\section{State of the art}

Badanie monitorujące sen, czyli Polisomnografia (PSG),

jak podaje Wikipedia jest to badanie monitorujące stan organizmu podczas snu

i polega na odczycie parametrów jak: EEG, EKG, EOG, EMG, pomiarze SaO2 (saturacja krwi), ruchów brzucha i klatki piersiowej, monitorowania przepływu powietrza przez drogi oddechowe, chrapania, oraz ruchów i pozycji ciała podczas snu.

\cite{pracki2006polisomnografia}

Aby przeprowadzić takie badanie Polisomnograficzne potrzebna jest odpowiednia aparatura, na którą składają się elementy jak \cite{standards1994practice}:

\begin{itemize}

\item Elektroencefalografia (EEG) - bada aktywność bioelektryczną mózgu \cite{artemowicz2011badanie} \cite{prucnal2021metody}

\item Elektrookulogram (EOG) - badanie ruchu gałek oka \cite{kowalik2018badanie}

\item Elektromiografia (EMG) - badanie czynności elektrycznej nerwów i mięśni \cite{kroczka2009przydatnosc}

\item Elektrokardiografia (EKG) - monitorowanie czynności elektrycznej czynności mięśnia sercowego \cite{nr2011przypadki} \cite{baranowski2013wytyczne}

\item Termistor - monitorujący zmianę temperatury spowodowanej przepływem powietrza

\item Mikrofon - badający fale akustyczne (chrapanie)

\item Pas oddechowy - reagujący na ruch brzucha i klatki piersiowej

\item Czujnik położenia ciała - zapisuje położenia ciał podczas snu

\item Aktimetr - monitoruje ruchy kończyn

\item Czujnik saturacji - sprawdzający natlenienie krwi\cite{kozka2001wykonanie}

\end{itemize}

Jak widać badanie składa się z wielu elementów, jest skomplikowane i drogie, a interpretacja wyników jest opierana głownie na wiedzy lekarza, który może być wspomagany przez obecne już systemy cyfrowe do interpretacji wyników badań\cite{siebert2013nowa}.

\newline

Istnieje również prostsza wersja badania którą można przeprowadzić w domu pacjenta, i składają się na nią monitorowanie kilku obowiązkowych elementy:

\begin{itemize}

\item Przepływ powietrza

\item Ruch oddechowy

\item Rytm pracy serca lub ekg

\item Natlenienie krwi

\end{itemize}

Albo najprostsza wersja, wykorzystująca tylko jeden rejestrator, np. pulsoksymetr. Jednak wyniki ujemne w takich badaniach nie wykluczają występowania bezdechu, takie wykluczenia zapewnia tylko pełna Polisomnografia \cite{kuzminskaotylosc}.

Pełne badanie PSG jest wymagane przy diagnozowaniu OBS (obturacyjnego bezdechu sennego), jednak do wstępnej oceny pacjenta podejrzanego o bezdech senny lub będącego w grupie ryzyka, można wykonać uproszczoną wersję badania. Zastosowanie w tej dziedzinie mają również SmartWatche, choć oficjalnie nie mogą zdiagnozować żadnej choroby, to mogą służyć do monitorowania parametrów mogących korelować z bezdechem sennym, np. saturację, czy ciśnienie krwi. Warto również nie lekceważyć ankiety jaką wypełnia pacjent związanej z jakością snu, która jest pierwszym elementem na drodze do diagnozy klinicznej \newline

Wyżej wymienione metody diagnozowania i monitorowania wymagają bezpośredniego kontaktu pacjenta z aparaturą pomiarową, w mniej lub bardziej inwazyjny sposób, co wpływa na dyskomfort pacjenta, w skrajnych przypadkach może być nie wskazana, kiedy aparatura może uszkodzić skórę, np noworodka \cite{villarroel2014continuous}, jak i utrudnia opiekę nad pacjentem dlatego coraz częściej dąży się do systemów jak najmniej inwazyjnych i ograniczających nie tylko dyskomfort pacjenta, ale i zwiększających swobodę personelu\cite{de2017design}.

