

Jan W. Pęksa

Podstawowa Opieka Zdrowotna, Kraków

Specjalistyczna Praktyka Kardiologiczna Jan W. Pęksa, Kraków

Prawidłowy elektrokardiogram – punkt odniesienia przy rozpoznawaniu zaburzeń pracy serca

A normal electrocardiogram – a starting point for determining cardiac disorders

Streszczenie

Elektrokardiografia (EKG) jest jednym z najważniejszych badań wykorzystywanych we współczesnej medycynie. Jest to badanie tanie i powszechnie dostępne w opiece ambulatoryjnej, na oddziałach szpitalnych oraz w warunkach działania zespołów ratownictwa medycznego. Podczas wykonywania zapisu EKG pacjent powinien leżeć spokojnie, bez poruszania kończynami, oraz spokojnie oddychać. Ważne jest, aby znać charakterystykę zapisu EKG u zdrowych pacjentów, w tym pamiętać, jakie są prawidłowe czasy trwania, amplitudy i morfologia rejestrowanych załamek (P, Q, R, S, T) oraz odstępów (PQ, QTc). Dzięki tej wiedzy można łatwo zidentyfikować zjawiska patologiczne występujące w danym zapisie. W pracy omówiono cechy prawidłowego zapisu EKG i dla zobrazowania omawianych zagadnień załączono elektrokardiogramy zdrowych pacjentów.

Słowa kluczowe

elektrokardiogram, elektrokardiografia, diagnostyka kardiologiczna, podstawowa opieka zdrowotna

Abstract

Electrocardiography (ECG) is one of the most important tests used in medicine. It is an inexpensive and widely available test both in outpatient settings, in hospital wards, and within emergency medical teams. During the ECG recording, the patient should lie still, with no movement of the limbs, and should breathe calmly. It is important to know the characteristics of the ECG recording that occurs in healthy patients. It is necessary to remember the normal durations, amplitudes and morphology of specific waves (P, Q, R, S, T) and intervals (PQ, QTc). With this knowledge, pathological phenomena occurring in a given recording can be identified. This paper discusses the features of a normal ECG recording and includes electrocardiograms of young patients.

Key words

electrocardiogram, electrocardiography, cardiology diagnostics, primary care

Wprowadzenie

Elektrokardiografia (EKG) jest jednym z najważniejszych badań wykorzystywanych w diagnostyce medycznej. Jest to procedura tania i powszechnie dostępna w warunkach ambulatoryjnych, na oddziałach szpitalnych oraz bardzo często używana przez zespoły ratownictwa medycznego. Wykonanie EKG pozwala na szybkie postawienie diagnozy wielu schorzeń kardiologicznych, w tym stanów nagłych, takich jak ostre zespoły wieńcowe (*acute coronary syndromes* – ACS) [1–3].

Ważne jest, aby znać charakterystykę zapisu EKG u zdrowych osób. Dzięki temu można łatwo zidentyfikować zjawiska patologiczne i ukierunkować dalsze postępowanie diagnostyczne oraz terapeutyczne [1–3]. W pracy omówiono cechy prawidłowego zapisu EKG, bazując na zaleceniach ekspertów Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Dla zobrazowania omawianych parametrów EKG przedstawiono zapisy wykonane u trójki zdrowych pacjentów.

Dlaczego szybka interpretacja elektrokardiogramu jest ważna?

W wielu sytuacjach klinicznych szybkie wykonanie i interpretacja EKG w warunkach POZ są bardzo ważne. Szczególną grupę pacjentów zgłaszających się do POZ stanowią chorzy z ACS. Interpretacja EKG pozwala wśród pacjentów z bólami w klatce piersiowej szybko różnicować osoby wymagające pilnego przewiezienia do pracowni hemodynamicznej oraz wykonania koronarografii i angioplastyki wieńcowej lub fibrynolizy [pacjenci z zawałem serca z uniesieniem odcinka ST (*ST-elevation myocardial infarction* – STEMI)] od osób niewymagających tak pilnego działania [pacjenci z zawałem serca bez uniesienia odcinka ST (*non-ST-elevation myocardial infarction* – NSTEMI)] lub z niestabilną dławicą piersiową (*unstable angina* – UA)] [4, 5].

W przypadku STEMI na podstawie obrazu klinicznego pacjenta i zapisu EKG podejmowana jest decyzja o wykonaniu pierwotnej angioplastyki wieńcowej (jeśli procedura może zostać przeprowadzona w czasie ≤ 120 min) lub o wykonaniu fibrynolizy (gdy czas, w którym może być wykonana angioplastyka wieńcowa, wynosi > 120 min) [4].

