

UNIWERSYTET MEDYCZNY
IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU
WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU
Katedra Reumatologii i Rehabilitacji
Klinika Rehabilitacji

Agnieszka Wareńczak-Wysocka

**OCENA RÓWNOWAGI W ŚWIETLE BADAŃ KLINICZNYCH
I POSTUROGRAFICZNYCH U PACJENTÓW PO
ENDOPROTEZOPLASTYCE STAWU BIODROWEGO**

Rozprawa doktorska

Promotor: dr hab. n. med. Przemysław Lisiński

Poznań 2016

Składam podziękowania Promotorowi, dr hab. n. med. Przemysławowi Lisińskiemu, za poświęcony czas, cenne wskazówki merytoryczne, życzliwość i ogrom okazanej mi cierpliwości oraz za słowa motywacji, od których wszystko się zaczęło.

Dziękuję również Rodzinie, Przyjaciołom i tym wszystkim, którzy w jakikolwiek sposób przyczynili się do powstania niniejszej pracy, za wszelką pomoc, za każde dobre słowo i okazaną dobroć.

Pisanie pracy wiązało się z koniecznością dużego zaangażowania i poświęcenia wielu godzin wolnego czasu. Dlatego, szczególne podziękowania kieruję do mojego męża Adama, za wyrozumiałość, cierpliwość i wsparcie, które mi okazał, oraz do Rodziców za wiarę we mnie i bezgraniczną miłość.

Pracę dedykuję Mamie.

SPIS TREŚCI

Spis skrótów stosowanych w pracy.....	5
1. WSTĘP	7
1. 1. Równowaga ciała człowieka	7
1.1.1. Kontrola postawy ciała	9
1.1.2. Strategie przywracania równowagi ciała	11
1. 2. Starzenie się społeczeństwa.....	13
1. 2. 1. Starzenie się narządu ruchu	13
1. 3. Wpływ starzenia się na zdolność utrzymania równowagi.....	15
1. 3. 1. Czynniki ryzyka upadków	16
1. 3. 2. Konsekwencje upadków	18
1. 4. Choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego	19
1. 4. 1. Objawy choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego	19
1. 4. 2. Postawa ciała i równowaga w chorobie zwyrodnieniowej stawu biodrowego.....	19
1. 4. 3. Leczenie choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego.....	21
1. 4. 4. Endoprotezoplastyka stawu biodrowego	21
1. 5. Ocena równowagi ciała	23
1. 5. 1. Testy funkcjonalne.....	23
1. 5. 2. Badania posturograficzne	24
2. CEL BADAŃ.....	26
3. GRUPY BADANYCH.....	27
3. 1. Ogólna charakterystyka stanu zdrowia wszystkich badanych.....	28
3. 2. Charakterystyka grupy badawczej.....	34
4. METODY BADAŃ	36
4.1. Kwestionariusz wywiadu.....	36
4.2. Skala AMTS	37
4.3. Skala ADL oraz skala IADL	37
4.4. Skala równowagi Berga.....	38
4.5. Testy funkcjonalne	38
4.6. Badanie posturograficzne na platformie balansowej.....	42
4.6.1. Badanie statyczne	43
4.6.2. Badanie dynamiczne	46
4.6.3. Analiza statystyczna.....	48

4.6.4. Zagadnienia etyczne.....	48
5. WYNIKI.....	49
5.1. Wyniki uzyskane w badaniu statycznym na platformie balansowej	49
5.2. Wyniki uzyskane w badaniu dynamicznym na platformie balansowej.....	57
5.3. Wyniki uzyskane w testach funkcjonalnych	60
5.4. Wyniki uzyskane w skali równowagi Berga	62
5.5. Analiza korelacji.....	64
5.5.1. Korelacje wybranych zmiennych z wynikami badania statycznego na platformie balansowej.	65
5.5.2. Korelacje wybranych zmiennych z wynikami badania dynamicznego na platformie balansowej.....	73
5.5.3. Korelacje wybranych zmiennych z wynikami testów funkcjonalnych	76
5.5.4. Korelacje wybranych zmiennych z wynikami skali równowagi Berga.....	78
5.5.5. Korelacje wyników uzyskanych w skali Berga z wynikami badania statycznego na platformie balansowej	79
5.5.6. Korelacje wyników uzyskanych w skali równowagi Berga z wynikami badania dynamicznego na platformie balansowej.....	80
5.5.7. Korelacje wyników uzyskanych w skali równowagi Berga z wynikami testów funkcjonalnych.....	81
5.5.8. Korelacje wyników uzyskanych w testach klinicznych z wynikami badania statycznego na platformie balansowej	82
5.5.9. Korelacje wyników uzyskanych w testach klinicznych z wynikami badania dynamicznego na platformie balansowej.....	90
5.5.10. Korelacje wyników uzyskanych w testach funkcjonalnych	98
6. DYSKUSJA.....	99
7. WNIOSKI.....	115
8. STRESZCZENIE.....	116
9. SUMMARY.....	118
10. PIŚMIENNICTWO.....	119
11. SPIS TABEL	132
12. SPIS RYCIN.....	138
13. ZAŁĄCZNIKI	139

SPIS SKRÓTÓW STOSOWANYCH W PRACY

ADL	- (ang. <i>Activities of Daily Living</i>) skala oceny podstawowych czynności w życiu codziennym
AMTS	- (ang. <i>Abbreviated Mental Test Score</i>) Skrócony Test Sprawności Umysłowej
BBS	- (ang. <i>Berg Balance Scale</i>) - skala równowagi Berga
BMI	- (ang. <i>Body Mass Index</i>) - indeks masy ciała
CHZS	- choroba zwyrodnieniowa stawów
COG	- (ang. <i>Center of Gravity</i>) ogólny środek ciężkości ciała
COP	- (ang. <i>Center of Pressure</i>) środek nacisku stóp
EBM	- (ang. <i>Evidence Based Medicine</i>) medycyna oparta na faktach
F _{COP}	- siły nacisku stóp na podłoże
F _{LL}	- siła nacisku kończyny lewej (ang. <i>leg left</i>) na podłoże
F _{LR}	- siła nacisku kończyny prawej (ang. <i>leg right</i>) na podłoże
FRT	- (ang. <i>Functional Reach Test</i>) test wychylenia w przód
GUS	- Główny Urząd Statystyczny
IADL	- (ang. <i>Instrumental Activities of Daily Living</i>) skala oceny złożonych czynności życia codziennego
MCT	- (ang. <i>Motor Control Test</i>) test kontroli motorycznej
NS EC	- (ang. <i>Normal Standing Eyes Closed</i>) - pozycja stojąca z oczami zamkniętymi
NS EO	- (ang. <i>Normal Standing Eyes Open</i>) - pozycja stojąca z oczami otwartymi
p	- poziom istotności statystycznej
r	- współczynnik korelacji Pearsona
r _s	- współczynnik korelacji rang Spearmana
SD	- odchylenie standardowe
SOT	- (ang. <i>Sensory Organization Test</i>) test organizacji sensorycznej
stepE	- step test wykonany kończyną operowaną (dla grupy badawczej)
stepK	- wskaźnik, charakteryzujący wynik step testu (dla grupy kontrolnej)
stepZ	- step test wykonany kończyną nieoperowaną (dla grupy badawczej)
t	- wynik testu t-studenta
TEP	- tandem kończyna operowana z przodu (E - endoproteza, dla grupy badawczej)
TLP	- tandem kończyna lewa z przodu (dla grupy kontrolnej)
TK	- wskaźnik, charakteryzujący wynik testu tandem (dla grupy kontrolnej)
TPP	- tandem kończyna prawa z przodu (dla grupy kontrolnej)
TUG	- (ang. <i>The Timed Up and Go test</i>) test "wstań i idź"
TZP	- tandem nieoperowana kończyna dolna z przodu (Z - zdrowa, dla grupy badawczej)
U	- wynik testu U Manna-Whitneya

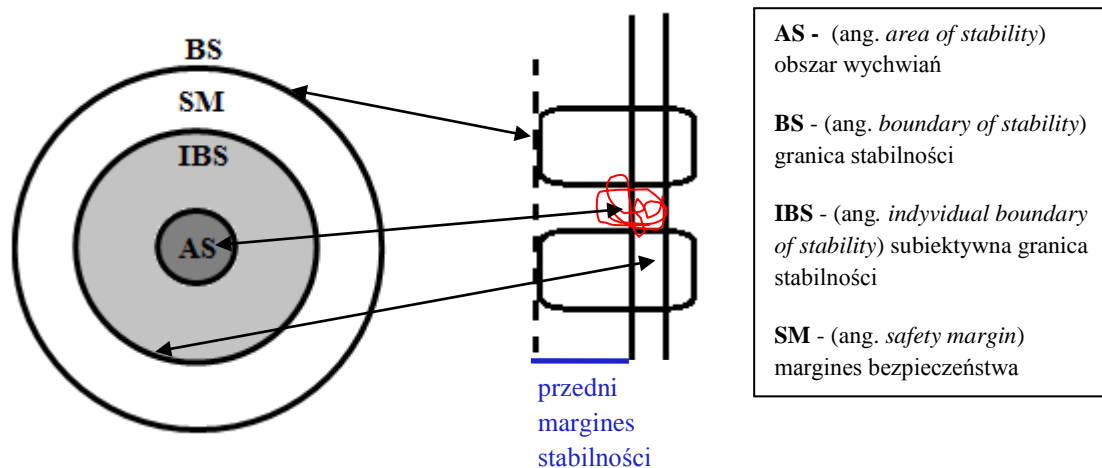
VAS	- (ang. <i>Visual Analog Scale</i>) skala wzrokowo-analogowa
W	- wynik testu Welcha
X	- płaszczyzna czołowa
Y	- płaszczyzna strzałkowa
1E	- test stania na kończynie operowanej (E - endoproteza, dla grupy badawczej)
1L	- test stania na kończynie dolnej lewej (dla grupy kontrolnej)
1K	- wskaźnik, charakteryzujący wynik testu stania na 1 nodze (dla grupy kontrolnej)
1P	- test stania na kończynie dolnej prawej (dla grupy kontrolnej)
1Z	- test stania na kończynie nieoperowanej (Z - zdrowa, dla grupy badawczej)
2TEP	- tandem wariant 2 kończyna dolna operowana z przodu (E - endoproteza, dla grupy badawczej)
2TLP	- tandem wariant 2 kończyna lewa z przodu (dla grupy kontrolnej)
2TK	- wskaźnik, charakteryzujący wynik testu tandem wariant 2 (dla grupy kontrolnej)
2TPP	- tandem wariant 2 kończyna prawa z przodu (dla grupy kontrolnej)
2TZP	- tandem wariant 2 kończyna dolna nieoperowana z przodu (Z - zdrowa, dla grupy badawczej)

1. WSTĘP

1. 1. Równowaga ciała człowieka

Równowaga jest określana jako stan układu posturalnego, który charakteryzuje się pionową orientacją ciała utrzymywaną dzięki zrównoważeniu sił działających na ciało oraz ich momentów [1]. Określana jest w piśmiennictwie również jako taka cecha organizmu, która pozwala na odzyskiwanie swego stanu w czasie wykonywania różnych zadań ruchowych oraz po ich zakończeniu [2]. Jak wynika z wyżej wymienionych definicji można spojrzeć na równowagę dwuaspektowo dzieląc ją na równowagę statyczną, która dotyczy utrzymywania pozycji w bezruchu oraz dynamiczną, która występuje podczas utrzymywania stabilnej pozycji ciała w czasie ruchu [3]. Stabilność jest pojęciem szerszym. Oznacza zdolność do odzyskiwania typowej pozycji ciała w przestrzeni, utraconej w wyniku działania czynników destabilizujących, którymi może być własna aktywność ruchowa lub siły zewnętrzne [1]. Równowaga i stabilność człowieka nie są cechami stałymi, ale ulegają zmianom w ciągu życia. W procesie rozwoju kształtują się niezbędne dla kontroli postawy i stabilności ciała człowieka wzorce ruchowe i napięcie mięśniowe, a także dojrzewa układ sensoryczny [4].

Pozycja stojąca na dwóch kończynach jest wysoce niestabilna ze względu na niewielką podstawę podparcia w stosunku do wysokości ciała i szerokości barków, brak zakotwiczenia w podłożu, a także wielosegmentową budowę ciała [5]. Utrzymanie postawy ciała w pozycji stojącej jest przejawem koordynacji nerwowo-mięśniowej [4]. Uważa się, że ciało człowieka pozostaje w stanie równowagi, kiedy rzut środka ciężkości ciała (COG - ang. *Center of Gravity*) pada na płaszczyznę podparcia, której granice w czasie stania są wyznaczone przez obrys stóp [5, 6]. Ciało człowieka nie można jednak traktować jako sztywnej bryły, dlatego też w rzeczywistości granica stabilności nie pokrywa się z granicą powierzchni podparcia. Jest ona oddzielona od mechanicznej granicy, którą tworzą krawędzie stóp, obszarem nazywanym marginesem bezpieczeństwa. W płaszczyźnie strzałkowej tylko niewiele więcej niż połowę powierzchni podparcia obejmuje obszar zamknięty granicą stabilności (rycina 1). Na kształt i wielkość tego obszaru wpływa wiele czynników związanych z budową i wydolnością organizmu, jak na przykład: wiek, wzrost, siła mięśni, czy prawidłowa postawa [7].



Rycina 1. Granice stabilności [7].

Dla każdej części ciała człowieka można wyznaczyć własny środek ciężkości, a wyznaczając ich wypadkową u osoby znajdującej się w pozycji stojącej uzyskuje się położenie ogólnego środka ciężkości. Znajduje się on w rejonie miednicy na wysokości kręgów S2-S3 [5]. Wielkość powierzchni podstawy podparcia jest zmienna i zależy między innymi od ustawienia stóp, i odległości między nimi, rodzaju podłoża i zastosowania dodatkowych punktów podporu. Poprzez rozstawienie stóp czy użycie laski powierzchnia się zwiększa, natomiast podczas stania na jednej nodze, w pozycji jednej stopy ustawionej bezpośrednio przed drugą (pozycja tandem) czy na wąskim podłożu, wielkość tej płaszczyzny zmniejsza się [6]. Rzut środka ciężkości w czasie stania ze stopami ustawionymi równoległe znajduje się około 5cm do przodu od kostki bocznej stawu skokowo-goleniowego, a jego utrzymanie w tym obszarze nie wymaga większego wysiłku mięśni [7].

Niezwykle ważną rolę w utrzymaniu stabilnej i zrównoważonej postawy ciała odgrywają wykazujące fazową i toniczną aktywność mięśnie posturalne (antygrawitacyjne) [5]. Możliwość utrzymania prawidłowej, stabilnej postawy jest warunkiem niezbędnym do wykonywania większości dowolnych ruchów, w tym chodu [7].

1.1.1. Kontrola postawy ciała

W czasie spokojnego stania, kiedy poprosi się pacjenta o utrzymanie względnie nieruchomej pozycji, można zauważyć pewne niewielkie wychylenia ciała [8]. Zjawisko to jest spowodowane zarówno aktywnością własną organizmu jak na przykład biciem serca, oddychaniem czy krążeniem krwi, jak i toniczną aktywnością mięśni antygravitacyjnych [7]. Niewielkie oscylacje od pionu wskazują na ciągłą aktywność układu równowagi i występują u wszystkich ludzi [8-10]. Do nasilenia wychyleń dochodzi między innymi w momencie przerywania informacji dopływających z narządu przedsionkowego, narządu wzroku i proprioceptorów, a także u osób starszych, u których stopniowo dochodzi do upośledzenia układu kontroli postawy [9-12]. Również inne czynniki jak współistniejące choroby, przyjmowane leki, ból, zmniejszenie siły mięśniowej, zmęczenie, lęk, depresja oraz czynniki zewnętrzne, jak nieoczekiwane bodźce wzrokowe, słuchowe, czuciowe, ruch otoczenia czy rodzaj podłoża mogą wpłynąć na pogorszenie zdolności utrzymania równowagi [9, 13-16].

