

Zmiany naczyniowe siatkówki jako markery chorób sercowo-naczyniowych u osób starszych

Retinal vascular changes as markers of cardiovascular diseases in older people

Adam Szymczak¹, Monika Wiczuk-Wiczewska¹, Konrad Puchalski², Justyna Seklecka³, Piotr Cedro⁴, Justyna Jończy⁵, Katarzyna Popielec-Jakubiec⁶, Wojciech Kubacki⁷, Magdalena Donhefner³, Natalia Laskowska⁸

¹Szpital Wojewódzki w Poznaniu – Filia nr 1 Wielkopolskie Centrum Specjalistyczne, Poznań

²Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy, Wrocław

³Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź

⁴Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Kielce

⁵Wojewódzki Szpital Specjalistyczny nr 5 im. św. Barbary w Sosnowcu, Sosnowiec

⁶Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa

⁷Dolnośląskie Centrum Onkologii, Pulmonologii i Hematologii, Wrocław

⁸Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Katowice

Streszczenie

Choroby układu sercowo-naczyniowego pozostają jedną z głównych przyczyn chorobowości i zgonów u osób w wieku podeszłym, a kumulatywna ekspozycja na czynniki ryzyka przyczynia się do postępującego uszkodzenia mikrokrążenia. Siatkówka stanowi unikalne „okno naczyniowe”, umożliwiające bezpośrednią, nieinwazyjną i powtarzalną ocenę mikrokrążenia, które może odzwierciedlać uogólnioną patologię naczyniową. Niniejszy przegląd narracyjny podsumowuje aktualne dane dotyczące związku retinopatii nadciśnieniowej i cukrzycowej oraz okluzji tętniczych i żylnych siatkówki z ryzykiem sercowo-naczyniowym u osób starszych. Praca podkreśla również potencjał kliniczny nowoczesnych metod obrazowania siatkówki, w szczególności optycznej koherentnej tomografii i angiografii OCT, umożliwiających ilościową ocenę gęstości naczyń siatkówki oraz strefy beznaczyniowej dołka. Zaburzenia naczyniowe siatkówki mogą dostarczać dodatkowych informacji w ocenie ryzyka sercowo-naczyniowego w praktyce geriatrycznej, zwłaszcza w kontekście wielochorobowości i atypowych prezentacji klinicznych. Konieczne są jednak dalsze badania prospektywne w celu określenia ich miejsca w algorytmach diagnostycznych oraz wpływu na decyzje terapeutyczne i rokowanie. *Geriatrics* 2026;20:152-155. doi: 10.53139/G.20262010

Słowa kluczowe: choroby sercowo-naczyniowe, siatkówka, mikrokrążenie, osoby starsze, OCT, OCTA

Abstract

Cardiovascular diseases remain a leading cause of morbidity and mortality in older adults, and cumulative exposure to risk factors contributes to progressive microvascular damage. The retina provides a unique “vascular window” enabling direct, non-invasive, and repeatable assessment of microcirculation that may reflect systemic vascular pathology. This narrative review summarizes current evidence linking hypertensive and diabetic retinopathy as well as retinal arterial and venous occlusions with cardiovascular risk in the elderly. It also highlights the clinical potential of modern retinal imaging, particularly optical coherence tomography and OCT angiography, which allow quantitative evaluation of retinal vessel density and the foveal avascular zone. Retinal vascular abnormalities may offer additional information for cardiovascular risk assessment in geriatric practice, especially in the context of multimorbidity and

ORCID: Adam Szymczak 0009-0007-4822-845X, Monika Wiczuk-Wiczewska 0000-0002-4558-6549, Konrad Puchalski 0009-0002-0452-4904, Justyna Seklecka 0009-0008-4996-2848, Piotr Cedro 0009-0001-8410-6894, Justyna Jończy 0009-0004-8835-7393, Katarzyna Popielec-Jakubiec 0009-0009-1540-9929, Wojciech Kubacki 0009-0003-1253-1140, Magdalena Donhefner 0009-0004-1459-3211, Natalia Laskowska 0009-0004-0448-2796

atypical presentations. Further prospective studies are needed to clarify their role in clinical algorithms and their impact on management decisions and outcomes. *Geriatrics* 2026;20:152-155. doi: 10.53139/G.20262010

