



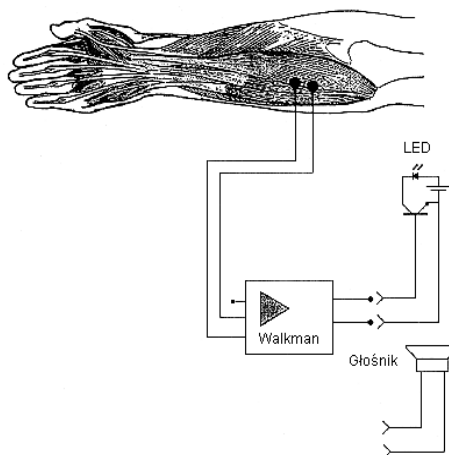
Elektromiografia, czyli jak możemy pokazać uczniom działanie naszych mięśni – demonstracja J. Strzeleckiego

Barbara Blicharska
Instytut Fizyki UJ

Odpowiedź na pytanie zawarte w tytule znajdziemy, konstruując urządzenie pokazane przez Janusza Strzeleckiego z Bydgoszczy, który na ostatnim konkursie pokazów fizycznych PTF otrzymał nagrodę publiczności oraz uzyskał za to doświadczenie nagrodę jury III stopnia.

W czasie Zjazdu Janusz Strzelecki, już student fizyki UMK, demonstrował doświadczenie *Detekcja i przetwarzanie prądów czynnościowych mięśni*. Obok powszechnie stosowanych metod badania chorób serca i mózgu – zwanych popularnie EKG i EEG i opartych na monitorowaniu wytwarzanych biopotencjałów – w diagnostyce medycznej znana jest także podobna metoda, zastosowana do mięśni, zwana elektromiografią (EMG). Praca mięśnia stymulowana jest bowiem poprzez słabe sygnały elektryczne, które dają się zaobserwować. W profesjonalnym urządzeniu EMG badania przeprowadza się przy użyciu specjalnej elektrody, która rejestruje potencjał elektryczny włókien mięśniowych. Niestety, elektrodą tą jest dość gruba igła, którą wkłuwano się w wybrany mięsień, obserwację zaś przeprowadza się w trakcie wykonywania przez pacjenta słabego ruchu. Badanie takie trwa dość długo, gdyż dla całości obrazu potrzeba znaleźć co najmniej 20 par potencjałów z badanego mięśnia. Jest ono niestety inwazyjne (nieprzyjemne i bolesne), dlatego w tej postaci nie nadaje się do demonstracji uczniom.

Pan Janusz Strzelecki, jak sam opisuje, swoje pierwsze obserwacje potencjałów mięśnia zaczął także poprzez wkłuwanie igieł, co mu się bardzo nie podobało, dlatego „zmuszony był poszukać innej drogi”. Drogą tą okazał się sprytny pomysł, aby jako wzmacniacza użyć starego walkmana, do którego zamiast z głośnicy doprowadzony został sygnał pochodzący od mięśnia, odbierany za pomocą przyklepionych do skóry płaskich elektrod. Filtr na wejściu wzmacniacza, jak się okazało, dobrze dostrajał się do zakresu częstości obserwowanych sygnałów, co znacząco redukowało szumy tła.



A oto szczegóły urządzenia opisane przez autora.

Dwie koliste elektrody o średnicy 2–3 cm, wykonane z blachy miedzianej o grubości 0,1 mm, przykleja się do skóry wzdłuż wybranego mięśnia za pomocą plastra lekarskiego. Skóra musi być uprzednio oczyszczona z włosów i posmarowana nasyconym roztworem soli kuchennej w celu zmniejszenia oporu kontaktu skóry z metalem elektrody. Przewody przylutowane do elektrod odprowadzają sygnały z mięśnia do wzmacniacza walkmana – jeden z nich do masy, drugi do jednej (dowolnej) z pozostałych końcówek. Wzmocniony sygnał wyprowadzony jest przez gniazdko wyjściowe walkmana, do którego dołączyć można różnorakie odbiorniki, np. słuchawki lub głośnik, albo – co robi na widowni duże wrażenie – diodę LED. Skurcz mięśnia powoduje powstawanie dźwięku – charakterystyczne szumy i trzaski – albo sygnalizuje się świeceniem diody, zaś głośność (lub jasność) sygnału i czas jego trwania zależą od siły i czasu np. zaciskania pięści.

Za pomocą takiego urządzenia autor projektu osiągnął etap demonstracyjny. Jednakże aby wykorzystać to zjawisko do celów diagnostycznych, chcielibyśmy mieć możliwość dokładnej rejestracji i skalowania obserwowanych efektów za pomocą komputera. Pisząc o tym, autor projektu uznał próby z programem komputerowym Fastracker (który służy mu do nagrywania i obróbki dźwięku) za nieudane. W Pracowni Fizyki Medycznej IF UJ powtórzyliśmy ten eksperyment na nieco innym i lepszym sprzęcie – niestety, dokładna jego analiza też się nie udała... Jak widać, nie jest to łatwy i prosty problem eksperymentalny. Zastosowania elektromiografii jako metody diagnostycznej, co potwierdziły także nasze poszukiwania internetowe, są dość ograniczone – dużą przeszkodę stanowi znaczna niedokładność rejestracji sygnału i inwazyjność tej metody. Konkurencyjnie od kilku lat w wielu laboratoriach na świecie do badania mięśni użyć można tzw. spektroskopii klinicznej rezonansu magnetycznego (NMR), która polega na całkowicie nieinwazyjnym otrzymaniu widm opartych na rezonansie jąder fosforu ^{31}P z wybranych komputerowych wycinków (voxeli) ludzkiego ciała. Widma te, poprzez obserwację linii pochodzących od drobin adenozyntrifosforanu (ATP), który jest uniwersalnym nośnikiem energii w układach biologicznych, doskonale ilustrują metabolizm pracy mięśnia i dodatkowo pozwalają na pomiar kwasowości (czyli czynnika pH) mięśnia *in vivo*. Dlatego nieprecyzyjna i bolesna elektromiografia nie ma teraz dużych motywacji do rozwoju...

Ciekawe doświadczenie pokazowe pana Janusza Strzeleckiego należy do grupy eksperymentów rejestrujących sygnały elektryczne pochodzące od organizmu ludzkiego. Jest to dział fizyki medycznej, której specjaliści są kształceni w kilku polskich wyższych uczelniach (m.in. UJ) – może więc stanowić inspirację dla młodych ludzi do studiowania na tym kierunku!