



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



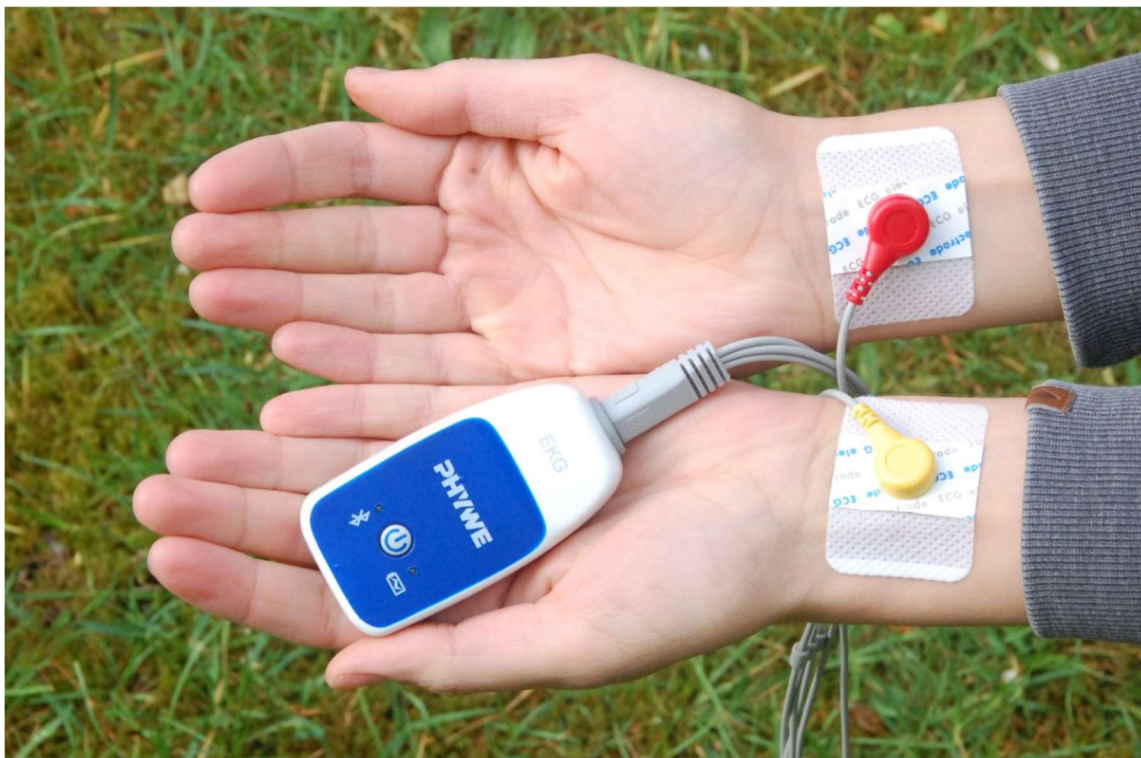
Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



# Ćwiczenie nr 2

## Elektrokardiografia serca (EKG)



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
Wydział Technologii  
i Inżynierii Chemicznej



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
Wydział Medyczny

**PRACOWNIA BIOFIZYKI**



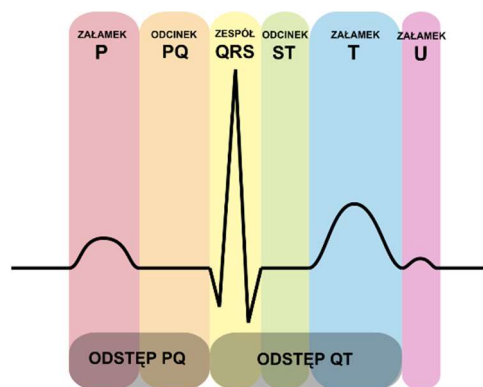
## Wstęp

Serce jest organem mięśniowym, który składa się z różnych warstw mięśniowych. Te warstwy mięśniowe kurczą się i rozluźniają kolejno, pozwalając krwi przepływać przez serce jak przez pompę. Aktywność mięśniową można mierzyć elektrycznie na powierzchni skóry za pomocą tak zwanego elektrokardiogramu (EKG). Ten sam wzorec powtarza się z każdym uderzeniem serca. Uderzenie serca wynika z regularnej sekwencji elektrycznych pobudzeń (potencjałów czynnościowych). Za pomocą elektrokardiogramu można rozpoznać różne, następujące po sobie częściowe aktywności mięśnia sercowego. Z tego powodu EKG nazywane jest również "krzywą napięcia serca". Lekarz może użyć urządzenia EKG zatwierzonego do diagnostyki, aby zidentyfikować różne choroby serca na podstawie ich specyficznego wzorca EKG.