Keywords: cardiovascular diseases, retina, microcirculation, older adults, optical coherence tomography, OCT angiography

Wstęp

Choroby układu sercowo-naczyniowego stanowią jedną z głównych przyczyn chorobowości i zgonów w populacji osób starszych, co potwierdzają dane epidemiologiczne dotyczące choroby wieńcowej i innych schorzeń naczyniowych [1]. Wraz z wiekiem dochodzi do narastania obciążenia czynnikami ryzyka, takimi jak nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, dyslipidemia oraz przewlekła choroba nerek, które prowadzą do stopniowego uszkodzenia zarówno dużych naczyń, jak i mikrokrążenia [1-3]. Coraz więcej danych wskazuje, że zmiany w mikrokrążeniu mogą wyprzedzać klinicznie jawne manifestacje chorób sercowo-naczyniowych i stanowić ich wczesny marker [4,5].

Siatkówka oka jest jedynym miejscem w organizmie, w którym mikrokrążenie może być oceniane bezpośrednio, nieinwazyjnie i powtarzalnie [4,5]. Budowa anatomiczna i czynnościowa naczyń siatkówki wykazuje istotne podobieństwa do mikrokrążenia mózgowego i wieńcowego, co stanowi podstawę do traktowania zmian siatkówkowych jako odzwierciedlenia procesów ogólnoustrojowych [2,4,5]. W ostatnich latach rozwój nowoczesnych metod obrazowania, takich jak optyczna koherentna tomografia (ang. *optical coherence tomography* – OCT) oraz angiografia OCT (ang. *optical coherence tomography angiography* – OCTA), umożliwił ilościową ocenę struktury i gęstości naczyń siatkówki, poszerzając ich potencjalne zastosowanie kliniczne [3,6].

Celem niniejszej pracy jest przegląd aktualnych danych dotyczących chorób naczyń siatkówki – retinopatii nadciśnieniowej, retinopatii cukrzycowej oraz okluzji tętniczych i żylnych – jako markerów chorób sercowo-naczyniowych u osób starszych, ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia nowoczesnych technik obrazowania w praktyce geriatrycznej.

Mikroangiopatia i starzenie naczyń w populacji geriatrycznej

Starzenie się układu naczyniowego wiąże się z postępującymi zmianami strukturalnymi i czynnościowymi obejmującymi zarówno duże tętnice, jak i mikrokrążenie [2,4]. U osób w wieku podeszłym obserwuje się pogrubienie ścian naczyń, zmniejszenie

ich elastyczności, dysfunkcję śródbłonna oraz upośledzenie autoregulacji przepływu krwi [4]. Zmiany te nasilają się w obecności chorób przewlekłych, takich jak nadciśnienie tętnicze i cukrzyca, które szczególnie często współistnieją w populacji geriatrycznej [3].

Mikroangiopatia stanowi wspólny mechanizm patofizjologiczny wielu chorób narządowych u osób starszych, w tym chorób serca, mózgu, nerek oraz siatkówki [1-3]. Ze względu na podobieństwa embriologiczne i strukturalne naczyń siatkówki oraz naczyń mózgowych i wieńcowych, zmiany obserwowane w obrębie siatkówki mogą odzwierciedlać stopień uszkodzenia mikrokrążenia w innych narządach [5].

Badania oparte na obrazowaniu siatkówki wykazały, że parametry takie jak średnica naczyń, ich krętość, gęstość sieci kapilarnej oraz wielkość strefy beznaczyniowej (ang. *foveal avascular zone* – FAZ) ulegają zmianom w przebiegu chorób sercowo-naczyniowych i metabolicznych [3,4]. Z tego względu siatkówka jest coraz częściej postrzegana jako „okno naczyniowe” umożliwiające ocenę procesów starzenia się układu krążenia [2-4].

