: 55, noPAH: 55).	Sklerosis sistemik
2.	Wang, 2023	China	Cohort	28-45 tahun	P: 71, L: 10	81 pasien	TD
3.	Miziolek, 2023	Polandia	Cross-sectional	TD	TD	Total 30 gambar (20 gambar dari nailfold videocapillaroscopy dan 10 gambar dari dermoscopy).	TD
4.	Niklas, 2022	Polandia	Case control	40-66 tahun	Sklerosis sistemik: P (n=55) & L (n=6); Mixed connective tissue disease: P (n=17) & L (n=2)	Sklerosis sistemik (n=61); Mixed connective tissue disease (n=19).	Sklerosis sistemik atau mixed connective tissue disease
5.	Keret, 2022	Israel	Cohort	> 18 tahun	P: 32, L: 28	60 pasien (vaskulitis aktif: 17, vasculitis in remission: 8, kontrol: 25, ankylosing spondylitis: 10).	TD
6.	Arvanitaki, 2021	Yunani	Cross-sectional	18-65 tahun	P: 22, L: 12	Total 34 pasien (14 dengan Eisenmenger Syndrome dan 14 kontrol).	TD
7.	Pagkopoulou, 2021	Yunani	Cross-sectional	42-68 tahun	Sklerotik sistemik: P (n=75) & L (n=6)	Sklerotik sistemik (n=81).	TD
8.	Fathi, 2021	Mesir	Cross-sectional	41-53 tahun	Skleoris sistemik: P(n=29) & L(n=1); kontrol: P(n=22) & L(n=2)	Sklerosis sistemik (n= 30); Kontrol (n=24).	Sklerosis sistemik
9.	Arvanitaki, 2021	Yunani	Case control	40-66 tahun	P: 40, L: 18	Idiopathic pulmonary arterial hypertension: 14, thromboembolic pulmonary hypertension: 14, kontrol: 30	Sklerosis sistemik
10.	Concistrè, 2020	Jepang	Comparative Study	40-60 tahun	Hipertensi esensial (P: 18, L: 20) dan aldosteronisme primer (P: 21, L: 21)	Total 80 pasien: 42 dengan primary aldosteron dan 38 dengan essential hypertension.	TD
11.	Gorski, 2019	Polandia	Cross-sectional	6-19 tahun	Raynaud's phenomenon: P (n=42) & L (n=24); kontrol: P (n=15) & L (n=5)	Raynaud's phenomenon (n=66); Kontrol (n=20).	TD
12.	Junqueira, 2018	Brazil	Cross-sectional	>18 tahun	TD	Resistant hipertensi (n=25), mild-to-moderate hipertensi (n=25), dan kontrol (n=25).	TD
13.	Corrado, 2017	Italy	Cross-sectional	Pasien IPAH (54–62 tahun), pasien SSc-PAH (41-55 tahun), SSc-noPAH (44-67 tahun) dan pasien normal (37-57 tahun).	TD	Total 80 pasien: 39 pasien SSc (19 dengan PAH, 20 dengan noPAH), 21 pasien dengan IPAH, dan 20 kontrol.	Sklerosis sistemik
14.	Villiot, 2016	Belgia	Cross-sectional	41-67 tahun	P: 27, L: 13	40 pasien.	Sklerosis sistemik

Ket: SSc-PAH, Systemic Sclerosis-Pulmonary Arterial Hypertension; SSc-noPAH, Systemic Sclerosis-non Pulmonary Arterial Hypertension.

Tabel 2. Hasil Pemanfaatan *Nailfold Videocapillaroscopic* sebagai Metode Non-Invasif dalam Mengeksplorasi Faktor Risiko, Prediktor dan Preventif

