

Wioletta MICHALSKA, Kamil SZEWERDA, Koło Naukowe Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej, Politechniki Śląskiej w Gliwicach
Robert MICHNIK, Jacek JURKOJC, Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice
Wiesław RYCERSKI, Górnośląskie Centrum Rehabilitacji w Reptach

ANALIZA ZMIAN WYBRANYCH PARAMETRÓW W BADANIACH STABILOGRAFICZNYCH U PACJENTÓW ZE SCHORZENIAMI W OBRĘBIE KOŃCZYNY DOLNEJ PRZED I PO REHABILITACJI

Streszczenie. Celem pracy była analiza zmian w wartościach wybranych wielkości stabilogramu u pacjentów w trakcie procesu rehabilitacji. W badaniach uczestniczyło 15 dorosłych osób. Na podstawie zmian wielkości wybranych wielkości dokonano oceny postępów procesu regulacji równowagi ciała badanych osób. Dokonane podziały (ze względu na schorzenie i wiek badanych) pozwoliły na ocenę różnic stabilności posturalnej.

1. WSTĘP

Problemy z zachowaniem prawidłowej postawy ciała można ocenić dzięki obiektywnej metodzie badawczej zwanej posturografią [1]. Ocena stabilności postawy najczęściej przeprowadzana jest w oparciu o takie wielkości jak:

- długość statokinezyjogramu określonego przez centrum nacisku stóp CoP (ang. *center of pressure*) (w mm);
- wielkość pola powierzchni określonego przez punkt przyłożenia nacisku stóp na podłoże (w mm²);
- długość statokinezyjogramu w stosunku do wielkość pola powierzchni (1/mm);
- średnia prędkość przemieszczenia centrum nacisku stóp na podłoże w ruchu złożonym oraz w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej (mm/s);
- liczba wychyleń CoP w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej;
- maksymalne wychylenie w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej.

W przeprowadzonej analizie pacjentów wykorzystano pierwszy parametr. Badania przeprowadzono dwukrotnie w celu porównania wybranego parametru i wykazania różnic w jego wartości przed i po rehabilitacji osób z różnymi schorzeniami i w różnym wieku.

2. ANALIZA RÓWNOWAGI W SCHORZENIACH KOŃCZYNY DOLNEJ

2.1. Zaburzenia równowagi

Kontrola prawidłowej postawy ciała oraz jej ciągłe utrzymywanie jest procesem złożonym, związanym zarówno z ośrodkowym układem nerwowym, układem wzrokowym jak i mięśniowym. Choroby lub postępujący proces starzenia pogarsza sprawność układu kontroli równowagi, co może prowadzić do osłabienia stabilności, a w konsekwencji do różnych upadków, które mogą być powodem poważnych urazów oraz prowadzić do pogorszenia jakości życia (lęk przed kolejnym upadkiem, przewlekły ból, utrata sprawności) [2,3]. Główne czynniki ryzyka upadku, to przede wszystkim:

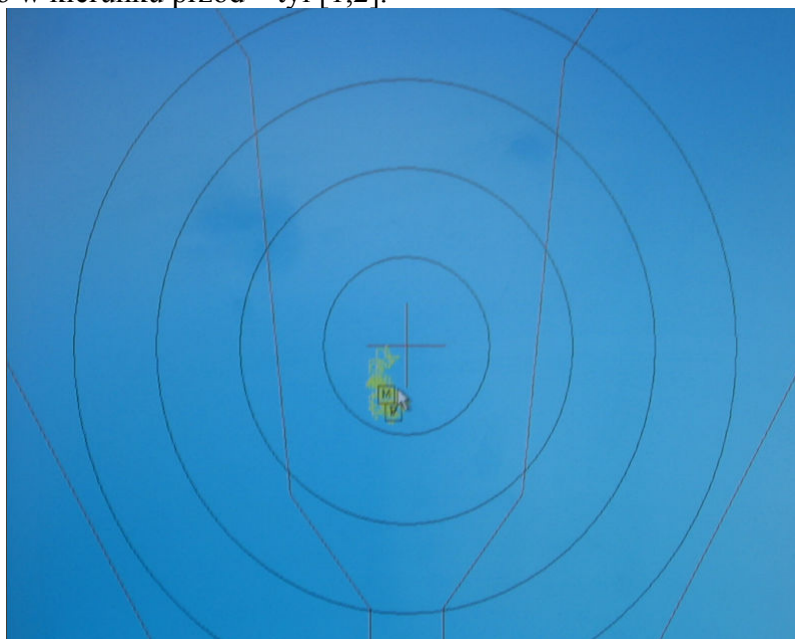
- ubytki motoryczne i psychomotoryczne towarzyszące procesom starzenia się organizmu (spadek siły mięśniowej, spowolnienie czasu reakcji, pogorszenie zdolności koordynacyjnych),
- zaburzenia poznawcze towarzyszące procesom starzenia się organizmu (ryzyko upadku związane z statusem intelektualnym pacjenta) [3].

2.2. Posturografia

Posturografia jest to obiektywna i powszechnie stosowaną metoda oceny stabilności układu równowagi. Określa się ją na podstawie obserwacji przemieszczania się rzutu środka ciężkości badanej osoby podczas stania na platformie sił [2,3]. Platforma posiada, umieszczone w narożnikach, czujniki tensometryczne rejestrujące centralny nacisk stóp na podłoże (odwzorowujące rzut środka ciężkości na płaszczyznę podstawy), a także jego przemieszczenia w osi strzałkowej X tj. lewo-prawo i czołowej Y tj. przód-tył.

Wyniki badania przedstawiane są w postaci danych liczbowych podawanych w formie tabeli na ekranie monitora oraz w formie graficznej jako wykresy zwane statokinezyjogramem i stabilogramem:

- Statokinezyjogram - ukazuje obraz rzutu środka ciężkości na płaszczyznę podstawy,
- Stabilogram - przedstawia przemieszczanie się środka ciężkości w osi strzałkowej i poprzecznej, przy czym osobno rozpatrywany jest ruch w kierunku prawo - lewo, a osobno w kierunku przód – tył [1,2].



Rys. 1. Ekran przedstawiający ścieżkę uzyskaną w czasie badania

Dodatkowo platformę stabilograficzną można wykorzystać, poza badaniem równowagi, do ćwiczeń równowagi. Ćwiczenie wykonuje się przez odpowiednie balansowanie ciałem. Wskaźnikiem na ekranie, obrazujący zmiany położenia środka nacisku, musi osiągnąć pewne punkty. Ćwiczenie to ma na celu poprawienie koordynacji wzrokowo – ruchowej. Ponadto zestaw pomiarowy pozwala na określenie równomierności rozkładu obciążenia kończyny dolnej prawej i lewej. Ćwiczenia na platformie umożliwiają pacjentowi opanowanie równomiernego obciążania obu kończyn.