W przypadku NSTEMI wczesna strategia inwazyjna jest zalecana w ciągu 24 godzin od przyjęcia do szpitala, jeśli u pacjenta występuje jakikolwiek czynnik wysokiego ryzyka: 1) dynamiczne lub prawdopodobnie nowe zmiany odcinka ST/T w sąsied-

nich odprowadzeniach, sugerujące utrzymujące się niedokrwienie, 2) przemijające uniesienie odcinka ST, 3) > 140 pkt w skali GRACE (*Global Registry of Acute Coronary Events*) [5].

Poprawna rejestracja elektrokardiogramu

Badanie jest wykonywane za pomocą aparatu do EKG (elektrokardiografu) oraz 10 elektrod umieszczanych na ciele pacjenta:

- 4 elektrody na kończynach – elektroda z prawej ręki oznaczana jest zwyczajowo kolorem czerwonym, z lewej ręki kolorem żółtym, z prawej kończyny dolnej kolorem czarnym (elektroda neutralna, uziemienie), a z lewej kończyny dolnej kolorem zielonym. Zapis z elektrod kończynowych pokazuje, jak impuls elektryczny przebiega w płaszczyźnie czołowej;
- 6 elektrod na klatce piersiowej – elektrody V_1 i V_2 umieszcza się w czwartej przestrzeni międzyżebrowej: elektrodę V_1 po prawej stronie mostka, elektrodę V_2 przy lewym brzegu mostka; elektrodę V_4 umieszcza się po lewej stronie w piątej przestrzeni międzyżebrowej w linii środkowo-obojczykowej; elektrodę V_3 umieszcza się między elektrodami V_2 i V_4 ; elektrodę V_6 umieszcza się w linii pachowej środkowej lewej na wysokości elektrody V_4 ; elektroda V_5 powinna się znajdować między elektrodami V_4 i V_6 . Zapis z elektrod V_1 – V_6 obrazuje rozchodzenie się impulsu elektrycznego w płaszczyźnie poprzecznej (poziomej) [6–8].

W przypadku podejrzenia zawału serca obejmującego ścianę dolną lub niedokrwienia prawej komory używane są odprowadzenia prawokomorowe: V_{R4} – elektroda jest umieszczona po prawej stronie w piątej przestrzeni międzyżebrowej w linii środkowo-obojczykowej (lustrzane odbicie elektrody V_4); V_{R3} – elektrodę umieszcza się pomiędzy elektrodą V_2 i V_{R4} (lustrzane odbicie elektrody V_3) [1, 6].

Podczas wykonywania zapisu EKG pacjent powinien leżeć spokojnie, bez poruszania kończynami, oraz spokojnie oddychać. Badanie EKG jest procedurą nieinwazyjną i bezpieczną. Nie ma bezwzględnych przeciwwskazań do jego wykonania [6–8].

Obliczenie częstości rytmu serca

W celu oceny częstości rytmu serca (*heart rate* – HR) należy w pierwszej kolejności sprawdzić szybkość przesuwu papieru. Domyślnie dla osób dorosłych jest to 25 mm/s. W takim przypadku odstęp między

cienkimi liniami siatki milimetrowej (jedna mała kratka) wynosi 0,04 s (40 ms), natomiast odstęp między grubymi liniami siatki milimetrowej (jedna duża kratka) wynosi 0,2 s (200 ms) [6–8].

Istnieje kilka sposobów obliczania HR. Jeśli rytm jest miarowy, można użyć następujących metod:

- policzyć duże kratki mieszczące się między kolejnymi załamkami R (w odstępie RR). Przy standardowym przesuwie papieru 25 mm/s, jeśli odstęp RR ma szerokość 1 dużej kratki, HR wynosi 300/min. Należy zatem 300 podzielić przez obliczoną liczbę kratek. Jeśli odstęp RR ma szerokość 2 dużych kratek, HR wynosi 150/min, 3 dużych kratek – HR = 100/min; 4 dużych kratek – HR = 75/min; 5 dużych kratek – HR = 60/min; 6 dużych kratek – HR = 50/min. Na rycinie 1 liczba dużych kratek mieszcząca się między kolejnymi załamkami R wynosi 4, więc po podzieleniu 300 przez 4 otrzymujemy HR = 75/min;
- obliczyć czas trwania odstępu RR (w sekundach) i podzielić 60 s przez obliczoną wartość. W przypadku EKG z ryciny 1 należy podzielić 60 s przez 0,8 s. Otrzymujemy HR = 75/min [6–8].

W przypadku niemiarego rytmu serca, występującego np. w migotaniu przedsionków, można opisać HR, używając wartości niższej oraz wyższej stwierdzonej w zapisie EKG. Można także policzyć, ile zespołów QRS mieści się w 6-sekundowym odcinku zapisu i pomnożyć przez 10. Dzięki temu określa się średni HR w danym okresie [6–8].