Author	Jenis Gangguan Mikrosirkulasi	Parameter NVC	Eksplorasi Faktor Risiko	Prediktor NVC	Langkah Preventif	Asosiasi Signifikan dan Manfaat	Interpretasi
De Angelis, 2024. ¹⁹	Hipertensi Pulmonal	Semi Kuantitatif: Pola NVC (SSc-PAH (awal: 5%, aktif: 19%, akhir: 30%), SSc-non-PAH (awal: 17%, aktif: 34%, akhir: 4%) dan morfologi: kepadatan mikrovaskuler (SSc-PAH: 22%, SSc-non-PAH: 30%) , kelainan non-spesifik (SSc-PAH: 22%, SSc-non-PAH: 23%), kapiler raksasa (SSc-PAH: 31%, SSc-non-PAH: 23%), perdarahan mikro (SSc-PAH: 26%, SSc-non-PAH: 22%) , area avaskular (SSc-PAH: 22%, SSc-non-PAH: 8%)).	<i>Endothelial injury</i> dan <i>vascular inflammation</i> .	Cedera mikrosirkulasi perifer pada pasien PAH dengan SSc yang khas yaitu hilangnya kapiler, berkurangnya kepadatan kapiler.	NVC dapat dilakukan bersama pemeriksaan lainnya status serologis-anti-Scl70 vs antibodi anti-sentromer vs anti-ENA lainnya, subset kulit difus vs terbatas, penggunaan prostanoid, ERA, PDE5I, telangiectasias dan DUs memperkirakan risiko PAH.	Nilai antara RHC mPAP dengan score rata-rata NVC memiliki korelasi yang kuat ($\rho = 0.40$, $p < 0.01$), sedangkan avascular areas ($\rho = 0.34$, $p < 0.01$), capillary density ($\rho = 0.34$, $p < 0.01$), dan non-specific morphological capillary abnormalities ($\rho = 0.35$, $p < 0.01$) menunjukkan korelasi sedang dengan mPAP.	Korelasi kuat antara mPAP dan skor rata-rata NVC menunjukkan bahwa NVC bisa menjadi alat yang berguna untuk memantau kesehatan mikrovaskular dan membantu diagnosis serta pengelolaan pasien dengan hipertensi pulmonal atau gangguan pembuluh darah paru.
Wang, 2023. ²⁰	Takayasu arteritis	Semi Kuantitatif: Morfologi kapiler: minor (38%) dan mayor (4%) abnormalitas, perdarahan (6%). Kuantitatif: Kepadatan kapiler (7.0 /mm) dan dimensi kapiler (10.8% μm).	Gangguan aliran darah dikarenakan vaskular yang tersumbat atau menyempit.	Terdapat minor morphological abnormalities dan decreased capillary density pada pasien dengan supra-aortic SIEs.	Monitoring progresi dari penyakit yang salah satunya dengan penggunaan NCV untuk membantu memprediksi risiko SIE supra-aorta pada TA.	Terdapat korelasi yang signifikan antara perubahan mikrovaskular NVC pada pasien TA with dan without supra-aortic SIEs; capillary density ($p < 0.001$), minor abnormalities ($p < 0.001$), hemorrhages ($p = 0.026$). Selain itu, ada korelasi signifikan antara faktor risiko terjadinya supra-aortic ischemic events (SIEs) pada pasien TA, baik yang memiliki hipertensi maupun tidak terhadap temuan NVC; pasien tanpa hipertensi: stenosis arteri supra-aorta (OR: 7.4 $p = 0.048$), kepadatan kapiler (OR: 20.0 $p = 0.001$); pasien dengan hipertensi: kepadatan kapiler (OR: 16.7 $p = 0.002$).	Terdapat perubahan mikrovaskular ditemukan lebih sering pada pasien dengan SIEs. Ini menunjukkan bahwa perubahan mikrovaskular pada NVC dapat berfungsi sebagai indikator risiko untuk terjadinya iskemia pada pasien TA. Sementara faktor risiko terjadinya SIEs pada pasien TA menunjukkan hubungan yang kuat baik pada pasien dengan maupun tanpa hipertensi.