2.3. Sposób przeprowadzenia badań

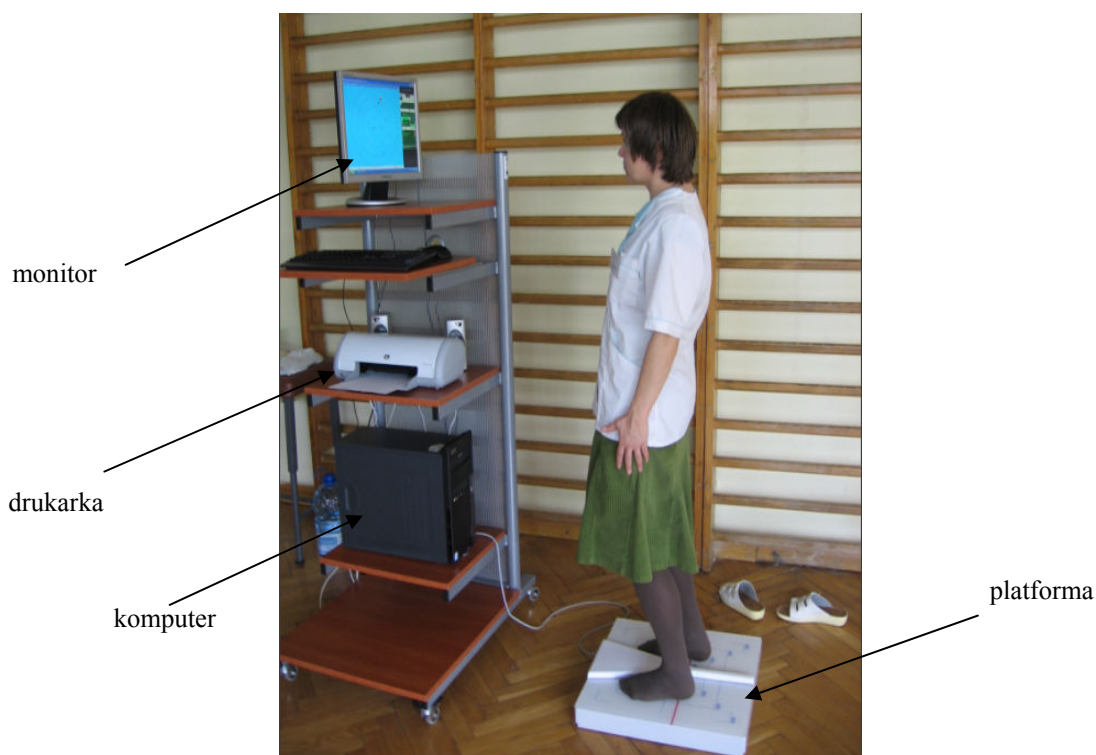
Badania przeprowadzone zostały w Górnośląskim Centrum Rehabilitacji w Reptach przy użyciu platformy stabilograficznej.

Na stanowisko pomiarowe składają się następujące moduły:

- a) komputera;
- b) platforma posturograficzna czteropodporowa, tensometryczna;
- c) monitor do realizacji funkcji sprzężenia zwrotnego;
- d) drukarki do wydrukowania wyników;
- e) oprogramowanie użytkowe.

Stanowisko to przedstawione jest na fotografii poniżej (Rys.1)

Badaniu poddano 15 pacjentów, głównie po przebytej alloplastyce stawu biodrowego. Trzynastu pacjentów poddanych badaniu reprezentowało grupę osób, którym w ostatnim roku wszczepiona została endoproteza stawu biodrowego. Jedna osoba była po nukleotomi oraz stabilizacji kręgosłupa na poziomie C5 – C6. Kolejna badana osoba, miała uszkodzony nerw strzałkowy oraz zwiotczenie mięśnia trójgłowego łydki.



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe do badań stabilograficznych

Badane osoby zostały podzielone na trzy grupy:

- pacjenci z TEP stawu biodrowego,
- pacjent z uszkodzeniem nerwu strzałkowego,
- pacjent po nukleotomi i stabilizacji kręgosłupa na poziomie C5 – C6.

Osoby po alloplastyce stawu biodrowego podzielono względem wieku na cztery grupy wiekowe. Przedziały te zaprezentowano poniżej:

- pacjenci w wieku 18-35 lat,
- pacjenci w wieku 45-55 lat,
- pacjenci w wieku 55-65 lat,
- pacjenci w wieku 65-80 lat.

W analizie wyników wykorzystano długość statokinezyjogramu określonego przez centrum nacisku stóp CoP (ang. *center of pressure*) (w mm) – tzw. Ścieżka; Na rysunku rys.2 przedstawiono ekran monitora na którym kreślona jest ścieżka.

