

Badanie elektromiograficzne z wykorzystaniem systemu Biopac

Cele ćwiczenia

Badanie reakcji mięśnia przedramienia w warunkach dynamicznych i statycznych. Praktyczne wykorzystanie wiedzy i procedur dotyczących klinicznego badania EMG w warunkach laboratoryjnych. Wykorzystanie różnych metod analizy i przetwarzania sygnału EMG w celu określenia aktywności badanego mięśnia.

Przygotowanie eksperymentu

Wykaz aparatury pomiarowej i akcesoriów

- Urządzenie pozyskujące dane Biopac MP36 (kabel USB do komputera, zasilacz)
- Odprowadzenia elektrod SS2L i jednorazowe elektrody EL503 (3x)
- Preparat złuszczący naskórek Kendall Meditec
- Preparat odtłuszczający naskórek Skinsept
- Ręcznik papierowy
- Przylepiec tkaninowy
- Zestaw ciężarków 0,5 kg; 1 kg; 1,5 kg; 2 kg; 2,5 kg; 3 kg; 4 kg
- Metronom

Przygotowanie systemu Biopac do uruchomienia

1. Podłączyć odprowadzenia elektrod SS2L do kanału „Electrode Check” znajdującego się na panelu przednim urządzenia pozyskującego dane Biopac MP36 (rys. 1).



Rys. 1. Panel przedni MP36.

2. Włączyć urządzenie pozyskujące dane Biopac MP36, włącznik znajduje się na tylnym panelu obudowy (rys. 2). Praca urządzenia sygnalizowana jest świeceniem zielonej diody „Power” na przednim panelu obudowy.

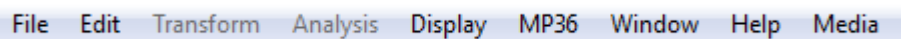


Rys. 2. Tylny panel MP36. Włącznik oznaczono czerwoną obwódką.

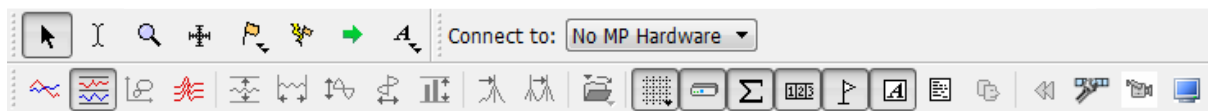
3. Uruchomić komputer.
4. Uruchomić wzorzec ćwiczenia „EMG.gtl”, znajdujący się na pulpicie komputera PC.

Oprogramowanie AcqKnowledge 4.2

Urządzenie Biopac MP36 współpracuje z oprogramowaniem AcqKnowledge 4.2, tworząc system, który umożliwia gromadzenie danych w czasie rzeczywistym. Przekształcenia matematyczne i statystyczne pozwalają na szybką i łatwą analizę zgromadzonych danych. Przekształcenia te dostępne są z paska menu oprogramowania AcqKnowledge 4.2 (rys. 3). Narzędzia umożliwiające formatowanie danych dostępne są na pasku narzędzi (rys. 4).



Rys. 3. Pasek menu oprogramowania AcqKnowledge 4.2.



Rys. 4. Pasek narzędzi oprogramowania AcqKnowledge 4.2.