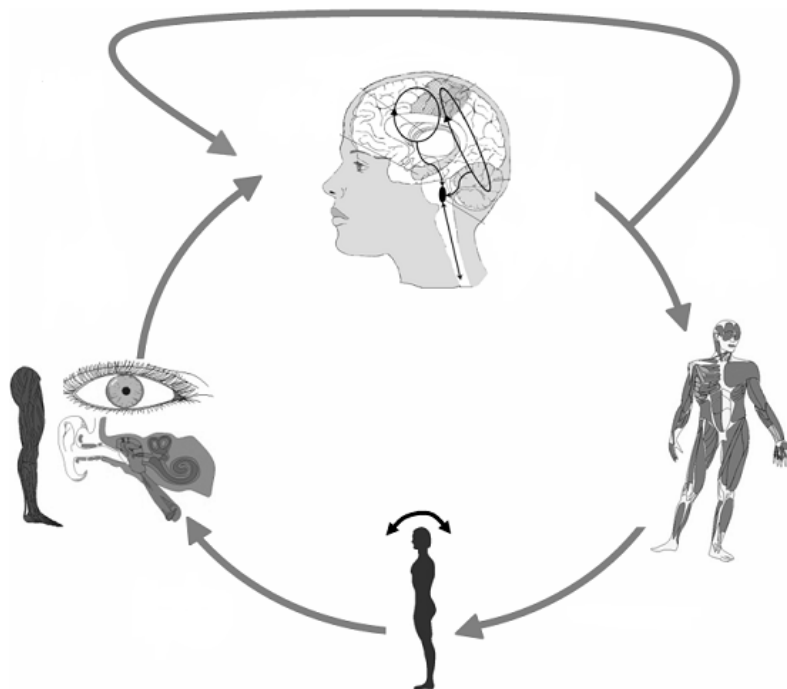
W dalszej części, pracy w trakcie omawiania zagadnień związanych z kontrolą postawy ciała, używam pojęć "narząd" (narząd przedsionkowy, narząd wzroku) i "układ" (układ równowagi, układ lokalny). Jest to ujęcie funkcjonalne, wzorowane na słownictwie wykorzystywanym w opisie tego zagadnienia przez Błaszczyka [1] i Held-Ziółkowską [6].

Za zachowanie równowagi ciała odpowiada wiele struktur anatomicznych. Do głównych zadań układu równowagi należą: przekazanie informacji o pozycji ciała w przestrzeni oraz prędkości i kierunku jego ruchu, generowanie szybkich reakcji w celu zapobiegnięcia upadkom poprzez korygowanie odchylenia środka ciężkości ciała od pozycji równowagi w obrębie pola podstawy, kontrola ruchów gałek ocznych dla uzyskania prawidłowego obrazu otoczenia podczas jego ruchu, ruchu osoby lub w obu przypadkach jednocześnie [6, 17].

Trzy główne składowe sensoryczne tego układu odpowiadają za dostarczenie informacji niezbędnych do utrzymania stabilnej postawy ciała i równowagi [18]:

- narząd przedsionkowy znajdujący się w uchu wewnętrznym,
- narząd wzroku,
- proprioceptory zlokalizowane w mięśniach, ścięgnach, więzadłach i torebkach stawowych. Informacje proprioceptywne są uzupełniane przez mechanoreceptory skóry [19].

Sygnaly sensoryczne z wyżej wymienionych struktur są przekazywane do ośrodkowego układu nerwowego i modulowane. Następnie wysyłane są impulsy nerwowe do narządów efektorowych, czyli mięśni kończyn, tułowia i gałek ocznych, w celu wywołania odruchowych reakcji koordynujących postawę ciała (rycina 2) [6].



Rycina 2. Schemat przedstawiający kontrolę postawy ciała [20].

Narząd przedsionkowy oraz narząd wzroku zaliczane są w sensie funkcjonalnym do "układów lokalnych", których zadaniem jest monitorowanie położenia głowy w przestrzeni, natomiast proprioreceptory obejmują swoim zasięgiem całe ciało [1]. Każde z tych wejść sensorycznych wpływa na zdolność utrzymania równowagi w inny sposób. Narząd przedsionkowy składa się z trzech kanałów półkolistych zawierających narząd osklepkowy, reagujący na szybkie ruchy głowy wywołane przyspieszeniem kątowym, oraz woreczka i łagiewki, zawierających narządy otolitowe, o większej wrażliwości na przyspieszenia liniowe [6]. Odpowiada on za utrzymanie głowy względem kierunku działania siły ciężkości, a więc wpływa bezpośrednio na orientację przestrzenną ciała oraz informuje o położeniu głowy względem działania przyspieszeń liniowych i kątowych. Nie różnicuje on jednak wychyleń głowy od wychyleń całego ciała. Narząd wzroku pomaga również ustalić orientację ciała w przestrzeni, ale realizuje tę funkcję poprzez odniesienie do przedmiotów znajdujących się w otoczeniu zewnętrznym człowieka [1, 6]. Proprioreceptory informują

między innymi o pozycji stawu i położeniu części ciała w stosunku do siebie oraz odpowiadają za czucie ruchu (kinestezję) [19].

W korze mózgu, jądrach podkorowych kresomózgowia i mózdzku znajdują się ośrodki odpowiedzialne za kontrolowanie postawy ciała i ruchów dowolnych [21]. Organem, który odbiera, przetwarza i gromadzi informacje wysyłane przez wszystkie somatoreceptory głowy, tułowia i kończyn, a następnie kontroluje układ ruchowy jest mózdzek. Dodatkowo reguluje on siłę skurczów mięśni poprzecznie prążkowanych, dzięki czemu umożliwia utrzymywanie pozycji stojącej (postawy wyprostnej), poruszanie się oraz wykonywanie płynnych ruchów kończyn [6, 21].

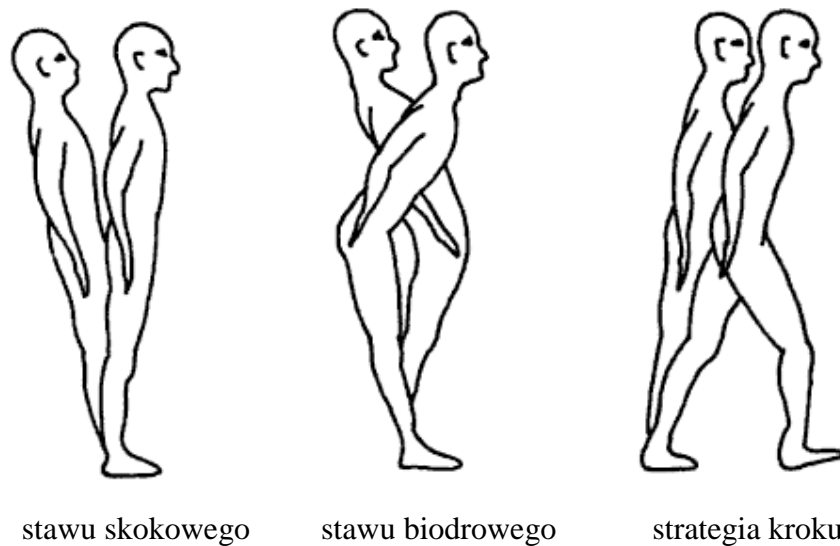
1.1.2. Strategie przywracania równowagi ciała

W procesie kontrolowania i odzyskiwania stanu równowagi ciała wykorzystywane są dwie główne strategie: strategia stawu skokowego oraz strategia stawu biodrowego. Strategie te zaprezentowałam na rycinie 3 [7, 22-24].

W pierwszej z nich ciało zachowuje się jak jednosegmentowe odwrócone wahadło, którego oś obrotu znajduje się w obrębie stawu skokowego [25, 26]. Strategia stawu skokowego przeciwdziała niewielkim zakłóceniom równowagi ciała, wynikającym z przemieszczeniem podłoża w poziomie do przodu i do tyłu, w trakcie stania na platformie (narzędzie badawcze) większej od płaszczyzny podparcia stóp. Sekwencja aktywacji mięśni rozpoczyna się skurczem mięśni kontrolujących czynność stawów skokowych obejmując następnie mięśnie uda i tułowia po tej samej stronie ciała (grzbietowej lub brzusznej) [6]. Natomiast, przy szybszych przesunięciach podłoża lub podczas stania na podłożu mniejszym od pola powierzchni stóp, gdzie palce i pięty pozostają bez podparcia, aktywowana jest strategia stawu biodrowego (proksymalno-dystalna). W strategii tej ciało zachowuje się jak dwusegmentowe odwrócone wahadło przedzielone stawami biodrowymi na segment górny (głowę i tułów) oraz segment dolny (kończyny dolne). Występuje tu pochylenie tułowia do przodu z towarzyszącym zgięciem stawów biodrowych lub pochylenie tułowia w tył z wyprostem tych stawów [6]. Mięśniami odpowiedzialnymi za te ruchy są głównie zginacze i prostowniki stawu biodrowego oraz w niewielkim stopniu mięśnie kontrolujące czynność stawów skokowych [6, 9, 27].

Nasher [23] opisał jeszcze strategię kroku jako reakcję ruchową służącą do odzyskania stanu równowagi. Jest ona uruchamiana podczas wychylenia środka ciężkości

poza granice stabilności, czyli w czasie działania silnego bodźca destabilizującego postawę. Poprzez wykonanie kroku i rozstawienie stóp zwiększa się płaszczyzna podparcia, co ma zapobiec upadkowi [6, 23].



Rycina 3. Strategie ruchowe kontrolujące równowagę ciała [23].

Winter [26] zauważył, iż podczas spokojnego stania ze stopami postawionymi obok siebie strategia stawu skokowego jest uruchamiana jedynie w płaszczyźnie strzałkowej (kierunek przednio-tylny, A-P), natomiast strategia stawu biodrowego dominuje w płaszczyźnie czołowej (kierunek boczny, M-L). W innych pozycjach jak tandem, czy w pozycji semitandem te dwa mechanizmy nadal działają osobno, ale balans w płaszczyźnie czołowej jest regulowany przez mechanizm stawu skokowego (mięśnie nawracające i odwracające staw skokowy), natomiast w płaszczyźnie strzałkowej dominuje strategia stawu biodrowego.

Reasumując, warto podkreślić, że przywodziciele i odwodziciele stawu biodrowego odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu równowagi we wszystkich fazach stania i chodu [26].

1. 2. Starzenie się społeczeństwa

W Polsce w końcu roku 2013 liczba ludności wynosiła 38,5 mln, z czego 5,7 mln (14,7%) stanowiły osoby w wieku 65 lat i więcej, w tym większość to kobiety (160 kobiet/100 mężczyzn). Od 1989 roku liczba osób w starszym wieku wzrosła o około 1,9 mln. Zmiany te spowodowane są zarówno wydłużeniem czasu życia, jak i niską dzietnością. Szacuje się, że w 2050 roku udział procentowy ludności w wieku 65 lat i więcej będzie wynosił około 32,7% [28]. Tak wysoki odsetek osób starszych w populacji powoduje wśród badaczy wzrost zainteresowania stanem fizycznym i psychicznym, a także problemami funkcjonalnymi tych osób [29-35]. Podejmowane są także działania służące poprawie jakości życia osób starszych [36].

Starzenie się jest procesem stopniowym, w którym dochodzi do pogorszenia funkcji wszystkich narządów. Proces ten jest rozłożony w czasie i postępuje powoli, ale rozpoczyna się już między 30 a 40 rokiem życia [37].

Wyróżnia się dwa rodzaje starzenia: starzenie zwyczajne, w którym zmiany w narządach wynikają z upływu czasu oraz starzenie patologiczne, w którym zmiany narządowe wynikają dodatkowo z współistniejących chorób [37].

1. 2. 1. Starzenie się narządu ruchu

Główną przyczynę ograniczenia sprawności i nasilenia dolegliwości bólowych osób w VI dekadzie życia stanowi choroba zwyrodnieniowa stawów (CHZS) [38]. Jest ona niezapalną przewlekłą chorobą stawów o wieloczynnikowej etiologii [39]. Do rozwoju choroby dochodzi na skutek działania czynników mechanicznych i biologicznych, które przyczyniają się do zaburzenia równowagi między procesami degradacji i tworzenia chrząstki stawowej i kości podchrzęstnej, obejmując ostatecznie wszystkie tkanki stawu włącznie z więzadłami i mięśniami [40]. U ponad 80% osób w VI i VII dekadzie życia za pomocą badania radiologicznego można wykryć zmiany zwyrodnieniowe stawów [41]. Na chorobę z podobną częstością zapadają kobiety i mężczyźni, jednak to kobiet częściej dotyczą ciężkie postaci CHZS [40].

Wzmiankowe zmiany w mięśniach polegają na redukcji ilości włókien, co prowadzi do zmniejszenia masy mięśniowej i ich osłabienia [42-45]. Proces ten rozpoczyna się już od około 50 roku życia i nasila się w znaczny sposób po 60 roku życia [42]. Tempo rozwoju opisanych zmian inwolucyjnych może zostać spowolnione przez podejmowanie aktywności

fizycznej [46]. W ujęciu neurofizjologii w procesie starzenia się mięśni dochodzi do stopniowego zaniku jednostek motorycznych, a także spadku liczby włókien szybkokurczliwych [45]. Osłabienie mięśni jest konsekwencją nie tylko procesu starzenia, ale także siedzącego trybu życia oraz zmniejszenia mobilności w populacji osób starszych [47-49]. Tak więc utrata masy mięśniowej dotyczy w większym stopniu kończyn dolnych niż górnych [47, 48]. Zmiany w tkance mięśniowej wywołują trudności w generowaniu szybkiej reakcji na pojawiające się niespodziewanie przeszkody, a zwiększając ryzyko upadku przyczyniają się do pogorszenia jakości życia osób starszych [42, 50]. Zmiany inwolucyjne w układzie mięśniowo-szkieletowym mogą prowadzić między innymi do ograniczenia zakresów ruchu, zmian statyki ciała oraz zmian wzorca chodu. U osób starszych często można zauważyć zmiany postawy ciała z pogłębieniem fizjologicznych krzywizn kręgosłupa i pochyleniem sylwetki w przód, skutkujące przesunięciem środka ciężkości [50, 51]. Dodatkowo zauważa się skrócenie kroku, wydłużenie fazy podporu obunóż, ograniczenie współruchów kończyn górnych, a tempo chodu ulega spowolnieniu [50, 52]. Zmniejszenie siły i wytrzymałości mięśni oraz deficyty i zaburzenia chodu stanowią czynnik zwiększający ryzyko upadków u tych osób [42, 53, 54].

1. 3. Wpływ starzenia się na zdolność utrzymania równowagi

W procesie starzenia dochodzi do stopniowych zmian wstecznych wszystkich układów, w tym również układu posturalnego oraz narządu ruchu. Upośledzeniu ulega percepcja wszystkich bodźców odbieranych przez narządy zmysłów odpowiedzialne za utrzymanie równowagi [50, 55]. Dobrym przykładem jest tutaj osłabienie sprawności narządu przedsionkowego, które spowodowane jest zmianami strukturalnymi takimi jak: zmniejszenie ilości włókien nerwu przedsionkowego czy zmniejszenie populacji komórek nabłonka zmysłowego. W narządzie wzroku pojawiają się zmiany w postaci pogorszenia ostrości widzenia i wrażliwości na kolory, zmniejszenia adaptacji do ciemności czy ograniczenia pola widzenia [50]. Jednocześnie, wraz z wiekiem wzrasta znaczenie tego narządu w kontroli postawy ciała [56]. Ze względu na lokalizację proprioceptorów zmiany inwolucyjne w mięśniach przyczyniają się do pogorszenia czucia głębokiego [50]. Natomiast zmniejszenie propriocepcji koreluje ze zwiększoną incydentalnością upadków u osób starszych [57, 58]. Dodatkowo zmiany związane z procesem starzenia prowadzą do spowolnienia przewodnictwa nerwowego, wydłużenia czasu reakcji oraz zaburzeń integracji reakcji ruchowych i czuciowych [50].

