

lek. Michał Pruc

**ANALIZA PRZYDATNOŚCI DIAGNOSTYCZNEJ
I PREDYKCYJNEJ WYBRANYCH BIOMARKERÓW
W ODNIESIENIU DO PACJENTÓW
Z OSTRYMI ZESPOŁAMI WIEŃCOWYMI**

**Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki medyczne – Streszczenie w j. polskim**

Promotor: prof. dr hab. Łukasz Szarpak

Promotor pomocniczy: dr n. med. Krzysztof Kurek

Miejsce wykonywania pracy: Dział Badań Naukowych i Rozwoju, Grupa LUX MED



**Obrona rozprawy doktorskiej przed Radą Dyscypliny Nauk Medycznych
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego**

Warszawa 2025 r.

Wstęp

Ostre zespoły wieńcowe (OZW) pozostają jedną z głównych przyczyn zachorowalności i śmiertelności na świecie, stanowiąc istotne wyzwanie diagnostyczne i terapeutyczne. Skuteczna diagnostyka oraz precyzyjna stratyfikacja ryzyka pacjentów z podejrzeniem OZW mają kluczowe znaczenie dla optymalizacji strategii leczenia i poprawy rokowania. Obecnie jedną z podstawowych składowych diagnostyki poza objawami klinicznymi oraz elektrokardiografią (EKG) OZW pozostają biomarkery sercowe, w szczególności troponiny sercowe (cTn), które stanowią złoty standard w identyfikacji uszkodzenia mięśnia sercowego. Niemniej jednak, ze względu na heterogenność populacji pacjentów oraz złożoność mechanizmów patofizjologicznych leżących u podstaw OZW, konieczne jest poszukiwanie dodatkowych biomarkerów o potencjale diagnostycznym i prognostycznym.

W ostatnich latach liczne badania wskazały na istotną rolę parametrów zapalnych, hematologicznych oraz wskaźników metabolicznych w ocenie pacjentów z OZW. Biomarkery takie jak współczynnik neutrofilii do limfocytów (NLR), współczynnik płytek do limfocytów (PLR), współczynniki oparte na płytkach, stosunek monocytów do cholesterolu HDL (MHR), cystatyna C (CysC), galektyna-3, rozpuszczalny receptor aktywatora plazminogenu typu urokinazy (suPAR) oraz endokan (ESM-1) mogą dostarczyć cennych informacji na temat procesów zapalnych, dysfunkcji śródbłonna, mechanizmów krzepnięcia oraz destabilizacji blaszki miażdżycowej. Integracja tych parametrów z klasycznymi markerami sercowymi może zwiększyć czułość i swoistość diagnostyczną, a także poprawić predykcję powikłań sercowo-naczyniowych, takich jak ponowny zawał serca, niewydolność serca czy śmiertelność.

Cel pracy

Ocena wartości diagnostycznej i prognostycznej wybranych biomarkerów w ostrych zespołach wieńcowych (OZW) oraz ich potencjalnego zastosowania w stratyfikacji ryzyka pacjentów, optymalizacji strategii leczenia i przewidywaniu powikłań sercowo-naczyniowych.

Materiał i metody

Niniejszy cykl monotematycznych publikacji obejmuje jedno badanie retrospektywne oraz siedem systematycznych przeglądów literatury z meta-analizami, koncentrujących się na diagnostyczne i prognostycznej roli różnych biomarkerów w ostrych zespołach wieńcowych (OZW).

