



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

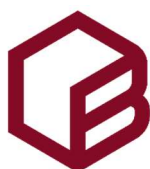
Dofinansowane przez  
Unię Europejską



# Ćwiczenie nr 3

## Echokardiografia obciążeniowa

### EKG wysiłkowe



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



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
Wydział Technologii  
i Inżynierii Chemicznej



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
Wydział Medyczny

PRACOWNIA BIOFIZYKI



## Wstęp

Za pomocą elektrokardiogramu (EKG) można zarejestrować sumę aktywności elektrycznej wszystkich włókien mięśnia sercowego. Aktywność serca zwiększa się wraz z obciążeniem ciała, co pozwala na utrzymanie stabilności układu krążenia. Skurczu serca nie można kontrolować przez człowieka według własnej woli. W tym eksperymencie możesz zbadać, jak fizyczny stres wpływa na aktywność serca.

Podobnie jak mięśnie szkieletowe, mięsień sercowy klasyfikowany jest jako mięsień poprzecznie prążkowany. Elektrokardiogram służy do wizualizacji elektrycznych pobudzeń w różnych fazach aktywności serca. Podczas wysiłku fizycznego tętno wzrasta, aby utrzymać stabilność układu sercowo-naczyniowego. Z jednej strony, poziom tętna spoczynkowego zależy od wielkości ciała osoby. Ma to związek z wielkością serca w stosunku do objętości reszty ciała. Na przykład stosunkowo małe serce (np. u niemowlęcia) musi bić częściej, aby przepompować tę samą ilość krwi przez układ krążenia. Z drugiej strony, mięsień sercowy jest podatny na trening. U osoby z relatywnie dużym i silnym mięśniem sercowym (takiej jak u sportowca wytrzymałościowego), potrzeba mniej skurczów serca, aby utrzymać stabilność układu sercowo-naczyniowego. Dlatego sportowcy wytrzymałościowi zazwyczaj mają niższe tętno spoczynkowe niż osoby niećwiczące. Tętno spoczynkowe wynoszące 30-35 skurczów na minutę jest jak najbardziej możliwe.

## Zadania

- Rejestracja EKG podczas przejścia ze stanu spoczynku do stanu wysiłku fizycznego (po wykonaniu 20 przysiadów).
- Wyznaczyć czas, w którym ponownie osiągną tętno spoczynkowe. Jest to różne dla każdego, ponieważ zależy od stanu kondycji fizycznej.

## Sprzęt

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

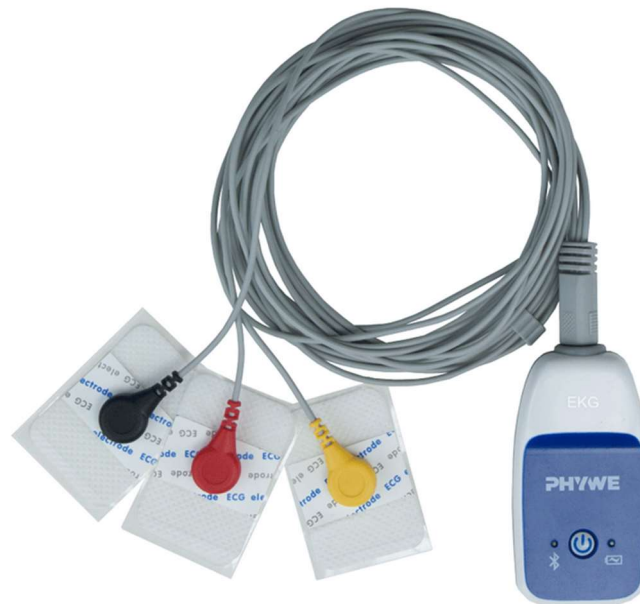


Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Rysunek 1. 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 bezpłatnemu i nagradzanemu 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.

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



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Dioda naładowania baterii 

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



Rysunek 2. Zestaw samoprzylepnych elektrod do EKG Cobra SMARTsense.

## Przebieg ćwiczenia

Co najmniej dwie osoby są zaangażowane w badanie. Jedna osoba, u której wykonywany jest pomiar i druga osoba obsługująca komputer/tablet.

Ważne jest, aby podczas pomiaru, zarówno przed, jak i po wysiłku fizycznym, badana osoba była całkowicie spokojna, inaczej zostaną zarejestrowane także inne aktywności mięśniowe.

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.