Jeśli chodzi o woltaż poszczególnych załamek, to najczęściej przyjmowaną cechą jest długość 10 mm odpowiadająca napięciu 1 mV [6].

Określenie osi serca

Oś elektryczna serca jest zazwyczaj określana orientacyjnie na podstawie wzrokowej oceny przeważającego wychylenia zespołów QRS w odpowiednich odprowadzeniach kończynowych (I, aVF i II). Nowoczesne aparaty do wykonywania EKG automatycznie określają oś serca oraz inne parametry, takie jak HR i długości odstępu PQ lub QT. Automatyczne wyliczenia muszą być jednak zawsze weryfikowane przez osobę interpretującą i opisującą EKG [6–10].

W pierwszej kolejności ocenia się zespoły QRS w odprowadzeniach I (oś x koła Cabrery) i aVF (oś y koła Cabrery), a następnie, jeśli jest to potrzebne, w odprowadzeniu II. Wnioski są następujące:

- dodatni wektor zespołu QRS w odprowadzeniu I i w odprowadzeniu aVF – występuje oś nieodchylona (pośrednia): zakres od 0° do +90°;

- dodatni wektor zespołu QRS w odprowadzeniu I i ujemny w odprowadzeniu aVF:
 - » stwierdza się odchylenie osi w lewo (lewogram), gdy wektor zespołu QRS w odprowadzeniu II jest ujemny: zakres od –30° do –90°, lub
 - » stwierdza się oś nieodchyloną (pośrednią), gdy wektor zespołu QRS w odprowadzeniu II jest dodatni: zakres od –0° do –30°;
- ujemny wektor zespołu QRS w odprowadzeniu I i dodatni w odprowadzeniu aVF – stwierdza się odchylenie osi w prawo (prawogram): zakres od +90° do +180°;
- ujemne wektory zespołu QRS w odprowadzeniu I i w odprowadzeniu aVF – występuje oś nieokreślona: zakres od –90° do –180° [6–10].

Elementy elektrokardiogramu

Krzywa zapisu EKG składa się z następujących elementów:

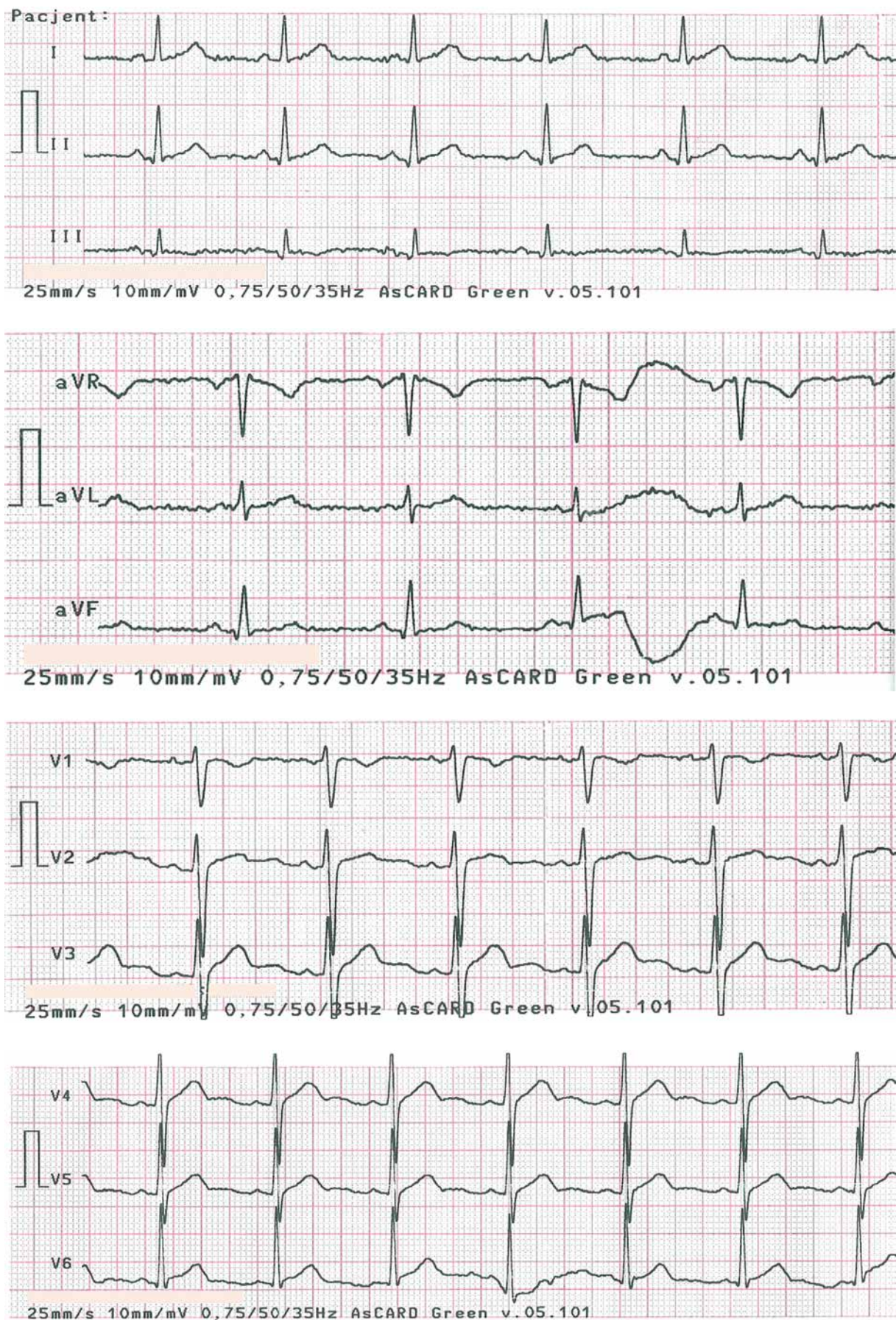
- załamek (wychyleń krzywej EKG w górę lub w dół od linii izoelektrycznej) nazwanych umownie kolejnymi literami alfabetu łacińskiego: P, Q, R, S, T, U;
- odcinków – fragmentów linii izoelektrycznej, które występują między określonymi dwoma załamkami, np. odcinek PQ lub QT;
- odstępu, czyli części zapisu EKG, które zawierają w sobie załamki oraz odcinki, np. odstęp PQ lub QT.