Miziolek, 2023. ²¹	<i>Raynaud's phenomenon</i>	Kualitatif: Normal pattern: (Before the course: 58,9%, after the course: 71,1%) Abnormal pattern: (Before the course: 83,1%, after the course: 92,8%).	TD	Pasien dengan Raynaud's phenomenon umumnya ditemukan abnormal pattern.	TD	Peserta kursus singkat NVC menunjukkan peningkatan signifikan dalam klasifikasi pola "abnormal" (92,8% setelah pelatihan, $p<0,001$).	Tidak terdapat hasil yang menyatakan efektivitas dari pemeriksaan NVC, karena penelitian ini hanya melakukan pengukuran seberapa efektif pelatihan dalam membaca hasil NVC.
Niklas, 2022. ²²	Hipertensi Pulmonal	Kualitatif: Abnormalitas pada kelompok sklerotik sistemik dengan komplikasi viseral seperti digital ulcer ditemukan adanya giant capillaries dan pulmonary hypertension ditemukan adanya haemorrhages.	Antibodi terhadap PM-Scl 100 berkorelasi dengan keberadaan kapiler yang membesar.	Identifikasi kualitatif NVC pada pasien sklerotik sistemik dengan komplikasi viseral digital ulcer umumnya ditemukan giant capillaries.	TD	Giant capillaries signifikan ditemukan pada pasien sklerosis sistemik dengan komplikasi viseral ($p=0.021$) dan antibodi PM-Scl 100 berkaitan dengan pembesaran pembuluh darah ($p = 0,033$) Megacapillaries signifikan berkaitan dengan sE-selectin ($p= 0.04$) dan hsCRP ($p=0.03$). Baik total kolesterol maupun konsentrasi fraksi low-density lipoprotein (LDL) ditentukan berdasarkan keberadaan area avaskular ($p = 0,02$).	Perubahan spesifik pada NVC patologis berhubungan dengan peningkatan risiko komplikasi vaskular pada pasien sklerosis sistemik.
Keret, 2022. ¹⁵	Vaskulitis sistemik	Kuantitatif: Kepadatan kapiler (active vasculitis: 7.00 ± 1.17 loops/mm, inactive vasculitis: -8.22 ± 0.97 loops/mm, kontrol: 7.66 ± 1.80 loops/mm), Capillaries width (active vasculitis: $31.13 \% \pm 30.31$, inactive vasculitis: $14.06 \% \pm 22.04$, kontrol: $7.23 \% \pm 13.64$), Tortuous capillaries (active vasculitis: $61.53 \% \pm 28.08$, inactive vasculitis: $51.56 \% \pm 29.60$, kontrol: $48.02 \% \pm 28.75$), Neoangiogenesis (active vasculitis: $657.73 \% \pm 23.14$, inactive vasculitis: 26.56 ± 21.13 %, kontrol: $5.92 \% \pm 10.23$), Microhemorrhages (active	Microvascular injury.	Menunjukkan capillary loss pada pasien dengan vaskulitis sistemik yang juga relevan dengan penyakit autoimun lainnya.	Studi longitudinal lebih lanjut dengan ukuran sampel yang lebih besar diperlukan untuk mengkonfirmasi hasil dan penetapan apakah perubahan mikrosirkulasi perifer merupakan akibat dari PAH, hipoksia kronis dan/atau eritrositosis sekunder yang terjadi bersamaan pada ES.	Terdapat hubungan yang signifikan antara perubahan mikrovaskular NVC pada pasien dengan active vasculitis dan inactive vasculitis; capillary density ($p=0.01$), neoangiogenesis ($p<0.05$), microhemorrhages ($p=0.006$), capillary loss ($p<0.001$) serta terdapat hubungan yang menunjukkan hasil yang tidak signifikan; capillary width ($p=0.1$), tortuous capillaries ($p>0.5$).	Pada vasculitis aktif, terdapat kerusakan mikrovaskular yang lebih parah dibandingkan dengan vasculitis non-active. Sementara capillary width dan tortuous capillaries tidak menunjukkan hubungan yang signifikan, yang berarti perubahan lebar kapiler dan kapiler berkelok mungkin tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh vaskulitis aktif.

