

The use of a computer joystick for assessing the progress of hand rehabilitation

Wykorzystanie joysticka komputerowego przy ocenie postępów rehabilitacji ręki

Streszczenie

Celem pracy było przedstawienie możliwości wykorzystania joysticka komputerowego wraz z odpowiednim oprogramowaniem do śledzenia postępów rehabilitacyjnych ręki pacjentów. Najpopularniejszą metodą służącą do oceny ruchliwości ręki jest obecnie metoda wykorzystująca goniometr. Pozwala ona na bezpośredni pomiar wartości kątów stawowych różnych segmentów ciała. W badaniach wykorzystano joystick Saitek Cyborg 3D Rumble. Model ten charakteryzuje się zadowalającą szybkością działania oraz trwałą i stabilną konstrukcją. Ma to znaczący wpływ na kontrolę i śledzenie ruchu kursora na ekranie komputera. Joystick zbudowany jest z wychylnego drążka zamocowanego na podstawie, którego przechylenie w odpowiednim kierunku powoduje reakcję sterowanego obiektu możliwą do zaobserwowania w czasie rzeczywistym. Praca na stanowisku polegała na śledzeniu kursorem zadanego kształtu figury - okręgu. Zadaniem testowanej osoby było jak najwierniejsze odwzorowanie zadanego kształtu i prowadzenie kursora jak najbliżej zarysu średnicy figury. Badaniom poddano łącznie 142 osoby. Materiał badawczy podzielono na 2 grupy: studentów kierunku Inżynieria biomedyczna oraz pacjentów reumatoidalnych. Przeanalizowane w pracy wyniki pozwalają określić stopień sprawności ręki. Przedstawiona w pracy metoda wykorzystująca joystick komputerowy wraz z oprogramowaniem ułatwia

Abstract

The aim of the study was to present the possibility of using a computer joystick with an appropriate software to assess the progress of patients hand rehabilitation. Now, the most common method used to assess the mobility of the hand is the method of using a goniometer. It allows for the direct measurement of the joint angles of the different body segments. The study used a Saitek Cyborg 3D Rumble joystick. This model is characterized by a satisfactory speed of action and a durable and stable construction. This has got a significant impact on the control and tracking of the cursor on the computer screen. Joystick is composed of the pivot rod mounted on the base, which tilt in the right direction causing a real time reaction controlled at observed object. Patient's task was to track the cursor along the predetermined shape of the figure - the circle. The purpose of the test was to draw the line as closely as possible of a predetermined shape and moving the cursor as close to the diameter of the outline of the figure. The study involved a total of 142 people. The research material was divided into 2 groups: students of Biomedical Engineering and rheumatoid patients. Analyzed results in the work allow to determine the degree of hand mobility. Method presented in the paper using a computer joystick with the software facilitates allows to individual progress control in the rehabilitation of the patient. The proposed method aims to significantly reduce the duration of the observation and measurement of changes in the mobility

¹ justyna.miodowska@gmail.com, Zakład Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Instytut Mechaniki Stosowanej, Politechnika Krakowska

² mkszydek@mech.pk.edu.pl; Zakład Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Instytut Mechaniki Stosowanej, Politechnika Krakowska

samodzielną kontrolę postępów w rehabilitacji przez pacjenta. Proponowana metoda ma na celu znaczne skrócenie procedury obserwacji i pomiaru zmian ruchliwości ręki. Dzięki niej sam pacjent może łatwo i regularnie kontrolować swoje postępy w warunkach domowych lub podczas turnusów rehabilitacyjnych. Podsumowując, wykorzystując dynamiczny rozwój technik informatycznych można posłużyć się prostym programem wykorzystującym joystick do przeprowadzania ćwiczeń rehabilitacyjnych oraz sprawdzania postępów w odzyskiwaniu sprawności ruchowej.

Słowa kluczowe: rehabilitacja, metoda komputerowa, sprawność ręki, joystick komputerowy

of the hand. With it patient can easily and regularly check his progress at home or during rehabilitation camps. In summary, using the dynamic development of information technology, it is possible to use a simple program which uses a joystick to perform rehabilitation exercises and to check the progress in the recovery of mobility.

Keywords: rehabilitation, computed method, hand mobility, joystick

1. Wprowadzenie

Dla każdego człowieka ręka stanowi integralną i wyjątkową część narządu ruchu. Wyjątkowość ta polega na ważnej funkcji poznawczej oraz na skomplikowanej funkcji chwytnej i możliwości złożonych manipulacji. To dzięki zmysłowi dotyku wspomagamy pozostałe zmysły w poznawaniu otaczającego świata [1].