Oprócz tego do opisywania EKG używane są w niektórych sytuacjach litery alfabetu greckiego, np. delta (zazębienie początkowego fragmentu zespołu QRS), epsilon (zazębienie na ramieniu zstępującym załamek r' lub na początku odcinka ST, zaraz za zespołem QRS) [8–12]. Prawidłowe amplitudy, czasy trwania, cechy morfologii określonych załamek i odstępu przedstawiono w tabeli 1.

Prawidłowy elektrokardiogram

Przykładowe zapisy EKG zdrowych pod względem kardiologicznym pacjentów przedstawiono na rycinach 1–3.

Rycina 1 przedstawia zapis EKG wykonany u 33-letniego mężczyzny, który zgłosił się do POZ z powodu nietypowych dolegliwości bólowych w klatce piersiowej (ból nasilający się przy zmianie pozycji ciała, niezwiązany z wysiłkiem fizycznym). Można stwierdzić prawidłowe załamki P, zespoły QRS, załamki T oraz prawidłową progresję załamek R w odprowadzeniach przedsercowych (strefa przejścia w odprowadzeniu V₄). Widoczne są zmieniające



Rycina 1. Zapis EKG wykonany u 33-letniego mężczyzny, który zgłosił się do POZ z powodu nietypowych dolegliwości bólów w klatce piersiowej

Tabela 1. Prawidłowe amplitudy, czasy trwania i morfologia określonych załameków oraz odstępów w elektrokardiografii u osób dorosłych