Badanie było przeprowadzone dwukrotnie, po raz pierwszy przed rozpoczęciem rehabilitacji, drugi raz pod koniec trzytygodniowego procesu rehabilitacji. Polegało ono na zrealizowaniu przez badanych 2 zadań:

1. stanie w sposób naturalny w pozycji pionowej na całych stopach z otwartymi oczami;
2. stanie w sposób naturalny w pozycji pionowej na całych stopach z zamkniętymi oczami.

2.4. Przedstawienie i analiza wyniki

Otrzymane wyniki zestawiono w tabelach 1 i 2 oraz przedstawiono w postaci wykresów słupkowych (rys. 3-5).

Tabela 1. Tablicowe zestawienie wyników badań – podział ze względu na schorzenie

schorzenie	Ilość osób	Średnia długość ścieżki przed rehabilitacją [mm]				Średnia długość ścieżki po rehabilitacją [mm]				Średnia poprawa długości ścieżki [%]		Odchylenie standardowe poprawy długości ścieżki	
		OTW	Odch. std	ZAM	Odch. std	OTW	Odch. std	ZAM	Odch. std	OTW	ZAM	OTW	ZAM
TEP biodra	13	611,4	165,2	980	670,02	546	202,3	1043,1	357	9,91	-13,92	22,93	41,56
Pacjent 1*	1	608	0	517	0	392	0	569,27	0	35,51	-10,11	0	0
Pacjent 2**	1	797	0	946	0	733	0	846,66	0	8,02	10,5	0	0

*Nukleotomia i STAB ACIF(C5 – C6) TEP kolana L, kolano szpotaławe

**Uszkodzenie nerwu strzałkowego, zwiódczenie m. trójgłowego łydki

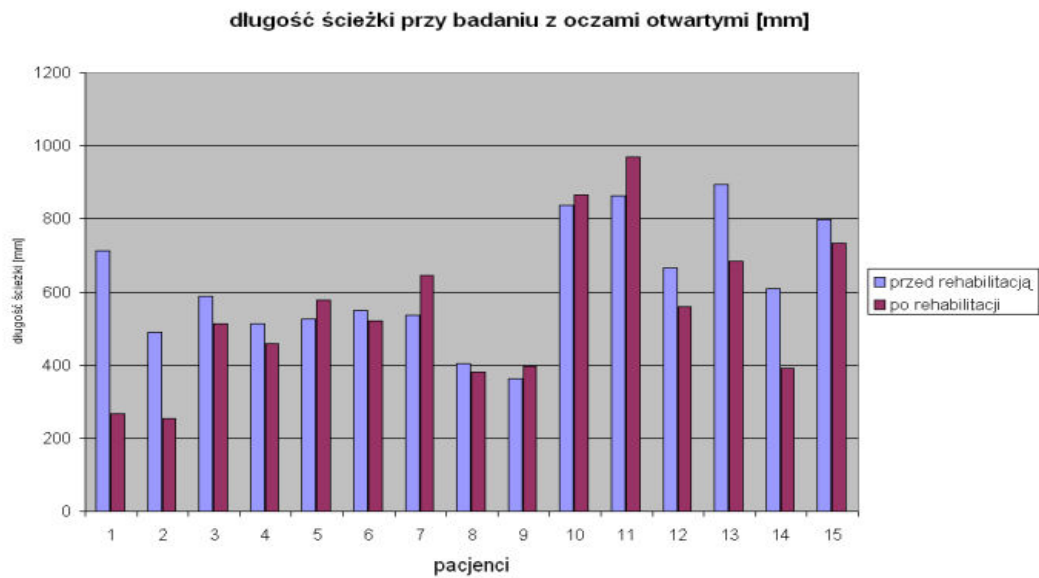
1. Analiza wyników badania grupy osób po alloplastyce stawu biodrowego wskazuje na średnią poprawę utrzymania równowagi w badaniu z otwartymi oczami o ok. 10% po przejściu procesu rehabilitacji.