Dla wielu niepełnosprawnych ręka stanowi jeden z podstawowych środków łączności z otaczającym światem: głuchoniemym umożliwia komunikację za pomocą języka migowego, niewidomym daje szansę na kontakt z otaczającym światem poprzez umożliwienie czytania z wykorzystaniem alfabetu Braille'a czy też poruszanie się przy pomocy specjalnej laski. Czynności chwytne ręki stanowią ważną składową jej ruchliwości. Dotyczą one nie tylko zdolności manipulacyjnych i siły ale także czynności dotykowych, rozpoznawczych oraz informacyjnych o charakterze chwytanych przedmiotów. Pod pojęciem czynności chwytnej należy rozumieć siłę, sprawność ruchową i dotykową łącznie. Budowa ręki pozwala na różnego rodzaju chwyt. Schlesinger wyszczególnił chwyt dwupunktowy, trójpunktowy, hakowy, cylindryczny, koncentryczny oraz boczny [2].

Wszelkie zaburzenia związane z chorobami rąk, ich kontuzjami czy obrażeniami, a także leczeniem utrudniają czynności chwytne, znacznie zmniejszając możliwości funkcjonowania człowieka. W większości przypadków leczenie chorób czy urazów ręki wiąże się z mniejszym lub większym ograniczeniem jej ruchomości, a nierzadko z zaburzeniami czucia. Najczęściej zmianami chorobowymi zajęte są drobne stawy rąk, choć nierzadko

choroba reumatoidalna zaczyna się od zaatakowania dużych stawów kończyn dolnych lub górnych. Proces ten ma charakter postępujący dlatego też tak ważne jest systematyczne leczenie, które zahamuje rozwój choroby [3].

Powrót funkcji ruchowej, jak i czuciowej ręki zależy od wielu różnych czynników: rozległości urazu czy rozmiarów zniszczenia chorobowego, sposobu jego leczenia oraz czasu trwania unieruchomienia. Znaczną rolę odgrywa również wiek pacjenta, jego ogólny stan zdrowia, aktywność fizyczna i intelektualna, chęć do współpracy oraz warunki środowiskowe. Hsiao [4] w swojej pracy zwraca szczególną uwagę na korzyści płynące z wczesnej i systematycznej rehabilitacji, która pozwala m.in. na skrócenie czasu koniecznego do powrotu do pełnej sprawności oraz zmniejsza odsetek zabiegów chirurgicznych, którym poddani muszą być pacjenci.

Swanson, specjalista chirurgii ręki, zaproponował przedstawienie jej funkcji w ujęciu procentowym w życiu człowieka. Przyjął on całość możliwości funkcjonalnych człowieka jako 100%, zaś udział całej kończyny górnej ocenił na 60%. Ubytki w sprawności ręki doprowadzają według niego do utraty 90% możliwości funkcjonowania całej kończyny górnej. Określił zatem, iż sprawna ręka decyduje aż w 54% o możliwościach funkcjonalnych całego organizmu [5].

W ujęciu biomechanicznym kończynę górną można rozpatrywać jako otwarty łańcuch kinematyczny, w którym końcowe ogniwo jest swobodne i łączy się tylko z jednym sąsiednim ogniwem [6]. Suma stopni swobody poszczególnych par biokinematycznych w obszarze tego łańcucha wynosi aż 19, podczas gdy obecnie konstruowane przez inżynierów mechanizmy nie przekraczają 10 stopni swobody. Fakt ten podkreśla strukturalną i funkcjonalną złożoność ręki jako mechanizmu Swoboda ręki daje jej niestłuchane możliwości techniczne, pozwalające na realizację różnorodnych, bardzo zróżnicowanych pod względem zakresu i precyzji ruchów [6, 7].

Ocena funkcji ręki oraz jej badania są niezwykle trudne. Wynika to głównie z faktu iż brak jest dotychczas jednej powszechnie stosowanej metody uważanej równocześnie za uniwersalną przez różne ośrodki, które przeprowadzają zabiegi usprawniające pacjentów z urazami kończyny górnej. Dodatkowo nie sformułowano dotychczas jednoznacznej definicji funkcji ręki. Wiadomo natomiast, że jest ona zależna od takich czynników, jak:

- zakres ruchów w stawach;
- siła mięśniowa;
- sprawność manipulacyjna;
- motywacja [8].