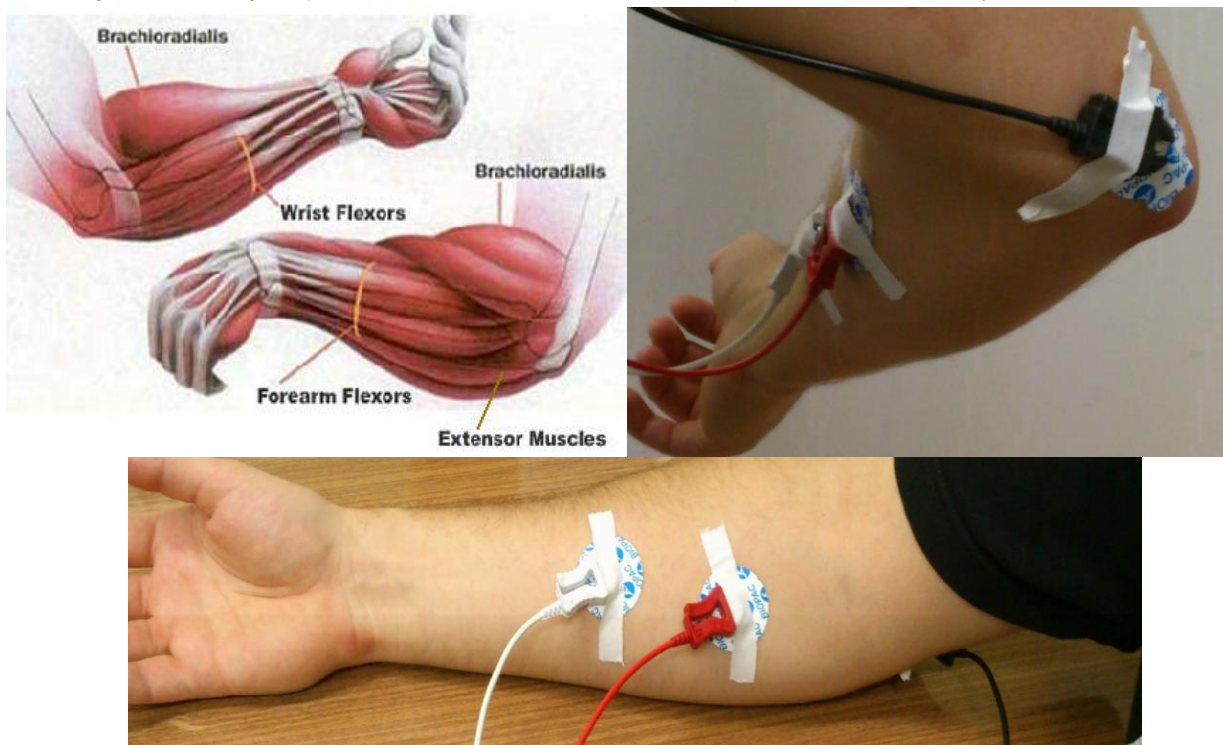
KOMENTARZ

Poprawnie podłączone urządzenie MP36 umożliwia współpracę z komputerem PC i programem AcqKnowledge 4.2. Urządzenie MP36 gotowe jest do przeprowadzenia badania, kiedy:

- na przednim panelu urządzenia zaświecona jest zielona dioda „Power”,
- na pasku narzędzi programu AcqKnowledge 4.2 pozycja „Connect to:” ma wybraną opcję „MP36R”.

Przygotowanie obiektu do badań

W celu uzyskania poprawnych wyników badania, należy odpowiednio przygotować miejsca na skórze, na które będą przyklejane elektrody. Umożliwi to zmniejszenie impedancji między skórą a elektrodą. Poprawne rozmieszczenie elektrod przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. W lewym górnym rogu umieszczono schemat umięśnienia przedramienia. Na dole przedstawiono poprawne rozmieszczenie elektrod „+” i „-” na przedramieniu. W prawym górnym rogu umieszczenie elektrody „GND” na łokciu.

KOMENTARZ

Elektrodę „GND” można również nakleić na wypukłą kość nadgarstka. Ze względu na dużą krzywiznę tego miejsca, istnieje duże prawdopodobieństwo oderwania się elektrody przyklejonej w to miejsce, dlatego zaleca się przykleić elektrodę na łokciu.

1. Niewielką ilość preparatu złuszczonego naskórek Kendall Meditec o wielkości ziarnka ryżu nanieść na skórę w odpowiednie miejsca zaznaczone na rys. 5 i intensywnie rozcierać ręcznikiem papierowym. Następnie powierzchnię skóry oczyścić preparatem odtłuszczającym Skinsept. Na oczyszczone miejsca przykleić elektrody jednorazowe EL503.
2. Połączyć odpowiednie kolory odprowadzenia elektrod SS2L do elektrod EL503 wg następującego schematu:

Rozmieszczenie elektrod	Kolor odprowadzenia SS2L
Mięsień przedramienia <i>brachioradialis</i> (kolor biały na rys. 5)	Biały (-)
Mięsień przedramienia <i>brachioradialis</i> (kolor czerwony na rys. 5)	Czerwony (+)
Na łokciu (rys. 5)	Czarny (GND)

3. Zabezpieczyć elektrody przylepcem tkaninowym (rys. 5).

KOMENTARZ

Żel na elektrodach EL503 zaczyna działać po około 2-3 min od naklejenia na skórę i dodatkowo pomaga zmniejszyć impedancję skóra-elektroda.

4. Zbadać impedancję. Na pasku menu programu AcqKnowledge 4.2 wybrać „MP36”, następnie uruchomić „Electrode Checker”. W tab. 1 zamieszczono zakres impedancji wraz z zaleceniami.

Zakres impedancji (KOhm)	Zalecenia
1-5	bardzo dobre warunki
5-10	warunki dobre i zalecane jeśli możliwe
10-30	do przyjęcia w łatwych warunkach
30-50	warunki średnie, wymagają uwagi
>50	unikać, wykonać powtórnie oczyszczanie skóry

Tab. 1. Zakres impedancji i zalecenia.

5. Odłączyć odprowadzenia elektrod SS2L z kanału „Electrode Check” i przyłączyć do kanału pierwszego oznaczonego „CH 1” urządzenia pozyskującego dane Biopac MP36.

Prawidłowe pozyskanie danych

Prawidłowe pozyskanie danych możliwe jest przez zastosowanie się do poniżej zamieszczonych wskazań:


- Osoba badana powinna się zrelaksować
- Osoba badana nie powinna wykonywać żadnych gwałtownych ruchów
- Nadgarstek powinien znajdować się w linii z przedramieniem ręki przez cały czas trwania badania
- Zakres impedancji powinien mieścić się w zielonym polu tabeli 1



KOMENTARZ

Ruch nadgarstka w trakcie wykonywania badania angażuje różne partie mięśni przedramienia, co znacząco wpływa na wynik wykonywanego badania.