Retinopatia nadciśnieniowa jako marker chorób sercowo-naczyniowych

Nadciśnienie tętnicze jest jednym z najczęstszych schorzeń przewlekłych u osób starszych i jednym z głównych czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych [3]. Przewlekłe podwyższone ciśnienie tętnicze prowadzi do uszkodzenia ścian naczyń, szczególnie w obrębie mikrokrążenia, czego klinicznym wykładnikiem są zmiany w naczyniach siatkówki [4,7].

Retinopatia nadciśnieniowa obejmuje charakterystyczne zmiany, takie jak zwężenie tętniczek, ich stwardnienie, objawy skrzyżowania tętniczo-żylnego oraz, w bardziej zaawansowanych stadiach, wysięki i krwotoki [4,5]. Zmiany te odzwierciedlają stopień uogólnionego uszkodzenia mikrokrążenia i są związane z ryzykiem powikłań sercowo-naczyniowych [2].

Dane wskazują, że obecność i nasilenie zmian siatkówkowych u osób z nadciśnieniem korelują z ryzykiem udaru mózgu, choroby wieńcowej oraz niewydolności serca [4,5]. U osób starszych, u których klasyczne objawy

chorób sercowo-naczyniowych mogą być nietypowe lub skąpoobjawowe, ocena naczyń siatkówki może dostarczać dodatkowych informacji prognostycznych [1,5].

Retinopatia cukrzycowa a ryzyko zdarzeń sercowo-naczyniowych

Cukrzyca typu 2 jest chorobą szczególnie często występującą w populacji geriatrycznej i istotnie zwiększa ryzyko chorób sercowo-naczyniowych [3]. Retinopatia cukrzycowa stanowi jedno z najczęstszych powikłań mikroangiopatycznych cukrzycy i jest dobrze udokumentowanym markerem uogólnionego uszkodzenia naczyń [3,6,8].

Badania wskazują, że obecność retinopatii cukrzycowej, nawet w postaciach niezagrożających utracie wzroku (ang. *non-vision-threatening diabetic retinopathy*), wiąże się ze zwiększonym ryzykiem zdarzeń sercowo-naczyniowych, takich jak zawał serca i udar mózgu [6,9,10]. Zależność ta wynika ze wspólnych mechanizmów patofizjologicznych, obejmujących dysfunkcję śródbłonna, stres oksydacyjny oraz przewlekły stan zapalny [6,8,9,11,12].

Zastosowanie nowoczesnych metod analizy obrazu siatkówki, w tym technik opartych na sztucznej inteligencji, pozwala na identyfikację subtelnych zmian w mikroarchitekturze naczyń, które są związane z nasileniem retinopatii oraz ryzykiem powikłań sercowo-naczyniowych [5,6]. Wykazano, że znaczna część informacji diagnostycznej dotyczącej stopnia retinopatii cukrzycowej jest zawarta w samej strukturze naczyń siatkówki, niezależnie od obecności klasycznych zmian pozanaczyniowych [6,9].

Okluzje naczyń siatkówki jako ekwiwalent zdarzeń naczyniowych

Okluzje naczyń siatkówki, zarówno żyłne (ang. *retinal vein occlusion* – RVO), jak i tętnicze (RAO – *retinal artery occlusion*), są schorzeniami, których częstość występowania wzrasta wraz z wiekiem [5,13]. Szczególnie okluzje żyłne siatkówki są jednymi z najczęstszych chorób naczyniowych oka u osób starszych [1].

Duże badanie populacyjne przeprowadzone w grupie osób w wieku ≥ 70 lat wykazało, że u pacjentów z okluzją żylną siatkówki (RVO) istotnie częściej współistniały: nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, dyslipidemia, przewlekła choroba nerek oraz choroby mózgowo-naczyniowe, już przed rozpoznaniem RVO [1,13,14]. Ponadto, po rozpoznaniu RVO obserwowano zwiększone ryzyko wystąpienia dużych zdarzeń sercowo-

-naczyniowych (MACE – *major adverse cardiovascular events*), w tym zawału serca i udaru mózgu [1,5,13,14].