Wiele obecnie stosowanych metod opiera się na subiektywnej ocenie osoby badającej. Brak jest również powszechnych testów kontrolnych populacji osób zdrowych gdyż wykonanie takich badań jest nie tylko czaso- ale i

pracochłonne [9]. Rzadko też prowadzą one do szczegółowej oceny sprawności czynnościowej.

2. Cel pracy

Celem pracy było wstępne określenie możliwości oceny zakresu ruchliwości ręki przy wykorzystaniu joysticka komputerowego, a następnie ocena przydatności tej metody w kontroli postępu procesu rehabilitacji u pacjentów. Praca miała również na celu ułatwienie procesu śledzenia postępów leczenia bez konieczności wykonania pomiarów zakresu ruchliwości poszczególnych stawów z wykorzystaniem metod klasycznych (np. metody goniometrycznej) [10].

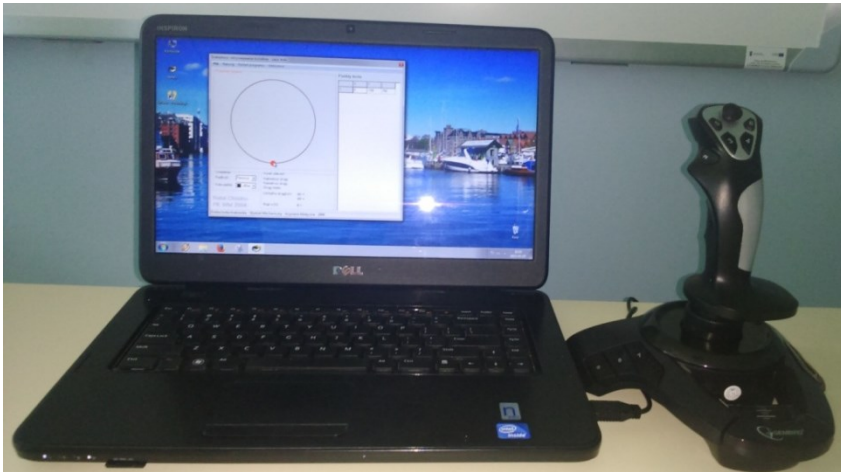
Proponowana metoda ma przede wszystkim na celu znaczne skrócenie procedury obserwacji oraz pomiaru zmian ruchliwości ręki. Dzięki niej możliwa jest sytuacja, w której sam pacjent może łatwo i regularnie kontrolować swoje postępy zarówno w warunkach szpitalnych, jak i domowych.

3. Materiał i metoda

3.1. Stanowisko badawcze

Stanowisko badawcze (rysunek 1) składało się z joysticka połączonego z komputerem zawierającym odpowiednie oprogramowanie³. W czasie badań używano joysticka Saitek Cyborg 3D Rumble, który charakteryzował się dobrą szybkością działania oraz trwałą i stabilną konstrukcją. Miało to kluczowy wpływ na kontrolę ruchu kursora na ekranie komputera przez osobę badaną. Budowa joysticka pozwalała na zapewnienie sytuacji, w której przechylenie urządzenia w odpowiednim kierunku powoduje stosowną reakcję kursora na ekranie komputera. Zadanie pacjenta polegało na śledzeniu kursorem zadanego wcześniej kształtu figury (okręgu) oraz jednocześnie jak najwierniejsze jej odwzorowanie i prowadzenie kursora jak najbliżej zarysu średnicy figury. W pozycji początkowej kursor znajdował się w najniższym punkcie figury. Pozycja ta odpowiadała współrzędnym $X = 0$; $Y = -150$. W trakcie ćwiczenia określone były współrzędne poszczególnych punktów przemieszczającego się kursora. Zakreślany przez kursor promień wynosił 150 milimetrów.

³ Wykonanie stanowiska zostało zrealizowane w ramach pracy dyplomowej R. Chlebio: „Metodyka badań ruchomości palców dłoni” pod kierownictwem Prof. dr hab. inż. Stanisława Mazurkiewicza, 2004