U osób w starszym wieku obserwuje się zmniejszenie amplitudy oraz spowolnienia przemieszczenia środka ciężkości oraz kontroli jego przemieszczenia, co można zauważyć podczas próby maksymalnego wychylenia ciała w jednym kierunku. Jeśli porówna się wyniki osób młodszych i starszych można zauważyć, iż osoby w starszym wieku wykonują ruch wychylenia wolniej, a także przejawiają "niezborność" charakteryzującą się wzrostem niekontrolowanych ruchów (oscylacji) w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej w czasie próby. Największy problem u tych osób stanowi przemieszczenie środka ciężkości ciała do granic tylnego obszaru stabilności, co przekłada się na występowanie tendencji do upadania w tym kierunku [7]. Dodatkowo, z powodu zmniejszenia tylnego obszaru stabilności osoby te mają tendencję do zmiany postawy ciała i przesunięcia środka ciężkości do przodu [59, 60]. Wzrost oscylacji COG, spowodowany zaburzeniami kontroli jego położenia, może nawet skutkować niekontrolowanym przekroczeniem granicy stabilności. Mechanizmem zabezpieczającym przekroczenie tej granicy jest u ludzi starszych strategia spowolnienia ruchowego. Pomaga ona w utrzymaniu równowagi statycznej, ale jednocześnie wydłuża czasy reakcji i ogranicza możliwości przywrócenia równowagi [7].

Dodatkowo, u osób w starszym wieku występują trudności w wykrywaniu zmian kąta stawu skokowo-goleniowego poniżej 1° . Ruchy zachodzące w tym "pozornie"

niewielkim zakresie mają największy wpływ na położenie środka ciężkości w czasie pozycji stojącej, stąd zaburzenia w rejestracji tych niewielkich zmian rzutują na zwiększenie kołysania ciała u ludzi w starszym wieku, czyli są wykładnikiem niestabilności posturalnej [7].

W wieku młodszym i średnim wzrok, proprioceptory oraz narząd przedsionkowy kompensują ewentualne ubytki stabilności postawy, jednak w późnej starości, z uwagi na wspomniane zmiany inwolucyjne, mechanizmy te stają się niewydolne, co skutkuje zmniejszeniem stabilności posturalnej i zwiększonym ryzykiem upadku [7].

1. 3. 1. Czynniki ryzyka upadków

Niestabilna postawa ciała i wywołane nią upadki występują powszechnie u pacjentów geriatrycznych [49]. Stanowią one jedną z głównych przyczyn urazów i hospitalizacji, pociągając za sobą skutki nie tylko natury medycznej, ale także ekonomicznej i społecznej [61]. Urazy prowadzą do czasowego ograniczenia aktywności życiowej z powodu odczuwanego bólu, do wzrostu zapadalności na choroby układu oddechowego i krążenia wynikające z unieruchomienia, niejednokrotnie także do potrzeby opieki domowej, konieczności pobytu w szpitalu w celu leczenia zachowawczego lub operacyjnego, a w niektórych przypadkach także do śmierci [49]. U blisko 14% osób między 50 a 60 rokiem życia występują zaburzenia równowagi, a ryzyko upadków zwiększa się w każdej kolejnej dekadzie życia [7]. Badania epidemiologiczne pokazują, że co trzecia osoba powyżej 65 roku życia jest narażona na upadek przynajmniej raz w roku, natomiast u osób powyżej 80 roku życia odsetek ten sięga nawet 50% osób [62, 63].

Istnieje wiele czynników zwiększających ryzyko upadków u osób starszych. Relatywnie niegroźne upadki (niskoenergetyczne) mogą być niebezpieczne i grożą poważnymi konsekwencjami w postaci urazów, ze względu na częste występowanie u tych osób zmian fizjologicznych (starzenie się) i patologicznych (cukrzyca) w układzie nerwowym, skutkujących pogorszeniem jakości odruchów obronnych oraz chorób osłabiających "odporność mechaniczną" narządu ruchu, takich jak osteoporoza czy cukrzyca [63]. Niezwykle ważne jest wczesne wykrycie zaburzeń równowagi i wdrożenie odpowiednich działań, czyli programów rehabilitacyjnych, mających na celu poprawę równowagi i zmniejszenie ryzyka upadku [49, 50, 64, 65].

Przyczyny upadków można podzielić na zewnętrzne (środowiskowe) i wewnętrzne. Do tych pierwszych, niezależnych od procesu starzenia, można zaliczyć: nierówną i śliską nawierzchnię, schody bez poręczy, niedostateczne oświetlenie i porę dnia, niewłaściwe umeblowanie, nieodpowiednie obuwie. Natomiast czynniki wewnętrzne dzielimy dalej na te, które są związane z procesem starzenia oraz na czynniki związane z procesami chorobowymi o charakterze ostrym lub przewlekłym [50, 63]. Do chorób często występujących u osób starszych, które zwiększają ryzyko upadków zalicza się między innymi: schorzenia neurologiczne (udar mózgu, choroba Parkinsona, neuropatie obwodowe), choroby narządu ruchu (choroba zwyrodnieniowa, zapalenie stawów), sercowo-naczyniowe (zaburzenia rytmu serca, ortostatyczne spadki ciśnienia tętniczego krwi), metaboliczne (niedoczynność tarczycy, niedokrwistość, hipoglikemia) oraz psychiczne (depresja, lęk) [49, 50, 53].

Dotychczas opisano około 400 czynników zwiększających ryzyko upadków, ale tylko 10 z nich spełnia standardy Evidence Based Medicine (EBM). Czynniki te zamieściłam w tabeli 1 [63].

Tabela 1. Czynniki ryzyka upadków wg EBM [63].

Czynniki ryzyka	Średnia incydentalność
Oslabienie siły mięśniowej	4.4
Upadki w wywiadzie	3.0
Zaburzenia chodu	2.9
Zaburzenia równowagi	2.9
Stosowanie urządzeń wspomagających chód (balkoniki)	2.6
Zaburzenia widzenia	2.5
Osteoporoza	2.4
Depresja	2.2
Zaburzenia pamięci	1.8
Wiek ≥ 80	-----

Czynnikiem, który dodatkowo zwiększa ryzyko upadków jest przyjmowanie leków takich jak: leki przeciwdepresyjne, uspokajające, nasenne czy benzodiazepin [66], co jest związane z ujawnieniem się i nakładaniem się działań niepożądanych [50].

Reasumując, eliminowanie czynników środowiskowych w domu lub w otoczeniu, a także odpowiednia ocena i leczenie pacjentów będących w grupie ryzyka stanowi niezwykle ważny element zapobiegania upadkom [49].

1. 3. 2. Konsekwencje upadków

Do konsekwencji urazowych upadków można zaliczyć obrażenia tkanek miękkich (krwiaki, rany), skręcenia, zwichnięcia oraz złamania [62]. Poważną konsekwencją jest również psychogeny zespół poudadkowy. Wielu osobom po doznanym upadku towarzyszy lęk przed kolejnym upadkiem, który jest przyczyną ograniczenia codziennej aktywności. Prowadzi to dalej do pogorszenia sprawności, tym samym zwiększając ryzyko kolejnych upadków. Tworzy się więc typowy mechanizm błędnego koła [45].

Rodzaj urazu podyktowany jest okolicznością upadku, a szczególnie kierunkiem, w którym przewraca się pacjent. W wyniku upadku w przód lub tył na wyprostowaną kończynę górną dochodzi najczęściej do złamania nasady dalszej kości przedramienia, natomiast upadki na bok skutkują często złamaniem szyjki kości udowej [67]. Złamania w obrębie nadgarstka występują częściej u pacjentów między 65 a 75 rokiem życia, natomiast u osób powyżej 75 roku życia ze względu na osłabienie odruchów obronnych dominują złamania w obrębie kości udowej [49]. To właśnie upadki w 90% odpowiadają za złamania bliższego końca kości udowej [63].

Poprzez wdrożenie odpowiednich strategii prewencji upadków można nie tylko wpłynąć na zmniejszenie ich incydentalności, ale także przyczynić się do zmniejszenia nakładów finansowych niezbędnych do leczenia urazów powstałych w ich wyniku [68].

1. 4. Choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego

Jedną z najczęstszych przyczyn dolegliwości bólowych u pacjentów w starszym wieku stanowią zmiany spowodowane chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego. Występują one nieznacznie częściej u kobiet niż u mężczyzn [69]. Są one dodatkowo przyczyną zmniejszenia aktywności, a także obniżenia jakości życia nie tylko w sferze fizycznej, ale także społecznej i psychicznej [70]. W populacji polskiej choroba zwyrodnieniowa występuje u około 8 mln ludzi, z czego w około 40% przypadków zmiany występują w stawie biodrowym [71]. Istotnymi czynnikami, które predysponują do wystąpienia zwyrodnienia stawów są między innymi uwarunkowania morfologiczne i warunki biomechaniczne. Na rozwój zwyrodnienia stawów biodrowych i kolanowych mają wpływ również zaburzenia postawy ciała, stereotypu chodu oraz równowagi statycznej i dynamicznej [72].

1. 4. 1. Objawy choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego

Do głównych objawów choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego zalicza się: ból, ograniczenie zakresów ruchu, zwłaszcza rotacji wewnętrznej i wyprostu, a w późniejszym okresie również sztywność poranną, utykanie spowodowane skróceniem fazy podparcia podczas chodu oraz dodatni objaw Trendelenburga i Duchenne'a. Ból lokalizuje się przede wszystkim w pachwinie, w przedniej części uda i kolanie. Z początku występuje podczas obciążania kończyny, a w trakcie odpoczynku zmniejsza się, natomiast z czasem nabiera charakteru stałego [39, 40]. Wtórnie dochodzi do zmniejszenia masy mięśniowej, a w konsekwencji siły i wydolności, zwłaszcza mięśni obręczy biodrowej i kończyny dolnej [73]. Wraz z rozwojem choroby zwyrodnieniowej stawów zostaje zaburzona postawa ciała i równowaga [72].

1. 4. 2. Postawa ciała i równowaga w chorobie zwyrodnieniowej stawu biodrowego

Proces chorobowy postępujący w obrębie stawów biodrowych prowadzi w pierwszej kolejności do nieprawidłowości w funkcjonowaniu kończyn dolnych, a następnie do zaburzeń w globalnej kinetyce ciała [73, 74]. Asymetryczne ustawienie jednego segmentu narządu ruchu może skutkować powstaniem niekorzystnych zmian morfologicznych

i czynnościowych w sąsiednich segmentach. Najczęściej u chorych obserwuje się jednostronne zmiany, które przyczyniają się do zmian w ustawieniu miednicy i kręgosłupa, oraz asymetrii tułowia i postawy ciała [75].

Postępujący proces zwyrodnieniowy prowadzi do zmian kształtu głowy i panewki stawu biodrowego, kąta przodoskręcenia szyjki głowy kości udowej i wielkości kąta szyjkowo-trzonowego. W dalszej kolejności dochodzi do zmian napięcia układu torebkowo-więzadłowo-mięśniowego i dalej do zaburzenia stabilizacji miednicy [73]. Nasilający się ból przyczynia się do przyjmowania przez pacjentów charakterystycznych pozycji przeciwbólowych w ustawieniu stawu w zgięciu, przywiedzeniu i rotacji zewnętrznej. Zniszczenie chrząstki stawowej w wyniku rozwoju choroby powoduje powstanie przykurczu i utrwalenie wymienionego wcześniej ustawienia stawu biodrowego. Konsekwencją usztywnienia jest wtórny przykurcz w stawie kolanowym i skokowym. W badaniu klinicznym stwierdza się ograniczenie ruchów czynnych i biernych, a także utykanie [76, 77].

U chorych rozwija się względne skrócenie kończyny, które w konsekwencji przyczynia się do wytworzenia kompensacyjnego skrzywienia w lędźwiowym odcinku kręgosłupa. Jak już wspomniałam, nieprawidłowości w funkcjonowaniu jednego stawu powodują zmiany całego łańcucha kinetycznego, skutkujące uogólnionymi zmianami statyczno-dynamicznymi zaburzającymi swobodę ruchu pacjenta i rzutującymi na jego całe życie [78].

Z uwagi na znaczne obciążenia przenoszone przez staw biodrowy i jego znaczenie w strategii stawu biodrowego odgrywa on istotną rolę w utrzymaniu prawidłowej postawy ciała i równowagi. Giemza i współpracownicy [73] w przeprowadzonych badaniach wykazali, iż w pozycji stojącej osoby ze zmianami zwyrodnieniowymi w stawach biodrowych mają większe problemy z utrzymaniem równowagi ciała niż ludzie zdrowi. Natomiast Golec i współautorzy [72] uważają, iż w zaawansowanym stanie chorobowym u osób starszych trudno jednoznacznie wyodrębnić, w jakim stopniu na zaburzenia równowagi i postawy wpływa choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego, a w jakim jest to konsekwencja ogólnych zmian inwolucyjnych związanych z procesem starzenia [72].

1. 4. 3. Leczenie choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego

Leczenie choroby zwyrodnieniowej stawów biodrowych można podzielić na zachowawcze i operacyjne [71]. To pierwsze związane jest z ograniczeniem czynników ryzyka CHZS, odpowiednim leczeniem stanów będących przyczyną wtórnej CHZS, zmniejszeniem bólu, utrzymaniem maksymalnych zakresów ruchu oraz siły mięśniowej [77]. Cele te osiągnąć są przez: stosowanie odpowiednich ćwiczeń, zabiegów fizykoterapeutycznych, odciążanie stawu przez stosowanie kul lub lasek oraz zastosowanie leczenia farmakologicznego [79]. Leczenie operacyjne, takie jak osteotomia międzykrętarzowa, artrodeza czy endoprotezoplastyka stawu biodrowego stosuje się wtedy, gdy leczenie zachowawcze nie przynosi zamierzonych efektów. Wybór metody leczenia uwarunkowany jest wieloma czynnikami, jak na przykład: wiekiem i aktywnością pacjenta, poziomem zaawansowania zmian czy stanem ogólnym. Z reguły u pacjentów starszych oraz mających zaawansowane zmiany zwyrodnieniowe przy braku skuteczności dotychczasowego leczenia fizjoterapeutycznego przeprowadza się zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego [77].

1. 4. 4. Endoprotezoplastyka stawu biodrowego

Dane z piśmiennictwa pokazują, że endoprotezoplastyka stawu biodrowego wraz z odpowiednim postępowaniem usprawniającym powoduje ustąpienie lub zmniejszenie dolegliwości bólowych, wpływa na poprawę zakresu ruchu, sprawności ruchowej oraz siły mięśniowej w operowanej kończynie. Dodatkowo u pacjentów obserwuje się pozytywne zmiany w sferach funkcjonowania emocjonalnego i psychicznego [77]. Sam zabieg operacyjny wiąże się jednak z dużą traumatyzacją tkanek okołostawowych. Stosuje się kilka doświadczeń operacyjnych, które w różnym stopniu uszkadzają tkanki [80, 81]. Wypracowano 5 głównych dostępów operacyjnych: przedni, przednio-boczny, boczny, tylny oraz tylnoboczny [82]. Dla przykładu dobrą stroną dostępu przedniego jest protekcja mięśni i ich przyczepów do uda oraz miednicy, ale związany jest on z możliwością uszkodzenia nerwu skórno-bocznego [83]. Przeprowadzenie operacji z dostępu bocznego może skutkować z przyczyn jatrogennych czasowym lub trwałym osłabieniem mięśni odwodźcicieli stawu biodrowego. Natomiast tylny dostęp jest związany z koniecznością uszkodzenia mięśni krótkich rotatorów zewnętrznych, a w przypadku uszkodzenia mięśnia gruszkowatego wzrasta ryzyko tylnego zwichnięcia endoprotezy. Dlatego też jest on rzadziej stosowany

[84]. Tak więc dostępy operacyjne różnią się między innymi zakresem obszaru przecinanych lub rozwarstwianych mięśni, rozległością odsłonięcia panewki stawu, nasady i szyjki kości udowej oraz różnorodnością powikłań i sposobem rehabilitacji [85].