W populacji geriatrycznej szczególne znaczenie ma fakt, że centralna okluzja żyły siatkówki (ang. *central retinal vein occlusion* – CRVO) wiązała się ze zwiększoną śmiertelnością całkowitą, czego nie obserwowano w przypadku okluzji gałęzi żyły siatkówki (ang. *branch retinal vein occlusion* – BRVO) [1,13,14]. Dane te sugerują, że RVO, zwłaszcza w postaci centralnej, może być traktowana jako marker zaawansowanej choroby naczyniowej i sygnał konieczności intensywnej oceny kardiologicznej i angiologicznej u osób starszych [14].

OCT i OCTA jako „okno” na układ naczyniowy: znaczenie w ocenie ryzyka sercowo-naczyniowego

Rozwój optycznej koherentnej tomografii oraz angiografii OCT umożliwił szczegółową ocenę struktury i gęstości naczyń siatkówki bez konieczności stosowania kontrastu [2,15,16]. Metody te pozwalają na analizę poszczególnych spłotów naczyniowych oraz ilościowe pomiary gęstości naczyń i wielkości FAZ [3,15,16].

Badania przeprowadzone w grupie pacjentów z podejrzeniem choroby wieńcowej wykazały istotne różnice w gęstości naczyń spłotu powierzchniowego siatkówki pomiędzy osobami z potwierdzoną chorobą wieńcową a grupą kontrolną, pomimo porównywalnego obciążenia klasycznymi czynnikami ryzyka sercowo-naczyniowego [3]. Wyniki te sugerują, że zmiany mikrokrążenia siatkówki mogą odzwierciedlać obecność choroby wieńcowej niezależnie od klasycznych parametrów klinicznych [3].

OCT i OCTA stanowią szczególnie atrakcyjne narzędzia w populacji geriatrycznej ze względu na ich nieinwazyjny charakter, krótki czas badania oraz możliwość powtarzalnych pomiarów, co może mieć znaczenie w monitorowaniu postępu chorób przewlekłych [3,16].

Znaczenie interdyscyplinarne w opiece nad pacjentem w wieku podeszłym

Dane przedstawione w niniejszym przeglądzie wskazują, że choroby naczyń siatkówki mogą dostarczać istotnych informacji na temat ogólnego stanu układu sercowo-naczyniowego u osób starszych. W populacji geriatrycznej, w której objawy chorób serca i naczyń często są nietypowe, a współchorobowość stanowi regułę, wykorzystanie badań okulistycznych jako elementu oceny ryzyka może mieć szczególną wartość [1,3].

Współpraca pomiędzy geriatrami, okulistami, kardiologami i angiologami może umożliwić wcześniejszą identyfikację pacjentów wysokiego ryzyka oraz wdrożenie działań profilaktycznych i terapeutycznych [1,5].

Wnioski

Dostępne dane wskazują, że zmiany w naczyniach siatkówki mogą stanowić użyteczny marker procesów mikroangiopatycznych towarzyszących chorobom sercowo-naczyniowym u osób w wieku podeszłym. Retinopatia nadciśnieniowa i cukrzycowa odzwierciedlają stopień uogólnionego uszkodzenia mikrokrążenia i wiążą się ze zwiększonym ryzykiem zdarzeń sercowo-naczyniowych, natomiast okluzje naczyń siatkówki, zwłaszcza w postaci centralnej, mogą sygnalizować zaawansowaną chorobę naczyniową wymagającą pogłębionej diagnostyki internistycznej. Rozwój nowoczesnych technik obrazowania, takich jak OCT i OCTA, umożliwia nieinwazyjną i powtarzalną ocenę mikrokrążenia siatkówki, w tym ilościową analizę gęstości naczyń oraz parametrów strefy beznaczyniowej, co może mieć szczególne znaczenie w populacji geriatrycz-

nej. W kontekście wielochorobowości i często atypowej prezentacji klinicznej chorób sercowo-naczyniowych u osób starszych, ocena zmian siatkówkowych może stanowić uzupełniające źródło informacji w ocenie ryzyka sercowo-naczyniowego. Konieczne są jednak dalsze badania prospektywne, które pozwolą określić miejsce biomarkerów siatkówkowych i nowoczesnego obrazowania w algorytmach diagnostycznych oraz ich potencjalny wpływ na decyzje kliniczne i rokowanie pacjentów w wieku podeszłym.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Adam Szymczak