Test poprawności rejestracji sygnału

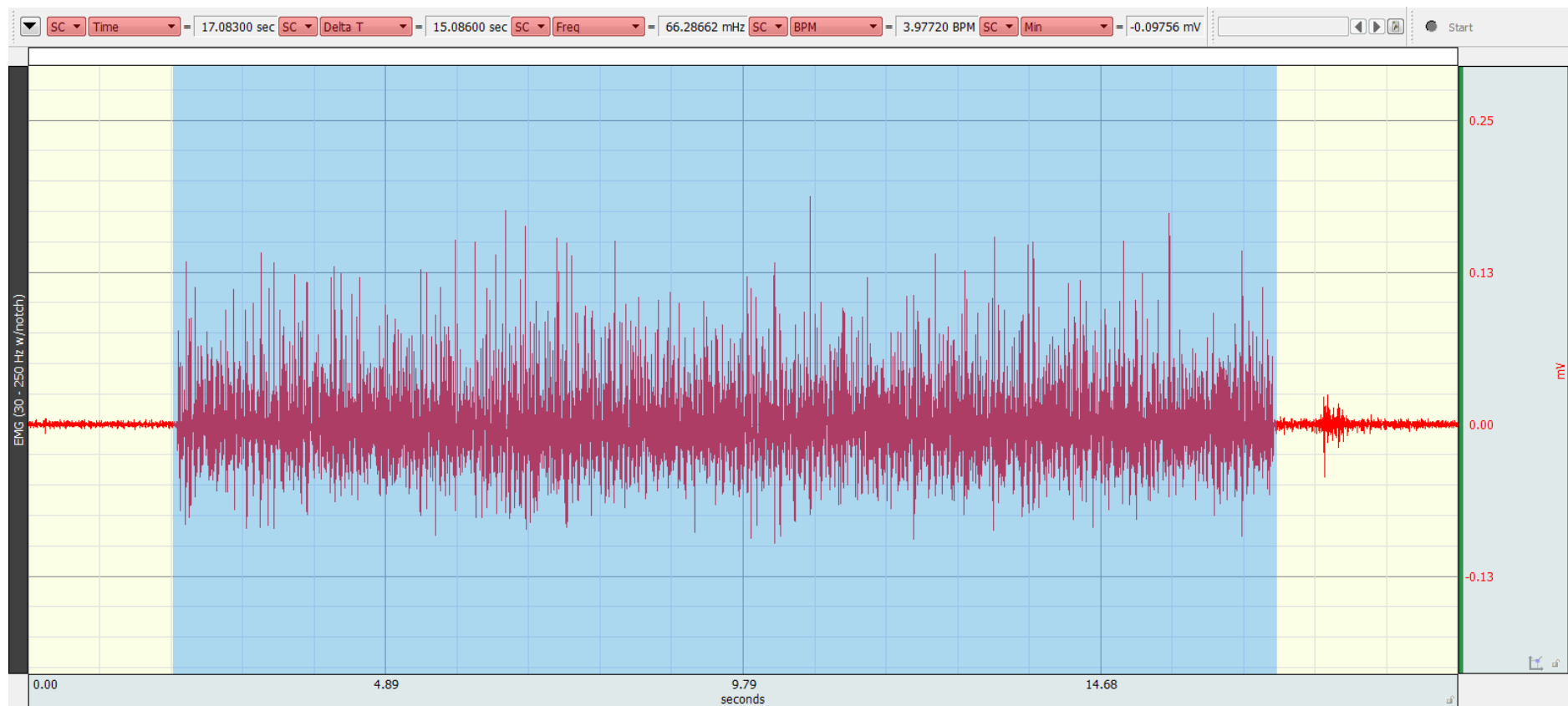
Zarejestrować około 3-5 sekundowy fragment EKG z zaciśniętą dłońią i wykonać szybką transformację Fouriera (FFT) w celu określenia rozkładu widma. Szczytowa częstotliwość powinna być zlokalizowana w przedziale 50 i 80 Hz.

1. Osoba badana siada wyprostowana na krześle, rękę opiera swobodnie o blat stołu, dłoń powinna być skierowana w stronę sufitu, tzw. supinacja, przez cały czas trwania testu.
2. Uruchomić rejestrację, klikając przycisk „Start”  Start na pasku narzędzi programu AcqKnowledge 4.2. Zarejestrować parę sekund (5-6 s) mocno zaciśniętej dłoni.