W trakcie zabiegów operacyjnych przecina się skórę, powięź, mięśnie i torebkę stawu biodrowego [86]. Ponieważ w strukturach tych, jak wspomniałam wcześniej, znajdują się proprioceptory, to zabieg operacyjny i wszczepienie implantu musi się wiązać z redukcją ich ilości.

1. 5. Ocena równowagi ciała

Kompleksowa ocena równowagi jest zadaniem niezwykle trudnym. Istnieje wiele testów klinicznych, służących do oceny balansu ciała. Natomiast rozwój technologii IT przyczynił się do powszechnego stosowania skomplikowanych narzędzi pomiarowych umożliwiających uzyskiwanie obiektywnych (mierzonych w układzie SI) parametrów. Do takich narzędzi zaliczamy platformy balansowe, pozwalające na ocenę równowagi ciała w warunkach statyki i dynamiki. Obie metody oceny pacjenta uzupełniają się i dają pełny obraz zaburzeń równowagi - badania posturograficzne umożliwiają ilościową i jakościową ocenę zaburzeń w obrębie reakcji posturalnych, natomiast testy kliniczne poprzez swoją prostotę i formę pozwalają na ujawnienie zaburzeń równowagi w sytuacjach zbliżonych do warunków życia codziennego pacjenta [87].

1. 5. 1. Testy funkcjonalne

Ograniczony w powszechnej praktyce klinicznej dostęp do metod posturograficznych sprawia, że proste testy kliniczne oceniające zaburzenia balansu ciała odgrywają nadal bardzo dużą rolę w ocenie równowagi pacjenta. Większość testów nie wymaga wykorzystania specjalistycznego sprzętu, dlatego mogą one zostać przeprowadzone w warunkach gabinetu czy oddziału szpitalnego. Dodatkowo powtarzalność tych testów pozwala na monitorowanie stanu funkcjonalnego pacjenta, ocenę progresji choroby lub ocenę efektów usprawniania.

Testy kliniczne oceniające równowagę możemy podzielić na testy dające wyniki jakościowe i ilościowe oraz testy służące do oceny równowagi statycznej i dynamicznej [2]. Do testów jakościowych można zaliczyć na przykład próbę Romberga, próba Unterbergera i test tandema. Dają one ogólny, niedokładny, subiektywny wynik, który nie pokazuje stopnia zaawansowania zaburzeń równowagi [2]. Natomiast testy ilościowe dają mierzalny wynik diagnostyczny, charakteryzują się powtarzalnością i lepiej obrazują stan funkcjonalny pacjenta. Do najbardziej znanych testów ilościowych zaliczamy: skalę równowagi Berga (ang. *Berg Balance Scale*; BBS), test Tinetti, Dynamic Gait Index (DGI), test stania na 1 nodze (ang. *One Leg Stance*; OLS), test zasięgu funkcjonalnego (ang. *Functional Reach Test*), test "wstań i idź" (ang. *Timed Up & Go test*), step test, test Fokudy, timed balance test, Fullerton Advanced Balance Scale (FAB) czy też 4 square step test [2, 50, 88-94]. Zadania w wymienionych testach opierają się zwykle na aktywnościach przypominających czynności

wykonywane codziennie, takie jak wstawanie z krzesła, transfer, stanie na jednej nodze czy wchodzenie na stopień. Dzięki temu pokazują realne problemy funkcjonalne pacjentów, a analiza wyników umożliwia wdrożenie odpowiednich ćwiczeń stanowiących profilaktykę upadków.

1. 5. 2. Badania posturograficzne

Testy posturograficzne zaliczane są do metod obiektywnej oceny równowagi pacjenta. Próby przeprowadzane są w pozycji stojącej i mogą być wykonywane przy różnych konfiguracjach ustawienia stóp [94]. Podczas pomiarów dokonywanych w czasie swobodnego stania rejestrowane są zmiany kierunku migracji środka nacisku wywieranego przez stopy (COP - ang. *Center of Pressure*) na powierzchnię platformy. Sygnał, który opisuje przemieszczenie COP, jest sumą sygnału COG oraz generowanych przez odpowiednie mięśnie sił korekcyjnych [95]. Pomiar wskaźników oscylacji ciała wykonywany w pozycji stojącej służy zarówno do oceny funkcjonowania układu kontroli postawy, jak i do wykrywania zaburzeń balansu i ryzyka upadków [9].

Obecnie w praktyce badawczej można spotkać się z urządzeniami o różnych możliwościach pomiarowych. Istnieją urządzenia jednopłytkowe, dokonujące uśrednionego pomiaru siły nacisku stóp na podłoże (F_{COP}), a także platformy dwupłytkowe, dokonujące współbieżnych pomiarów sił nacisku z kończyny lewej (F_{LL}) i prawej (F_{LR}) [95-97]. W tym przypadku siła F_{COP} jest sumą sił z obu kończyn (F_{LL} i F_{LR}). Na dwupłytkowych platformach można dokonać zarówno rejestracji przemieszczenia się COP, jak i oddzielnych pomiarów dla lewej i prawej kończyny. Dodatkowo istnieje możliwość wykrycia asymetrii obciążenia kończyn dolnych, czy analizy granic stabilności odrębnie dla każdej kończyny [96].

Najczęściej w badaniach posturograficznych można ocenić następujące parametry [9]:

- długość ścieżki (całkowita droga przebyta przez COP w wyznaczonym czasie, wyrażona w milimetrach),
- średnia prędkość przemieszczenia się COP w płaszczyźnie czołowej lub strzałkowej, (wyrażona w mm/s),
- średnie wychylenie środka nacisku stóp od punktu 0 w kierunku przednio-tylnym lub bocznym,
- pole powierzchni zajmowanej przez wykres drogi COP wykreślonej w czasie,

- maksymalne wychylenie COP od punktu 0 w kierunku przednio-tylnym lub bocznym.

Istnieje również możliwość przeprowadzenia badania równowagi dynamicznej przy pomocy dynamicznej posturografii komputerowej. Protokół badania składa się z 2 głównych testów: Testu Organizacji Zmysłowej (ang. *Sensory Organization Test*; SOT) oraz Testu Kontroli Motorycznej (ang. *Motor Control Test*; MCT). Pierwszy z nich składa się z 6 prób, 3 wykonywanych na nieruchomym podłożu oraz 3 wykonywanych z towarzyszącymi ruchami rotacyjnymi platformy. Próby te przeprowadzane są odpowiednio z oczami otwartymi, zamkniętymi oraz przy zmiennym wzrokowym sprzężeniu zwrotnym (badany otoczony jest parawanem, który się porusza). Test ten pozwala ocenić właściwe wykorzystanie informacji zmysłowych w celu utrzymania stabilnej postawy. Natomiast drugi test polega na ocenie sekwencji reakcji pacjenta na trwające poniżej 1s przesunięcia platformy do przodu lub tyłu i jest wykonywany przy stabilnym wzrokowym sprzężeniu zwrotnym (nieruchomy parawan). W ten sposób rejestrowane są między innymi takie parametry jak latencja reakcji, wartość amplitudy odpowiedzi posturalnej czy symetria nacisku stóp na podłoże [87, 98].

2. CEL BADAŃ

Hipotezą badawczą było założenie, że u pacjentów po jednostronnej endoprotezoplastyce stawu biodrowego występują zaburzenia balansu i sprawności kończyn dolnych. W celu weryfikacji hipotezy postanowiłam odpowiedzieć na pytania:

1. Czy u pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego występują zaburzenia równowagi w warunkach statycznych?
2. Czy u pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego występują zaburzenia równowagi w warunkach dynamicznych?
3. Czy u pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego występuje pogorszenie sprawności kończyn dolnych?
4. Jeżeli zaburzenia występują, czy są rejestrowane zarówno w testach funkcjonalnych, jak i w badaniu posturograficznym?

3. GRUPY BADANYCH

Badania zostały przeprowadzone wśród pacjentów leczonych w Oddziale Dziennego Pobytu Ortopedyczno-Rehabilitacyjnego Szpitala Klinicznego im. Wiktora Degi Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu w okresie od września 2014 roku do września 2015 roku. Z uwagi na przyjęte kryteria włączenia i wyłączenia do badań zakwalifikowałam ostatecznie 60 osób. Grupę badawczą stanowiło 30 osób (25 kobiet i 5 mężczyzn) będących minimum 6 miesięcy po operacji wszczepienia endoprotezy stawu biodrowego. Kwalifikowałam osoby, które w roku badania kończyły 60 lat oraz osoby starsze. Relatywnie niewielka liczebność badanej grupy wynikała również z faktu, że do badania włączałam pacjentów poruszających się samodzielnie bez zaopatrzenia ortotycznego, którzy uzyskali minimum 9 punktów w skali AMTS (ang. *Abbreviated Mental Test Score* - Skrócony Test Sprawności Umysłowej według Hodgkinsona). Kwalifikowałam także osoby, które mogły poruszać się samodzielnie, ale przy chodzeniu powyżej 10 minut używały jednej kuli w celu uniknięcia upadków. Grupę kontrolną stanowiło 30 osób (25 kobiet i 5 mężczyzn) bez endoprotezy stawu biodrowego. Średnia wieku osób z endoprotezą wynosiła $69,4 \pm 6,2$ lat, natomiast u osób bez endoprotezy $68,8 \pm 5,9$ lat. Nie stwierdziłam istotnej statystycznie różnicy wieku pomiędzy grupą badawczą i kontrolną ($p = 0,717$, test t). Szczegółowe informacje dotyczące wieku zamieściłam w tabeli 2.

Tabela 2. Charakterystyka wieku grupy badawczej i kontrolnej.

grupa	średnia wieku \pm SD	średnia wieku kobiet \pm SD	średnia wieku mężczyzn \pm SD	min - max	mediana wieku	p
badawcza	$69,4 \pm 6,2$	$70,4 \pm 6,1$	$64,4 \pm 3,5$	59 - 83	68	0,717
kontrolna	$68,8 \pm 5,9$	$69,4 \pm 5,9$	$65,6 \pm 5,4$	60 - 83	67	

Kryteria wykluczenia

Na podstawie badania podmiotowego i analizy dokumentacji medycznej wykluczyłam z badań osoby, u których odnotowano:

- choroby układu nerwowego,
- choroby mięśni,

- choroby reumatyczne o podłożu zapalnym jak reumatoidalne zapalenie stawów, zeszywnięjące zapalenia stawów kręgosłupa, łuszczycowe zapalenie stawów,
- przebyte operacje kończyn dolnych jak artroskopia stawu kolanowego z rekonstrukcją ACL (więzadła krzyżowego przedniego) lub usunięciem łąkotki, endoprotezoplastyka jednego lub obu stawów kolanowych, endoprotezoplastyka obu stawów biodrowych, osteotomia, artrodeza stawów,
- konflikt krążkowo-korzeniowy z objawami promieniującymi do kończyny dolnej,
- przebyte operacje w obrębie kręgosłupa.

3. 1. Ogólna charakterystyka stanu zdrowia wszystkich badanych

W tabeli 3 zawarłam informacje dotyczące wagi, wzrostu i BMI w poszczególnych grupach. Wskaźnik BMI (ang. *Body Mass Index*) obliczyłam dzieląc masę ciała badanych (kg) przez wzrost do kwadratu (m²). Średni wynik BMI u osób z endoprotezą wyniósł $27,5 \pm 4,3$, natomiast w grupie kontrolnej $26,1 \pm 3,2$. Jak wynika z zamieszczonych w tabeli informacji, osoby z grupy badawczej i kontrolnej charakteryzowały się zbliżonymi cechami antropometrycznymi.

Tabela 3. Dane dotyczące wagi, wzrostu i BMI grupy badawczej i kontrolnej.

grupa	waga (kg)		wzrost (cm)		BMI (kg/m ²)	
	średnia \pm SD	min-max	średnia \pm SD	min-max	średnia \pm SD	min-max
badawcza	$74,8 \pm 15,4$	55 - 115	$164,5 \pm 8,5$	152 - 190	$27,5 \pm 4,3$	20,8 - 41,2
kontrolna	$70,3 \pm 10,9$	50 - 92,5	$164 \pm 7,0$	152 - 182	$26,1 \pm 3,2$	18,8 - 31,2
p	U 0,455		U 0,739		t 0,149	

Występowanie chorób w grupach badanych

W czasie wywiadu pytałam pacjentów o występowanie u nich pewnych chorób, typowych dla osób starszych. Poniżej w tabeli 4 przedstawiłam te dane. Dzięki tym informacjom wiedziałam o możliwości pojawienia się objawów chorobowych w czasie testów, takich jak zmęczenie czy osłabienie, dlatego nie wykluczałam ich z badań. Najczęściej u pacjentów w obu grupach występowało nadciśnienie tętnicze.

Tabela 4. Występowanie chorób w badanych grupach.

choroba	grupa badawcza	grupa kontrolna
cukrzyca	5	3
zawał mięśnia sercowego	1	2
choroba niedokrwienna serca	7	2
nadciśnienie tętnicze	16	14
nowotwór	1	2
osteoporoza	4	3

Informacje związane z występowaniem zawrotów głowy po wstaniu, bezsenności i problemów ze wzrokiem zostały przedstawione w tabeli 5. Zaburzenia widzenia w formie krótkowzroczności, dalekowzroczności lub występowania obu problemów odnotowałam u wszystkich osób z grupy kontrolnej i 28 pacjentów z endoprotezą stawu biodrowego. Zarówno bezsenność, ze względu na skutki w postaci zmęczenia, jak i problemy ze wzrokiem, ze względu na konieczność dobrego widzenia w trakcie wykonywania niektórych zadań, mogłyby mieć wpływ na wyniki badania. Jednak grupy były podobne pod względem występowania tych cech, a w czasie wykonywania testów pacjenci mogli korzystać z odpowiednich okularów.

Tabela 5. Występowanie zawrotów głowy, bezsenności oraz problemów ze wzrokiem u badanych.

	grupa badawcza	grupa kontrolna
zawroty po wstaniu	6	8
bezsenność	9	10
problemy ze wzrokiem	28	30
krótko- lub dalekowzroczność	12	15
obie wady	15	15

W obu grupach większość badanych osób przyjmowała przynajmniej 1 lek dziennie (tabela 6). Przyjmowanie 3 lub 4 leków zgłaszało aż 10 osób z grupy badawczej i 7 osób z grupy kontrolnej. Wielolekowość, ze względu na możliwość ujawnienia się reakcji niepożądanych, może zwiększyć ryzyko upadków. Jednak, jak już wspomniałam pacjenci przyjmowali leki zgodnie z zaleceniami lekarskimi i nie zgłaszali niepokojących objawów.

Tabela 6. Liczba leków przyjmowanych w ciągu dnia przez osoby z grupy badawczej i kontrolnej.

liczba osób	liczba leków					
	0	1-2	3-4	5-6	7-8	≥9
grupa badawcza	1	10	10	6	1	2
grupa kontrolna	5	15	7	2	1	0

Sprawność w zakresie wykonywania podstawowych i złożonych czynności codziennych

U wszystkich osób z obu grup odnotowałam maksymalną punktację w skali oceny podstawowych czynności w życiu codziennym ADL Katz'a (ang. *Activities of Daily Living*). Natomiast 2 osoby po endoprotezoplastyce stawu uzyskały 23 na 24 punkty w skali złożonych czynności życia IADL Lawtona (ang. *Instrumental Activities of Daily Living*). Jak wynika z tych informacji, badani z obu grup nie różnili się istotnie pod względem samodzielności w wykonywaniu podstawowych i złożonych czynności codziennych.