Celem pierwszej pracy była ocena diagnostycznej i prognostycznej wartości współczynnika neutrofilii do limfocytów (NLR) u pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi. W tym celu przeprowadzono systematyczny przegląd literatury z meta-analizą, zgodnie z wytycznymi PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Przeszukano bazy danych: PubMed Central, Medline, Scopus, EMBASE oraz Cochrane Central. Protokół badawczy został wcześniej zaakceptowany przez wszystkich autorów i zarejestrowany w międzynarodowej bazie PROSPERO (CRD42023468529). Do analizy włączono wyłącznie artykuły opublikowane w języku angielskim w recenzowanych czasopismach, natomiast wykluczono publikacje w innych językach oraz prace o charakterze edytoriale, listów do redakcji, opisów przypadków, badań dotyczących populacji pediatrycznej, przeglądów narracyjnych oraz materiałów konferencyjnych. W wyniku przeszukiwania baz danych zidentyfikowano 1148 potencjalnych referencji. Po procesie selekcji do ostatecznej analizy włączono 90 artykułów obejmujących łącznie 45 990 pacjentów.

Kolejna analiza koncentrowała się na ocenie wartości prognostycznej współczynnika płytek do limfocytów (PLR) u pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi (OZW). Podobnie jak w pierwszym badaniu, przeprowadzono systematyczny przegląd literatury z meta-analizą, a jego protokół został prospektywnie zarejestrowany w bazie PROSPERO (CRD42023447572). Strategia wyszukiwania obejmowała te same bazy danych – PubMed Central, Medline, Scopus, EMBASE oraz

Cochrane Central – z dodatkowym uwzględnieniem Google Scholar. Do analizy włączono wyłącznie artykuły opublikowane w języku angielskim, które porównywały wartości PLR u pacjentów z OZW, przy czym kryteria wykluczenia pozostawały identyczne jak w poprzednim badaniu. W wyniku przeszukiwania baz danych zidentyfikowano 2236 artykułów. Po eliminacji duplikatów oraz selekcji na podstawie tytułów i abstraktów, a następnie pełnej oceny wybranych publikacji, do ostatecznej analizy włączono 19 artykułów.

Trzecie badanie miało charakter retrospektywny i zostało przeprowadzone w celu oceny przydatności wskaźników pochodzenia płytkowego w różnicowaniu pacjentów z ostrym zespołem wieńcowym, klasyfikowanych do grup STEMI i NSTEMI. Analizie poddano pacjentów hospitalizowanych na Oddziale Kardiologii i Chorób Wewnętrznych Uniwersyteckiego Szpitala nr 1 w Bydgoszczy w okresie od 1 września do 21 grudnia 2023 roku. Dane kliniczne oraz laboratoryjne uzyskano retrospektywnie na podstawie elektronicznej dokumentacji medycznej. Do badania włączono 65 pacjentów, spośród których 25 spełniało kryteria STEMI, a 40 zakwalifikowano do grupy NSTEMI. Aby określić zdolność diagnostyczną wybranych wskaźników w różnicowaniu STEMI i NSTEMI, przeprowadzono analizę krzywych ROC (Receiver Operating Characteristic). Wartość pola pod krzywą (AUC) obliczono dla każdego wskaźnika, a optymalne wartości odcięcia określono na podstawie indeksu Youdena, co umożliwiło oszacowanie ich czułości i swoistości.

Czwarta analiza koncentrowała się na ocenie wartości prognostycznej wskaźnika monocytów do lipoprotein o wysokiej gęstości (MHR) u pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi (OZW). W tym celu przeprowadzono systematyczny przegląd literatury z meta-analizą, zgodnie z wytycznymi PRISMA, a protokół badania został prospektywnie zarejestrowany w bazie PROSPERO (CRD42023480204). W celu identyfikacji badań dotyczących związku MHR z rokowaniem pacjentów z OZW przeanalizowano publikacje indeksowane w bazach PubMed, EMBASE, Scopus, Web of Science oraz Cochrane Library. Strategia wyszukiwania została zaprojektowana tak, aby uwzględnić szeroki zakres synonimów i terminów kluczowych związanych zarówno z MHR, jak i OZW, co pozwoliło na uzyskanie możliwie najbardziej kompleksowego zbioru danych. Po eliminacji duplikatów oraz wstępnej selekcji na podstawie tytułów i abstraktów, do pełnej analizy włączono 11 badań obejmujących łącznie 7421 pacjentów.