2. Analizując wyniki badań z zamkniętymi oczami u pacjentów z endoprotezą stawu biodrowego obserwuje się pogorszenie równowagi na poziomie ok.13%.
3. Podobna sytuacja dotyczy także pacjenta z nukleotomią, przy czym poprawa równowagi przy badaniu z otwartymi oczami sięga w tym przypadku ponad 35%, a pogorszenie wyników przy badaniu z zamkniętymi oczami wynosi ok. 10%.
4. Poprawę równowagi po rehabilitacji zarówno przy badaniu z otwartymi jak i zamkniętymi oczami zaobserwowano u pacjentki z uszkodzeniem nerwu strzałkowego.

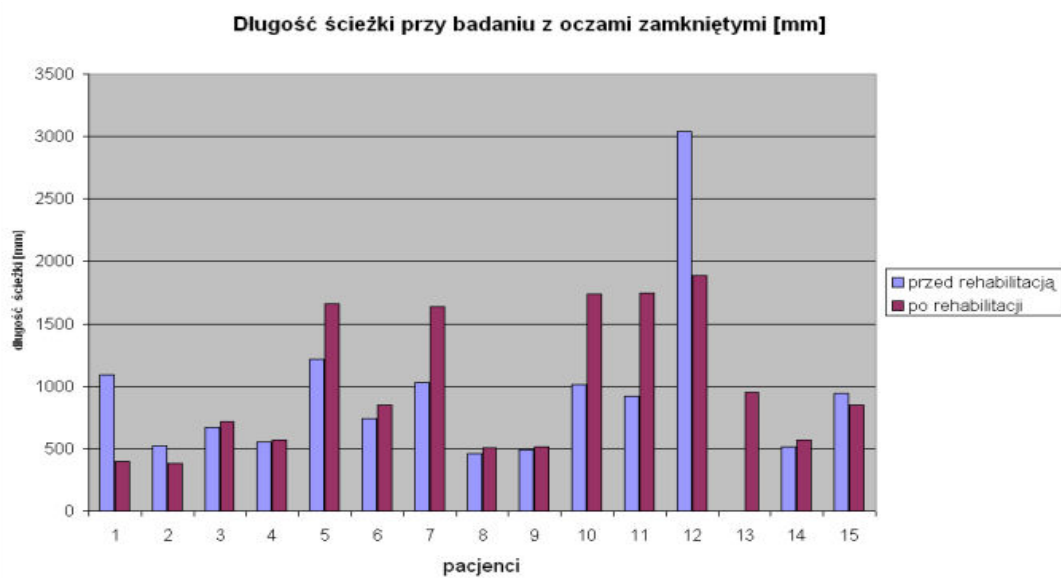
Tabela 2. Tablicowe zestawienie wyników badań – podział ze względu na wiek

Przedział wieku	Ilość osób	Średnia wieku	Średnia długość ścieżki przed rehabilitacją [mm]				Średnia długość ścieżki po rehabilitacją [mm]				Średnia poprawa długości ścieżki [%]		Odchylenie standardowe poprawy długości ścieżki	
			OTW	Odch. std	ZAM	Odch. std	OTW	Odch. std	ZAM	Odch. std	OTW	ZAM	OTW	ZAM
18-35	2	30	447,08	43,93	489,15	30,86	317,84	62,84	444,5	65,5	26,82	7,91	21,24	19,2
45-55	2	49	550,42	37,74	613,86	59,15	487,17	27,17	642	76	11,41	-4,36	1,14	2,33
55-65	3	63,3	602,78	220,51	616,5	123,5	534,04	117,2	772,89	186,93	6,48	-9,74	13,52	6,29
65-80	6	70,8	690,87	130,92	1386,8	746,13	647,71	226,6	1511,2	505,11	5,48	-25,78	27,85	56,94