Arvanitaki (a), 2021. ²³	<i>Eisenmenger syndrome</i>	vasculitis: 30.10 % ± 26.44, inactive vasculitis: 1.56 % ± 21.13, kontrol: 5.92 % ± 10.23). Kualitatif: Normal (kontrol: 70.6%), tidak spesifik (ES: 35.3% kontrol: 94.1%) atau pola skleroderma (ES: 0% kontrol: 0%). Kuantitatif: Kepadatan kapiler (ES: 8.8 loops/mm, kontrol: 9.9 loops/mm), dimensi kapiler (ES: 328.3 µm, kontrol: 307.0 µm), perdarahan (ES: 6%, kontrol: 0%), trombus (ES: 2.4 n/mm, kontrol: 1.2 n/mm), bentuk abnormal (ES: 2.5 loops/mm, kontrol: 1.0 loops/mm).	Disfungsi endotel.	Individu dengan ES menunjukkan terdapat penurunan kepadatan kapiler dan peningkatan dimensi kapiler dibanding dengan control.	TD	Adanya korelasi yang signifikan dengan perubahan mikrovaskular NVC pada pasien ES; cap. density (p=0.004), avascular areas (p<0.001), cap. width (p=0.001), loop width (p<0.001), microhemorrhages (p<0.001), thrombosis (p=0.04), disorganized capillaries (p=0.001), shape abnormalities (p<0.001), ramified capillaries (p=0.001).	Perubahan mikrovaskular pada NVC pada pasien dengan ES menunjukkan adanya kerusakan mikrovaskular yang signifikan. Kemudian, karakteristik kapilaroskopik ini juga berhubungan dengan beberapa penanda klinis penting yang semuanya menunjukkan bahwa gangguan mikrovaskular pada ES dapat memengaruhi fungsi jantung dan ginjal.
Pagkopoulou, 2021. ²⁴	Aterosklerosis	Kualitatif: Abnormalitas pada pasien sklerotik sistemik: Avascular area, enlarged loops, ramified capillaries, dan giant capillaries. Semi Kuantitatif: Pola microvasculopathy pada pasien sklerotik sistemik early (30.9%), active (45.7%), late (23.4%).	Kekakuan arteri (augmentation index/Alx 75).	Pasien dengan abnormalitas NVC dan memiliki nilai Alx-75 yang tinggi cenderung termasuk ke pola late microangiopathy.	Peninjauan simultan microvasculopathy pada pasien sklerotik sistemik menggunakan NVC.	Alx-75 yang tinggi berkorelasi positif dengan progresi late microangiopathy pada pola semi kuantitatif NVC (p=0.027) dan skor aterosklerosis umumnya meningkat pada pasien dengan pola NVC memburuk (p=0.019.)	Adanya hubungan antara risiko kardiovaskular dan penyakit aterosklerotik makrovaskular dengan perburukan tahap mikroperifer pada pasien dengan sklerotik sistemik.
Fathi, 2021. ²⁵	Aterosklerosis	Kualitatif: Abnormalitas pada kelompok sklerotik sistemik: Hemorrhage (41.4%), Scar (70%), Large capillary (60%), Mega capillary (16.7%), Branched (20%), Scanty (36.7%), Tall (10%). Semi Kuantitatif: Pola mikroangiopati early (36.65%), active (26.7%), dan late (36.65%).	Keterlibatan mikrovaskular dan makrovaskular yang mencakup microangiopathy, aterosklerosis.	Pola microangiopathy (early, active, late) dan perubahan struktural kapiler yang berkorelasi dengan aterosklerosis melalui hubungan antara diameter loop kapiler dan panjang kapiler dengan plak karotis.	Pemantauan rutin mikrovaskular dan makrovaskular menggunakan NVC dan Doppler ultrasound, serta pengelolaan faktor risiko seperti dislipidemia untuk mencegah progresi microangiopathy dan aterosklerosis.	Belum adanya asosiasi yang signifikan terhadap hasil dari penggunaan NVC pada pasien skleroderma sistemik dengan biomarker gangguan disfungsi endotel.	Penyakit mikrovaskular dan makrovaskular pada skleroderma sistemik (SSc) merupakan entitas yang berbeda dan tidak selalu muncul secara bersamaan pada setiap pasien, meskipun disfungsi endotel pada akhirnya dapat menyebabkan keduanya dan harus dievaluasi dengan cermat.
Arvanitaki (b), 2021. ¹⁷	<i>Precapillary pulmonary hypertension</i>	Semi Kuantitatif: Non-spesifik pattern (50%), capillary edema (21.4%), mild capillaroscopic	Microvascular injury, inflammation, oxidative stress, endothelial	Stres dan hipoksia memicu disfungsi endotel paru dan	NVC digunakan sebagai penilaian tahap awal fenomena	Tidak ada variabel biokimia, fungsional, ekokardiografi atau	Pasien dengan IPAH perubahan di tingkat kapiler tidak memiliki hubungan langsung dengan