Piąta analiza koncentrowała się na ocenie wartości diagnostycznej i prognostycznej cystatyny C (CysC) u pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi (OZW). W tym celu przeprowadzono systematyczny przegląd literatury z meta-analizą, zgodnie z wytycznymi PRISMA, a protokół badania został prospektywnie zarejestrowany w bazie PROSPERO (CRD42024575092). Aby ocenić przydatność cystatyny C jako markera diagnostycznego i prognostycznego w populacji pacjentów z OZW, przeprowadzono kompleksowe wyszukiwanie literatury w bazach PubMed, Web of Science, Cochrane Library oraz Embase. Strategia wyszukiwania została starannie opracowana, aby uwzględnić szeroki zakres synonimów i terminów kluczowych związanych zarówno z cystatyną C, jak i różnymi postaciami OZW, w tym STEMI, NSTEMI oraz UAP. Wyszukiwanie ograniczono do artykułów opublikowanych do 1 sierpnia 2024 roku i obejmowało wyłącznie publikacje w języku angielskim. Po eliminacji duplikatów oraz wstępnej selekcji na podstawie tytułów i abstraktów do pełnej analizy zakwalifikowano 59 badań, obejmujących łącznie 43 189 pacjentów. Kryteria włączenia obejmowały badania kohortowe oraz case-control, w których analizowano stężenie cystatyny C w odniesieniu do wyników klinicznych pacjentów z OZW.

Szósta analiza, również przeprowadzona w formie systematycznego przeglądu literatury z meta-analizą, koncentrowała się na szczegółowej ocenie wartości diagnostycznej i prognostycznej cystatyny C (CysC) u pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi. Cystatyna C, jako biomarker zaangażowany w procesy zapalne, stres oksydacyjny i dysfunkcję śródbłonna, budzi coraz większe zainteresowanie jako potencjalny wskaźnik prognostyczny w kardiologii. Podobnie jak w poprzednich analizach, badanie przeprowadzono zgodnie z wytycznymi PRISMA, a jego protokół został prospektywnie zarejestrowany w bazie PROSPERO (CRD42024575092). Przegląd literatury

obejmował bazy PubMed, Web of Science, Cochrane Library oraz Embase, a strategia wyszukiwania została zoptymalizowana pod kątem uwzględnienia szerokiego spektrum synonimów i terminów związanych z CysC i OZW (STEMI, NSTEMI, UAP). Po usunięciu duplikatów oraz wstępnej selekcji na podstawie tytułów i abstraktów do pełnej analizy włączono 59 badań, obejmujących łącznie 43 189 pacjentów. Kryteria włączenia obejmowały badania kohortowe oraz case-control, w których analizowano poziom cystatyny C w kontekście wyników klinicznych pacjentów z OZW. Uwzględniono wyłącznie badania dostarczające szczegółowych danych na temat stężenia CysC oraz jego związku z rokowaniem pacjentów, w tym z powikłaniami sercowo-naczyniowymi, takimi jak śmiertelność, ponowny zawał serca, niewydolność serca oraz konieczność ponownej rewaskularyzacji.