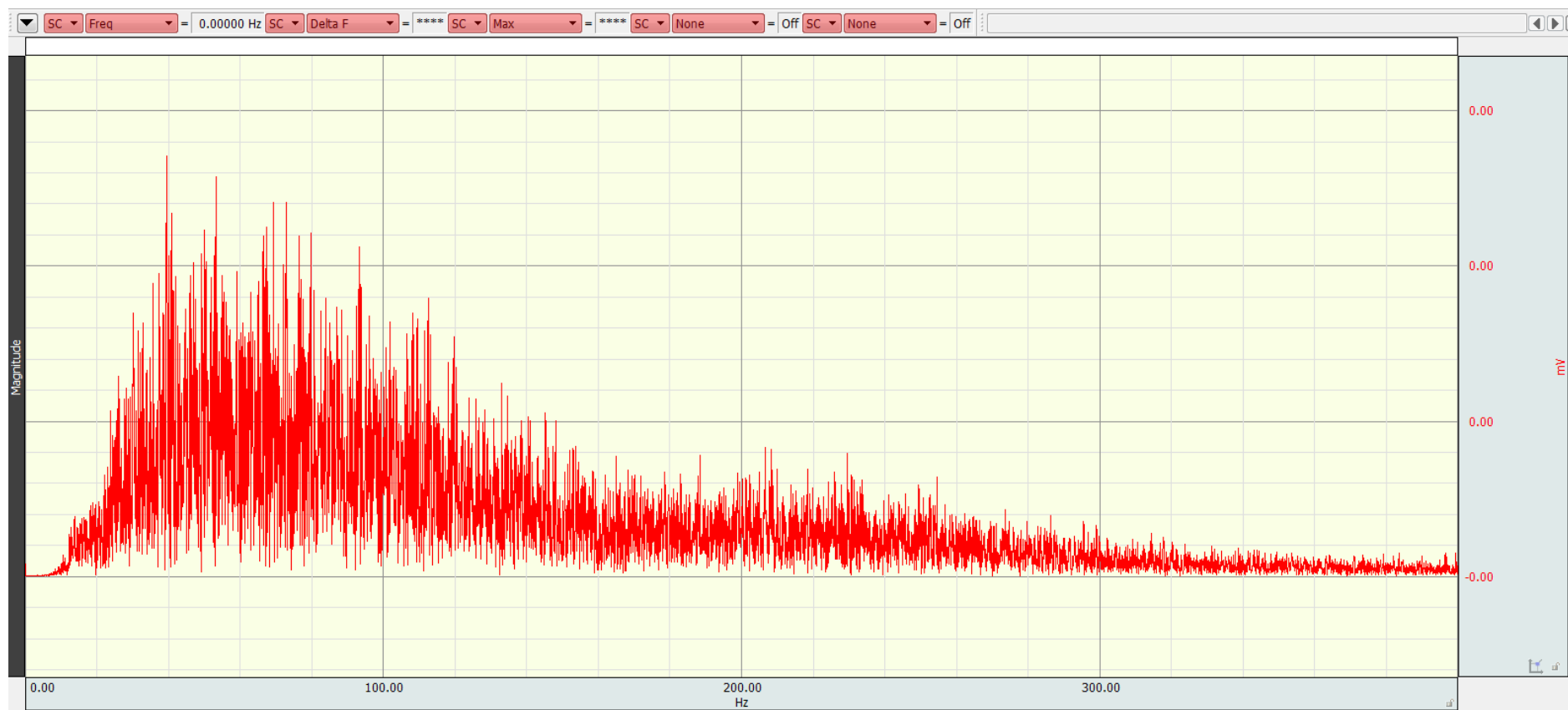
3. Program zakończy rejestrację danych automatycznie 15 sekund po kliknięciu przycisku „Start”. Możliwe jest wcześniejsze zatrzymanie rejestracji danych, klikając przycisk „Stop”  Stop .
4. Po rejestracji, odnaleźć na pasku narzędzi programu narzędzie „I-beam”, oznaczone ikoną  i zaznaczyć sygnał, w którym zaciśnięta była dłoń (rys. 6).
5. Następnie na pasku menu kliknąć „Analysis” i wybrać opcję „FFT”.
6. W otwartym oknie „Analysis – FFT” zaznaczyć następujące opcje: „Pad with zeros”, „Magnitude”, „Linear”, Window (wybrać opcję „Hamming”) i potwierdzić wybór klikając „OK”.
7. Otworzy się okienko z FFT sygnału zaznaczonego wcześniej sygnału (rys 7).

KOMENTARZ

Większość mocy częstotliwości powierzchniowego EMG zawiera się pomiędzy 10 a 250 Hz, natomiast szczytowa częstotliwość zlokalizowana jest pomiędzy 50 i 80 Hz.



Rys. 6. Zaznaczony sygnał zaciśniętej dłoni.




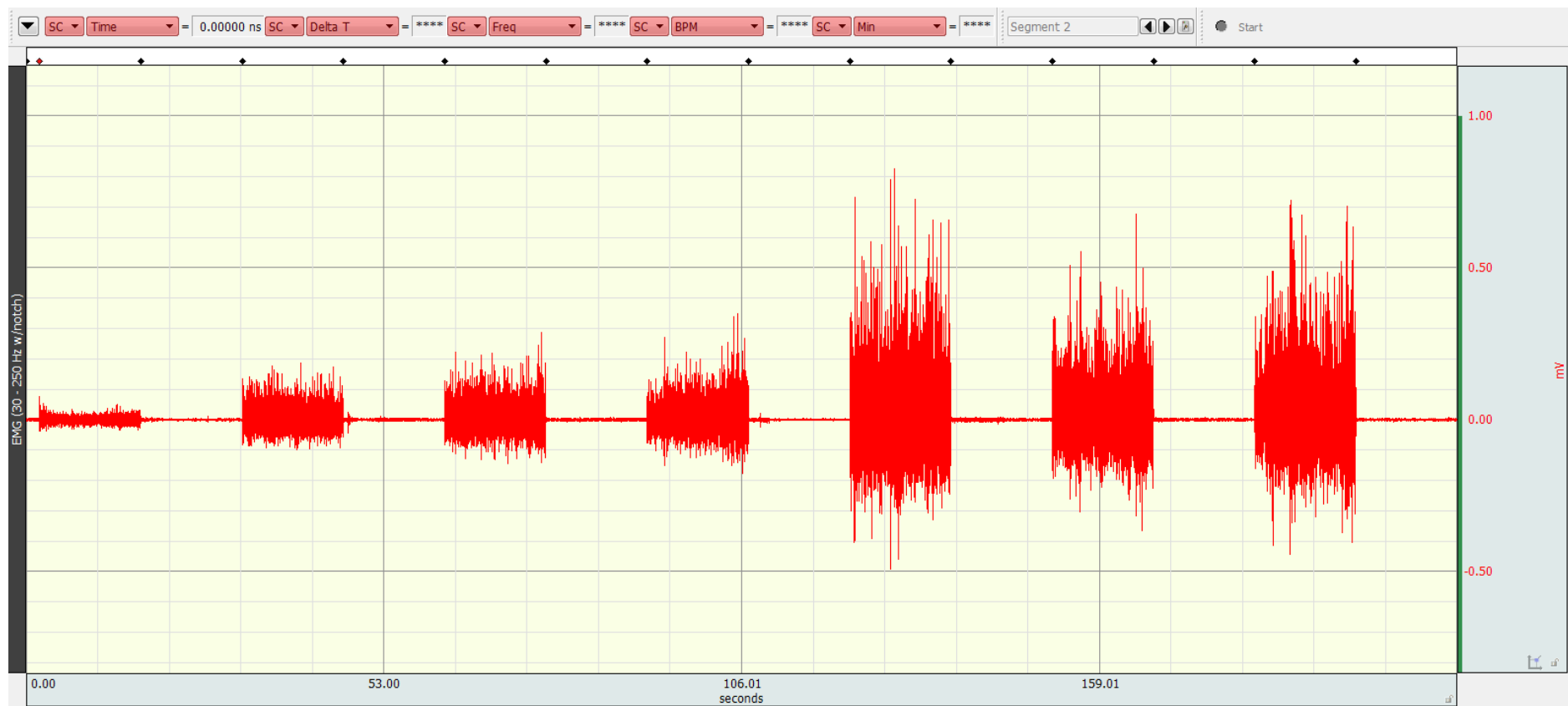
Rys. 7. Analiza FFT sygnału zaciśniętej dłoni.

