



DIAGNOZOWANIE CHOROÓB PŁUC NA PODSTAWIE SYGNAŁÓW AKUSTYCZNYCH

Diagnosis of Lung Diseases Basis on Acoustic Signals

Andrzej Żak*, Małgorzata Żak**

*Akademia Marynarki Wojennej, **Akademia Medyczna w Gdańsku
andrzej-zak@wp.pl

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki badań diagnozowania chorób płuc na podstawie sygnałów akustycznych. Przedstawiono klasyfikację odgłosów wysłuchiwanym w badaniu fizykalnym oraz wskazano choroby płuc, w których one występują. Krótko opisano metodę badań, która była wykorzystana do oceny charakteru szmerów płucnych. Na zakończenie przedstawiono przykładowe wyniki wykonanych analiz oraz podano ich interpretację.

1. WPROWADZENIE

Układ oddechowy jest jednym z najważniejszych układów organizmu ludzkiego. Śmierć kliniczną powoduje zatrzymanie oddychania na 3 do 5 minut, a po dalszych kilku minutach następuje biologiczna śmierć człowieka. Najważniejszym narządem układu oddechowego są płuca, ponieważ to w nich zachodzi ostatnia faza oddychania zewnętrznego. Duża „otwartość” układu oddechowego na świat zewnętrzny powoduje, iż jest on szczególnie narażony na działanie czynników chorobotwórczych obecnych w powietrzu. Choroby układu oddechowego są bardzo rozpowszechnione i zwykle mają przewlekły przebieg. Badania statystyczne dowodzą, iż schorzenia układu oddechowego są najczęstszą przyczyną absencji chorobowej a także zajmują czwarte miejsce na liście przyczyn zgonów zaraz po chorobach układu krążenia, nowotworach oraz urazach i zatruciach.

2. KLASYFIKACJA DŹWIĘKÓW PŁUCNYCH

W chorobach układu oddechowego duże znaczenie diagnostyczne ma badanie fizykalne, ponieważ na jego podstawie lekarz decyduje o klasyfikacji choroby oraz leczeniu. W badaniu fizykalnym ujawnienie nieprawidłowych, nietypowych odgłosów nad płucami następuje na drodze osłuchiwania. Dźwięki wydawane przez płuca w czasie cyklu oddechowego nazywane są szmerami i dzieli się je na kilka grup. Pierwszą z nich jest szmer oddechowy pęcherzykowy, który można podzielić na:

- Szmer pęcherzykowy zaostrowany (nieżyt oskrzeli, początkowy okres zapalenia płatowego płuc, w sąsiedztwie wysięków lub nacieków i nowotworów).
- Szmer pęcherzykowy osłabiony lub nawet zniesiony (rozedma, zatkanie oskrzela, zrost opłucnowych lub nacieki).
- Szmer pęcherzykowy szorstki (nieżyt oskrzeli, procesy zapalne).
- Szmer pęcherzykowy przerywany (nieżyt oskrzeli).

Drugim z kolei szmerem jest szmer oddechowy oskrzelowy. Rozróżnia się następujące rodzaje tych szmerów:

- Oddech oskrzelowy cichy (głęboko ułożone nacieki płuc).
- Oddech oskrzelowy głośny (zbite nacieki, górne granice wysięków).
- Oddech jamisty, amforyczny, dzbanowy (nad jamami płuc zawierającymi powietrze).
- Oddech metaliczny (w jamach rozstrzeniowych).

Wyróżnia się także grupę szmerów dodatkowych, do których należą:

- Rzężenia powstające wskutek przesuwania się wydzieliny w oskrzelach podczas oddechu lub kaszlu. Mogą one być:

§ Wilgotne (nieżyt oskrzeli). Dzieli się je na:

- Grubobańkowe (gdy wydzielina jest w grubych oskrzelach, może świadczyć o istnieniu jamy lub rozstrzeni oskrzelowej).
- Średniobańkowe (gdy wydzielina jest w oskrzelach).
- Drobnobańkowe (gdy wydzielina jest w oskrzelikach i pęcherzykach płucnych, może świadczyć o zapaleniu płuc, gruźlicy lub zawału płuca).

§ Suche (zapalenie oskrzeli, proces gruźliczy).

- Trzeszczenia (na początku i końcu płatowego zapalenia płuc, przy istnieniu nacieków gruźliczych lub zawału i obrzęku płuca oraz w niedodmie).
- Tarcie opłucnej (w cholerze).

Podział ten jest podstawą do postawienia wniosku o charakterze osłuchiwanego dźwięku oraz umożliwia postawienie prawidłowej diagnozy.