Siódma analiza koncentrowała się na ocenie wartości diagnostycznej rozpuszczalnego receptora aktywatora plazminogenu typu urokinazy (suPAR) jako biomarkera ostrych zespołów wieńcowych. Współczesna medycyna dąży do identyfikacji nowych biomarkerów o wysokiej wartości prognostycznej i diagnostycznej, które mogłyby usprawnić wczesne rozpoznanie OZW oraz stratyfikację ryzyka u pacjentów hospitalizowanych z podejrzeniem zawału serca. suPAR, jako marker aktywacji układu immunologicznego oraz stanu zapalnego, budzi rosnące zainteresowanie w kontekście jego potencjalnej roli w chorobach sercowo-naczyniowych. Podobnie jak w poprzednich meta-analizach, badanie przeprowadzono zgodnie z wytycznymi PRISMA, a jego protokół został prospektywnie zarejestrowany w bazie PROSPERO (CRD42023431413). W celu kompleksowej oceny przydatności suPAR jako markera diagnostycznego w OZW przeprowadzono systematyczne wyszukiwanie literatury w bazach Web of Science, PubMed, Scopus oraz Cochrane Central Register of Controlled Trials. Dodatkowo, w celu zwiększenia kompletności przeglądu, przeanalizowano wyniki z Google Scholar oraz ręcznie przeszukano listy referencyjne wybranych publikacji. Strategia wyszukiwania obejmowała szeroki zakres synonimów i terminów kluczowych związanych zarówno z suPAR, jak i różnymi postaciami OZW, w tym STEMI, NSTEMI oraz niestabilną dławicą piersiową (UA). Po eliminacji duplikatów oraz selekcji na podstawie tytułów i abstraktów, do pełnej analizy zakwalifikowano pięć badań obejmujących łącznie 3417 pacjentów. Kryteria włączenia obejmowały badania kohortowe i case-control, w których porównywano poziomy suPAR u pacjentów z OZW oraz w grupach kontrolnych. Uwzględniono wyłącznie publikacje dostarczające szczegółowych danych dotyczących stężeń suPAR oraz jego związku z wynikami klinicznymi pacjentów, a także badania raportujące zależność suPAR z powikłaniami sercowo-naczyniowymi, takimi jak śmiertelność, ponowny zawał serca oraz niewydolność serca.

Ósma i ostatnia publikacja oceniała wartość diagnostyczną i prognostyczną endokanu (ESM-1) u pacjentów z OZW. Jako marker dysfunkcji śródbłonna i procesów zapalnych, endokan budzi rosnące zainteresowanie w kontekście progresji zawału mięśnia sercowego i oceny ryzyka pacjentów. Podobnie jak w poprzednich metaanalizach, badanie przeprowadzono zgodnie z wytycznymi PRISMA, a jego protokół zarejestrowano w bazie PROSPERO (CRD42024575085). W systematycznym przeglądzie uwzględniono publikacje indeksowane w PubMed, Scopus, Embase i Cochrane Library, koncentrując się na endokanie w różnych postaciach OZW (STEMI, NSTEMI, niestabilna dławica piersiowa). Po selekcji literatury do ostatecznej analizy zakwalifikowano cztery badania obejmujące 741 pacjentów. Wyniki wskazują, że endokan może odgrywać istotną rolę w mechanizmach destabilizacji blaszki miażdżycowej i prognozowaniu OZW, co wymaga dalszych badań klinicznych.

Wyniki

W pierwszym badaniu, mającym na celu ocenę wartości diagnostycznej i prognostycznej wskaźnika NLR w kontekście OZW, wykazano istotne różnice w jego poziomach. Stężenie NLR było wyraźnie wyższe u pacjentów z zawałem mięśnia sercowego z uniesieniem odcinka ST (STEMI) w porównaniu do chorych bez uniesienia odcinka ST (NSTEMI) ($4,94 \pm 3,24$ vs. $3,24 \pm 2,74$). Podobną tendencję

zaobserwowano w grupie pacjentów z ostrym zawałem mięśnia sercowego (AMI), gdzie wartości NLR przewyższały te odnotowane u osób z niestabilną dławicą piersiową ($4,47 \pm 3,43$ vs. $2,97 \pm 1,58$). Również wśród pacjentów z OZW wskaźnik NLR był istotnie wyższy w porównaniu do chorych ze stabilną dławicą piersiową (SAP) ($5,45 \pm 4,28$ vs. $2,46 \pm 2,15$) oraz osób z grupy kontrolnej ($5,31 \pm 4,01$ vs. $2,46 \pm 2,45$). Ponadto wykazano istotną korelację między poziomem NLR a śmiertelnością w OZW – pacjenci, którzy przeżyli, mieli istotnie niższe wartości wskaźnika w porównaniu do tych, którzy zmarli ($3,67 \pm 2,72$ vs. $5,56 \pm 3,93$). Analiza podgrup wykazała również, że wśród pacjentów ze STEMI osoby, które przeżyły, miały niższy wskaźnik NLR niż te, które zmarły ($4,28 \pm 3,24$ vs. $6,79 \pm 3,98$). Podobną zależność zaobserwowano w kontekście poważnych incydentów sercowo-naczyniowych (MACE). Pacjenci z OZW, u których wystąpiły MACE, mieli wyższy wskaźnik NLR w porównaniu do osób bez takich zdarzeń ($6,29 \pm 4,89$ vs. $3,82 \pm 4,12$). W grupie chorych na STEMI pacjenci, u których doszło do MACE, również charakteryzowali się istotnie wyższymi wartościami NLR w porównaniu do tych, u których nie odnotowano powikłań ($6,99 \pm 5,27$ vs. $4,99 \pm 4,12$).