Eksperyment pomiarowy

Badanie statyczne z obciążeniem

Zarejestrować krótkie, 15 sekundowe fragmenty EMG w stanie spoczynku na przemian z obciążeniem 0,5 kg; 1 kg; 1,5 kg; 2 kg; 2,5 kg; 3 kg i 4 kg.


1. Osoba badana siada wyprostowana na krześle, rękę opiera swobodnie o blat stołu. Dłoń powinna być skierowana w stronę sufitu, tzw. supinacja, przez cały czas trwania badania.
2. Zarejestrować pierwsze 15 sekund w stanie spoczynku, klikając przycisk „Start”  Start na pasku narzędzi programu AcqKnowledge 4.2. Rejestracja zakończy się automatycznie po 15 sekundach.
3. Opartą o łokieć rękę podnieść na wysokość około 20 cm, chwycić ciężarek 0,5 kg i rozpocząć rejestrację danych jak w punkcie 2.
4. Powtórzyć kroki z punktu 2 i 3 wykorzystując po kolei hantle od wartości 1 kg do 4 kg.
5. Po wykonaniu badania dla 4 kg zarejestrować dodatkowo 15 sekundowe EMG w stanie spoczynku.
6. Zapisać wynik badania, wybierając z paska menu programu AcqKnowledge 4.2 „File”, następnie „Save as...”.
7. Przykład wyników badania statycznego z obciążeniem zamieszczono na rysunku 8.