Załamek lub odstęp	Znaczenie	Czas trwania	Amplituda	Morfologia
załamek P	obrazuje depolaryzację mięśnia przedsionków	prawidłowo < 120 ms, pomiar najczęściej wykonywany w odprowadzeniu II	prawidłowo < 2,5 mm w odprowadzeniach kończynowych, < 3 mm w odprowadzeniach przedsercowych	załamki P dodatnie w odprowadzeniach I, II i aVF oraz ujemne w aVR wskazują na prawidłowy kierunek depolaryzacji przedsionków; są cechą rytmu zatokowego; załamki P wysokie (> 2,5 mm w odprowadzeniach kończynowych, > 3 mm w odprowadzeniach przedsercowych) mogą świadczyć o powiększeniu RA (<i>P pulmonale</i>); załamki P szerokie (> 120 ms), dwugarbne mogą świadczyć o powiększeniu LA (<i>P mitrale</i>)
odstęp PQ	obrazuje czas wędrowania bodźca przez RA, węzeł AV i pęczek Hisa oraz jego odgałęzienia	prawidłowo 120–200 ms*	–	–
QRS	obrazuje depolaryzację mięśnia komór	prawidłowo szerokość QRS to 60–110 ms, pomiar wykonuje się w odprowadzeniu, w którym QRS jest najszerszy; czas trwania załamka Q zawierającego się w QRS powinien być < 30 ms (w odprowadzeniach $V_2-V_3 < 20$ ms)	amplituda załamka Q powinna być mniejsza niż 0,1 mV (1 mm)**; nie dotyczy to odprowadzenia aVR; wysokość załamka R nie powinna przekraczać 1,5 mV (15 mm) w odprowadzeniu I, 1 mV (10 mm) w odprowadzeniu aVL, 1,9 mV (19 mm) w odprowadzeniach II, III i aVF, 2,6 mV (26 mm) w odprowadzeniach V_5-V_6 ; załamek R w odprowadzeniu V_1 jest niski: < 0,6 mV (6 mm), lub może być nieobecny; największa amplituda załamka R jest zwykle w odprowadzeniach V_4-V_5 , trochę mniejsza w V_6 ; załamek S jest najgłębszy w odprowadzeniach V_1 i V_2 , jego amplituda nie powinna przekraczać 2,6 mV (26 mm)	oś elektryczna zespołu QRS najczęściej mieści się w przedziale od -30° do $+90^\circ$ (oś pośrednia); QRS jest dodatni w odprowadzeniu I, dodatni lub rzadziej ujemny w odprowadzeniu II, ujemny w odprowadzeniu aVR, dodatni lub ujemny w odprowadzeniu aVL, dodatni lub ujemny w odprowadzeniach III i aVF; w odprowadzeniach V_1-V_2 zespoły QRS są ujemne, w odprowadzeniach V_4-V_6 zespoły QRS są dodatnie; odprowadzenie V_3 jest najczęściej tzw. strefą przejściową, gdzie następuje wyrównanie amplitudy załameków R i S; w odprowadzeniu V_1 może występować zespół QS; załamek S może być nieobecny w odprowadzeniach V_5-V_6
odstęp QT	łączy czas trwania depolaryzacji i repolaryzacji mięśnia komór	prawidłowo QTc wynosi 350–450 ms u kobiet***, 360–460 ms u mężczyzn***	–	czas trwania zależy od płci oraz od HR – im większa wartość HR, tym krótszy odstęp QT; może mieć różny czas w poszczególnych odprowadzeniach (pomiar wykonuje się w odprowadzeniu z najdłuższym odstępem QT)

Tabela 1. Cd.

Załamek lub odstęp	Znaczenie	Czas trwania	Amplituda	Morfologia
załamek T	obrazuje końcową fazę repolaryzacji mięśnia komór	nie ma jednoznacznie określonej górnej granicy czasu trwania i amplitudy prawidłowych załameków T	–	prawidłowe załamki T są dodatnie w odprowadzeniach I, II i V ₂ –V ₆ , dodatnie lub ujemne w odprowadzeniach III, aVL, aVF, V ₁ i ujemne w odprowadzeniu aVR; załamki T ujemne w odprowadzeniach V ₂ –V ₃ można traktować jako wariant normy, jeśli amplituda T w odprowadzeniu V ₂ jest mniejsza niż w V ₁ , a w odprowadzeniu V ₃ jest mniejsza niż w V ₂
załamek U	pochodzenie nie do końca wyjaśnione, może wynikać z powolnej repolaryzacji mięśnia komór	–	jeśli załamek U jest widoczny, to jego amplituda jest największa w odprowadzeniach V ₁ –V ₃ ; amplituda zazwyczaj < 2 mm; amplituda załamka U wzrasta przy niższym HR	prawidłowo załamek U ma kierunek zgodny z kierunkiem poprzedzającego załamka T; załamki U mogą być niewidoczne w standardowym EKG****

AV (atrioventricular) – przedsionkowo-komorowy, HR (heart rate) – częstotliwość rytmu serca, LA (left atrium) – lewy przedsionek, RA (right atrium) – prawy przedsionek, QTc – skorygowany odstęp QT

* Wydłużenie PQ występuje przy blokach przedsionkowo-komorowych, skrócenie PQ występuje przy szlakach dodatkowych (zespoły preekscytacji) lub hipersympatykotonii; **załamek Q przegrodowy (septal q wave) to niepatologiczny załamek Q o czasie trwania < 30 ms i głębokości < 1/4 amplitudy załamka R, może występować np. w odprowadzeniach I, aVL, III, aVF i V₄–V₆; *** do korygowania czasu trwania odstępu QT względem HR stosuje się zwykle wzór Bazetta: skorygowany QT (QTc) = zmierzony odstęp QT (s)/ $\sqrt{\text{odstęp RR (s)}}$; w literaturze spotyka się różne wartości normy odnoszące się do QTc; przekroczenie norm QTc nie jest równoznaczne z rozpoznaniem zespołu wydłużonego QT (LQTS); **** nakładający się załamek T na załamek U jest rozpoznawany, gdy odległość między szczytem załamka T i załamka U wynosi > 150 s; rozdwojony załamek T, gdy odległość między szczytami wynosi < 150 ms.

Opracowano na podstawie [6, 10–12].