		changes pada pasien IPAH (71.2%), CTEPH (92.8%).	dysfunction berhubungan dengan penurunan kepadatan kapiler yang signifikan disertai dengan peningkatan lebar loop kapiler.	peradangan, yang pada gilirannya meningkatkan penyakit remodelling arteri pulmonal berukuran kecil dan sedang yang berpuncak pada paru obstruktif progresif vaskulopati.	Raynaud dan diagnosis sklerosis sistemik, yang mana dapat berfungsi sebagai prognostik awal penanda yang menentukan risiko terjadinya hipertensi arteri pulmonal.	hemodinamik yang berkorelasi dengan kepadatan kapiler atau fitur kapiler lainnya dalam kelompok IPAH. Sementara pada pasien CTEPH menunjukkan korelasi linier negatif antara SpO ₂ % dan kepadatan kapiler secara signifikan (p=0.037) dan korelasi negatif ditemukan antara RV MPI (Right Ventricular Myocardial Performance Index) dan capillary density (p=0.02).	parameter-parameter klinis, hal ini memungkinkan faktor-faktor lain lebih dominan memengaruhi perjalanan penyakit. Sementara pasien CTEPH kerusakan kapiler (penurunan kepadatan kapiler) berperan penting dalam gangguan oksigenasi (SpO ₂ %) dan disfungsi ventrikel kanan (RV MPI).
Concistrè, 2020. ¹⁸	Aldosteronisme primer dan Hipertensi Esensial	Semi Kuantitatif: Ramified capillaries: (EH: 19%, PA: 12%) Giant capillaries: (EH: 0%, PA: 0%) Hemorrhages: (EH: 0%, PA: 0%) Dilated (20–50 µm) loops: (EH: 62%, PA: 71%), Tortuosity: (EH: 76%, PA: 62%).	Kekakuan arteri.	Aldosteron berkaitan dengan peningkatan stres oksidatif, dimana pada pasien dengan PA terdapat peningkatan kadar NADPH oksidase dalam darah dan urin dan isoprostan.	Peggunaan LDPI (Laser Doppler Perfusion Imaging) sebagai metode non invasif yang efektif untuk mengidentifikasi remodelling microvascular pada PA.	Tidak ada perbedaan parameter NVC signifikan yang ditemukan antara kedua subjek (pasien PA dan EH); Dilated (20–50 µm) loops (p= 0.388), tortuosity (p=0.194), ramified capillaries (p=0.393)	Tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada temuan NVC pada pasien dengan Aldosteronisme primer dan Hipertensi esensial.
Gorski, 2019. ²⁶	<i>Raynaud's phenomenon</i>	Kualitatif: Abnormalitas pada kelompok Raynaud's phenomenon: Reduced number of capillaries (24.24%), irregular arrangement (66.67%), meandering capillaries (50%), giant capillaries (54.55%), hemorrhages (19.70%).	Perubahan konsentrasi biomarker kerusakan endotelial dan perubahan nilai lipid profil.	Identifikasi kualitatif NVC pada pasien Raynaud's phenomenon umumnya ditemukan megacapillaries dan avascular area.	Peninjauan simultan gambaran mikroangiopati dengan NVC pada pasien Raynaud's phenomenon dan biomarker disfungsi endotel khususnya sE-Selectin, Endothelin-1, & hsCRP.	Megacapillaries signifikan berkaitan dengan sE-selectin (p= 0.04) dan hsCRP (p=0.03). Baik total kolesterol maupun konsentrasi fraksi low-density lipoprotein (LDL) ditentukan berdasarkan keberadaan area avascular (p=0,02).	Perubahan spesifik pada NVC patologis berhubungan dengan peningkatan kadar biomarker kerusakan endotel serta perubahan buruk pada profil lipid.
Junqueira, 2018. ²⁷	Hipertensi Esensial	Kuantitatif: Pasien hipertensi dengan tekanan darah tidak terkontrol memiliki red blood cell velocity rata-rata 0.90 mm/s, red blood cell velocity max rata-rata 0.99 mm/s, dan reperfusion time 5 s	Tingginya biomarker inflamasi endothelial pada pasien.	Penurunan nilai red blood cell velocity dan red blood cell velocity max serta panjangnya waktu reperfusion time	Pasien dengan hipertensi kronis dan tidak terkontrol perlu aktif dilakukan pemeriksaan microvascular	Pasien hipertensi dengan tekanan darah tidak terkontrol secara signifikan berkaitan dengan penurunan red blood cell velocity (p=0.018), penurunan red blood cell velocity max	Pasien dengan hipertensi berat dan tingkat tekanan darah yang tidak terkontrol menunjukkan disfungsi mikrovaskular yang lebih jelas berdasarkan pola semi-kuantitatif NVC.