Charakterystyka upadków

Zarówno osoby z endoprotezą, jak i te bez implantu doświadczały upadków. Aż 10 pacjentów z endoprotezą i 8 bez implantu zgłaszało co najmniej 1 upadek w ciągu ostatniego roku. Różnice między liczbą upadających osób w poszczególnych grupach nie są istotne statystycznie ($p=0,573$, test χ^2). Szczegółowe dane zawiera tabela 7.

Tabela 7. Częstotliwość występowania upadków w grupach w ciągu ostatniego roku.

ilość upadków na rok	grupa badawcza	grupa kontrolna
0	20	22
1-3	10	7
4-6	-	1
7-9	-	-
≥10	-	-

Konsekwencją upadku u 3 osób z grupy badawczej było złamanie (złamanie panewki stawu biodrowego, złamanie szyjki kości udowej, złamanie palca). Poniższa tabela zawiera szczegółowe informacje na temat urazów doznanych przez badanych w wyniku przewrócenia się.

Tabela 8. Konsekwencje upadków.

uraz	grupa badawcza	grupa kontrolna
otarcia	2	2
stłuczenie	4	6
skręcenie/zwichnięcie stawu	1	-
złamanie	3	-

Zbadałam również okoliczności upadków w obu grupach pacjentów. Aż 7 osób z endoprotezą i 4 osoby bez implantu doświadczyły upadku od września do lutego. Większość osób przewracało się poza domem w czasie chodu. Dodatkowo wszystkich badanych pytałam o lęk przed upadkami, a także zastosowałam skalę VAS (ang. *Visual Analog Scale* - wizualna skala analogowa) do oceny jego poziomu. Występowanie lęku zgłaszało 8 osób z grupy badawczej i 6 z grupy kontrolnej, jednak różnice te nie były istotne ($p=0,542$, test χ^2). Szczegółowe dane zawiera tabela 9.

Tabela 9. Charakterystyka okoliczności upadków.

	pora roku (miesiące)			
	wiosna - lato (III - VIII)		jesień - zima (IX - II)	
badawcza	3		7	
kontrolna	4		4	
	miejsce			
	dom		poza domem	
badawcza	2		8	
kontrolna	-		8	
	czynność			
	siadanie	wstawanie	chód	inne
badawcza	-	-	9	1
kontrolna	-	-	8	-
	lęk przed upadkiem			
	tak	nie	średni poziom lęku (skala VAS)	
badawcza	8	22	41,6 ± 20,6	
kontrolna	6	24	34,3 ± 31,7	

Aktywność fizyczna

Aż 10 osób z endoprotezą i 7 osób bez endoprotezy deklarowało codzienną aktywność ruchową. Natomiast 4 razy w tygodniu aktywność podejmowały 4 osoby z grupy

badawczej i 5 osób z grupy kontrolnej. Dokładne dane na temat liczby zajęć ruchowych podejmowanych przez osoby w grupach zawiera tabela 10.

Tabela 10. Rozkład aktywności fizycznej w ciągu tygodnia w grupie badawczej i kontrolnej.

grupy	1/tydz.	2/tydz.	3/tydz.	4/tydz.	5/tydz.	6/tydz.	7/tydz.
badawcza	4	3	2	4	4	2	10
kontrolna	6	2	4	5	3	2	7

Grupy nie różniły się między sobą pod względem systematyczności podejmowania aktywności fizycznej ($p=0,273$, test χ^2). Regularny wysiłek deklarowały aż 22 osoby z grupy badawczej i 18 osób z grupy kontrolnej. W tabeli 11 przedstawiłam dane dotyczące rodzaju aktywności wybieranej przez badanych z obu grup w ciągu ostatniego roku. Zarówno osoby z endoprotezą, jak i osoby z grupy kontrolnej wybierały najczęściej spacer jako formę aktywności ruchowej.

Tabela 11. Aktywność fizyczna wybierana przez osoby z grupy badawczej i kontrolnej.

aktywność fizyczna	grupa badawcza	grupa kontrolna
regularna	22	18
nieregularna	8	12
spacer / nordic walking	27	26
rower	13	13
basen	6	9
gimnastyka	13	13
inne	2	2

Problemy z wchodzeniem po schodach i samoocena zaburzeń równowagi

Problem z wchodzeniem po schodach na wysokość 2 piętra zgłaszało aż 10 osób z grupy badawczej. Osoby po endoprotezoplastyce jako przyczynę podawały ból lub zmęczenie. Pacjenci zostali zapytani także o samoocenę występowania u nich zaburzeń równowagi. W grupie badawczej problemy z równowagą zgłaszało 14 osób, natomiast w grupie kontrolnej 7 osób. Dokładne dane wraz z poziomami istotności różnic mierzonymi testem χ^2 zawiera tabela 12.

Tabela 12. Występowanie problemu z wchodzeniem i schodzeniem po schodach oraz samoocena występowania zaburzeń równowagi (test χ^2 Pearsona).

	grupa badawcza	grupa kontrolna	p
problem z wchodzeniem po schodach VAS \pm SD (min - max)	10 osób 41 \pm 12 (15 - 52)	8 osób 57 \pm 29 (10 - 85)	0,573
problem ze schodzeniem po schodach VAS \pm SD (min - max)	8 osób 36 \pm 20 (3 - 65)	5 osób 33 \pm 35 (6 - 93)	0,347
samoocena zaburzeń równowagi VAS \pm SD (min - max)	14 osób 24 \pm 14 (3 - 55)	7 osób 30 \pm 17 (11 - 59)	0,058

Ból stawów

W celu oceny wpływu bólu stawów obwodowych na przeprowadzone w dalszej kolejności badania pytałam osoby z grupy badawczej i kontrolnej o lokalizację oraz natężenie bólu. Prosiłam ich o słowną ocenę bólu w skali od 0 do 10, gdzie 0 oznaczało brak bólu, 5 to ból umiarkowany, a 10 to ból nie do zniesienia i zaznaczałam na rycinie w formularzu (załącznik 2). Jak wynika z tabeli 13 pacjenci z obu grup zgłaszali występowanie bólu stawów w dniu badania, jednak różnice nie były istotne. Osoby z endoprotezą, jak i osoby z grupy kontrolnej narzekały najczęściej na ból stawów kolanowych.

Tabela 13. Występowanie bólu stawów obwodowych w grupie badawczej i kontrolnej.

	grupa badawcza				grupa kontrolna			
	lewa strona		prawa strona		lewa strona		prawa strona	
	0 - 5	6 - 10	0 - 5	6 - 10	0 - 5	6 - 10	0 - 5	6 - 10
obręcz barkowa	1	1	4	2	4	-	7	2
stawy łokciowe	2	-	3	-	-	-	1	-
nadgarstki	2	-	3	-	2	-	2	-
stawy rąk	-	-	-	-	-	-	1	-
stawy biodrowe	3	1	2	-	1	-	1	-
stawy kolanowe	7	2	12	1	6	2	7	2
stawy skokowe	1	1	-	1	1	-	1	-
stawy stóp	-	-	-	-	1	-	1	-

Analogicznie zapytałam pacjentów o występowanie bólu kręgosłupa, a uzyskane wyniki zamieściłam w tabeli 14. Ponad połowa badanych z obu grup odczuwała ból kręgosłupa w odcinku lędźwiowym, w tym 15 osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego i 18 osób z grupy kontrolnej zgłaszało dolegliwości nie przekraczające poziomu 5 w skali od 0 do 10. Ból w odcinku szyjnym kręgosłupa w dniu badania odczuwało po 9 osób z każdej grupy. Podane różnice nie były istotne.

Dodatkowo poprosiłam badanych o zaznaczenie ogólnego poziomu bólu kręgosłupa odczuwanego w dniu badania na skali VAS. Dane te wykorzystałam następnie do analizy korelacji. U osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego średnia wartość bólu wyniosła 31 ± 25 , natomiast u osób z grupy kontrolnej 25 ± 20 . Różnice te również nie były istotne ($p=0,373$; test U Manna-Whitneya).

Tabela 14. Występowanie bólu kręgosłupa u badanych.

kręgosłup				
	grupa badawcza		grupa kontrolna	
	0 - 5	6 - 10	0 - 5	6 - 10
szyjny	9	2	9	-
piersiowy	1	-	-	-
lędźwiowy	15	2	18	2

3. 2. Charakterystyka grupy badawczej

W grupie badawczej u 17 osób przeprowadzono endoprotezoplastykę lewego stawu biodrowego, natomiast u 13 operowana była prawa kończyna. Grupa była zróżnicowana pod względem czasu, który minął od operacji. Czas ten wynosił średnio około 65 ± 47 miesięcy.

U 29 osób wszczepiono endoprotezy bezcementowe, natomiast u 1 osoby endoprotezę cementową. W trakcie przeprowadzania wywiadu zapytałam pacjentów, co w ich ocenie było przyczyną operacji. Pytanie było otwarte, dlatego mogli oni wymienić kilka przyczyn. Poniżej w tabeli 15 zamieściłam pogrupowane odpowiedzi wraz z liczbą osób, które zgłaszały dany problem.

Tabela 15. Przyczyny operacji zgłaszane przez pacjentów.

przyczyny operacji	liczba osób
ból	25
ograniczenie zakresu ruchu	15
problemy z chodem	8
złamanie/uraz	4
inne	5

U 25 pacjentów ból stanowił główny powód operacji. W grupie tej nie znalazły się osoby, u których przyczynę stanowił uraz lub złamanie szyjki kości udowej. U 14 pacjentów odnotowano jednocześnie ból i ograniczenie zakresu ruchu jako przyczyny zabiegu. Natomiast u 8 osób przed operacją wystąpiły poważne "problemy z chodem" w postaci utykania czy konieczności używania kul lub laski.

Po zabiegu u 5 pacjentów wystąpiły powikłania w formie zakrzepicy, dużej utraty krwi i inne. Zapytałam pacjentów o rehabilitację w ciągu pierwszego roku po operacji. Aż 29 pacjentów zgłaszało, iż w okresie pooperacyjnym będąc w szpitalu przeprowadzono u nich podstawowe ćwiczenia lub naukę chodu. Dodatkowo 18 pacjentów w pierwszym roku po operacji odbyło turnus rehabilitacyjny na Oddziale Dziennego Pobytu, na oddziale szpitalnym, w sanatorium lub w 2 lub 3 z tych miejsc. A 26 osób zgłaszało, iż wykonywali zlecone ćwiczenia w domu.

4. METODY BADAŃ

Osoby z grupy badawczej i grupy kontrolnej zostały przebadane jeden raz. Do oceny sprawności kończyn dolnych oraz równowagi statycznej i dynamicznej pacjentów posłużyłam się opisanymi w piśmiennictwie testami i skalami [89, 94, 99-103]. W badaniu zostały wykorzystane następujące metody:

- kwestionariusz wywiadu,
- skala ADL Katz'a (ang. *Activities of Daily Living*) - skala oceny podstawowych czynności w życiu codziennym,
- skala IADL Lawtona (ang. *Instrumental Activities of Daily Living*) - skala oceny złożonych czynności życia codziennego,
- skala AMTS (ang. *Abbreviated Mental Test Score*) - Skrócony Test Sprawności Umysłowej według Hodgkinsona,
- skala równowagi Berga (ang. *Berg Balance Scale*; BBS),
- test "wstań i idź" (ang. *Timed Up and Go test*; TUG),
- pomiar czasu na dystansie 3m,
- test wychylenia w przód,
- step test,
- test stania na 1 nodze,
- test wstawania z krzesła w czasie 30 s,
- badanie statyczne i dynamiczne na platformie balansowej.

Wszystkie procedury badawcze były przeprowadzane wyłącznie przeze mnie z zastosowaniem zasad higieny i bezpieczeństwa. Próby kliniczne wykonywane były w obuwiu, natomiast badanie posturograficzne bez obuwia.

4.1. Kwestionariusz wywiadu

Pacjenci kwalifikowani byli do badania na podstawie krótkiego wywiadu wstępnego, który miał na celu wykluczenie osób nie spełniających wcześniej wymienionych kryteriów. Wszyscy chorzy zakwalifikowani do dalszego pytania byli pytani między innymi o wiek, wagę, wzrost, występowanie chorób, upadków w ciągu ostatniego roku i aktywność fizyczną. Osobom po endoprotezoplastyce stawu biodrowego zadałam dodatkowe pytania. Szczegółowe informacje zamieściłam w załączniku nr 2.

Dla każdej z osób biorących udział w badaniu obliczyłam indeks masy ciała (BMI). Do oceny natężenia bólu kręgosłupa, odczuwanego w dniu badania, poziomu lęku przed upadkiem, poziomu trudności wchodzenia i schodzenia po schodach oraz samooceny występowania zaburzeń równowagi u pacjentów posłużyłam się oddzielnymi skalami VAS (ang. *Visual Analog Scale* - wizualna skala analogowa). Zadaniem pacjenta było zaznaczenie na odcinkach o długości 100 mm pionowej linii wyznaczającej natężenie (stopień trudności) wyżej wymienionych cech. Wartość 0 oznaczała brak bólu lub brak problemu, natomiast wartość 10 przedstawiała najsilniejszy ból lub całkowite zaburzenie funkcji. Dokonałam pomiaru każdej wartości oraz policzyłam średnią dla grupy badawczej i kontrolnej.

4.2. Skala AMTS

Ocenę stanu umysłowego przeprowadziłam przy pomocy Skróconego Testu Sprawności Umysłowej według Hodgkinsona [104, 105]. Do dalszych badań kwalifikowałam pacjentów, którzy uzyskali minimum 9 punktów. Skala AMTS traktowana była jedynie jako test przesiewowy, który miał pomóc wykluczyć z badań osoby o obniżonych funkcjach poznawczych i obniżonej koncentracji uwagi. W mojej ocenie obniżenie sprawności umysłowej mogłoby wpłynąć na nieprawidłowe rozumienie przez pacjenta poleceń, a tym samym na uzyskanie niezgodnych z rzeczywistością wyników. Wersję zastosowanego przeze mnie testu zamieściłam w załączniku nr 3.

4.3. Skala ADL oraz skala IADL

Do oceny stanu funkcjonalnego pacjenta posłużyłam się skalami ADL oraz IADL (załącznik nr 3). Skala oceny podstawowych czynności w życiu codziennym ADL Katz'a (ang. *Activities of Daily Living*) składa się z 6 pytań służących do oceny podstawowych czynności wykonywanych w życiu codziennym. Obejmuje samoocenę pacjenta w zakresie takich czynności jak: kąpanie się, ubieranie się i rozbieranie, korzystanie z toalety, wstawanie z łóżka i przemieszczanie się na fotel, samodzielne jedzenie oraz kontrolowane wydalanie moczu i stolca. Za każdą samodzielnie wykonywaną przez pacjenta czynność jest przyznawany 1 punkt. Osoby, które uzyskały 5-6 punktów uznaje się za osoby sprawne, te,

które uzyskały 3-4 punktów - za osoby umiarkowanie niesprawne, natomiast osoby, które uzyskały 2 lub mniej punktów uznaje się za niesprawne [106].

Do oceny złożonych czynności życia codziennego posłużyłam się skalą IADL Lawtona (ang. *Instrumental Activities of Daily Living*). Skala zawiera 8 pytań dotyczących samodzielności w zakresie: korzystania z telefonu, poruszania się poza domem, wychodzenia po artykuły spożywcze, przygotowywania posiłków, samodzielnego wykonywania prac domowych, majsterkowania/prania, przygotowywania i przyjmowania leków oraz gospodarowania pieniędzmi. Pacjent mógł uzyskać w tej skali maksymalnie 24 punkty [106].