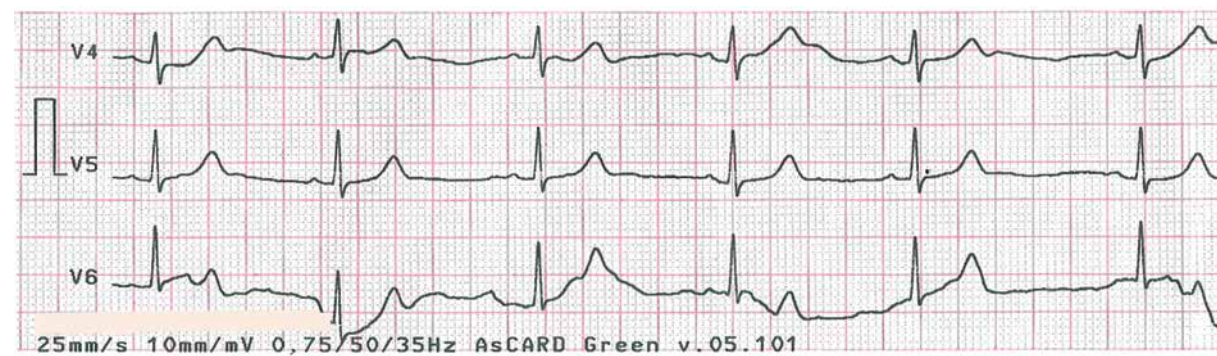
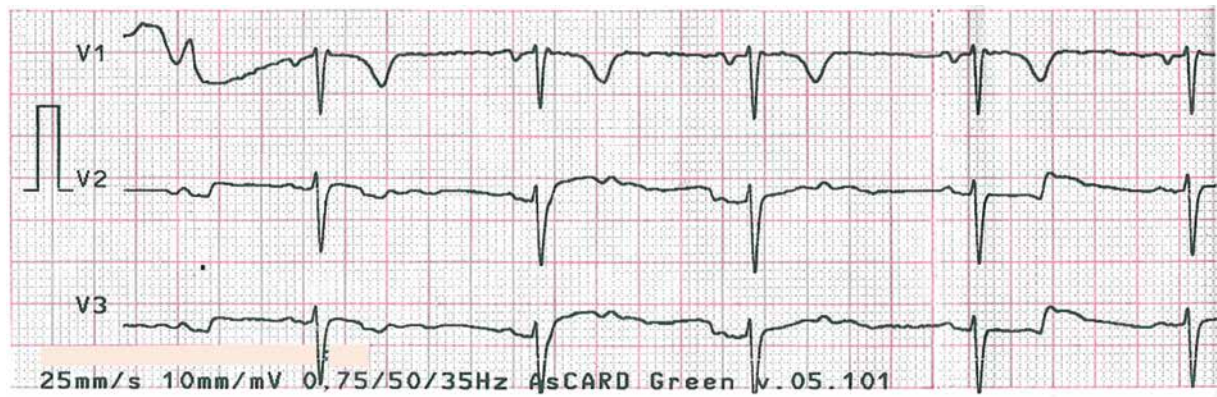
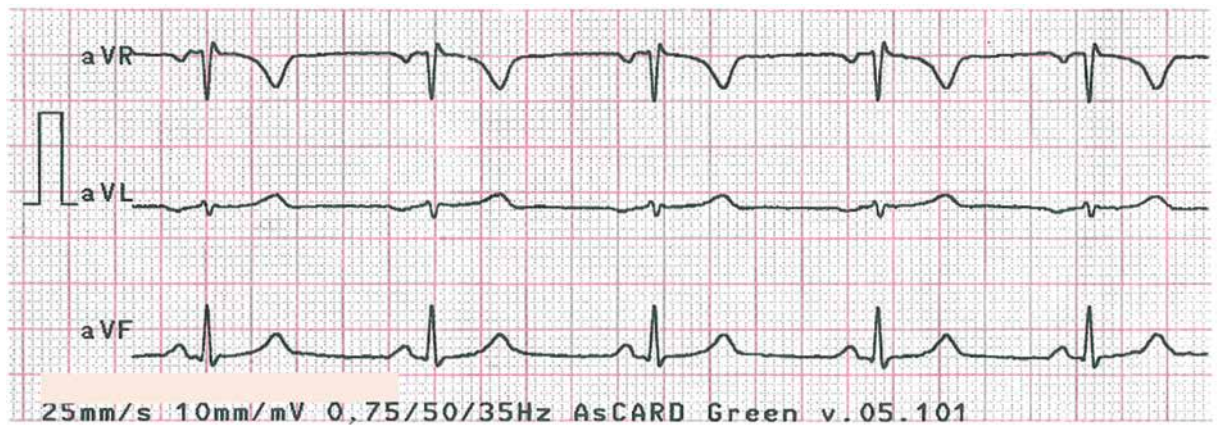
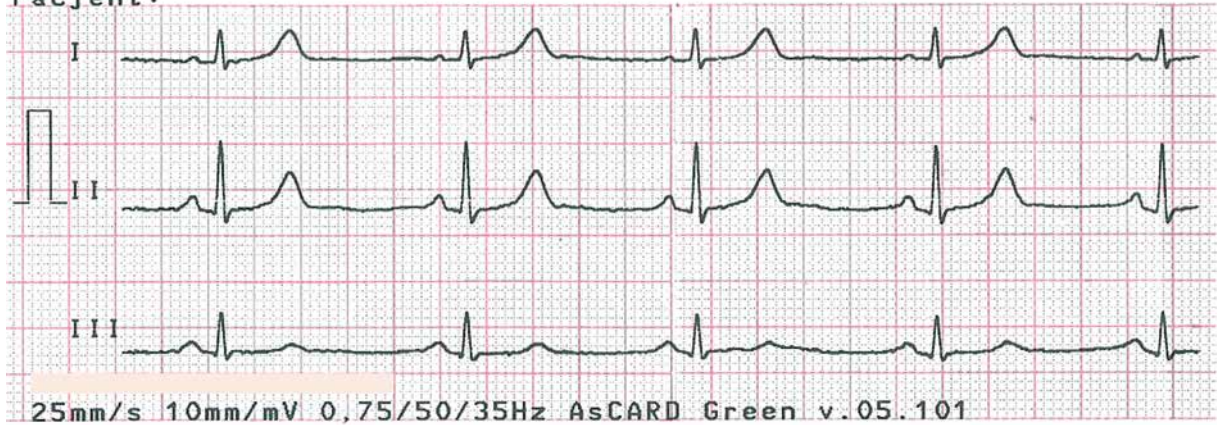
się oddechowo załamki q w odprowadzeniach znad ściany dolnej (III, aVF), co stanowi wariant normy [13, 14]. W odprowadzeniach przedsercowych, szczególnie w V₂–V₄, dobrze widoczna jest fala U, której kierunek jest zgodny z kierunkiem poprzedzających załameków T i która ma prawidłową amplitudę (< 2 mm). W odprowadzeniach aVR, aVL, aVF, pomiędzy trzecim i czwartym zespołem QRS widoczny jest artefakt ruchowy (*wandering baseline artifact*). W wykonanej u pacjenta echokardiografii stwierdzono niepowiększoną lewą komorę bez odcinkowych zaburzeń kurczliwości, prawidłową frakcję wyrzutową lewej komory (*left ventricle ejection fraction* – LVEF = 68%). Pozostałe jamy serca także były niepowiększone, nie stwierdzono istotnych hemodynamicznie wad zastawkowych.