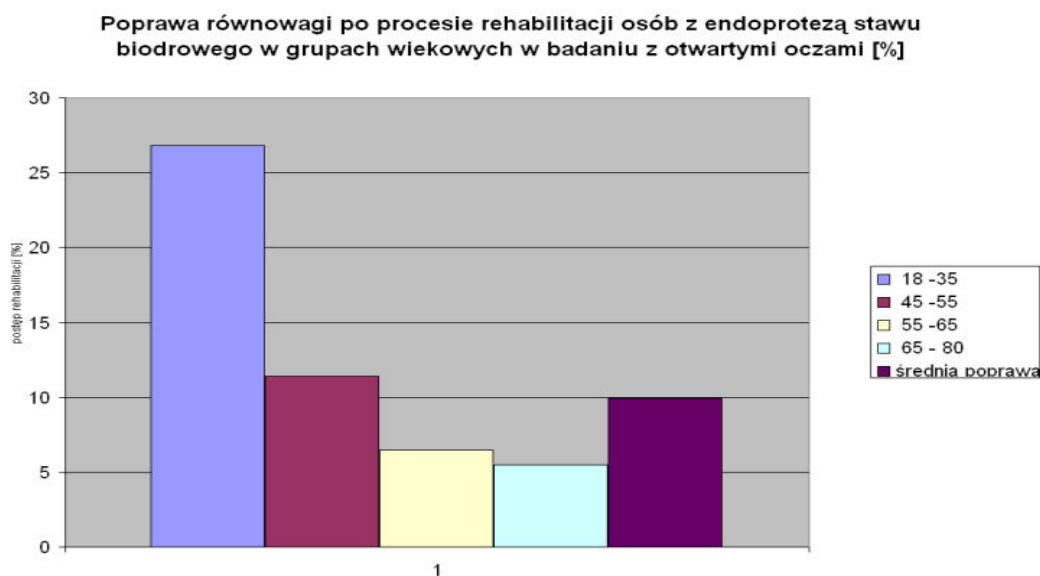
1. Wraz z wiekiem rośnie długość ścieżki zarówno w czasie badania równowagi przy oczach otwartych i zamkniętych. Rozrzut tego parametru w ostatnich dwu grupach wiekowych, świadczy o dużej osobniczej zmienności wyniku badania, na który może mieć wpływ wiele czynników.
2. Analizując wyniki pomiarów z otwartymi oczami wnioskować można iż najlepsze rezultaty poprawy równowagi po rehabilitacji osiągnęli ludzie młodzi. Wraz ze wzrostem wieku procentowa poprawa równowagi zmniejszała się. W najmłodszej grupie wiekowej zaobserwowano poprawę równowagi w czasie badania z otwartymi oczami o ponad 25%, natomiast w badaniu z zamkniętymi oczami o ok 8%. W pozostałych przedziałach wieku obserwuje się poprawę jedynie przy badaniu z otwartymi oczami. Procentowa wartość tej poprawy zmniejsza się systematycznie dla kolejnych grup do wartości ok.5,5% dla osób najstarszych. Wraz z wiekiem następuje również wzrost pogorszenia się równowagi przy oczach zamkniętych po procesie rehabilitacji.



Rys. 3. Długość ścieżki przy badaniu z oczami otwartymi [mm]



Rys. 4. Długość ścieżki przy badaniu z oczami zamkniętymi [mm]



Rys. 5. Procentowe zmiany długości ścieżki pacjentów po alloplastyce stawu biodrowego w poszczególnych grupach wiekowych

3. WNIOSKI

Badania równowagi pozwalają w obiektywny sposób sprawdzić stopień postępu procesu rehabilitacji. Analiza wyników pokazuje, że największa poprawa następuje w ludzi młodych. Wraz z wiekiem postęp w rehabilitacji maleje. Również wraz z wiekiem ulega wydłużeniu ścieżki badanej osoby zarówno w badaniu z oczami otwartymi jak i zamkniętymi. Stopień wydłużenia ścieżki jest parametrem indywidualnym i osobniczo zmiennym, można wnioskować na podstawie zwiększenia się odchylenia standardowego w ostatnich dwu przedziałach wiekowych. Na rozrzut wyników w tych grupach wpływ może mieć wiele czynników np. przebyte choroby, przebyte kontuzje, przyjmowane leki lub osobnicze skłonności do pogorszenia się tego parametru itp.