4.4. Skala równowagi Berga

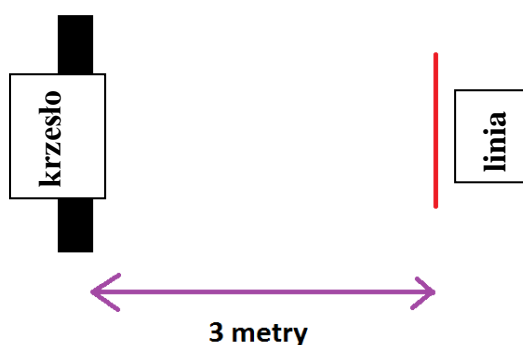
Do oceny równowagi statycznej i dynamicznej wykorzystałam skalę równowagi Berga (załącznik nr 3). Skala składa się z 14 prób o różnym stopniu trudności ocenianych w skali od 0 do 4 punktów. Oceniana jest między innymi samodzielność i jakość wykonywanych zadań w zakresie czynności zbliżonych do codziennych zadań pacjenta takich jak: wstawanie i siadanie z krzesła, utrzymywanie pozycji przy stopach rozstawionych, złączonych, pozycji tandem i stania na 1 nodze, sięganie przedmiotu z podłogi, wychylenie w przód. Końcowa punktacja wynosi od 0 do 56 punktów [2, 89]. Analizie poddałam łączną punktację uzyskaną w obu grupach dla wszystkich prób oraz oddzielnie wyniki wybranych prób, w których pacjenci uzyskali mniejszą punktację.

4.5. Testy funkcjonalne

Równowagę statyczną i dynamiczną oraz sprawność kończyn dolnych oceniłam posługując się testami o różnym stopniu trudności. Przed każdą próbą pacjent otrzymywał słowną instrukcję objaśniającą zadanie, a w przypadku wybranych testów przeprowadzałam ich demonstrację. Pacjent informowany był również o ilości prób w poszczególnych testach oraz o tym, czy zadanie jest wykonywane na czas i czy liczona jest ilość powtórzeń w danej próbie.

Test "Wstań i idź" (ang. *Timed Up & Go*; TUG)

Do analizy równowagi dynamicznej, sprawności kończyn dolnych oraz możliwości lokomocji badanych przeprowadziłam test "wstań i idź". Zadaniem pacjenta było przejście z pozycji siedzącej na krzesło do stojącej, pokonanie dystansu 3 m, wykonanie obrotu o 180° za wyznaczoną linią oraz powrót na krzesło (rycina 4). Badany mógł korzystać z podłokietników krzesła w czasie wstawania i siadania. W próbie rejestrowałam czas wykonania zadania rozpoczynając pomiar po komendzie "start", a kończąc w momencie przyjęcia przez pacjenta ponownie pozycji siedzącej z plecami opartymi. Prosiłam o wykonanie zadania "możliwie jak najszybciej, ale bezpiecznie" [89, 93, 107]. Zwracałam również uwagę, aby badany nie biegł w czasie próby. Zadanie wykonywane było 3 razy. Analizie poddałam średnią z wszystkich prób. Uznaje się, że osoby dorosłe bez problemów z równowagą powinny wykonać zadanie poniżej 10 sekund [107]. Natomiast pacjenci, którzy wykonają zadanie w czasie powyżej 14 s są w grupie zwiększonego ryzyka upadków [108].



Rycina 4. Trasa dla testu "wstań i idź".

Chód na dystansie 3 metrów (3m)

Dla oceny szybkości chodu przeprowadziłam próbę przejścia przez pacjenta 3 metrów w możliwie jak najszybszym tempie [99]. Czas mierzyłam od momentu wypowiedzenia komendy "start" do momentu przekroczenia przez badanego drugą stopą linii wyznaczającej dystans. Pomiar wykonywałam 3-krotnie, a analizie poddałam wynik średni uzyskany z tych prób.

Test wychylenia w przód (ang. *Functional Reach Test*)

W piśmiennictwie polskim test ten najczęściej jest opisywany pod nazwą angielską, czyli Functional Reach Test (FRT), jednak w swojej pracy posługuję się określeniem "test sięgania w przód" lub "test wychylenia w przód" [89, 109, 110]. Podczas testu pacjent stał przy ścianie, na której była przyklejona miara, z kończyną górną uniesioną do kąta 90°. Jego zadaniem było maksymalne wychylenie się w przód i utrzymanie pozycji przez 2-3 s bez znaczącego obniżania kończyny górnej i dotykania ściany oraz bez odrywania stóp i rotacji tułowia (rycina 5). Próbę wykonywano 3-krotnie. Pacjent mógł zginać biodra w czasie próby. Analizie poddałam średni wynik z wszystkich prób.



Rycina 5. Wykonanie testu wychylenia w przód.

Step test

Test służył do oceny równowagi dynamicznej oraz koordynacji. W czasie próby wykorzystywałam klocek o następujących wymiarach: wysokość około 7,5 cm, szerokość 17 cm oraz długość 40 cm. Zadaniem badanego było wykonanie jak największej liczby powtórzeń wejść całą stopą na stopień i zejść na podłogę bez odrywania kończyny podporowej (rycina 6). Cały cykl liczony był jako 1 powtórzenie. Czas zadania wynosił 15 s [89]. Dokonywałam 2 pomiarów osobno dla lewej i prawej kończyny dolnej, natomiast dalszej analizie poddałam jedynie ten wyższy wynik. Porównywałam wyniki uzyskane przez osoby z endoprotezą w próbie wykonanej kończyną operowaną (stepE) i nieoperowaną (stepZ) do wartości wskaźnika grupy kontrolnej (stepK). "Wskaźnik" jest średnią z wyników otrzymanych w próbach wykonywanych lewą i prawą kończyną przez osoby z grupy

kontrolnej. Pojęciem tym posługuję się także w dalszej części pracy, kiedy porównuję wyniki uzyskane przez osoby po endoprotezoplastyce w próbach wykonywanych osobno kończyną operowaną i nieoperowaną do wyników grupy kontrolnej.



Rycina 6. Wykonanie step testu.

Test stania na 1 nodze

W teście stania na jednej nodze mierzyłam czas utrzymania równowagi statycznej przez badanych [111]. Wykonywałam po 3 pomiary dla każdej kończyny dolnej. Badany proszony był o uniesienie jednej kończyny dolnej na wysokość połowy podudzia kończyny podporowej tak, aby obie kończyny się nie dotykały. Ręce umieszczone były wzdłuż tułowia, a wzrok kierowany przed siebie [88, 112]. Kryteria przerwania próby i zatrzymania stopera były następujące: utrata równowagi i dotknięcie uniesioną kończyną podłogi, przesunięcie w bok stopy kończyny podporowej, znaczna utrata równowagi oraz przekroczenie czasu 60 s. Porównywałam osobno średni wynik uzyskany przez osoby z endoprotezą w próbie wykonanej kończyną operowaną (1E) i nieoperowaną (1Z) ze wskaźnikiem (1K) grupy kontrolnej (średnia z wyników testów stania na lewej i prawej kończynie).

Test wstawania z krzesła

Test służył do oceny równowagi oraz siły mięśni kończyn dolnych [102]. Badany proszony był o wykonanie jak największej liczby powtórzeń wstawania i siadania z krzesła

(liczone jako jedno powtórzenie) [113, 114]. W czasie próby ręce skrzyżowane były na klatce piersiowej, a stopy nie mogły odrywać się od podłogi (rycina 7). Podczas siadania pacjent nie musiał opierać pleców o krzesło. Czas trwania próby wynosił 30 s.



Rycina 7. Wykonanie testu wstawania z krzesła.

4.6. Badanie posturograficzne na platformie balansowej

Do oceny równowagi pacjenta wykorzystałam dodatkowo platformę balansową Good Balance fińskiej firmy Metitur.

Platforma może służyć zarówno jako narzędzie pomiarowe, jak i stanowić element treningu balansu ciała. Urządzenie składa się z 2 komponentów: komputera oraz platformy siłowej w kształcie trójkąta o wymiarach 800×800×800 mm i wadze 15 kg. Pomiar równowagi jest oparty na rejestracji i analizie pionowych sił wytwarzanych przez pacjenta w czasie stania na platformie. Pod każdym z narożników platformy znajdują się przetworniki zawierające czujniki obciążenia odpowiedzialne za rejestrowanie tych sił. System może służyć do pomiaru równowagi w różnych pozycjach ustawienia stóp, wizualizacji wyników, a także do ćwiczeń i pomiarów równowagi dynamicznej przy użyciu wyznaczonych tras. Po wykonaniu odpowiednich pomiarów otrzymuje się 2 rodzaje wyników: absolutne, w których wzrost nie jest brany pod uwagę i skalowane, w których wzrost jest brany pod uwagę. W swojej pracy poddałam analizie wyniki skalowane.

4.6.1. Badanie statyczne

Przed rozpoczęciem prób pacjenci byli informowani, iż celem badań jest pomiar równowagi w czasie utrzymania stabilnej, nieruchomej postawy. Dodatkowo prosiłam, by podczas pomiarów nie rozmawiali i nie wykonywali świadomych ruchów. Rejestrowałam jeden pomiar z każdej próby.

Analizie poddałam:

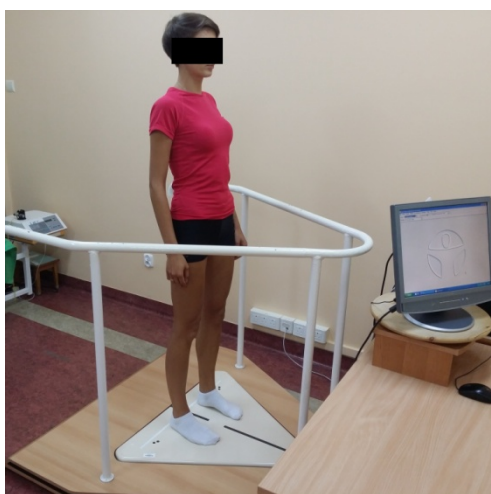
- średnią prędkość w płaszczyźnie strzałkowej: Y (mm/s),
- średnią prędkość w płaszczyźnie czołowej: X (mm/s),
- moment prędkości (mm/s²),
- środek widma* w płaszczyźnie strzałkowej: widmo Y (mm, Hz),
- środek widma w płaszczyźnie czołowej: widmo X (mm, Hz).

Środek widma* wyrażony w Hz oznacza najbardziej reprezentatywną częstotliwość oscylacji COP w płaszczyźnie strzałkowej bądź czołowej.

Analogicznie środek widma wyrażony w milimetrach oznacza najbardziej reprezentatywny dystans oscylacji COP w płaszczyźnie strzałkowej bądź czołowej.

Normal Standing Eyes Open (pozycja stojąca z oczami otwartymi; NS EO)

Podczas próby pacjent stał na platformie bez obuwia ze stopami ustawionymi równolegle, oddalonymi od siebie o około 20 cm oraz kończynami górnymi ustawionymi wzdłuż ciała (rycina 8). Prosiłam pacjenta o skierowanie wzroku przed siebie i utrzymanie pozycji nieruchomej przez 30 s.



Rycina 8. Pozycja w czasie badania normal standing z oczami otwartymi i zamkniętymi.

Normal Standing Eyes Closed (pozycja stojąca z oczami zamkniętymi; NS EC)

Pacjent w próbie z oczami zamkniętymi ustawiony był w tej samej pozycji, jak w czasie próby z oczami otwartymi. Czas zadania również wynosił 30s.

Tandem

Podczas próby badany stał z jedną stopą ustawioną bezpośrednio przed drugą na linii wyznaczającej środek platformy (rycina 9). Pięta stopy wysuniętej w przód dotykała palców drugiej stopy. Wykonywałam pomiary osobno dla lewej (TLP) i dla prawej (TPP) kończyny wysuniętej w przód. W przypadku osób z endoprotezą ustawienie kończyny operowanej z przodu nazwałam testem TEP, natomiast kończyny nieoperowanej z przodu testem TZP, a wyniki porównywałam do wskaźnika TK charakteryzującego wyniki grupy kontrolnej (jest to średnia wyników testów wykonanych w ustawieniu lewej i prawej kończyny wysuniętej w przód). Czas zadania ze względu na znaczne zmniejszenie płaszczyzny podparcia wynosił 10 s.



Rycina 9. Ustawienie stóp w pozycji tandem.

Tandem wariant 2

W tej próbie jedna stopa była również wysunięta przed drugą. Pięta przedniej stopy była położona na wysokości czubków palców drugiej, ale stopy były ustawione po obu stronach linii wyznaczającej środek platformy (rycina 10). Wykonałam pomiary dla lewej (2TLP) i prawej (2TPP) kończyny wysuniętej w przód w przypadku osób zdrowych, z których to wyciągnęłam średni wynik (wskaźnik charakteryzujący grupę kontrolną; 2TK) oraz pomiary dla kończyny z endoprotezą (2TEP) i bez endoprotezy (2TZP) z przodu. Czas próby wynosił po 20 s.



Rycina 10. Ustawienie stóp w pozycji tandem wariant 2.

Stanie na jednej nodze

W czasie próby obowiązywały podobne zasady, jak podczas wcześniej opisywanego testu stania na 1 nodze, jednak zadanie było wykonywane bez butów, a czas wynosił 5 s (rycina 11). Jeśli pacjent w czasie testu dotknął poręczy ręką lub podłogi stopą, wtedy próba była przerywana. Zwykle po 2 nieudanych próbach lub w przypadku niechęci pacjentów spowodowanej strachem przed upadkiem zadanie przerywałam nie odnotowując żadnego wyniku. W czasie testu stosowałam następujące oznaczenia: 1L - test stania na lewej kończynie dolnej, 1P - test stania na prawej kończynie, 1E - test stania na kończynie z endoprotezą, 1Z - test stania na kończynie bez endoprotezy. Wyniki uzyskane przez osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego (1E i 1Z) porównywałam do wskaźnika 1K charakteryzującego wyniki grupy kontrolnej (średni wynik z testu 1L i 1P).



Rycina 11. Ustawienie kończyn dolnych w teście stania na 1 nodze.

Zestawienie wszystkich prób statycznych na platformie balansowej wraz z czasem trwania poszczególnych pomiarów zamieściłam w tabeli 16.

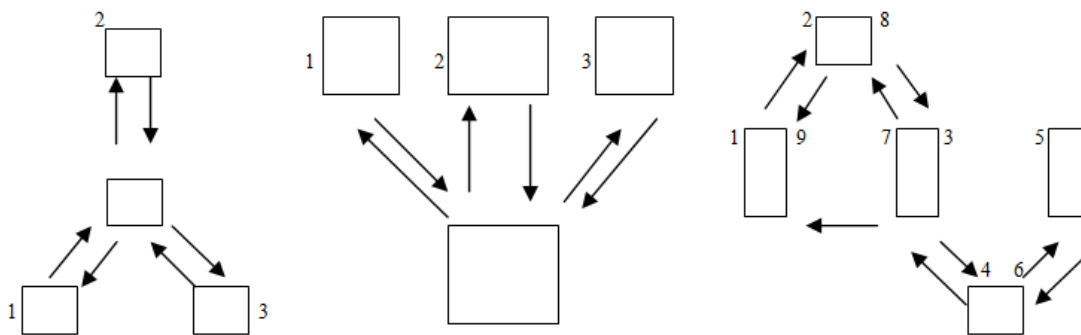
Tabela 16. Czas trwania poszczególnych testów statycznych.

test	czas trwania
normal standing eyes open	30 s
normal standing eyes closed	30 s
tandem	10 s
tandem wariant 2	20 s
stanie na 1 nodze	5 s

4.6.2. Badanie dynamiczne

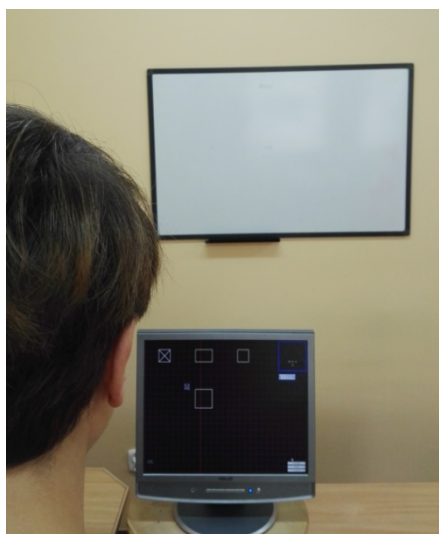
Badanie dynamiczne na platformie balansowej przeprowadzałam wykorzystując wzrokowe sprzężenie zwrotne (zasadę biofeedback). Badany na ekranie monitora mógł obserwować chwilowe położenie środka ciężkości w postaci kursora oraz kwadraty w różnych konfiguracjach (rycina 12). Jego zadaniem było balansowanie ciałem tak, aby punkty (kwadraty) wskazane na ekranie zostały dotknięte w odpowiedniej kolejności przez kursor (wyznaczający COG). Kwadrat, do którego miał zostać przesunięty środek ciężkości oznaczony był znakiem X i był nieruchomy, zmieniało się jedynie położenie znaku X po zetknięciu z kursorem. Badany był proszony o utrzymanie stóp nieruchomo oraz przenoszenie COG wykonując ruchy wyłącznie w stawach skokowych. Pomiary (jednokrotne) wykonywane były na 3 różnych planszach (rycina 12) przedstawiających odmienne ścieżki dla przemieszczenia środka ciężkości w 2 różnych skalach - 100 i 60.