Elektrokardiogram jest używany do wizualizacji przebiegu elektrycznego pobudzenia różnych faz podczas aktywności serca. Fazy te różnią się pod względem czasu trwania i poziomu potencjałów czynnościowych. Odprowadzenie potencjałów czynnościowych do przygotowania elektrokardiogramu odbywa się na obszarach powierzchni skóry, które nie znajdują się bezpośrednio nad mięśniami. Dlatego obszary ciała w okolicach kostek i nadgarstków są szczególnie odpowiednie do tego celu. To zapewnia, że podczas pomiaru w stanie spoczynku rejestrowane są tylko elektryczne aktywności mięśnia sercowego.

W elektrokardiogramie odcinki EKG są powiązane z procesem skurczu serca. Z reguły wyraźnie widoczne są: pobudzenie przedsionków przez węzeł zatokowy (załamek P), przekazywanie pobudzenia przez komory (zespół QRS) oraz ustępowanie pobudzenia w komorach (załamek T).

Co pokazuje elektrokardiogram?



Rysunek 1. EKG serca w normalnym rytmie zatokowym.

### Załamki

- załamek P – jest wyrazem depolaryzacji mięśnia przedsionków (dodatni we wszystkich 11 odprowadzeniach, poza aVR, tam ujemny)
- zespół QRS – odpowiada depolaryzacji mięśnia komór (w tym czasie następuje również repolaryzacja przedsionków, którą przysłania zespół QRS)
- załamek T – odpowiada repolaryzacji komór



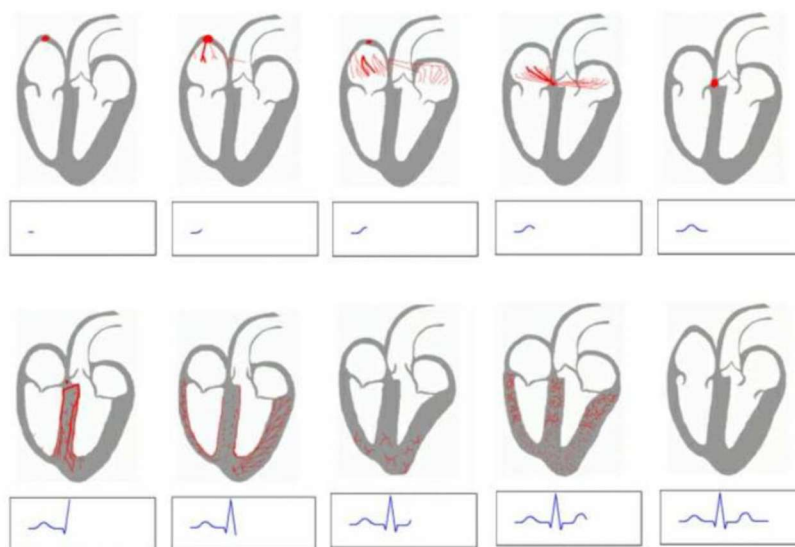
- czasami też załamek U – odpowiada późnej repolaryzacji mięśni brodawkowatych

#### Odcinki

- odcinek PQ – wyraża czas przewodzenia depolaryzacji przez węzeł przedsionkowo-komorowy (AV)
- odcinek ST – okres początkowej repolaryzacji mięśnia komór

#### Odstępy

- odstęp PQ – wyraża czas przewodzenia depolaryzacji przez cały układ bodźcoprzewodzący serca, to jest od węzła zatokowo-predsionkowego do włókien Purkiniego i wynikającą z tego depolaryzację przedsionków
- odstęp ST – wyraża czas wolnej i szybkiej repolaryzacji mięśnia komór (2 i 3 faza repolaryzacji)
- odstęp QT – wyraża czas potencjału czynnościowego mięśnia komór (depolaryzacja + repolaryzacja)



Rysunek 2. Fazy skurczu serca.