Proces rehabilitacji pacjentów z endoprotezami stawu biodrowego prowadzony był pod kątem poprawy ich funkcji lokomotorycznych, pozwalających usprawnić wykonywanie codziennych czynności przez te osoby. Ćwiczenie równowagi u tych osób schodziło zatem na dalszy plan, czym można wytłumaczyć brak postępów w czasie badania z zamkniętymi oczami.

Pogorszenie się stanu równowagi pacjentów, w czasie badania z zamkniętymi oczami, po procesie rehabilitacji może być wynikiem nieodpowiedniego sposobu przeprowadzania badań. Drugie badanie często przeprowadzane było u pacjentów po zabiegach rehabilitacyjnych(np. po ćwiczeniach fizycznych, basenie itp.), co powodować może pogorszenie równowagi zmęczonego pacjenta. W celu otrzymania rzetelniejszych wyników należałoby zwiększyć częstotliwość przeprowadzania badań nie ograniczając się jedynie do dwóch pomiarów. Innym rozwiązaniem mogłoby być badanie równowagi pacjentów rano przed rozpoczęciem zabiegów rehabilitacyjnych.

Wyniki wskazują na wyćwiczenie i poprawienie koordynacji wzrokowo – ruchowej. Wyłączenie biologicznego sprzężenia zwrotnego jakim dla człowieka jest sygnał ze zmysłu wzroku powoduje wydłużenie się ścieżki w czasie badania z oczami zamkniętymi. Być może wycucie równowagi w przypadku zamkniętych oczu, przy zmianie takich parametrów jak np. siła mięśniowa lub innych mających na celu usprawnienie pacjenta, wymaga dłuższego czasu i przyniesie rezultaty w przyszłości.

Dodatkowym aspektem na który warto zwrócić uwagę, a który został pominięty w tym opracowaniu, jest równomierność obciążenia nogi prawej i lewej.

Podsumowując platforma stabilograficzna jest bardzo dobrym narzędziem, zarówno do monitorowania stanu równowagi pacjenta i jego postępów w czasie rehabilitacji jak również do ćwiczenia koordynacji ruchowej w czasie ćwiczeń na platformie. Warunkiem dobrego wykorzystania platformy jest stworzenie odpowiedniego algorytmu przeprowadzania badań, w taki sposób aby do minimum ograniczyć zakłócenia spowodowane stanem fizycznego zmęczenia pacjenta lub innymi czynnikami mogącymi chwilowo zaburzać jego równowagę.

LITERATURA

- [1] Kubiczkowa J., Kubiczek-Jagielska M., Posturografia w ocenie sprawności układu równowagi. Bibl. Prospera Meniere'a, 3, 4, 5-57, 1999.
- [2] http://cq.com.pl/n_stabilograf.html
- [3] www.neurocentrum.pl/biblioteka/promocja_zdrowia/tom1/chamela2.pdf

ANALYSIS OF CHANGES OF CHOSEN STABILITY PARAMETERS FOR PATIENTS WITH LOWER LIMB AFFECTIONS BEFORE AND AFTER REHABILITATION

Summary. The purpose of this work was to do assessment of progress of rehabilitation process for patients of Silesian Rehabilitation Centre. Assessment was carried out on the basis of analysis of two chosen parameters concerning human stability. There were 15 adult persons participated in this research.