Na rycinie 2 zaprezentowano zapis EKG wykonany u 23-letniej kobiety, która zgłosiła się do POZ z powodu odczuwanych kołatań serca. Widoczne są, podobnie jak na rycinie 1, prawidłowe morfologicznie załamki P, zespoły QRS i załamki T. W tym zapisie nie są widoczne przegrodowe załamki q w odprowadzeniach znad ściany dolnej (III, aVF),

które występowały w EKG z ryciny 1. W odprowadzeniu V₆ widać artefakt ruchowy. Artefakty ruchowe występują także w odprowadzeniach V₂–V₃ [15, 16]. W wykonanej u pacjentki echokardiografii stwierdzono niepowiększoną lewą komorę, bez odcinkowych zaburzeń kurczliwości, LVEF = 62%. Pozostałe jamy serca także były prawidłowej wielkości. Nie występowały istotne hemodynamicznie wady zastawkowe.

Rycina 3 to zapis EKG wykonany u 41-letniego aktywnego fizycznie mężczyzny badanego w poradni kardiologicznej. W zapisie występują ujemne załamki T w odprowadzeniach III i aVF, co w tych odprowadzeniach jest wariantem normy (tab. 1). Ponadto widoczna jest duża amplituda załamka R w odprowadzeniach V₄–V₅ (w odprowadzeniu V₅ amplituda załamka R wynosi 37 mm). Wskazuje to na możliwy przerost mięśnia lewej komory – w tej sytuacji wskazane jest przeprowadzenie dalszej diagnostyki. U pacjenta wykonano echokardiografię, ale nie potwierdziła ona tego rozpoznania. Ponadto występowały dobrze widoczne załamki q przegrodowe (odprowadzenia III, aVF).