Corrado, 2017. ¹⁴	Hipertensi Pulmonal	Semi Kuantitatif: Kelainan normal (IPAH: 61,9%), minor (IPAH: 28,57%) dan mayor (IPAH: 9,52%) serta pola spesifik berupa awal (SSc-PAH: 26,3%, SSc-NoPAH: 55%), aktif (SSc-PAH: 63,15%, SSc-NoPAH: 30%), dan akhir (SSc-PAH: 10,5%, SSc-NoPAH: 15%). Kuantitatif: Panjang dan lebar loop (SSc: $55 \pm 4,35 \mu\text{m}$, IPAH: $21 \pm 2,5 \mu\text{m}$, kontrol: $17 \pm 3 \mu\text{m}$), kepadatan kapiler (kontrol: $6,07 \pm 1,6 \text{ loops/mm}$ vs $7,5 \pm 1,65 \text{ loops/mm}$ dan $9 \pm 1,37 \text{ loops/mm}$ respectively - $p < 0,05$, SSc dengan tanpa PAH: $5,64 \pm 1,9 \text{ loops/mm}$ vs $6,5 \pm 1,3 p < 0,05$.	Stres oksidatif, endothelial injury, respon inflamasi.	pada pasien hipertensi tidak terkontrol. Menunjukkan adanya major capillaroscopic changes in IPAH patients.	dysfunction dengan pola NVC. Merekomendasikan pasien IPAH untuk melakukan pemeriksaan secara berkala untuk mendeteksi munculnya tanda-tanda imunologi dan klinis yang disebabkan oleh penyakit jaringan ikat.	($p=0.005$), dan peningkatan reperfusion time ($p=0.008$). Parameter NVC yang temuan antara pasien SSc dan IPAH menunjukkan hasil yang signifikan lebih tinggi pada pasien dengan SSc; mean loop width ($p < 0,001$), Sedangkan megacapillaries dan neoangiogenesis signifikan lebih tinggi pada pasien SSc-PAH dibanding SSc-noPAH ($p < 0,05$).	Hasil pemeriksaan NVC dapat mendeteksi secara spesifik perbedaan kerusakan mikrovaskular antara pasien dengan SSc dan IPAH.
Voilliot, 2016. ¹⁶	Hipertensi Pulmonal	Kuantitatif: Grade NVC>2 (FUPH: 90%, noFUPH: 35%), Grade NVC>2 (noEIPH: 0%, EIPH: 82%).	Smoker, family history of CV disease.	NVC grade > 2 merupakan prediktor kuat untuk perkembangan PAH pada pasien dengan sistemik sklerosis.	Pentingnya screening dan deteksi dini untuk penyakit PAH dengan exercise echocardiography dan pemeriksaan dengan NVC.	Hasil yang signifikan menunjukkan bahwa pasien dengan NVC grade > 2 ($p<0.05$) dan EIPH ($p<0.05$) memiliki survival rate lebih rendah dibandingkan dengan pasien tanpa NVC grade > 2 atau EIPH dan menunjukkan pasien tanpa EIPH dan NVC grade < 2 memiliki survival rate lebih tinggi dibandingkan pasien dengan EIPH atau NVC grade > 2 ($p=0.0001$).	Temuan NVC menunjukkan bahwa kerusakan mikrovaskular yang lebih parah dan perdarahan paru berhubungan dengan prognosis yang lebih buruk. Sedangkan pasien tanpa EIPH dan memiliki NVC grade < 2 menunjukkan prognosis yang lebih baik, dengan tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi.

Ket : CTEPH, Chronic Thromboemboli Pulmonary Hypertension; CV, Cardiovascular; EH, Essential Hypertension; ES, Eisenmenger syndrome; EIPH, Exercise-Induced Pulmonary Hypertension; FUPH, follow-up Pulmonary Hypertension; hsCRPP, high sensitivity C-Reactive Protein; IPAH, idiopathic pulmonary arterial hypertension; mPAP, mean Pulmonary artery pressure; NVC, Nailfold video-capillaroscopy; noEIPH, non Exercise-Induced Pulmonary Hypertension; NADPH, Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate Reduced; PA, Primary Aldosteronism; PAH, Pulmonary Arterial Hypertension; RHC, Right Heart Catheterization; SIEs, Systemic Inflammatory Response syndrome; SSc-PAH, Systemic Sclerosis-Pulmonary Arterial Hypertension; SSc-noPAH, Systemic Sclerosis-non Pulmonary Arterial Hypertension; TD, Tidak Dilaporkan.

komplikasi vaskular, mendukung penggunaannya sebagai alat evaluasi gangguan vaskular sistemik. Meskipun demikian, beberapa keterbatasan pada kemampuan NVC untuk membedakan kondisi tertentu masih memerlukan penelitian lebih lanjut.^{17,18} Hal ini dapat diperhatikan pada (**Tabel 2**).

KESIMPULAN

Nailfold Videocapillaroscopy (NVC) adalah metode non-invasif yang efektif untuk mengeksplorasi faktor risiko, menentukan prediktor klinis, dan menyusun langkah preventif terhadap gangguan mikrosirkulasi seperti hipertensi primer, sekunder dan pulmonal bahkan vaskulitis pada penyakit kardiovaskular. Dengan pemanfaatan NVC, masyarakat dapat memanfaatkan teknologi ini sebagai alat deteksi dini untuk mencegah komplikasi penyakit kardiovaskular yang lebih serius.