\newline

Zaburzenia snu negatywnie wpływają również na inne choroby w tym Alzheimer, która występuje wśród osób starszych, których liczba będzie tylko wzrastać, a jak najwcześniejsze wykrycie znacząco wpływa na skuteczność leczenia, jak i możliwość zachowania komfortu pacjenta. Dlatego ważne jest zwiększenie szybkiej i taniej możliwości wczesnego diagnozowania bezdechu sennego wśród osób starszych\cite{tomaszewska2022wplyw}\cite{kuzminskaobturacyjny}. Bezdech senny występuje nadmiernie często w przypadku osób z otyłością i stanowi ona poważny problem \cite{kuzminskaotylosc} \cite{valencia2000prevalence}.

\newline

Niektóre pomiary można zastąpić technologiami bez kontaktowymi jak technologie radarowe, np. IR-UWB, która została wykorzystana do pomiaru tętna pacjenta, jako możliwość alternatywy dla badania EKG\cite{lee2018novel}. Pokazuje to że odpowiednio przetwarzając dane możemy uzyskać parametry o znaczeniu takim samym albo wystarczająco podobnymi jak te uzyskane drogą kontaktową. Można też uprościć elementy aparatury, np do pomiaru ruchów oddechowych stosując przewód piezoelektryczny\cite{graffstein2010siec}, co wymaga jednak kontaktu z pacjentem, ale należy szukać również prostszych rozwiązań kontaktowych.

\newline

Dodatkowo, ze względu na dostęp do wystarczającej mocy obliczeniowej nawet na małych urządzeniach końcowych, przetwarzanie sygnałów i analiza może odbywać się na miejsc, stosując np. systemy osadzone, co jeszcze kilkanaście lat temu było niewykonalne \cite{pracki2003polisomnografia}, albo przesyłać dane do urządzenia zewnętrznego transmisją bezprzewodową, dzięki czemu nie ograniczamy mobilności osoby badanej, a samo urządzeni pomiarowe powinno być małe, i nie krępować ruchów, ani powodować dyskomfortu, takie rozwiązania można wykonać już bardzo małym kosztem i niewielkim nakładem pracy\cite{szyszkowski2019projekt}.

\newline

W przypadku ograniczonego dostępu do parametrów pomiarowych, swoja skuteczność pokazują metody uczenia maszynowego, które dla jednokanałowego pomiary EEG, uzyskują nawet 100\% dokładność w klasyfikacji miedzy normalnym oddechem, a bezdechem sennym, dla modelu K-NN, oraz sieci neuronowe, jak i wyższe wyniki niż w innych metodach w klasyfikacji miedzy rodzajami bezdechu\cite{prucnal2021metody}.

\newline

Chcę sprawdzić czy wykorzystując metody ML (uczenia maszynowego) można ograniczyć potrzebną aparaturę, i skupić się na analizie wyników badania EKG pacjenta i podać je do trenowania modelu uczenia maszynowego, jak sieci neuronowe. Badanie EKG jako kluczowy element badania pracy serca pozwalał już stwierdzać choroby na pierwszy rzut oka nie związane z chorobą, jak przypadek parkinsona u 59-latka \cite{poddkebska2015analiza}. Badanie EKG może być również badaniach skriningowych (profilaktyczne badaniu, mimo braku występowania objawów, badanej choroby), do wykrywania początkowych stadiów niedokrwiennej choroby serca\cite{fainzilberg2005nowa}. Często do analizy EKG wykorzystuje się prostą automatyczną komputerową ocenę, która obarczona jest wysokim błędem 20-30\% w diagnozie arytmii, dlatego należy rozwijać kierunek AI-EKG, który nie jest obecnie w pełni zagospodarowany, a przynosi on zdecydowanie lepsze rezultaty niż obecne rozwiązania \cite{janiksztuczna}.