W drugim badaniu, oceniającym potencjalną rolę prognostyczną wskaźnika stosunku płytek do limfocytów (PLR) u pacjentów z podejrzeniem OZW, wykazano, że wartości PLR były istotnie wyższe u pacjentów, u których wystąpiły poważne incydenty sercowo-naczyniowe ($164,0 \pm 68,6$) w porównaniu do osób bez takich zdarzeń ($115,3 \pm 36,9$; MD = 40,14; 95% CI: 22,76–57,52; $p < 0,001$). Przeprowadzona analiza wykazała również, że u pacjentów z ostrym zawałem mięśnia sercowego (AMI), którzy zmarli, wartość PLR była istotnie wyższa ($183,3 \pm 30,3$) niż u osób, które przeżyły ($126,2 \pm 16,8$; MD = 39,07; 95% CI: 13,30–64,84; $p = 0,003$). Podobną tendencję zaobserwowano w porównaniu pacjentów z OZW do grupy kontrolnej, gdzie średnie stężenie PLR było istotnie wyższe w grupie OZW ($168,2 \pm 81,1$ vs. $131,9 \pm 37,7$; MD = 39,01; 95% CI: 2,81–75,21; $p = 0,03$). Analiza podgrup wykazała również różnice w poziomach PLR między pacjentami z STEMI a NSTEMI, jednak różnica ta nie osiągnęła istotności statystycznej ($165,5 \pm 92,7$ vs. $159,5 \pm 87,8$; MD = 5,98; 95% CI: –15,09–27,04; $p = 0,58$). Podobnie, porównanie wartości PLR pomiędzy pacjentami z zawałem mięśnia sercowego (MI) a osobami z niestabilną dławicą piersiową (UAP) wskazywało na wyższe wartości PLR w grupie MI ($162,4 \pm 90,0$ vs. $128,2 \pm 64,9$), jednak różnica ta również nie była statystycznie istotna (MD = 18,28; 95% CI: –8,16–44,71; $p = 0,18$).

Trzecie badanie wykazało, że liczba leukocytów (WBC) charakteryzowała się najwyższą mocą dyskryminacyjną (AUC: 0,78) przy wartości progowej 10,56, z czułością wynoszącą 84% i swoistością na poziomie 80%. Stwierdzono silną korelację pomiędzy stężeniem cholesterolu LDL (LDL-C) a całkowitym cholesterolem ($r = 0,96$) oraz między poziomem hemoglobiny a hematokrytem ($r = 0,95$). Umiarkowane zależności zaobserwowano między liczbą leukocytów (WBC) a liczbą płytek krwi (PLT) ($r = 0,52$) oraz pomiędzy PLT a wskaźnikiem stosunku płytek do leukocytów (PLT-to-WBC) ($r = 0,38$). Natomiast stosunek płytek do całkowitego cholesterolu (PLT-to-total cholesterol) wykazywał ujemną korelację ze stężeniem cholesterolu ($r = -0,63$), podobnie jak hemoglobina z wskaźnikiem stosunku płytek do hemoglobiny (PLT-to-hemoglobin) ($r = -0,34$). Dodatkowo, stosunek płytek do hematokrytu (PLT-to-hematocrit) charakteryzował się umiarkowaną mocą dyskryminacyjną (AUC: 0,60) zrównoważoną pod względem czułości (48%) i swoistości (80%).