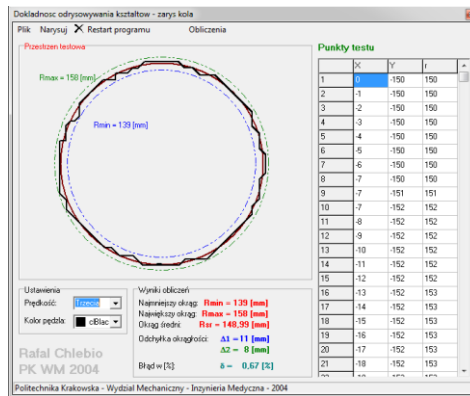
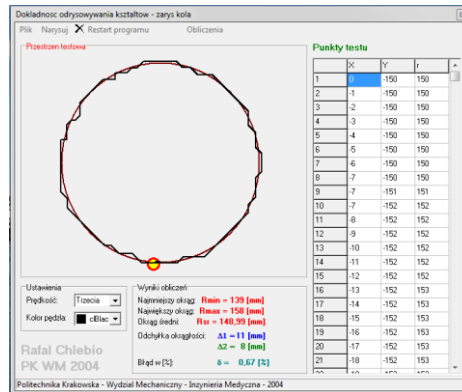
Rysunek 1. Stanowisko badawcze

3.2. Technika badania

Po ukończeniu wyznaczonego zadania przez osobę badaną program wyznaczał dokładność z jaką wykonane zostało ćwiczenie. Wyniki badania prezentowano pacjentowi w formie graficznej (rysunek 2), która przedstawiała zarys trajektorii wykonywanego ruchu. Następnie program dorysował okręgi na podstawie zarejestrowanego minimalnego oraz maksymalnego promienia zakreślonego obrysu wraz z podaną wartością liczbową.

Graficzne wyznaczenie zarysu toru kursora pozwoliło na określenie z jaką dokładnością ćwiczenie zostało przez pacjenta wykonane. Następnie na podstawie kształtu obrysu, można określić w którym momencie występuje odpowiednia koordynacja ruchu manipulacyjnego ręki. Badanie kończyło się obliczeniem przez program następujących parametrów:

- najmniejszy okrąg R_1 [mm] – najmniejsza wartość promienia ze wszystkich współrzędnych przemieszczającego się kursora,
- największy okrąg R_2 [mm] – największa wartość promienia ze wszystkich współrzędnych przemieszczającego się kursora,
- okrąg średni R_{sr} [mm] – średnia arytmetyczna promieni okręgu dla wszystkich współrzędnych przemieszczającego się kursora,
- odchyłka okrągłości dolna $\Delta 1$ [mm] – odchyłka najmniejszego okręgu (wewnętrznego) obliczana jako $\Delta 1 = 150 - R_1$ [mm]
- odchyłka okrągłości górna $\Delta 2$ [mm] – odchyłka największego okręgu (zewnątrznego) obliczana jako $\Delta 2 = 150 - R_2$ [mm]
- błąd okrągłości δ [%] – obliczany z definicji $\delta = (150 - R_{sr}) / 150 * 100$ %



Rysunek 2. Przykładowy wykres badania

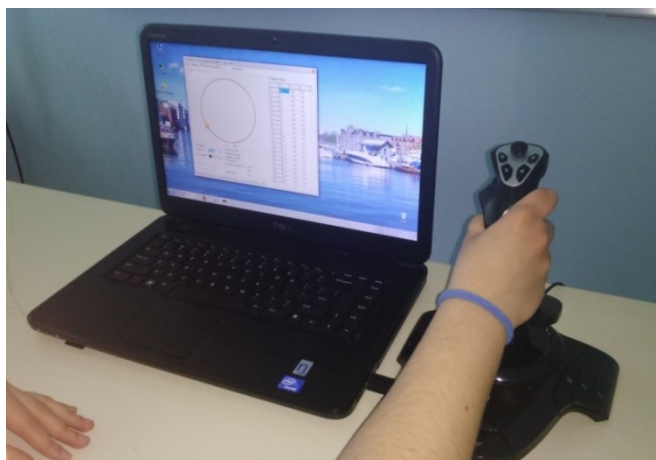
Dodatkowo wykonanie ćwiczenia mogło odbywać się z pięcioma różnymi prędkościami ruchu kursora (tabela 1), które zależą od szacowanego, średniego czasu potrzebnego do zakreślenia pełnego okręgu. Przed badaniem założono, że pacjenci ze sprawną kończyną górną będą wykonywać zadania przy szybkościach III, IV oraz V. Natomiast dla pacjentów ze dysfunkcjami ręki przeprowadzono badanie przy pierwszej prędkości.

W trakcie przeprowadzania oceny sprawności ręki (rysunek 3) pacjent mógł na bieżąco śledzić trajektorię kursora i dzięki temu odpowiednio reagować na jego ruchy starając się prowadzić znacznik jak najbliżej wyznaczonego kształtu.