Po zapoznaniu się z metodyką badania pacjenci mieli możliwość próbnego wykonania 1 testu na każdej planszy. Skala 100 charakteryzowała się większą odległością wyznaczonych punktów niż skala 60, dlatego też badani musieli balansować ciałem w większym zakresie. Podczas prób na planszach w skali 100 zwracałam uwagę przede wszystkim na czas ukończenia zadania, o czym poinformowałam badanych. Natomiast w skali 60 odległości między punktami były mniejsze, dlatego też prosiłam o dokładne wykonywanie zadania, czyli precyzyjne przemieszczanie COG. Przebieg poszczególnych tras prezentuje rycina 12.



Rycina 12. Plansze A, B, i D (od lewej) oraz kierunki dla przemieszczenia środka ciężkości.

Na rycinie 13 zamieściłam rzeczywisty wygląd planszy B w czasie testu dynamicznego.



Rycina 13. Plansza B w czasie badania dynamicznego na platformie balansowej.

Analizie poddałam:

- czas próby: t (s),
- dystans ogólny: dystans (mm),
- dystans w płaszczyźnie strzałkowej: dystans Y (mm),
- dystans w płaszczyźnie czołowej: dystans X (mm).

4.6.3. Analiza statystyczna

Obliczenia wykonałam przy pomocy programu Statistica version 12 oraz programu Ms Excel z pakietu Microsoft Office 2007.

W statystyce opisowej dla każdej zmiennej ilościowej obliczałam średnią, odchylenie standardowe (SD), minimum (min), maksimum (max) oraz medianę.

Zgodność parametrów z rozkładem normalnym sprawdzałam posługując się testem Shapiro-Wilka ($p > 0,05$). Wszystkie wyniki zamieściłam w załączniku 4. Przy spełnieniu założeń normalności rozkładu przeprowadzałam test Levene'a dla sprawdzenia jednorodności wariancji. Jeśli oba założenia były spełnione (normalność rozkładu i jednorodność zmiennych), to do oceny istotności statystycznej różnic między grupami stosowałam test t-studenta (t) dla prób niezależnych, natomiast gdy wariancje nie były jednorodne, to stosowałam test Welcha (W). W przypadku braku rozkładu normalnego zmiennych do obliczeń wykorzystywałam nieparametryczny test U Manna-Whitneya (U).

W przypadku wyników zgodnych z rozkładem normalnym w statystyce opisowej porównywałam średnie wyniki, natomiast jeśli założenie to nie zostało spełnione, to porównywałam mediany wyników. W kolejnych tabelach zamieszczałam zarówno wartości średnie, jak i mediany.

W przypadku zmiennych jakościowych, wyrażonych na skali nominalnej opisałam liczbę osób w poszczególnych kategoriach. Do oceny istotności statystycznej tych wyników posługiwałam się testem χ^2 Pearsona (χ^2 Pearsona; χ^2).

Do zbadania zależności między parametrami obliczałam współczynnik korelacji Pearsona r (dla zmiennych ilościowych) lub współczynnik korelacji nieparametrycznej Spearmana r_s .

Wszystkie hipotezy statystyczne zostały zweryfikowane na poziomie istotności $p < 0,05$ [115, 116].

4.6.4. Zagadnienia etyczne

Podstawę do realizacji opisywanych badań stanowiła decyzja Komisji Biotycznej przy UM w Poznaniu z dnia 04.12.2014 r. - Uchwała nr 949/14. Każda osoba była informowana przeze mnie o celu i metodyce badań. Wszyscy wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniach (załącznik nr 1).

5. WYNIKI

5.1. Wyniki uzyskane w badaniu statycznym na platformie balansowej

Normal standing z oczami otwartymi (NS EO)

Ze względu na brak rozkładów normalnych wyników uzyskanych w pozycji normal standing z oczami otwartymi w grupie badawczej lub kontrolnej do oceny istotności różnic posłużyłam się nieparametrycznym testem U Manna-Whitneya. U pacjentów z endoprotezą stawu biodrowego zauważyłam wyższe wartości średnich i median charakteryzujących przemieszczenie środka ciężkości w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej oraz momentów prędkości, ale jedynie wyniki średniej prędkości w płaszczyźnie strzałkowej okazały się istotne statystycznie. Różnica median w tym przypadku wyniosła 2,1 mm/s. Mediana dla grupy osób z endoprotezą wyniosła 7,05 mm/s, natomiast dla grupy kontrolnej 4,95 mm/s. Poniżej zamieściłam tabelę ze statystyką opisową prezentującą średnią, odchylenie standardowe (SD), zakres wyników (min-max), medianę oraz poziom istotności statystycznej p.

Tabela 17. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu NS EO przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test U Manna-Whitneya).

parametr	grupy	średnia \pm SD	min - max	mediana	p
Y (mm/s)	badawcza	7,24 \pm 2,33	3,5 - 12,3	7,05	0,014
	kontrolna	5,94 \pm 2,58	2,6 - 14,6	4,95	
X (mm/s)	badawcza	3,16 \pm 0,96	1,6 - 5,7	3,05	0,214
	kontrolna	2,87 \pm 1,10	1,5 - 5,8	2,55	
moment prędkości	badawcza	9,14 \pm 5,59	3,6 - 32,2	7,6	0,109
	kontrolna	7,41 \pm 4,59	1,8 - 20,1	6,6	
widmo Y (Hz)	badawcza	0,365 \pm 0,131	0,149 - 0,640	0,366	0,965
	kontrolna	0,391 \pm 0,179	0,205 - 0,831	0,341	
widmo Y (mm)	badawcza	0,369 \pm 0,061	0,276 - 0,564	0,363	0,109
	kontrolna	0,345 \pm 0,049	0,245 - 0,474	0,335	
widmo X (Hz)	badawcza	0,272 \pm 0,145	0,102 - 0,689	0,237	0,595
	kontrolna	0,239 \pm 0,090	0,118 - 0,457	0,205	
widmo X (mm)	badawcza	0,101 \pm 0,043	0,047 - 0,257	0,089	0,620
	kontrolna	0,095 \pm 0,040	0,041 - 0,179	0,091	

X - płaszczyzna czołowa, Y - płaszczyzna strzałkowa

Normal standing z oczami zamkniętymi (NS EC)

Wyniki uzyskane w badaniu normal standing z oczami zamkniętymi również nie spełniały kryteriów normalności rozkładu, dlatego do oceny istotności różnic między grupami posłużyłam się testem nieparametrycznym. Wyniki parametru średniej prędkości w płaszczyźnie strzałkowej wyrażone w mm/s oraz środek widma w płaszczyźnie strzałkowej wyrażony w hercach i milimetrach różniły się istotnie statystycznie między grupami. Różnica median w pierwszym przypadku wyniosła 2,8 mm/s ($p=0,022$). Wyższą medianę odnotowałam w grupie osób z endoprotezą i wyniosła ona 11,5 mm/s, natomiast w grupie kontrolnej 8,7 mm/s. W przypadku środka widma wyrażonego w milimetrach różnica wyniosła 0,025 mm ($p=0,013$), a wyższy wynik również wystąpił w grupie badawczej. Natomiast wyniki środka widma wyrażonego w hercach były wyższe u osób bez endoprotezy. Różnica median w tym przypadku wyniosła 0,116 Hz ($p=0,023$). Szczegółowe dane razem ze statystyką opisową zawiera tabela 18.

Tabela 18. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu NS EC przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test U Manna-Whitneya).

parametr	grupy	średnia \pm SD	min - max	mediana	p
Y (mm/s)	badawcza	11,77 \pm 4,04	4,4 - 20,4	11,5	0,021
	kontrolna	9,57 \pm 3,55	5,0 - 17,2	8,7	
X (mm/s)	badawcza	3,98 \pm 1,44	1,5 - 7,1	3,9	0,882
	kontrolna	4,08 \pm 1,77	2,1 - 8,3	3,8	
moment prędkości	badawcza	17,10 \pm 10,68	2,8 - 46,0	15,4	0,069
	kontrolna	12,54 \pm 7,47	4,6 - 32,8	10,5	
widmo Y (Hz)	badawcza	0,391 \pm 0,154	0,197 - 0,745	0,354	0,023
	kontrolna	0,490 \pm 0,184	0,155 - 0,998	0,470	
widmo Y (mm)	badawcza	0,449 \pm 0,103	0,271 \pm 0,659	0,411	0,013
	kontrolna	0,381 \pm 0,067	0,263 \pm 0,507	0,386	
widmo X (Hz)	badawcza	0,284 \pm 0,146	0,113 - 0,750	0,265	0,442
	kontrolna	0,314 \pm 0,159	0,134 - 0,620	0,269	
widmo X (mm)	badawcza	0,123 \pm 0,042	0,045 - 0,207	0,115	0,290
	kontrolna	0,116 \pm 0,055	0,056 - 0,321	0,105	

Tandem

W przypadku testu tandem porównywałam wyniki osób z grupy badawczej uzyskane w dwóch konfiguracjach ustawienia stóp (TEP - kończyna z endoprotezą z przodu, TZP - kończyna bez endoprotezy z przodu) do wskaźnika charakteryzującego wynik grupy kontrolnej (TK - tandem dla grupy kontrolnej). Tą samą zasadę zastosowałam przy interpretacji wyników badania tandem wariant 2 oraz stania na 1 nodze na platformie balansowej.

W grupie badawczej 2 osoby nie wykonały zadania zarówno stojąc w pozycji z kończyną operowaną z przodu jak i z kończyną bez endoprotezy z przodu. Zadanie wykonały wszystkie osoby z grupy kontrolnej. W tabeli 19 przedstawiłam statystykę opisową oraz poziomy istotności różnic dla parametrów Y, X i momentu prędkości. Żaden z podanych parametrów nie różnił się istotnie statystycznie między grupami. W grupie badawczej można jednak zauważyć, iż w przypadku ustawienia TEP wyniki wydawały się lepsze niż w przypadku ustawienia TZP.

Tabela 19. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu tandem (TEP vs TK, TZP vs TK) przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test U Manna-Whitneya).

parametr	grupy		średnia ± SD	min - max	mediana	p
Y (mm/s)	badawcza	TEP	21,32 - 9,86	12,6 - 53,4	17,5	U 0,469
		TZP	21,97 - 9,35	10,1 - 47,5	19,2	U 0,269
	kontrolna	TK	18,91 ± 6,98	9,6 - 37,8	17,9	
X (mm/s)	badawcza	TEP	24,93 ± 8,83	14,7 - 46,4	22,7	U 0,895
		TZP	26,65 ± 10,61	10,0 - 57,1	25,6	U 0,312
	kontrolna	TK	23,21 ± 6,14	12,9 - 39,3	22,7	
moment prędkości	badawcza	TEP	105,62 ± 81,94	35,2 - 347,1	83,8	U 0,384
		TKP	118,11 ± 96,94	18,8 - 415,7	79,1	U 0,301
	kontrolna	TK	84,4 ± 51,81	29,5 - 251,0	69,4	

Wyniki środka widma częściowo miały rozkład zgodny z rozkładem normalnym. Dla poszczególnych wartości obliczałam poziomy istotności statystycznej przy pomocy testów parametrycznych lub nieparametrycznego. Żaden z uzyskanych wyników parametru środka

widma nie różnił się istotnie statystycznie na poziomie $p < 0,05$ między grupą badawczą i kontrolną. Szczegółowe informacje zawarłam w tabeli 20.

Tabela 20. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu tandem (TEP vs TK, TZP vs TK) przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta lub U Manna-Whitneya).

parametr	grupy badanych		średnia \pm SD	min - max	mediana	p
widmo Y (Hz)	badawcza	TEP	0,806 \pm 0,239	0,331 - 1,261	0,883	t 0,832
		TZP	0,718 \pm 0,272	0,292 - 1,266	0,671	t 0,250
	kontrolna	TK	0,793 \pm 0,220	0,378 - 1,226	0,808	
widmo Y (mm)	badawcza	TEP	0,890 \pm 0,224	0,571 - 1,482	0,854	U 0,133
		TZP	0,885 \pm 0,351	0,477 - 1,888	0,815	U 0,680
	kontrolna	TK	0,803 \pm 0,199	0,498 - 1,333	0,779	
widmo X (Hz)	badawcza	TEP	0,701 \pm 0,205	0,320 - 1,109	0,729	t 0,608
		TZP	0,715 \pm 0,223	0,318 - 1,143	0,711	t 0,824
	kontrolna	TK	0,726 \pm 0,159	0,447 - 1,107	0,729	
widmo X (mm)	badawcza	TEP	0,809 \pm 0,267	0,449 - 1,393	0,705	t 0,316
		TZP	0,833 \pm 0,295	0,444 - 1,579	0,835	W 0,128
	kontrolna	TK	0,730 \pm 0,194	0,451 - 1,183	0,730	

Tandem wariant 2

Test tandem wariant 2 wykonali wszyscy badani. Przedstawione poniżej wyniki średniej prędkości, momentu prędkości i środka widma nie różnią się istotnie statystycznie pomiędzy badanymi. Jednak wyniki uzyskane przez grupę kontrolną wydają się być lepsze niż wyniki uzyskane przez grupę badawczą. Średnia prędkość w płaszczyźnie czołowej w pierwszej grupie wyniosła 15,61 mm/s, natomiast w grupie badawczej 17,37 mm/s dla pozycji 2TEP i 17,74 mm/s dla pozycji 2TZP. Również w płaszczyźnie strzałkowej u osób bez endoprotezy zaobserwować można lepsze wyniki, czyli mniejszą średnią prędkość przemieszczenia COP, niż u osób z endoprotezą stawu biodrowego. Szczegółowe dane zawiera tabela 21.