## Zadania

- Wykonaj elektrokardiogram swojego bicia serca w spoczynku i określ różne fazy aktywności serca.
- Niektórzy ludzie potrzebują rozrusznika serca. Porównaj EKG "normalnego" skurczu serca z EKG skurczu serca stymulowanego przez rozrusznik serca.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## Sprzęt

1. Cobra SMARTsense EKG
2. Zestaw samoprzylepnych elektrod do EKG Cobra SMARTsense



Rysunek 3. Cobra SMARTsense EKG.

Czujniki Cobra SMARTsense łączą się bezprzewodowo (Bluetooth) lub przewodowo (USB) bezpośrednio z cyfrowym urządzeniem końcowym (smartfonem, tabletem lub komputerem stacjonarnym). Dane pomiarowe mogą być również rejestrowane bez połączenia z urządzeniem końcowym za pomocą funkcji pomiaru offline i odczytane w późniejszym czasie. Dzięki oprogramowaniu pomiarowemu measureAPP dla iOS, Androida i Windows, wartości pomiarowe mogą być łatwo rejestrowane i wyświetlane graficznie. Jeśli potrzebne są bardziej zaawansowane analizy, można skorzystać z oprogramowania pomiarowego measureLAB dla Windows i macOS.

Czujnik ma przycisk włączania oraz dwie diody LED do wskazywania statusu Bluetooth i naładowania baterii.

Przycisk włączania 

- Przytrzymany przez ponad 3 sekundy: Włącza/wyłącza czujnik
- Szybko naciśnięty 3 razy: Rozpoczyna pomiar offline
- Szybko naciśnięty 2 razy: Zatrzymuje pomiar offline

Jeśli czujnik ma być podłączony przez USB, nie jest konieczne przytrzymywanie przycisku włączania przez ponad 3 sekundy.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Dioda Bluetooth 

- Miga czerwono co 2 sekundy: Nie podłączono
- Miga zielono co 2 sekundy: Podłączono do urządzenia końcowego
- Miga zielono co 4 sekundy: Trwa pomiar

Dioda naładowania baterii 

- Miga czerwono co 2 sekundy: Niski poziom baterii
- Świeci na czerwono: Aktywny proces ładowania
- Świeci na zielono: Proces ładowania zakończony



Rysunek 4. Zestaw samoprzylepnych elektrod do EKG Cobra SMARTsense.

## Przebieg ćwiczenia

Podczas pomiaru należy wziąć pod uwagę, że nawet niewielka aktywność mięśni może wpłynąć na wynik pomiaru. Z tego powodu pomiar musi być wykonywany w pozycji siedzącej lub leżącej w zrelaksowany sposób. Osoba powinna położyć ręce na udach podczas pomiaru.

W badaniu biorą udział co najmniej dwie osoby. Jedna osoba badana, do której przyłączane są elektrody, oraz jedna osoba obsługująca komputer.

1. Przymocuj trzy jednorazowe elektrody w następujących miejscach: na wewnętrznej stronie obu nadgarstków oraz na wewnętrznej stronie lewej dolnej części nogi, tuż nad kostką. Podłącz kolorowe indywidualne przewody pomiarowe do elektrod:
  - czerwony przycisk wciskany do elektrody na prawym nadgarstku,
  - żółty przycisk wciskany do elektrody na lewym nadgarstku
  - zielony przycisk wciskany do elektrody na lewej kostce.

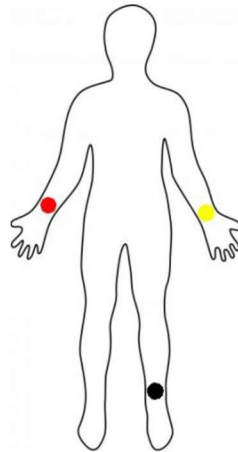


Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską




Rysunek 5. Miejsca do których należy podłączyć elektrody.