Szpital Wojewódzki w Poznaniu – Filia nr 1 Wielkopolskie Centrum Specjalistyczne

ul. Juraszów 7/19, 60-479 Poznań

☎ (+48 61) 821 24 89

💻 a.szymczak2499@gmail.com

Piśmiennictwo/References

- Shih CH, Ou SY, Shih CJ i wsp.: Bidirectional association between the risk of comorbidities and the diagnosis of retinal vein occlusion in an elderly population: a nationwide population-based study. *PLoS One* 2015; 10(1):e0116938.
- Tan WT, Yao X, Le TT i wsp.: The new era of retinal imaging in hypertensive patients. *Asia Pac J Ophthalmol* 2022; 11:149–159.
- Więckiel-Lisowska K, Wojciechowska A, Wierucki Ł i wsp.: Excess prevalence of chronic diseases in elderly people with diabetes and non-diabetics in Poland. *PLoS One* 2025; 20(5):e0319242.
- Cheung CY, Ikram MK, Sabanayagam C, Wong TY: Retinal microvasculature as a model to study the manifestations of hypertension. *Hypertension* 2012; 60(5):1094–1103.
- Rim TH, Teo AWJ, Yang HHS i wsp.: Retinal vascular signs and cerebrovascular diseases. *J Neuroophthalmol* 2020; 40(1):44–59.
- Yu X, Zhang Y, Li M i wsp.: Diabetic retinopathy as a predictor of cardiovascular disease. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2023; 16:4247–4261.
- Lee WH, Park JH, Won Y i wsp.: Retinal microvascular change in hypertension as measured by optical coherence tomography angiography. *Sci Rep* 2019; 9:156.
- An Y, Xu BT, Wan SR i wsp.: The role of oxidative stress in diabetes mellitus-induced vascular endothelial dysfunction. *Cardiovasc Diabetol* 2023; 22:237.
- Rodríguez ML, Pérez S, Mena-Mollá S i wsp.: Oxidative stress and microvascular alterations in diabetic retinopathy: future therapies. *Oxid Med Cell Longev* 2019; 2019:4940825.
- Forrester JV, Kuffova L, Delibegovic M: The role of inflammation in diabetic retinopathy. *Front Immunol* 2020; 11:583687.
- Gui F, You Z, Fu S i wsp.: Endothelial dysfunction in diabetic retinopathy. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2020; 11:591.
- Andrés-Blasco I, Gallego-Martínez A, Machado X i wsp.: Oxidative stress, inflammatory, angiogenic, and apoptotic molecules in proliferative diabetic retinopathy and diabetic macular edema patients. *Int J Mol Sci* 2023; 24(9):8227.
- Chen YY, Sheu SJ, Hu HY, Chu D, Chou P: Association between retinal vein occlusion and an increased risk of acute myocardial infarction: a nationwide population-based follow-up study. *PLoS One* 2017; 12(9):e0184016.
- Chen KY, Chan HC, Chan CM: Is retinal vein occlusion highly associated with an increased risk of myocardial infarction? A systematic review and meta-analysis. *Int J Retina Vitreous* 2024; 10:86.
- Chu Z, Lin J, Gao C i wsp.: Quantitative assessment of the retinal microvasculature using optical coherence tomography angiography. *J Biomed Opt* 2016; 21(6):066008.
- Bathon JM, Centola M, Liu X i wsp.: Identification of novel biomarkers for the prediction of subclinical coronary artery atherosclerosis in patients with rheumatoid arthritis: an exploratory analysis. *Arthritis Res Ther* 2023; 25(1):213.