W badaniu czwartym niższe wartości wskaźnika stosunku monocytów do HDL (MHR) w porównaniu do wysokich wartości MHR były istotnie statystycznie związane z niższą śmiertelnością wewnątrzzpitalną (0,9% vs. 5,5%; $P < 0,001$), śmiertelnością po 3 miesiącach (4,4% vs. 11,2%; $P = 0,02$), po 6 miesiącach (4,0% vs. 10,2%; $P = 0,03$), po roku (4,2% vs. 10,2%; $P < 0,001$), a także w długoterminowej obserwacji (7,5% vs. 13,7%; $P < 0,001$).

W badaniu piątym oceniającym wartość diagnostyczną i prognostyczną cystatyny C (CysC) u pacjentów z OZW, stężenia CysC były istotnie wyższe u pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi w porównaniu do grupy kontrolnej (MD = 0,36; $p < 0,001$) oraz u chorych z ostrym zawałem mięśnia sercowego (AMI) w porównaniu do pacjentów z niestabilną dławicą piersiową (MD = 0,18; $p < 0,001$). Nie stwierdzono istotnych różnic w poziomach CysC pomiędzy pacjentami ze STEMI i

NSTEMI. Pacjenci, u których wystąpiły poważne incydenty sercowo-naczyniowe (MACE), mieli wyższe stężenia CysC w porównaniu do osób bez takich zdarzeń (MD = 0,25; $p < 0,001$). Ponadto, osoby, które przeżyły hospitalizację, charakteryzowały się niższymi wartościami CysC niż pacjenci, którzy zmarli (MD = -0,25; $p < 0,001$). Podwyższone stężenia CysC były związane ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia MACE, zgonu sercowego, całkowitej śmiertelności, ponownego zawału mięśnia sercowego oraz udaru, zarówno w trakcie hospitalizacji, jak i w długoterminowej obserwacji.

W badaniu szóstym stężenia galektyny-3 (Gal-3) były istotnie wyższe w grupie pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi w porównaniu do grupy kontrolnej ($12,84 \pm 8,48$ ng/mL vs. $7,23 \pm 6,05$ ng/mL; MD = 3,89; 95% CI: 2,83–4,95; $p < 0,001$). Również w porównaniu pacjentów z ostrym zawałem mięśnia sercowego do grupy kontrolnej wartości Gal-3 były znacząco podwyższone ($10,09 \pm 8,16$ vs. $4,64 \pm 3,07$ ng/mL; MD = 4,30; 95% CI: 0,41–8,18; $p < 0,001$). Analiza statystyczna wykazała również istotne różnice w poziomach Gal-3 pomiędzy pacjentami ze STEMI a grupą kontrolną ($10,62 \pm 7,34$ vs. $5,54 \pm 2,96$ ng/mL; MD = 5,54; 95% CI: 3,12–7,97; $p < 0,001$). Natomiast nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy pacjentami z NSTEMI a grupą kontrolną ani pomiędzy chorymi ze STEMI i NSTEMI.

Siódme badanie, którego celem była ocena wartości diagnostycznej stężeń rozpuszczalnego receptora dla urokinazowego aktywatora plazminogenu (suPAR) u osób z podejrzeniem ostrych zespołów wieńcowych, wykazało, że średnie stężenie suPAR było istotnie wyższe w grupie pacjentów z OZW w porównaniu do grupy kontrolnej ($3,56 \pm 1,38$ vs. $2,78 \pm 0,54$ ng/mL; różnica średnich: 1,04; 95% przedział ufności: 0,64–1,44; $I^2 = 99\%$; $p < 0,001$).