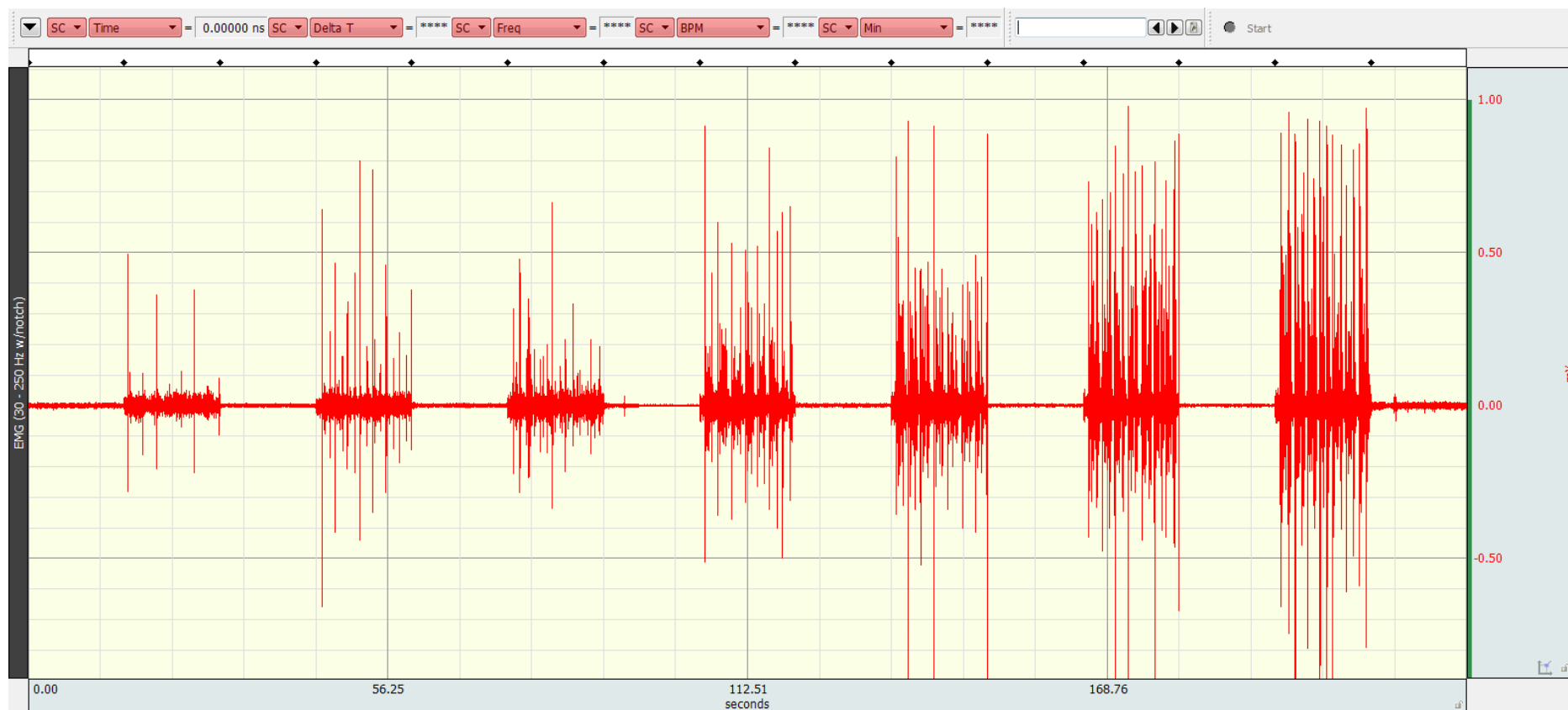


Rys. 8. Przykładowy wynik badania statycznego z obciążeniem.

Badanie dynamiczne z obciążeniem z wykorzystaniem metronomu

Zarejestrować krótkie, 15 sekundowe fragmenty EMG w stanie spoczynku na przemian z ruchomą ręką z obciążeniem 0,5 kg; 1 kg; 1,5 kg; 2 kg; 2,5 kg; 3 kg i 4 kg z wykorzystaniem metronomu.

1. Osoba badana siada wyprostowana na krześle, rękę opiera swobodnie o blat stołu. Dłoń powinna być skierowana w stronę sufitu, tzw. supinacja, przez cały czas trwania badania.
2. Zarejestrować pierwsze 15 sekund w stanie spoczynku, klikając przycisk „Start”  Start na pasku narzędzi programu AcqKnowledge 4.2. Rejestracja zakończy się automatycznie po 15 sekundach.
3. Na metronomie ustawić rytm 40 – 50 uderzeń na minutę.
4. Chwycić ciężarek 0,5 kg, rozpocząć rejestrację i opartą o łokieć rękę unosić na wysokość około 20 cm i opuszczać w rytm metronomu. Opuszczana ręka powinna odpoczywać między taktami metronomu.
5. Powtórzyć kroki z punktu 2 i 4 wykorzystując po kolei hantle od wartości 1 kg do 4 kg.
6. Po wykonaniu badania dla 4 kg zarejestrować dodatkowo 15 sekundowe EMG w stanie spoczynku.
7. Zapisać wynik badania, wybierając z paska menu programu AcqKnowledge 4.2 „File”, następnie „Save as...”.
8. Przykład wyników badania dynamicznego z obciążeniem zamieszczono na rysunku 9.



Rys. 9. Przykładowy wynik badania dynamicznego z obciążeniem


Analiza wyników eksperymentu

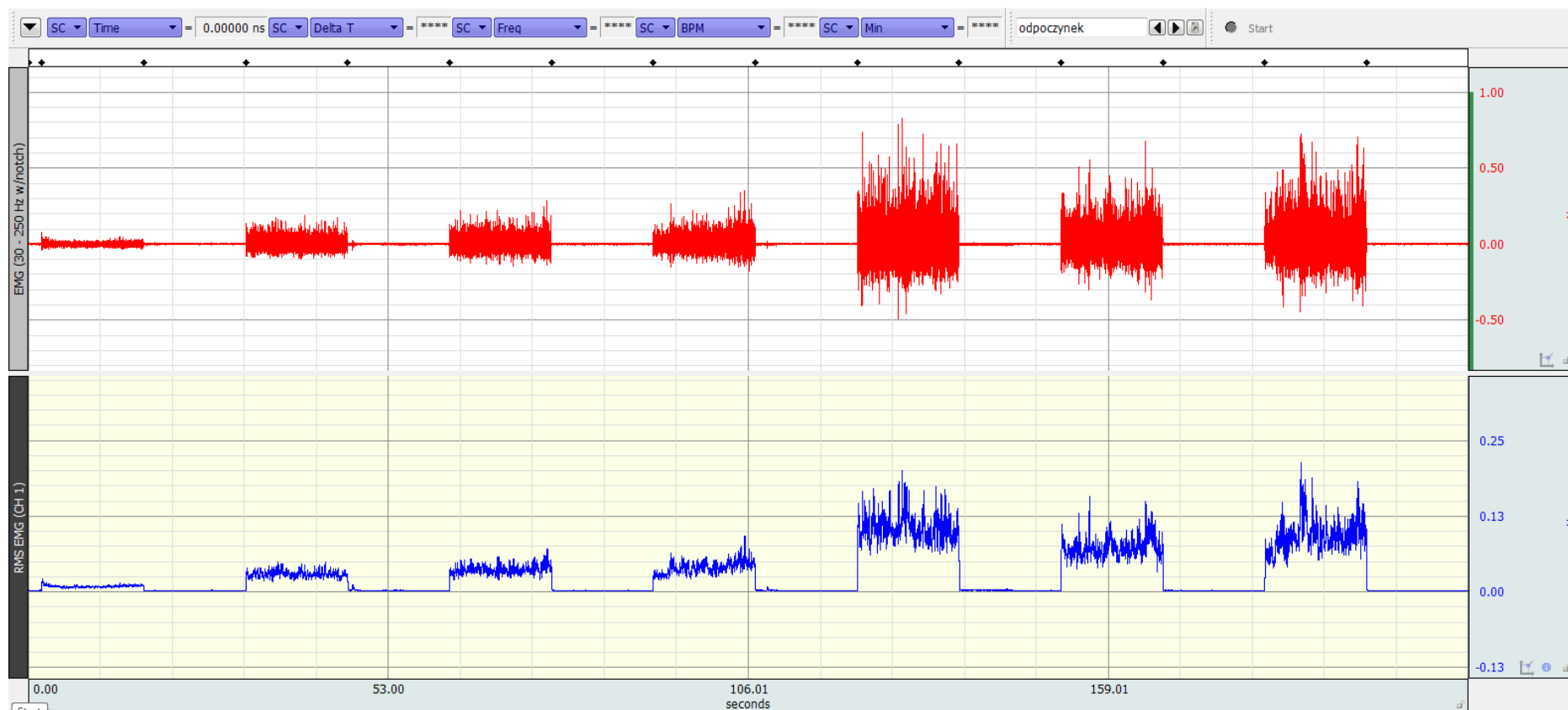
Analiza wyników badania statycznego z obciążeniem