Tabela 1. Czas zakreślania okręgu dla poszczególnych prędkości badania

| Prędkość | Czas zakreślania pełnego okręgu [s] |
|----------|-------------------------------------|
| I | 120 |
| II | 80 |
| III | 50 |
| IV | 30 |
| V | 20 |

Źródło: opracowanie własne



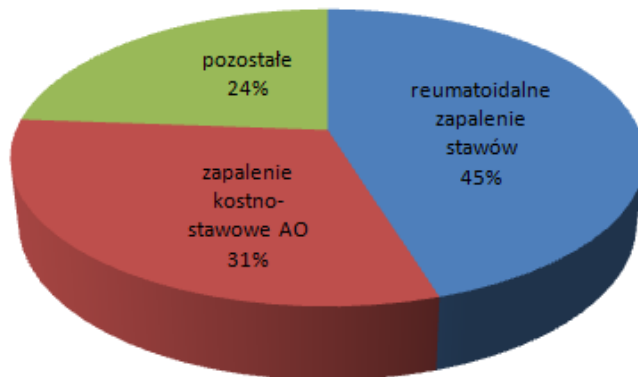
Rysunek 3. Pacjent na stanowisku badawczym w trakcie badania

3.3. Charakterystyka grup badawczych

W badaniu wzięły udział 142 osoby. Pierwszą grupę badaną stanowiło 100 studentów Politechniki Krakowskiej kierunku Inżynieria biomedyczna w wieku od 20 do 22 lat. Osoby badane nie przebyły w przeszłości poważniejszych urazów, które wpłynęłyby na ruchliwość ich kończyn górnych oraz charakteryzowały się ogólną dobrą sprawnością. Dodatkowo w trakcie przeprowadzania badania nie uskarżały się na żadne dolegliwości bólowe oraz schorzenia mogące zakłócić wynik. Pomiary zostały przeprowadzone dla ręki dominującej, która u 98% badanych była ręką prawą.

Drugą grupę badawczą stanowiło 42 pacjentów ze schorzeniami reumatoidalnymi w wieku od 26 do 80 lat. Byli oni objęci leczeniem usprawniającym Małopolskiego Centrum Reumatologii, Immunologii i Rehabilitacji Szpitala Specjalistycznego im. J. Dietla przy Al. Focha w Krakowie. Najczęstszymi jednostkami chorobowymi występującymi u badanej grupy było

reumatoidalne zapalenie stawów oraz zapalenie kostno-stawowe. Pozostałe schorzenia obejmowały toczeń układowy, sklerodermię oraz zespół cieśni nadgarstka. Udział procentowy poszczególnych jednostek chorobowych przedstawiony został na wykresie 1.



Wykres 1. Jednostki chorobowe pacjentów reumatoidalnych [opracowanie własne]

Leczenie usprawniające obejmowało szereg zabiegów fizjoterapeutycznych, na które składały się zarówno ćwiczenia z zakresu kinezyterapii jak i zabiegi fizykoterapeutyczne. Szczegółowa charakterystyka działań usprawniających oraz ich udział procentowy w stosunku do wszystkich zabiegów zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Charakterystyka zabiegów, którymi objęci byli pacjenci reumatoidalni

| Rodzaj zabiegu | Liczebność | Udział procentowy |
|----------------|------------|-------------------|
| kinezyterapia | 25 | 59,5 % |
| laseroterapia | 14 | 33,3 % |
| kriokomora | 12 | 28,6 % |
| masaż | 9 | 21,4 % |
| magnetronica | 8 | 19,0 % |
| fototerapia | 4 | 9,5 % |
| ultradźwięki | 4 | 9,5 % |
| balneoterapia | 3 | 7,1 % |
| interdyn | 2 | 4,8 % |
| jonoforeza | 1 | 2,4 % |

Źródło: opracowanie własne

4. Wyniki badań

Grupę podstawową, do której były porównywane wyniki pacjentów ze schorzeniami reumatoidalnymi stanowili studenci. Do porównywania wyni-

ków poszczególnych grup wybrano średnicę maksymalną i minimalną zakreślonego okręgu oraz związane z tymi okręgami odchyłki – dolną i górną. Badania były wykonane dla trzech prędkości: III, IV i V (tabela 3). Było to podyktowane faktem, iż wszyscy badani studenci mieli sprawne kończyny górne. W czasie analizy wyników odrzucono parametr związany z okręgiem średnim, stanowiącym średnią arytmetyczną promieni okręgu dla wszystkich współrzędnych przemieszczającego się kursora oraz błąd okrągłości. Uznano je za niemiarodajne. Wynikało to z faktu, iż okrąg średni osiągał podobne wartości dla wyników skrajnie różnych. Z kolei wartość błędu okrągłości nie wносиła żadnych jednoznacznych informacji dotyczących zrealizowanego badania. Określała ona jedynie procentowy stosunek różnicy pomiędzy okręgiem średnim i zadaniem do promienia zadanego.