2. Osoba badana powinna teraz usiąść w możliwie jak najbardziej zrelaksowanej pozycji.



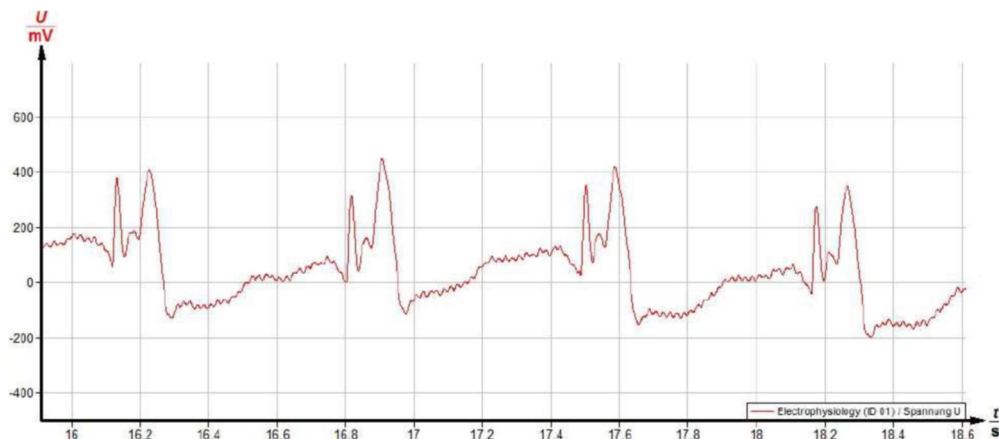
Rysunek 6. Prawidłowa pozycja podczas wykonywania badania.

3. Podłącz przewody zbierające elektrody do urządzenia Cobra SMARTsense. Aby to zrobić, po prostu podłącz szeroki koniec kabla z wtyczką AUX do górnej części urządzenia.
4. Włącz czujnik, przytrzymując przycisk włączania  przez kilka sekund.
5. Otwórz aplikację PHYWE measure i wybierz czujnik "EKG".
6. Wybierz częstotliwość próbkowania według własnego uznania. Im wyższa częstotliwość próbkowania, tym dokładniejszy pomiar. Dodatkowo istnieje możliwość pomnożenia wartości przez czynnik, aby uzyskać wyraźniejszy obraz. Aby to zrobić, po prostu wybierz czynnik w opcji "Gain".
7. Rozpocznij pomiar, gdy napięcie się ustabilizuje.  
Ważne jest, aby osoba badana pozostała całkowicie nieruchoma podczas pomiaru, w przeciwnym razie zostaną zarejestrowane inne aktywności mięśniowe.
8. Po zaledwie kilku sekundach masz wystarczającą ilość danych i możesz zatrzymać pomiar, a następnie użyć narzędzi powiększania i dopasowania, aby odpowiednio wyświetlić wykres.
9. Typowy wynik pomiaru po powiększeniu pojedynczej akcji serca za pomocą narzędzia powiększania:



Rysunek 7. EKG skurczu serca.

10. Rysunek poniżej przedstawia elektrokardiogram osoby z rozrusznikiem serca. Porównaj EKG tej osoby z "normalnym" EKG i wyciągnij wnioski na temat działania tego konkretnego typu rozrusznika serca.



Rysunek 8. EKG osoby z rozrusznikiem serca.

## Opracowanie wyników

1. Na otrzymanym elektrokardiogramie bicia serca w spoczynku zaznacz różne fazy aktywności serca.
2. Określ czasy trwania poszczególnych faz.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## Pytania kontrolne

1. Jakie fizyczne zasady leżą u podstaw rejestracji elektrycznych impulsów serca za pomocą elektrokardiogramu (EKG)?
2. Jakie rodzaje elektrod są używane w elektrokardiografii i jak ich rozmieszczenie na ciele wpływa na odczyt sygnału elektrycznego serca?
3. W jaki sposób fala depolaryzacji i repolaryzacji mięśnia sercowego generuje sygnały rejestrowane na krzywej EKG?
4. Jakie są biofizyczne różnice między załamkiem P, zespołem QRS i załamkiem T na wykresie EKG i co one oznaczają?
5. Jak wysiłek fizyczny wpływa na parametry elektryczne serca mierzone w elektrokardiografii, takie jak częstość akcji serca i amplituda załamków?