Otrzymany sygnał czyści się z artefaktów. Najpierw wszystkie amplitudy ujemne są konwertowane na dodatnie. Umożliwi to wykreślenie krzywych dla standardowych parametrów amplitudy jak wartość średnia oraz szczyt/maksimum. Konwertowanie wykonuje się algorytmem pierwiastka z kwadratu średniej (Root Mean Square, RMS) dla okna czasowego z przedziału od 30 ms do 100 ms.

KOMENTARZ

Analizowany sygnał jest bardziej „wygładzony” dla większych wartości okna czasowego.

1. Otworzyć program AcqKnowledge 4.2. W nowo otwartym oknie upewnić się, czy opcje „Create and/or Record a new experiment” i „Create empty graph” są zaznaczone. Potwierdzić, klikając „OK”.
2. Na pasku menu kliknąć „File”, a następnie „Open...”. Otworzyć zapisany wcześniej plik z badania statycznego z obciążeniem.
3. Przeprowadzić analizę RMS. Na pasku menu kliknąć „Analysis”, a następnie „Electromyography” i „Derive Root Mean Square EMG”.
4. W otwartym oknie wybrać kanał 1 (CH1, EMG 30 – 250 Hz) i kliknąć „OK”
5. Program zapyta o okno czasowe dla analizy RMS. Należy wybrać wartość z przedziału 30 – 100 ms i kliknąć „OK”.
6. Pojawi się dodatkowy kanał z przeprowadzoną analizą RMS (RMS EMG CH1). Przykład analizy zamieszczono na rysunku 9.
7. Zmierzyć średnie amplitudy. W tym celu kliknąć na pionowy napis „RMS EMG CH1”, następnie na pasku narzędzi programu AcqKnowledge 4.2, korzystając z narzędzia „I-beam” oznaczonego ikoną  zaznaczyć obszar aktywności mięśnia dla określonej masy.
8. Na pasku narzędzi, z belki narzędzi do analizy parametrów sygnału (rys. 10), kliknąć na jeden z parametrów, np. „Time” i z rozwijanego menu wybrać „Mean”. W okienku obok wyświetlona zostanie średnia wartość amplitudy w mV dla określonego obszaru aktywności mięśnia.
9. Zbadać średnią amplitudę dla pozostałych obszarów aktywności mięśnia.