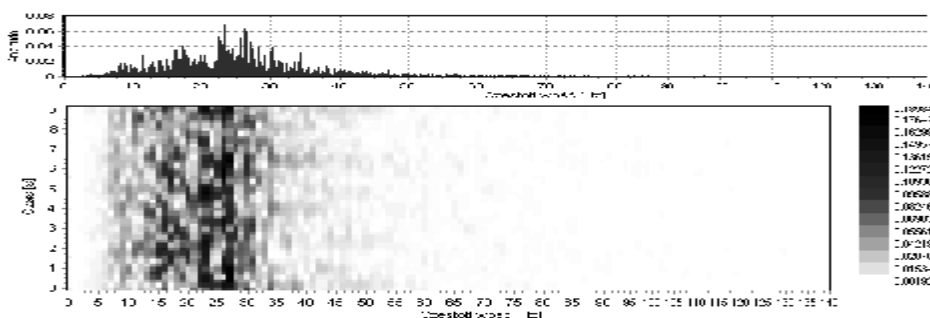
3. METODA PROWADZONYCH BADAŃ

Do badań wykorzystano analizę częstotliwościową, która jest podstawową metodą badania dźwięków zarówno w celu ich rozpoznawania jak również poszukiwania charakterystycznych cech. Zasada analizy częstotliwościowej wywodzi się z zespolonego szeregu Fouriera. Ponieważ analiza częstotliwościowa wykonywana jest na maszynie cyfrowej to do analizy wykorzystywana jest dyskretna postać transformaty Fouriera. W celu uwidocznienia zmian widma w funkcji czasu wykonywana jest analiza widmowa w trzech wymiarach: amplituda, częstotliwość i czas. W ten sposób powstaje spektrogram, który przedstawia w przyjętej skali kolorów zmianę wartości amplitudy w zależności od chwili czasowej oraz częstotliwości, co w znaczny sposób uzupełnia informacje o charakterze osłuchiwanego dźwięku.

4. WYNIKI BADAŃ

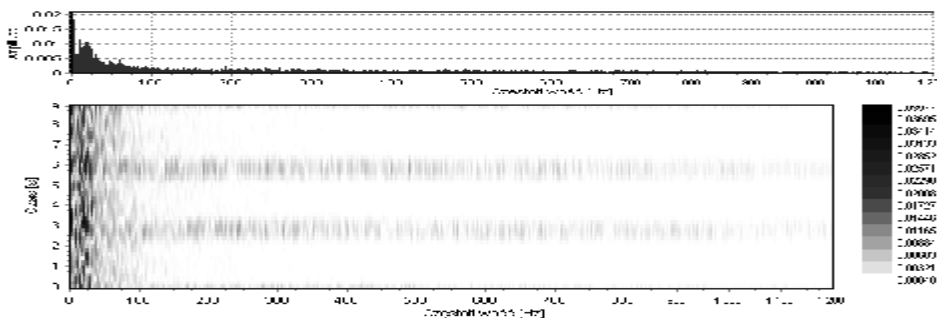
Do analizy wykorzystano sygnały akustyczne pozyskane w trakcie badania fizykalnego pacjentów. Dźwięki zostały podzielone na grupy, które mają wspólne cechy charakterystyczne z punktu widzenia rozróżnialności przez lekarza poszczególnych odgłosów. Na rysunku 1 przedstawione jest widmo oraz spektrogram odgłosu płuc zdrowego

człowieka. Jak widać na tym rysunku pasmo częstotliwości w jakim mieści się ten sygnał ma zakres w przybliżeniu od $5[Hz]$ do $80[Hz]$.



Rys. 1. Widmo i spektrogram sygnału akustycznego płuc zdrowego człowieka.

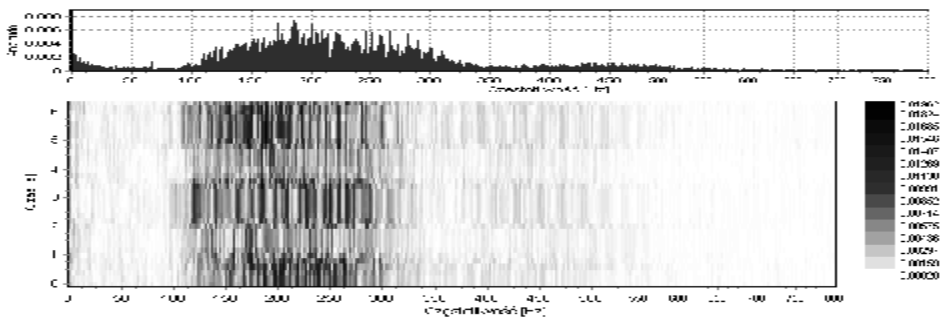
Rysunek 2 przedstawia wynik analizy widmowej oraz spektrogram dźwięku zarejestrowanego u pacjenta ze słyszalnymi trzeszczeniami. W tym przypadku pasmo częstotliwości jest znacznie szersze niż w przypadku człowieka zdrowego i zawiera się w przybliżeniu pomiędzy $5[Hz]$ a $1.2[kHz]$. Na spektrogramie widoczne są charakterystyczne dla tego odgłosu smugi występujące w fazie wdechu związane ze specyficznym odgłosem wydawanym przez rozszerzające się pęcherzyki płucne.