Tabela 3. Wartości promienia maksymalnego i minimalnego dla poszczególnych prędkości badania uzyskane przez grupę studentów

| parametr | Prędkość III | | Prędkość IV | | Prędkość V | |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | R _{min} | R _{max} | R _{min} | R _{max} | R _{min} | R _{max} |
| średnia arytmetyczna | 137 | 165 | 133 | 166 | 134 | 165 |
| wartość minimalna | 121 | 142 | 119 | 138 | 120 | 139 |
| wartość maksymalna | 157 | 180 | 166 | 190 | 160 | 198 |

Źródło: opracowanie własne

Przyjęte normy na podstawie uzyskanych średnich wyników badań przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Przyjęte normy na podstawie przeprowadzonych badań na grupie studentów

| Parametr | Przyjęta norma |
|---------------------------|----------------|
| R _{max} | 150 – 166 |
| R _{min} | 150 – 133 |
| Odchyłka górna Δ_2 | 0 – 16 |
| Odchyłka dolna Δ_1 | 0 – 17 |

Źródło: opracowanie własne

Po przeprowadzeniu badań dla grupy pacjentów reumatoidalnych ustalono wartości średnie średnic okręgów maksymalnego i minimalnego oraz odchyłki górnej i dolnej (tabela 5). Następnie porównano je do wartości normowych wyznaczonych dzięki przeprowadzonych badaniach na grupie studentów.

Tabela 5. Zakresy mierzonych parametrów dla pacjentów ze schorzeniami reumatoidalnymi

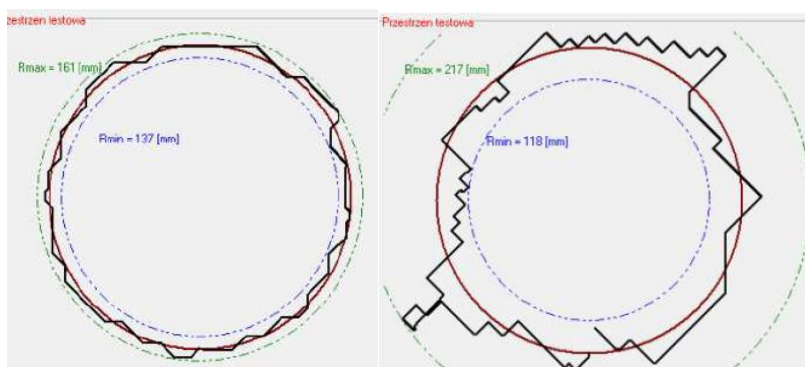
| | R _{max} | R _{min} | Odchyłka górną | Odchyłka dolną |
|----------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| średnia | 177 | 133 | 26,5 | 17 |
| minimum | 157 | 99 | 7 | 7 |
| maksimum | 230 | 143 | 80 | 51 |
| norma | 150-166 | 150-133 | 0-16 | 0-17 |

Źródło: opracowanie własne

5. Analiza wyników

Analiza wyników przeprowadzonych na grupie pacjentów reumatoidalnych nie wykazała zależności pomiędzy długością trwania choroby a uzyskanymi wynikami.

Mimo iż pacjentów przebadano przy pierwszej prędkości badania wyraźnie zauważono wpływ długości i intensywności rehabilitacji na uzyskane wyniki. Im dłużej i systematyczniej pacjent był poddawany zabiegom usprawniającym tym lepiej i dokładniej wykonywał zadanie mu ćwiczenie.



Rysunek 4. Wykresy badań pacjentów reumatoidalnych: regularnie rehabilitowanego (a) i sporadycznie rehabilitowanego (b)

Przedstawione na rysunku 4 wykresy badań dotyczą dwóch pacjentek, które były w podobnym wieku (odpowiednio 54 i 58 lat) i u których reumatoidalne zapalenie stawów zdiagnozowano ok. 10 lat wcześniej. Znaczące różnice odnotowano natomiast w częstości i systematyczności prowadzonego usprawnienia rehabilitacyjnego.

Jak udało się ustalić u Pacjentki A rehabilitacja stosowana była systematycznie, około 2 godziny dziennie. Dodatkowo w trakcie turnusów rehabilitacyjnych pacjentka korzystała zarówno z zabiegów kinezy-terapeutycznych jak i fizjoterapeutycznych (krioterapia oraz zabieg w polu magnetycznym).