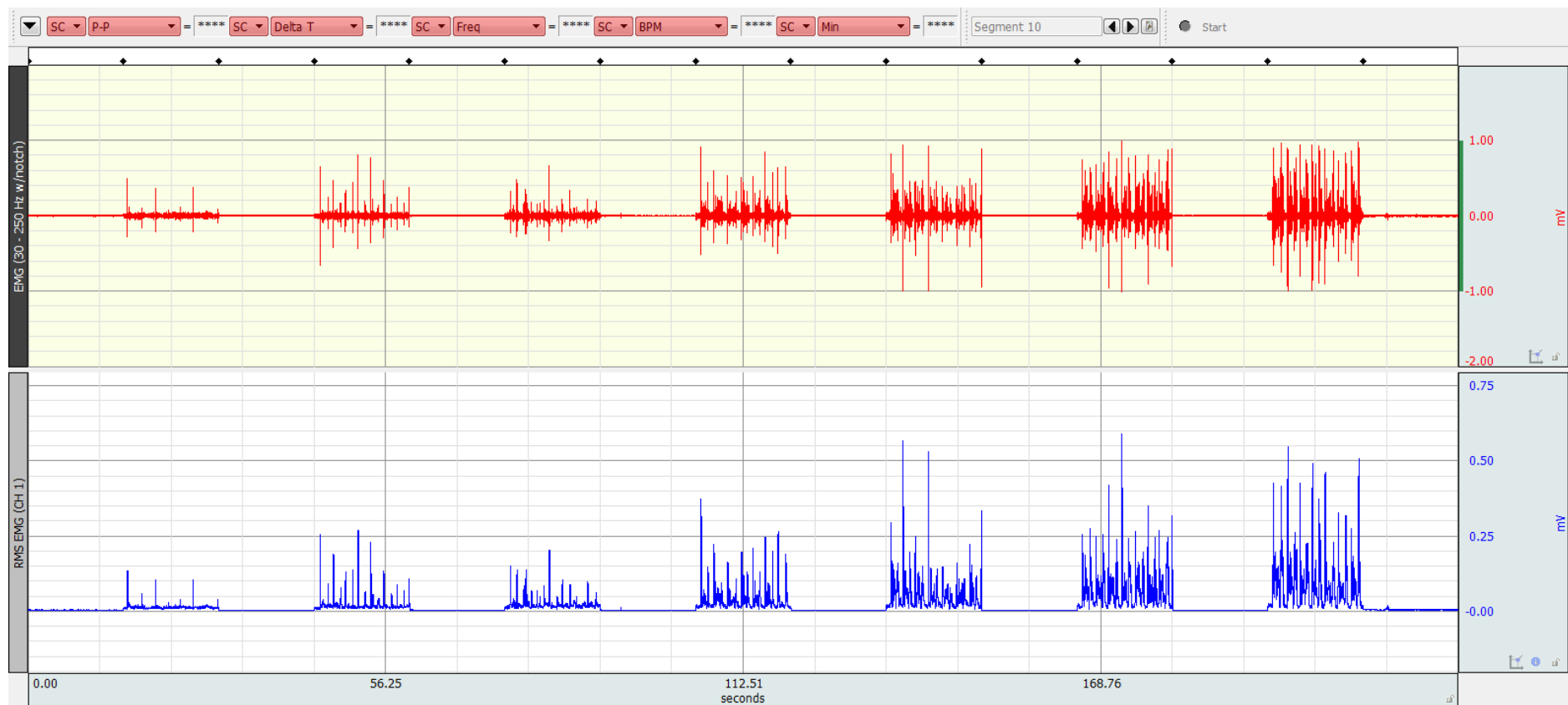
Rys. 9. Przykładowy wynik badania statycznego z obciążeniem. Poniżej, oznaczony kolorem niebieskim wykres, dodatkowy kanał z przeprowadzoną analizą RMS (RMS EMG CH1).

Inżynierii Biomedycznej i Pomiarowej I-21
Laboratorium dydaktyczne czujniki, przetworniki, pomiary wielkości nielektrycznych

Analiza wyników badania dynamicznego z obciążeniem

Otrzymany sygnał czyści się z artefaktów. Najpierw wszystkie amplitudy ujemne są konwertowane na dodatnie. Umożliwi to wykreślenie krzywych dla standardowych parametrów amplitudy jak wartość średnia oraz szczyt/maksimum. Konwertowanie wykonuje się algorytmem pierwiastka z kwadratu średniej (Root Mean Square, RMS) dla okna czasowego z przedziału od 30 ms do 100 ms.

1. Otworzyć program AcqKnowledge 4.2. W nowo otwartym oknie upewnić się, czy opcje „Create and/or Record a new experiment” i „Create empty graph” są zaznaczone. Potwierdzić, klikając „OK”.
2. Na pasku menu kliknąć „File”, a następnie „Open...”. Otworzyć zapisany wcześniej plik z badania dynamicznego z obciążeniem.
3. Przeprowadzić analizę RMS. Na pasku menu kliknąć „Analysis”, a następnie „Electromyography” i „Derive Root Mean Square EMG”.
4. W otwartym oknie wybrać kanał 1 (CH1, EMG 30 – 250 Hz) i kliknąć „OK”
5. Program zapyta o okno czasowe dla analizy RMS. Należy wybrać wartość z przedziału 30 – 100 ms i kliknąć „OK”.
6. Pojawi się dodatkowy kanał z przeprowadzoną analizą RMS (RMS EMG CH1). Przykład analizy zamieszczono na rysunku 11.
7. Zmierzyć wartość P-P (Peak-to-peak). W tym celu kliknąć na pionowy napis „RMS EMG CH1”, następnie na pasku narzędzi programu AcqKnowledge 4.2, korzystając z narzędzia „I-beam” oznaczonego ikoną  zaznaczyć obszar aktywności mięśnia dla określonej masy.
8. Na pasku menu, z belki narzędzi do analizy parametrów sygnału, kliknąć na jeden z parametrów, np. „Time” i z rozwijanego menu wybrać „P-P”. W okienku obok wyświetlona zostanie wartość P-P w mV dla określonego obszaru aktywności mięśnia.
9. Zbadać wartości P-P dla pozostałych obszarów aktywności mięśnia dla różnych wartości obciążenia.



Rys. 11. Przykładowy wynik badania dynamicznego z obciążeniem. Poniżej, oznaczony kolorem niebieskim wykres, dodatkowy kanał z przeprowadzoną analizą RMS (RMS EMG CH1).