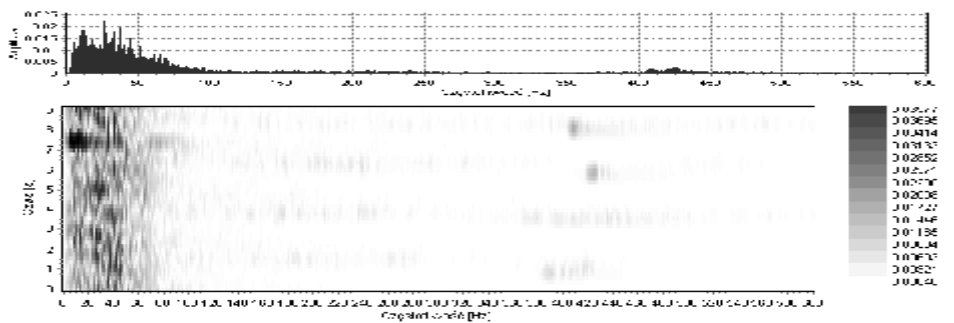
Rys. 2. Widmo i spektrogram sygnału akustycznego płuc pacjenta ze słyszalnymi trzeszczeniami.

Na rysunku 3 przedstawiono analizę odgłosu wydawanego podczas tarcia opłucnej. Jak wynika z widma amplitudowego częstotliwości w jakim mieści się ten sygnał to $5[Hz]$ do około $800[Hz]$ z tym że największe wartości amplitud zawierają się w paśmie od $100[Hz]$ do $320[Hz]$. Na spektrogramie widać składowe o tych właśnie częstotliwościach zarówno w fazie wdechu jak i wydechu.

Kolejny przypadek, przedstawiony na rysunku 4, to widmo oraz spektrogram dźwięku zarejestrowanego u pacjenta ze słyszalnymi świstami. Na podstawie tych wykresów można oszacować, iż pasmo częstotliwości jest zdecydowanie większe niż u pacjenta zdrowego i rozciąga się w przybliżeniu od $5[Hz]$ do $600[Hz]$. W paśmie od $400[Hz]$ do $450[Hz]$ widać charakterystyczny dla tego przypadku wzrost amplitudy, widoczny w postaci pojedynczych plam na spektrogramie przypadających na czas wydechu. Związane to jest z wysokimi tonami słyszalnymi w końcowej fazie wydechu podczas badania fizykalnego.



Rys. 3. Widmo i spektrogram sygnału akustycznego płuc pacjenta ze słyszalnym tarciem opłucnej.



Rys. 4. Widmo i spektrogram sygnału akustycznego płuc pacjenta ze słyszalnymi świstami.

5. PODSUMOWANIE

Z przedstawionych wyników badań wynika, iż na podstawie analizy częstotliwościowej sygnału akustycznego płuc można ocenić charakter słyszalnych szmerów. Różnice pomiędzy prezentowanymi odgłosami są znaczące, co może być szczególnie istotne przy opracowaniu wszelkiego rodzaju systemów automatycznej analizy odgłosów pozyskanych w trakcie badania fizykalnego pacjenta z podejrzeniem choroby układu oddechowego. Dalsze badania będą prowadzone w kierunku zastosowania analizy falkowej do identyfikacji oraz klasyfikacji sygnałów akustycznych w chorobach płuc.

LITERATURA

1. C. CEMPEL, *Wibroakustyka stosowana*, PWN, Warszawa 1989
2. J. DACRE, P. KOPELMAN, *Badanie kliniczne*, PZWL, Warszawa 2004
3. R. FELDMAN, *Anatomia i fizjologia układu oddechowego*, serwis RES MEDICA, 2000
4. M.G. KHAN, J.P. LYNCH III, *Choroby płuc. Diagnostyka i terapia*, Urban & Partner, Wrocław 2000
5. A.V. OPPENHEIM, R.W. SCHAFER, *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów*, WLT, Warszawa 1979.