



### Tytuł pracy

Metody automatycznej diagnostyki siły motorycznej mięśni w okolicy dłoni, stawu nadgarstkowego oraz łokciowego i wspomaganie rehabilitacji w terapii zajęciowej.

### Streszczenie

Jednym z problemów związanych z rehabilitacją jest brak odpowiedniej liczby specjalistów - neurologów, ortopedów i fizjoterapeutów z dobrym wykształceniem, umożliwiającym skuteczną pomoc ogromnej liczbie potrzebujących pacjentów. Przykładowo, według Komisji Europejskiej szacowano, że w 2020 r. będzie brakować około 50 000 fizjoterapeutów w UE.

Rozwiązaniem problemu jest automatyzacja procedur diagnostycznych i wspomaganie leczenia robotami rehabilitacyjnymi. Jednak, według obecnego stanu wiedzy, brak jest efektywnych narzędzi, które wspomagałyby diagnostykę stawów, których rehabilitacja wspomagana jest maszynowo, a stosowanie obowiązujących kryteriów diagnostycznych obarczone jest dużą liczbą wyników fałszywie ujemnych (rozumianych jako stwierdzenie braku możliwości skutecznej rehabilitacji, podczas gdy faktycznie jest ona możliwa). Słuszność hipotez, dotyczących automatycznej diagnostyki można potwierdzić, pokazując mierzalne postępy w rehabilitacji. Dlatego, oprócz opracowanych metod automatycznej diagnostyki, wykorzystujące sygnały biomedyczne, w ramach pracy zaprojektowano i wykonano oryginalny sprzęt, wspomagający rehabilitację oraz pozwalający na przeprowadzenie obiektywnych pomiarów postępów rehabilitacji.

Obecnie na rynku możemy spotkać rozwiązania, które umożliwiają przeprowadzanie rehabilitacji ruchowej głównych stawów, jednakże w większości są to duże urządzenia, zaprojektowane do pracy w wyższym zakresie momentu obrotowego niż jest to wymagane przy terapii zajęciowej. Urządzenia typu System 4 (Biodex), Primus RS (BTE) lub Luna EMG (EGZOTech) są dedykowane w głównej mierze do przeprowadzania rehabilitacji dla stawów typu kostka, bark, łokieć, kolano, udo. Inne urządzenia, typu Pinchmeter (Biometrics), mają możliwość wywierania ciągłej zmiennej siły nacisku pomiędzy palcami, jednakże nie odpowiada to w pełni funkcjonalnemu treningowi i może doprowadzać do negatywnej zmiany nastawienia pacjenta do ćwiczeń. Upper Limb Exerciser (Biometrics) daje jedynie stały, ręcznie regulowany opór na elemencie obrotowym. Tym samym, i w podobny sposób, jak produkt wyżej, zachęca do ruchu poprzez grę, ale nie prowadzi to do dynamicznego treningu, gdzie opór i zachowanie maszyny powinno być zmienne.

Powyższa analiza prowadzi do sformułowania podstawowego celu badawczego, którym jest opracowanie oryginalnych metod automatycznej diagnostyki siły motorycznej mięśni w okolicach dłoni, stawu nadgarstkowego oraz łokciowego i weryfikacja ich przydatności w rehabilitacji w terapii zajęciowej. Celami cząstkowymi było również: opracowanie urządzenia, umożliwiającego zwiększenie siły motorycznej wybranych mięśni kończyny górnej oraz fotela do wspomaganie rehabilitacji i diagnostyki.

Proponowana tematyka projektu badawczego związana jest z wykorzystaniem sygnałów elektromiograficznych do obiektywizacji i automatyzacji diagnostyki pacjentów, wymagających rehabilitacji ruchowej. Rzeczywista wartość opracowanych metod zostanie zweryfikowana na podstawie nadzorowanych przez fizjoterapeutów scenariuszy ćwiczeń, po których określone będą postępy pacjentów, mierzone za pomocą parametrów takich jak zakres ruchomości stawu i moc generowanych sygnałów elektromiograficznych. W ramach pracy, należało stworzyć układ diagnostyczny oraz metodykę powtarzalnego mierzenia sił lub zakresu ruchomości u pacjenta. Aktualny stan wiedzy przedstawia rozwiązania, bazujące głównie na pomiarach dynamometrycznych (moment, siła) oraz mierzenia kąta obrotu (zakres ruchomości). W przypadku pacjentów o zmniejszonej ruchomości stawu nadgarstkowego i dłoni potrzebne jest dodatkowo precyzyjne mierzenie siły nacisku (np. podczas trzymania klucza od drzwi), gdzie większość rozwiązań technicznych zapewnia tylko jedną opcję pomiarową, tzn. albo samą siłę zacisku lub tylko sam pomiar momentu obrotowego. Dodatkowym atutem projektowanego urządzenia jest wykorzystanie bioelektrycznego sprzężenia zwrotnego z wykorzystaniem sygnału EMG dla pacjentów o skrajnie niskiej masie mięśniowej (robot inicjuje ruch na podstawie otrzymanego sygnału elektrycznego). Dlatego też pobocznym celem było opracowanie efektywnej zautomatyzowanej terapii zajęciowej, z wykorzystaniem oryginalnego, zaprojektowanego i wykonanego w ramach projektu niewielkiego robota, umożliwiającego przeniesienie momentu siły na różne płaszczyzny względem wyprowadzenia głównej osi robota i przeprowadzenie ćwiczeń odpowiadających codziennym czynnościom, takim jak: przekręcanie klucza w drzwiach, wykręcanie / wkręcanie żarówki, naciskanie klamki oraz jej ciągnięcie, zakręcanie / odkręcanie nakrętki. Każdy trening (scenariusz) prowadzony we współpracy z fizjoterapeutą, powinien jak najdokładniej odpowiadać na codzienne zapotrzebowanie w kwestii poruszania się po domu, mieście czy prowadzenia pojazdów, inaczej mówiąc, dać szansę pacjentowi na pełną samodzielność podczas wykonywania zadań. Precyzyjne określenie sposobu prowadzenia każdego funkcjonalnego treningu jest kluczowe, gdyż określi to wstępnie z jakich komponentów musi być zbudowane urządzenie, aby mogło odtwarzać te ruchy.

### **Słowa kluczowe**

analiza i przetwarzanie sygnałów EMG, robot rehabilitacyjny, neurorehabilitacja, automatyczna diagnostyka