Natomiast w przeprowadzonym przed badaniem wywiadzie uzyskano informację, iż u Pacjentki B rehabilitacja stosowana była sporadycznie jedynie w czasie turnusów szpitalnych. Dodatkowo pacjentka nie stosowała żadnych ćwiczeń w warunkach domowych. W tabeli 6 zostały przedstawione wartości mierzonych parametrów w czasie badania z użyciem joysticka komputerowego zarówno Pacjentki B jak i Pacjentki A.

Analizując wartości parametrów ruchliwości pacjentki B uzyskanych za pomocą programu komputerowego można zauważyć, że są one bardzo odległe od przyjętej normy. Wykres uzyskany za pomocą programu komputerowego oraz wartości promienia maksymalnego i minimalnego różnią się znacząco od przeciętnych wyników. W przypadku odchyłki górnej przekroczenie normy jest prawie 4- krotne, natomiast w przypadku odchyłki dolnej prawie 2- krotne. Wartości mierzonych parametrów Pacjentki A mieszczą się w przyjętej normie.

Tabela 6. Wartości mierzonych parametrów dla pacjentki regularnie i słabo rehabilitowanej w odniesieniu do wartości normowych

| | R_{max} | R_{min} | Odchyłka górną | Odchyłka dolną |
|-------------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|
| Pacjentka A | 161 | 137 | 11 | 13 |
| Pacjentka B | 217 | 118 | 67 | 32 |
| norma | 150-166 | 150-133 | 0-16 | 0-17 |

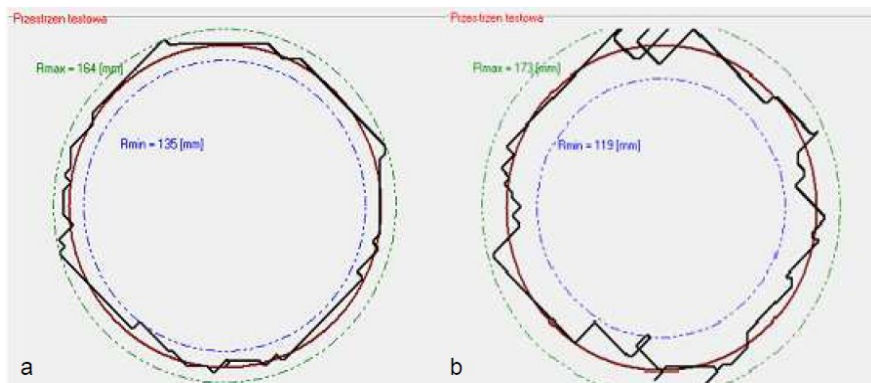
Źródło: opracowanie własne

Zauważono również różnice w wynikach badań przeprowadzonych przed rozpoczęciem rehabilitacji oraz 3 tygodnie po ćwiczeniach. Przy pierwszych pomiarach u niektórych pacjentów ruchomość ręki była zbyt mała by w pełni zrealizować cel badania, natomiast po pewnym czasie (ok. 3 tygodniach) pacjent był w stanie samodzielnie wykonać ćwiczenie a wyniki mieściły się w przyjętych wcześniej normach (tabela 7).

Tabela 7. Wartości mierzonych parametrów dla pacjenta przed i po rehabilitacji w odniesieniu do wartości normowych

| | R_{max} | R_{min} | Odchyłka górną | Odchyłka dolną |
|---------------------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|
| Przed rehabilitacją | 173 | 119 | 23 | 31 |
| Po rehabilitacji | 164 | 136 | 14 | 14 |
| norma | 150-166 | 150-133 | 0-16 | 0-17 |

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 5. Wykresy badań pacjentów reumatoidalnych: po trzech tygodniach rehabilitacji (a) i przed rehabilitacją (b)

Porównując wykresy na rysunkach 4 i 5 można łatwo zauważyć, że pacjent ćwiczący systematycznie jest w stanie wykonać w pełni ćwiczenie na poziomie porównywalnym do osób w pełni sprawnych.

Analizując wartości promienia maksymalnego oraz odchyłki górnej, tylko 19,5% badanych pacjentów uzyskało wartości parametrów mieszczące się w określonej normie, natomiast w przypadku promienia minimalnego oraz odchyłki dolnej aż 80,5% osób osiągnęło prawidłowy wynik. Za kontrolę promienia maksymalnego oraz odchyłki górnej odpowiada ruch prostowania ręki, z kolei za kontrolę promienia minimalnego oraz odchyłki dolnej odpowiedzialny jest ruch zginania.