Saran dalam penelitian ini perlu melibatkan lebih banyak subjek penelitian dengan berbagai penyakit kardiovaskular lainnya, seperti diabetes melitus, hipertensi, atau penyakit jantung koroner, untuk memperluas validasi dan aplikasi NVC pada berbagai gangguan mikrosirkulasi. Selanjutnya, membuat protokol standar untuk pemeriksaan NVC, termasuk parameter yang diukur (misalnya, kepadatan kapiler, dimensi, atau morfologi), untuk mempermudah penggunaannya dalam praktek klinis maupun komunitas. Melakukan penelitian longitudinal untuk mengamati perubahan mikrosirkulasi secara berkelanjutan pada pasien dengan faktor risiko kardiovaskular. Hal ini penting untuk mengidentifikasi tahapan penyakit dan efektivitas langkah preventif.

Terakhir, mengembangkan perangkat NVC yang lebih *portable* dan terjangkau untuk mendukung penggunaan luas di tingkat masyarakat, terutama di daerah dengan keterbatasan fasilitas Kesehatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmatnya, artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih saya ucapkan kepada pembimbing kami dr. Irwan, Sp.JP, Subps. KI (K) dan dr. Haryadi, Sp.JP, Subps. Ar (K) dalam mengkritisi dengan baik artikel ini. Harapannya penerepan sains teknologi dari NVC dapat diterapkan sebagai penanggulangan terbaru gangguan mikrosirkulasi pada penyakit kardiovaskular.

DAFTAR REFERENSI

1. Tibiriçá E, De Lorenzo A, de Oliveira GMM. Microcirculation and cardiovascular diseases. *Arq Bras Cardiol*. 2018;111(2):120–1.
2. Sidik N, Morrow A, Berry C. Human Microcirculation in Ischemic Heart Disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2020;40(1):11–3.
3. Rehan R, Yong A, Ng M, Weaver J, Puranik R. Coronary microvascular dysfunction: A review of recent progress and clinical implications. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10(January):1–11.
4. Gloria Kang GJ, Ewing-Nelson SR, Mackey L, Schlitt JT, Marathe A, Abbas KM SS. 乳鼠心肌提取 HHS Public Access. *Physiol Behav*. 2018;176(1):139–48.
5. Yang Z, Liu Y, Li Z, Feng S, Lin S, Ge Z, et al. Coronary microvascular dysfunction and cardiovascular disease: Pathogenesis, associations and treatment strategies. *Biomed Pharmacother* [Internet]. 2023;164(April):115011. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115011>
6. Torrens Cid LA, Soletto K CY, Montoro-Álvarez M, Sáenz Tenorio C, Silva-Riveiro