Ósme badanie, mające na celu ocenę przydatności endokanu jako biomarkera różnicującego poszczególne postacie ostrych zespołów wieńcowych, w tym STEMI, NSTEMI oraz UAP, wykazało, że jego stężenia były podwyższone w grupie pacjentów ze STEMI. Średnia wartość endokanu w tej grupie wynosiła $1,68 (\pm 0,84)$ i była istotnie wyższa w porównaniu do grupy kontrolnej ($1,20 \pm 0,38$; MD = 0,58; 95% CI: 0,10–1,05; $p = 0,02$). U pacjentów z NSTEMI średnie stężenie endokanu wynosiło $1,16 (\pm 0,38)$, co również było nieznacznie wyższe niż w grupie kontrolnej (1,06; MD = 0,17; 95% CI: 0,01–0,33; $p = 0,03$). Jednak analiza łączna nie wykazała istotnych statystycznie różnic w poziomach endokanu pomiędzy pacjentami ze STEMI a osobami z NSTEMI lub UAP, gdzie wartości wynosiły odpowiednio $2,22 (\pm 1,22)$ oraz $2,64 (\pm 1,22)$ (MD = 0,01; 95% CI: -0,20–0,21; $p = 0,95$).

Wnioski

Przeprowadzone badania wskazują na istotną rolę wybranych biomarkerów w diagnostyce i prognozowaniu ostrych zespołów wieńcowych (OZW). Biomarkery zapalne odgrywają kluczową rolę w stratyfikacji ryzyka pacjentów z OZW. Wykazano, że wskaźniki takie jak NLR (stosunek neutrofili do limfocytów), PLR (stosunek płytek do limfocytów) oraz MHR (stosunek monocytów do cholesterolu HDL) są silnie powiązane z rokowaniem. Wyższe wartości tych parametrów korelują ze zwiększonym ryzykiem powikłań sercowo-naczyniowych (MACE) oraz podwyższoną śmiertelnością. Ponadto, wskaźniki płytkowe mogą wspomagać zarówno diagnostykę, jak i prognozowanie OZW. Badania sugerują, że nowe parametry, takie jak stosunek płytek do hematokrytu oraz wskaźniki objętości płytek, mogą być użyteczne w różnicowaniu STEMI i NSTEMI, co może usprawnić proces diagnostyczny. Cystatyna C jest obiecującym biomarkerem oceny ryzyka MACE i niewydolności serca. Jej podwyższone stężenie wiąże się z wyższym ryzykiem zgonu, zawału serca i udaru mózgu u pacjentów z OZW, co sugeruje jej potencjalne zastosowanie w stratyfikacji ryzyka i podejmowaniu decyzji terapeutycznych. Kolejne biomarkery, takie jak galektyna-3 i suPAR, są markerami przewlekłego stanu zapalnego, których poziomy są podwyższone u pacjentów z OZW. Mogą one wspomagać wczesną diagnostykę oraz ocenę ryzyka powikłań, jednak ich rutynowe zastosowanie kliniczne wymaga dalszych badań. Istotnym odkryciem jest również rola endokanu jako biomarkera dysfunkcji śródbłonna. Jego poziomy są wyraźnie wyższe u pacjentów z OZW, zwłaszcza w STEMI, co

sugeruje jego udział w destabilizacji blaszki miażdżycowej i progresji choroby wieńcowej. Mimo że troponiny pozostają złotym standardem w diagnostyce OZW, dodatkowe biomarkery mogą poprawić precyzję stratyfikacji ryzyka, szczególnie u pacjentów z nietypową prezentacją kliniczną lub chorobami współistniejącymi, np. przewlekłą chorobą nerek. Podsumowując, większość analizowanych badań wskazuje na potrzebę standaryzacji wartości progowych biomarkerów oraz opracowania algorytmów integrujących różne parametry w ocenie ryzyka OZW. Dalsze badania powinny obejmować szerokie spektrum pacjentów, co pozwoli na zwiększenie klinicznej użyteczności tych wskaźników i wdrożenie ich do codziennej praktyki medycznej.