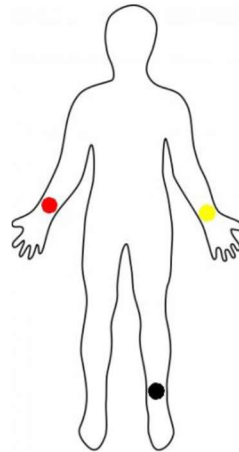


Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską




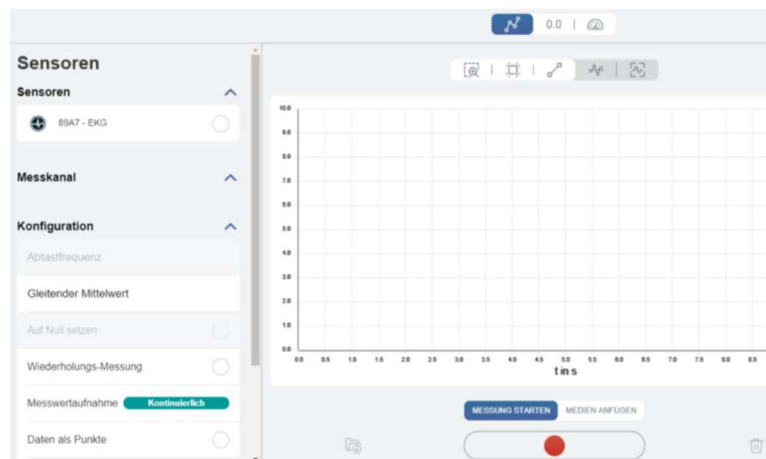
Rysunek 3. Miejsca do których należy podłączyć elektrody.

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



Rysunek 4. 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 EKG SMARTsense, naciskając i przytrzymując przycisk zasilania .
5. Połącz czujnik w aplikacji measureAPP w zakładce "Pomiar" z urządzeniem.
6. Wybierz tryb czujnika EKG.
7. Czujnik EKG SMARTsense jest teraz wyświetlany w aplikacji.



Rysunek 5. Interfejs użytkownika measureApp.

8. Rozpocznij pomiar, gdy napięcie się ustabilizuje.

#### **Pomiar 1:**

9. Rozpocznij pomiar, gdy osoba badana jest w stanie spoczynku. 20 sekund po rozpoczęciu pomiaru, osoba badana wykonuje wysiłek fizyczny (np. 20 przysiadów).
10. Następnie osoba badana musi natychmiast przyjąć spokojną pozycję (usiąść na krześle), aby przywrócić tętno spoczynkowe przed Pomiarom 2.
11. Zapisz pomiar i rozpocznij następny pomiar.

#### **Pomiar 2:**

12. Ustaw odliczanie na 300 sekund. Użyj wbudowanego stopera w aplikacji PHYWE measure lub dowolnego innego.
13. Teraz natychmiast rozpocznij pomiar po tym, jak osoba badana wykona 20 przysiadów i przejdzie do pozycji spoczynkowej.
14. Po upływie 300 sekund zakończ pomiar i zapisz go.

## Opracowanie wyników

1. Porównaj otrzymane kardiogramy (spoczynkowy i po próbie wysiłkowej).
2. Sprawdź regularność rytmu serca w fazie spoczynku.
3. Określ jak szybko tętno wraca do normy po zakończeniu wysiłku.
4. Zbadaj, czy czas powrotu do tętna spoczynkowego mieści się w normach dla danej grupy wiekowej i fizycznej. Osoby o wyższej kondycji fizycznej powinny mieć krótszy czas powrotu do tętna spoczynkowego.

## Pytania kontrolne

1. Jakie zmiany w falach echokardiograficznych można zaobserwować podczas echokardiografii obciążeniowej w porównaniu do stanu spoczynku?



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



2. W jaki sposób różnice w przewodnictwie elektrycznym mięśnia sercowego podczas wysiłku fizycznego wpływają na kształt krzywej EKG?
3. Jakie parametry fizyczne (np. prędkość przepływu krwi) są mierzone w echokardiografii obciążeniowej i jak wpływają one na diagnozę chorób serca?
4. Dlaczego tętno wzrasta podczas wysiłku fizycznego i jak to zjawisko jest rejestrowane w badaniu EKG wysiłkowym?
5. Jakie zmiany biomechaniczne zachodzą w sercu podczas wysiłku fizycznego, które mogą być monitorowane za pomocą echokardiografii obciążeniowej i EKG wysiłkowego?