Pacjent:



Rycina 2. Zapis EKG wykonany u 23-letniej kobiety, która zgłosiła się do POZ z powodu odczuwanych kołatań serca



Rycina 3. Zapis EKG wykonany u 41-letniego mężczyzny badanego w poradni kardiologicznej

Podsumowanie

Elektrokardiografia jest nieinwazyjnym badaniem wykonywanym w celu oceny pracy serca i wykrywania zaburzeń jego funkcjonowania. Elektrody wykorzystywane w badaniu EKG umieszcza się na klatce piersiowej i na kończynach pacjenta w celu zbierania z powierzchni ciała informacji o elektrycznej pracy serca.

Krzywa EKG jest zbudowana z załamek i odcinków. Bardzo pomocne jest również wykorzystywanie informacji dotyczących elementów zapisu

zawierających w sobie załamki i odcinki, czyli odstępów (odstęp PQ, odstęp QT). Interpretacja EKG nie jest prosta i wymaga doświadczenia, dlatego warto znać charakterystykę zapisu u zdrowych osób. Prawidłowy elektrokardiogram jest punktem odniesienia przy interpretacji zjawisk patologicznych.

Piśmiennictwo

1. Sattar Y, Chhabra L. Electrocardiogram. W: StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL) 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31747210>. Dostęp: 6.07.2023.

2. Rutten FH, Kessels AG, Willems FF i wsp. Electrocardiography in primary care; is it useful? *Int J Cardiol* 2000; 74: 199-205.
3. Birnbaum Y, Nikus K, Kligfield P i wsp. The role of the ECG in diagnosis, risk estimation, and catheterization laboratory activation in patients with acute coronary syndromes: a consensus document. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2014; 19: 412-425.
4. Collet JP, Thiele H, Barbato E i wsp. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2021; 42: 1289-1367.
5. Ibanez B, James S, Agewall S i wsp. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2018; 39: 119-177.
6. Dąbrowski A, Leśniak W. Elektrokardiogram standardowy. *Medycyna Praktyczna. Interna Szczeklika*. <https://www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1>. Dostęp: 6.07.2023.
7. Brożek P. Elektrokardiografia (EKG). *Medycyna Praktyczna*. https://www.mp.pl/pacjent/badania_zabiegi/152094,elektrokardiografia-ekg. Dostęp: 6.07.2023.
8. Becker DE. Fundamentals of electrocardiography interpretation. *Anesth Prog* 2006; 53: 53-63.
9. Dąbrowska B. Repetytorium z elektrokardiografii. Co powinniśmy wiedzieć o rytmie zatokowym? *Medycyna Praktyczna. Kardiologia*. <https://kardiologia.mp.pl/publikacje/problemy-kardiologiczne/87505,repetytorium-z-elektrokardiografii-co-powinnismy-wiedziec-o-rytmie-zatokowym>. Dostęp: 6.07.2023.
10. Baranowski R, Wojciechowski D, Kozłowski D i wsp. Kompendium zasad wykonywania i opisywania elektrokardiogramu spoczynkowego. Kryteria diagnostyczne opisu rytmu, osi elektrycznej serca, woltażu zespołów QRS, zaburzeń automatyzmu i przewodzenia. Stanowisko grupy ekspertów Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. *Kardiol Pol* 2016; 74: 493-500.
11. Baranowski R, Wojciechowski D, Kozłowski D i wsp. Kompendium rozpoznań elektrokardiograficznych. Kryteria diagnostyczne przerostu jam serca, cech martwicy, zmian okresu repolaryzacji i rozpoznawania ostrych zespołów wieńcowych. Stanowisko grupy ekspertów Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. *Kardiol Pol* 2016; 74: 812-819.
12. Baranowski R, Wojciechowski D, Maciejewska M. Zalecenia dotyczące stosowania rozpoznań elektrokardiograficznych. Dokument opracowany przez Grupę Roboczą powołaną przez Zarząd Sekcji Elektrokardiologii Nieinwazyjnej i Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. *Kardiol Pol* 2010; 68 (Suppl IV): 335-390.
13. Mimbs JW, deMello V, Roberts R. The effect of respiration on normal and abnormal Q waves. An electrocardiographic and vectorcardiographic analysis. *Am Heart J* 1977; 94: 579-584.
14. Goldberger AL. Normal and noninfarct Q waves. *Cardiol Clin* 1987; 5: 357-366.
15. Pérez-Riera AR, Barbosa-Barros R, Daminello-Raimundo R i wsp. Main artifacts in electrocardiography. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2018; 23: e12494.
16. Bouthillet T. Guide to Understanding ECG Artifact. ACLS Medical Training. <https://www.aclsmedicaltraining.com/blog/guide-to-understanding-ecg-artifact>. Dostęp: 6.07.2023.

Adres do korespondencji:

lek., mgr zdr. publ. Jan W. Pęksa
 Specjalistyczna Praktyka Kardiologiczna Jan W. Pęksa
 ul. Mikołaja Reja 9/B
 31-216 Kraków
 e-mail: janwpeksa@gmail.com