- A, López-Cerón A, et al. Clinical impact of nailfold capillaroscopy in daily clinical practice. *Reumatol Clin*. 2021;17(5):258–62.
7. Mendelson AA, Erickson D, Villar R. The role of the microcirculation and integrative cardiovascular physiology in the pathogenesis of ICU-acquired weakness. *Front Physiol*. 2023;14(May):1–16.
8. Pries AR, Reglin B. Coronary microcirculatory pathophysiology: Can we afford it to remain a black box? *Eur Heart J*. 2017;38(7):478–88.
9. Rezende PC, Ribas FF, Serrano CV, Hueb W. Clinical significance of chronic myocardial ischemia in coronary artery disease patients. *J Thorac Dis*. 2019;11(3):1005–15.
10. Mrowietz C, Sievers H, Pindur G, Hiebl B, Jung F. Cutaneous microcirculation in patients with peripheral arterial occlusive disease: Comparison of capillary blood circulation in the nail fold of finger and toe. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2020;76(2):279–85.
11. Tavakol ME, Fatemi A, Karbalaie A, Emrani Z, Erlandsson BE. Nailfold Capillaroscopy in Rheumatic Diseases: Which Parameters Should Be Evaluated? *Biomed Res Int*. 2015;2015(November 2014).
12. Bardehle F, Sies K, Enk A, Rosenberger A, Fink C, Haenssle H. Nailfold videocapillaroscopy identifies microvascular pathologies in psoriasis vulgaris: Results of a prospective controlled study. *JDDG - J Ger Soc Dermatology*. 2021;19(12):1736–44.
13. Chianese M, Screm G, Confalonieri P, Salton F, Trotta L, Da Re B, et al. Nailfold Video-Capillaroscopy in Sarcoidosis: New Perspectives and Challenges. *Tomogr (Ann Arbor, Mich)*. 2024;10(10):1547–63.
14. Corrado A, Correale M, Mansueto N, Monaco I, Carriero A, Mele A, et al. Nailfold capillaroscopic changes in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension and systemic sclerosis-related pulmonary arterial hypertension. *Microvasc Res* [Internet]. 2017;114:46–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mvr.2017.06.005>
15. Keret S, Mazzawi J, Slobodin G, Rimar O, Rosner I, Rozenbaum M, et al. Nailfold video capillaroscopy as a useful diagnostic tool in systemic vasculitis. *Microvasc Res* [Internet]. 2022;143(June):104406. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2022.104406>
16. Voilliot D, Magne J, Dulgheru R, Kou S, Henri C, Caballero L, et al. Prediction of new onset of resting pulmonary arterial hypertension in systemic sclerosis. *Arch Cardiovasc Dis* [Internet]. 2016;109(4):268–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acvd.2015.11.014>
17. Arvanitaki A, Giannakoulas G, Triantafyllidou E, Feloukidis C, Boutou AK, Garyfallos A, et al. Peripheral microangiopathy in precapillary pulmonary hypertension: a nailfold video capillaroscopy prospective study. *Respir Res* [Internet]. 2021;22(1):1–9. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01622-1>
18. Concistrè A, Petramala L, Bonvicini M, Gigante A, Collalti G, Pellicano C, et al. Comparisons of skin microvascular changes in patients with primary aldosteronism and essential hypertension. *Hypertens Res* [Internet]. 2020;43(11):1222–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41440-020-0475-4>
19. De Angelis R, Riccieri V, Cipolletta E, Del Papa N, Ingegnoli F, Bosello S, et al. Significant nailfold capillary loss and late capillaroscopic pattern are associated with pulmonary arterial hypertension in systemic sclerosis. *Rheumatol (United Kingdom)*. 2024;63(6):1616–23.
20. Wang L, Chen H, Ding Z, Ma L, Sun Y, Jiang L. Associations of microcirculation damage on nailfold capillaroscopy with supra-aortic severe ischemic events in patients with Takayasu arteritis. *Clin Rheumatol* [Internet]. 2023;42(6):1625–34. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10067-023-06527-6>
21. Miziołek B, Pieczyrak R, Polak K, Frątczak A, Jedlecka A, Grosicka A, et al. Role of short courses on nailfold capillaroscopy in obtaining abilities for the identification of microvasculopathy in patients with Raynaud's phenomenon. *Ski Res Technol*. 2023;29(1):1–7.
22. Niklas K, Niklas A, Mularek-Kubzdela T,

- Puszczewicz M, Samborski W. Relationship between changes observed in nailfold capillaroscopy and serological profile, lung fibrosis, and elevated risk of pulmonary hypertension in patients with systemic sclerosis and mixed connective tissue disease. *Postep Dermatologii i Alergol.* 2022;39(5):880–6.
23. Arvanitaki A, Giannakoulas G, Triantafyllidou E, Feloukidis C, Boutou A, Garyfallos A, et al. Peripheral microangiopathy in Eisenmenger syndrome: A nailfold video capillaroscopy study. *Int J Cardiol* [Internet]. 2021;336:54–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2021.03.033>
24. Pagkopoulou E, Soulaïdopoulos S, Triantafyllidou E, Arvanitaki A, Katsiki N, Loutradis C, et al. Peripheral microcirculatory abnormalities are associated with cardiovascular risk in systemic sclerosis: a nailfold video capillaroscopy study. *Clin Rheumatol* [Internet]. 2021;40(12):4957–68. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10067-021-05795-4>
25. Fathi HM, Fawzy MW, Aboul-Eyon II, Eldesouky A, tulla HI, Eesa NN. Value of nail fold video capillaroscopy and carotid intima media thickness in assessment of micro and macro-vascular disease in systemic sclerosis patients. *Egypt Rheumatol* [Internet]. 2021;43(4):275–80. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejr.2021.06.002>
26. Gorski S, Bartnicka M, Citko A, Żelazowska-Rutkowska B, Jablonski K, Gorska A. Microangiopathy in nailfold videocapillaroscopy and its relations to selectin, endothelin-1, and hscrp as putative endothelium dysfunction markers among adolescents with raynaud's phenomenon. *J Clin Med.* 2019;8(5):1–17.
27. Junqueira CLC, Magalhães MEC, Brandaõ AA, Ferreira E, Cyrino FZGA, Maranhão PA, et al. Microcirculation and biomarkers in patients with resistant or mild-to-moderate hypertension: A cross-sectional study article. *Hypertens Res* [Internet]. 2018;41(7):515–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41440-018-0043-3>