Natomiast analizując wartości promienia maksymalnego oraz odchyłki górnej pacjentów reumatoidalnych, możemy łatwo zaobserwować, że rzadko pokrywają się one z ustaloną normą. Wartości najbardziej zbliżone do wzorcowych osiągane są przez pacjentów systematycznie rehabilitowanych, bez względu na stopień zaawansowania choroby.

6. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonej analizy dostępnej literatury można założyć, że problem badania stopnia dysfunkcji ręki nie jest w pełni rozwiązany. Równocześnie dostrzegając dynamiczny rozwój technik informatycznych można posłużyć się prostym programem wykorzystującym joystick komputerowy do sprawdzania postępów w odzyskiwaniu sprawności ruchowej oraz przeprowadzania ćwiczeń rehabilitacyjnych. Levanon [11] w swojej pracy zauważył, że nowoczesne technologie coraz częściej pojawiają się w procesach rehabilitacji i pozwalają na bardziej kompleksową opiekę nad pacjentem w trakcie jego powrotu do pełnej sprawności.

Rozważając wyniki grupy pacjentów Centrum Reumatologii łatwo można dostrzec wpływ procesu rehabilitacji na osiągane wartości ruchliwości ręki. Pacjent dobrze i systematycznie rehabilitowany jest zdolny zachować parametry zgodne z normą.

Program ma na celu przede wszystkim wspomaganie powrotu do pełnej sprawności osób chorych i cierpiących z powodu różnorodnych dysfunkcji ręki. Ma on też za zadanie oddziaływać psychologicznie na rehabilitowane osoby, które mogą obserwować postępy swojej pracy w powrocie do pełnej sprawności. Mogą również wskazywać kierunek działań dla lekarzy, którzy dostosują odpowiednie zabiegi do indywidualnych potrzeb pacjentów. Zaproponowana metoda ma służyć do obiektywnej oceny procesu rehabilitacji dzięki określeniu wartości parametrów ruchliwości ręki. Pozwala ona w przejrzysty sposób na wizualizację sprawności ręki. Prostota kontrolowania ruchu ręki za pomocą joysticka i programu komputerowego pozwala na jego użytkowanie przez pacjenta zarówno w warunkach domowych, jak i podczas leczenia na turnusach rehabilitacyjnych.

Przedstawiona metoda może również służyć rehabilitacji najmłodszych pacjentów z uwagi na fakt, że najlepszym sposobem na odwrócenie uwagi dziecka od żmudnych zadań i zmotywowanie go do regularnych ćwiczeń jest wprowadzenie do ich planu elementu zabawy. W przypadku powiązania zabawy z elementami ćwiczeń usprawniających, zadania są wykonywane łatwiej i chętniej a efekty znacznie szybciej widoczne.

Literatura

1. <http://www.modelmed.pl/> *Choroby rąk: leczenie i rehabilitacja* (data dostępu: 01.05.15)
2. Zembaty A., *Kinezyterapia Tom I Zarys podstaw teoretycznych i diagnostyki kinezyterapii*, Kraków, Wydawnictwo Kasper, 2002
3. Malinowska E., *Kinezyterapia*, Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, wyd. VI, 2003
4. Hsiao P-C., *The benefit of early rehabilitation following tendon repair of the hand: A population-based claims database analysis*, Journal of Hand Therapy, 28, 2015, s. 20-26
5. Swanson A.B.: *Evaluation of impairment of hand function*, Rehabilitation of the Hand, 1984
6. Błaszczyk J.W., *Biomechanika Kliniczna podręcznik dla studentów medycyny i fizjoterapii*, Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2004
7. Pieniążek M., *Model postępowania usprawniającego po leczeniu operacyjnym uszkodzeń ścięgien zginaczy palców*, Kraków, Wydawnictwo Skryptowe AWF, 1990
8. Marciniak W., Szulc A., *Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja*. Warszawa, Wydawnictwo PZWL, 2008.

9. Buckup K., *Testy kliniczne w badaniu kości, stawów i mięśni*. Warszawa, 2007, Wydanie III
10. Skowrońska M., Kromka-Szydek M., *Wpływ procesu rehabilitacji na wartości parametrów ruchliwości ręki*. Aktualne Problemy Biomechaniki, zeszyt nr 6/2012, s. 117-122
11. Levanon Y., *The advantages and disadvantages of using high technology in hand rehabilitation*, Journal of Hand Therapy, 26, 2013 s.179-183