Tabela 21. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu tandem wariant 2 (2TEP vs 2TK, 2TZP vs 2TK) przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta, Welcha lub U Manna-Whitneya).

parametr	grupy		średnia ± SD	min - max	mediana	p
Y (mm/s)	badawcza	2TEP	13,12 ± 3,08	7,3 - 19,8	13,4	U 0,099
		2TZP	13,20 ± 3,69	7,5 - 23,3	12,7	U 0,165
	kontrolna	2TK	12,05 ± 3,84	7,5 - 21,2	11,1	
X (mm/s)	badawcza	2TEP	17,37 ± 4,31	10,5 - 27,8	16,75	t 0,106
		2TZP	17,74 ± 4,43	9,7- 27,5	17,5	t 0,055
	kontrolna	2TK	15,61 ± 4,00	7,8 - 24,2	14,7	
moment prędkości	badawcza	2TEP	55,47 ± 30,00	24,1 - 148,1	45,4	U 0,165
		2TZP	55,19 ± 30,16	21,5 - 149,7	47,4	U 0,209
	kontrolna	2TK	45,64 ± 21,27	20,4 - 93,2	39,6	
widmo Y (Hz)	badawcza	2TEP	0,402 ± 0,159	0,164 - 0,833	0,351	t 0,423
		2TZP	0,437 ± 0,245	0,186 - 1,266	0,375	U 0,348
	kontrolna	2TK	0,433 ± 0,135	0,216 - 0,707	0,440	
widmo Y (mm)	badawcza	2TEP	0,468 ± 0,139	0,280 - 0,851	0,427	U 0,695
		2TZP	0,454 ± 0,129	0,306 - 0,835	0,432	U 0,923
	kontrolna	2TK	0,436 ± 0,074	0,330 - 0,589	0,432	
widmo X (Hz)	badawcza	2TEP	0,441 ± 0,171	0,199 - 1,010	0,416	U 0,657
		2TZP	0,448 ± 0,150	0,213 - 0,863	0,418	W 0,229
	kontrolna	2TK	0,409 ± 0,088	0,246 - 0,549	0,419	
widmo X (mm)	badawcza	2TEP	0,472 ± 0,102	0,298 - 0,706	0,444	t 0,089
		2TZP	0,468 ± 0,118	0,266 - 0,805	0,465	t 0,147
	kontrolna	2TK	0,426 ± 0,105	0,207 - 0,664	0,421	

Stanie na 1 nodze

Nie wszystkie osoby z obu grup wykonały test stania na 1 nodze na platformie balansowej. Większe trudności pojawiły się u osób po operacji stawu biodrowego. W grupie badawczej 8 osób nie wykonało poprawnie próby stania na kończynie operowanej i 5 osób na kończynie nieoperowanej, natomiast w grupie kontrolnej zadania stania na kończynie

lewej i prawej nie wykonały jedynie 3 osoby. Brakujące dane nie były uzupełniane średnimi, więc nie były poddawane dalszej analizie.

Nie odnotowałam istotnych statystycznie różnic między wynikami średniej prędkości X i Y, momentu prędkości ani środka widma uzyskanymi przez osoby z endoprotezą i bez endoprotezy. Jednak na uzyskane wyniki mógł wpłynąć brak danych spowodowany niemożnością wykonania zadania przez niektóre osoby. Statystyka opisowa wraz z poziomami istotności statystycznej znajduje się w tabeli 22.

Tabela 22. Porównanie wyników uzyskanych w teście stania na 1 nodze przez 5 s (1E vs 1K, 1Z vs 1K) przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta lub U Manna-Whitneya).

parametr	grupy		średnia \pm SD	min - max	mediana	p
Y (mm/s)	badawcza	1E	26,25 \pm 11,49	14,0 - 55,9	24,1	U 0,355
		1Z	22,56 \pm 7,86	12,9 - 42,0	21,1	U 0,869
	kontrolna	1K	22,89 \pm 9,52	10,5 - 50,4	21,7	
X (mm/s)	badawcza	1E	29,26 \pm 9,43	13,7 - 49,6	28,5	t 0,267
		1Z	29,88 \pm 9,20	17,2 - 57,6	28,2	U 0,213
	kontrolna	1K	26,61 \pm 7,11	12,9 - 40,4	26,0	
moment prędkości	badawcza	1E	118,47 \pm 74,63	38,5 - 336,1	83,4	U 0,232
		1Z	100,65 \pm 40,53	52,4 - 204,9	89,4	U 0,227
	kontrolna	1K	90,47 \pm 54,90	22,3 - 279,6	81,1	
widmo Y (Hz)	badawcza	1E	1,093 \pm 0,332	0,565 - 1,943	1,041	t 0,386
		1Z	1,072 \pm 0,224	0,672 - 1,474	1,056	t 0,148
	kontrolna	1K	1,163 \pm 0,225	0,762 - 1,750	1,182	
widmo Y (mm)	badawcza	1E	1,753 \pm 0,342	1,208 - 2,512	1,710	t 0,767
		1Z	1,796 \pm 0,285	1,298 - 2,394	1,751	t 0,405
	kontrolna	1K	1,724 \pm 0,328	0,990 - 2,715	1,684	
widmo X (Hz)	badawcza	1E	0,990 \pm 0,211	0,509 - 1,315	0,971	t 0,987
		1Z	0,980 \pm 0,224	0,415 - 1,523	0,969	t 0,838
	kontrolna	1K	0,990 \pm 0,142	0,688 - 1,321	1,001	
widmo X (mm)	badawcza	1E	1,105 \pm 0,204	0,753 - 1,556	1,086	t 0,134
		1Z	1,129 \pm 0,289	0,702 - 2,058	1,042	U 0,126
	kontrolna	1K	0,996 \pm 0,280	0,554 - 1,570	0,999	

Dodatkowe analizy

Analizując wyniki uzyskane przez obie grupy w pozycji normal standing z oczami zamkniętymi uzyskałam istotne różnice średniej prędkości oraz widma (Hz, mm) w płaszczyźnie strzałkowej. W celu doprecyzowania, który z wyników ma decydujący wpływ na niestabilność postawy i zbadania współzależności między nimi przeprowadziłam analizę korelacji. Jak wynika z tabeli 23 w grupie badawczej średnia prędkość Y w badaniu NS EC koreluje ujemnie z częstotliwością widma ($r = -0,435$; $p = 0,016$) oraz dodatnio z widmem wyrażonym w milimetrach ($r = 0,829$; $p = 0,000$), a wynik uzyskany w hercach koreluje ujemnie z wynikiem otrzymanym w milimetrach ($r = -0,598$; $p = 0,000$). Natomiast w grupie kontrolnej jedynie średnia prędkość korelowała z widmem wyrażonym w milimetrach ($r = 0,829$; $p = 0,000$).

Tabela 23. Korelacja wyników uzyskanych w płaszczyźnie strzałkowej w badaniu NS EC (Pearsona).

normal standing EC	grupy	korelacja	Y (mm/s)	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)
Y (mm/s)	badawcza	r	---	-0,435	0,829
		p	---	0,016	0,000
	kontrolna	r	---	0,120	0,829
		p	---	0,528	0,000
widmo Y (Hz)	badawcza	r	-0,435	---	-0,598
		p	0,016	---	0,000
	kontrolna	r	0,120	---	-0,212
		p	0,528	---	0,262
widmo Y (mm)	badawcza	r	0,829	-0,598	---
		p	0,000	0,000	---
	kontrolna	r	0,829	-0,212	---
		p	0,000	0,262	---

Dodatkowo w celu określenia wpływu narządu wzroku na kontrolę postawy ciała osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego porównałam wyniki uzyskane w próbie normal standing z oczami otwartymi do wyników otrzymanych w próbie normal standing z oczami zamkniętymi. Oprócz częstotliwości widma w obu płaszczyznach pozostałe wyniki różniły się istotnie statystycznie, co zaprezentowałam w tabeli 24.

Tabela 24. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu NS EO i NS EC przez grupę badawczą oraz poziomy istotności różnic (test Welcha, test U Manna-Whitneya).

	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
test	W	W	U	U	U	U	U
p	0,000	0,013	0,000	0,802	0,000	0,647	0,016

5.2. Wyniki uzyskane w badaniu dynamicznym na platformie balansowej.

Badanie dynamiczne na planszy A 100 i A 60

Istotność różnic między wynikami uzyskanymi przez obie grupy ze względu na brak zgodności wyników z rozkładem normalnym policzyłam za pomocą nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya. Na planszy A100, na której prosiłam pacjenta o wykonanie zadania możliwie jak najszybciej, wszystkie mediany wyników wydały się wyższe w grupie badawczej niż kontrolnej. Natomiast na planszy A60, przy której prosiłam o precyzyjne wykonanie zadania mediany wyników uzyskanych przez grupę kontrolną (oprócz czasu zadania) wydawały się wyższe niż mediany grupy badawczej. Zaobserwowane wyniki nie różniły się jednak istotnie statystycznie. Dokładne dane zawiera tabela 25.

Tabela 25. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu dynamicznym na planszy A100 i A60 przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test U Mann-Whitney).

parametr	grupy	średnia ± SD	min - max	mediana	p
A100 czas	badawcza	20,31 ± 7,15	10,70 - 39,22	19,52	0,379
	kontrolna	18,62 ± 5,80	11,80 - 30,86	16,59	
A100 dystans	badawcza	1130,1 ± 425,3	540,8 - 2213,5	1041,3	0,530
	kontrolna	1056,0 ± 371,7	627,8 - 2442,6	986,5	
A100 dystans Y	badawcza	671,5 ± 169,6	380,5 - 1084,4	659,6	0,348
	kontrolna	645,3 ± 188,3	407,9 - 1282,2	608,5	
A100 dystans X	badawcza	724,4 ± 376,8	269,8 - 1622,9	681,0	0,824
	kontrolna	668,7 ± 300,7	314,2 - 1779,5	609,3	
A60 czas	badawcza	21,42 ± 7,85	11,89 - 42,03	20,39	0,673
	kontrolna	19,44 ± 4,30	13,06 - 31,07	18,48	
A60 dystans	badawcza	839,3 ± 412,3	397,2 - 2079,8	686,2	0,912
	kontrolna	755,3 ± 225,7	354,8 - 1256,1	724,1	
A60 dystans Y	badawcza	499,0 ± 206,6	271,8 - 1091,7	435,2	0,734
	kontrolna	454,9 ± 133,3	254,0 - 773,7	467,3	
A60 dystans X	badawcza	529,0 ± 330,0	200,1 - 1622,2	428,3	0,935
	kontrolna	474,1 ± 170,7	186,6 - 809,5	455,5	

Badanie dynamiczne na planszy B100 i B60

Nie znalazłam istotnych statystycznie różnic między wynikami czasu i dystansu uzyskanymi w badaniu dynamicznym na planszy B100 przez grupę badawczą i kontrolną. Natomiast w badaniu na planszy B60 zaobserwowałam istotną statystycznie różnicę w wynikach czasu i dystansu w płaszczyźnie strzałkowej. Mediana czasu dla grupy kontrolnej wyniosła 13,84 s, a dla grupy po endoprotezoplastyce stawu biodrowego 18,31 s ($p=0,002$). Oznacza to, że osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego wykonały to zadanie wolniej. Natomiast w przypadku dystansu w kierunku przednio-tylnym średni wynik uzyskany przez osoby po operacji był wyższy o 84 mm niż wyniki osób bez implantu ($p=0,012$). Dokładne dane zawarte są w tabeli 26.

Tabela 26. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu dynamicznym na planszy B100 i B60 przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta, Welcha lub U Manna-Whitneya).

parametr	grupy	średnia \pm SD	min - max	mediana	p
B100 czas	badawcza	16,81 \pm 5,81	8,26 - 35,67	14,81	U 0,375
	kontrolna	15,12 \pm 3,41	9,80 - 22,16	14,02	
B100 dystans	badawcza	1239,6 \pm 297,1	840,4 - 1876,7	1152,9	U 0,473
	kontrolna	1164,8 \pm 205,9	859,4 - 1792,6	1142,0	
B100 dystans Y	badawcza	768,8 \pm 153,4	510,4 - 1112,9	748,1	t 0,557
	kontrolna	747,8 \pm 119,8	574,0 - 1117,2	712,8	
B100 dystans X	badawcza	790,0 \pm 250,3	451,4 - 1331,9	720,2	U 0,429
	kontrolna	721,1 \pm 181,1	464,1 - 1434,1	709,9	
B60 czas	badawcza	17,96 \pm 4,32	10,84 - 30,01	18,31	U 0,002
	kontrolna	14,69 \pm 2,51	11,32 - 21,27	13,84	
B60 dystans	badawcza	1021,5 \pm 287,4	601,3 - 1768,7	1000,5	t 0,065
	kontrolna	898,0 \pm 214,9	563,9 - 1325,4	912,8	
B60 dystans Y	badawcza	622,6 \pm 137,1	386,3 - 886,6	608,9	t 0,012
	kontrolna	538,6 \pm 110,8	346,6 - 823,0	524,1	
B60 dystans X	badawcza	656,2 \pm 245,5	291,1 - 1312,2	617,8	U 0,379
	kontrolna	587,1 \pm 192,6	289,9 - 924,4	564,8	

Badanie dynamiczne na planszy D100 i D60

Nie wszystkie wyniki uzyskane na planszy D100 i D60 spełniły założenia normalności rozkładu. Wyniki zostały poddane odpowiedniej analizie przy pomocy testów parametrycznych i nieparametrycznych (tabela 27). Mediana czasu na planszy D100 różniła się o 1,46 s i była wyższa u osób z endoprotezą, natomiast mediana dystansu na planszy D60 była wyższa o 79,6 mm w tej grupie, jednak wyniki nie były istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Tabela 27. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu dynamicznym na planszy D100 i D60 przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta lub U Manna-Whitneya)

parametr	grupy	średnia \pm SD	min - max	mediana	p
D100 czas	badawcza	24,48 \pm 6,88	14,65 - 45,65	22,71	U 0,145
	kontrolna	21,45 \pm 3,48	12,02 - 28,51	21,25	
D100 dystans	badawcza	1497,6 \pm 517,3	779,8 - 2849,9	1350,3	U 0,438
	kontrolna	1527,4 \pm 355,4	933,7 - 2393,3	1531,0	
D100 dystans Y	badawcza	845,5 \pm 230,7	509,6 - 1304,9	774,9	W 0,728
	kontrolna	863,3 \pm 157,9	572,5 - 1190,4	863,3	
D100 dystans X	badawcza	1031,2 \pm 429,1	474,2 - 2194,6	900,0	U 0,620
	kontrolna	1054,9 \pm 328,8	546,6 - 1816,5	1027,2	
D60 czas	badawcza	23,96 \pm 5,34	15,32 - 38,15	23,05	t 0,193
	kontrolna	22,27 \pm 4,52	14,58 - 34,27	21,74	
D60 dystans	badawcza	1102,3 \pm 327,9	623,5 - 2226,1	1053,8	U 0,511
	kontrolna	1070,1 \pm 373,5	556,0 - 1934,0	974,2	
D60 dystans Y	badawcza	608,8 \pm 156,0	363,1 - 1090,6	577,9	t 0,668
	kontrolna	590,8 \pm 168,2	346,2 - 880,1	584,4	
D60 dystans X	badawcza	759,6 \pm 290,7	390,9 - 1718,6	755,2	U 0,663
	kontrolna	739,0 \pm 315,7	309,2 - 1510,4	660,6	

5.3. Wyniki uzyskane w testach funkcjonalnych

Dane w tabeli 28 odnoszą się do wyników uzyskanych w testach: "wstań i idź", marszu na dystansie 3m, wychylenia w przód i wstawania z krzesła. Analizę przeprowadziłam wykorzystując odpowiednie testy parametryczne lub nieparametryczne. Wyniki wszystkich wymienionych testów różniły się istotnie między grupami. W przypadku próby "wstań i idź" mediana wyników uzyskanych przez osoby z grupy kontrolnej była o 1,4 s niższa niż mediana wyników uzyskanych przez grupę badawczą ($p=0,000$). Natomiast czas chodu na dystansie 3m w grupie badawczej wyniósł średnio 3,18 s, a w grupie kontrolnej 2,63 s ($p=0,000$). W przypadku obu testów oceniających chód osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego wykonały zadanie wolniej.

Dodatkowo porównując średnie wyniki uzyskane przez osoby bez endoprotezy w próbie maksymalnego wychylenia w przód z wynikami osób po operacji stawu można zauważyć, iż zakres wychylenia osób bez endoprotezy był średnio o 3,9 cm większy ($p=0,003$). Ponadto zaobserwowałam istotną różnicę w teście wstawania z krzesła, w którym to osoby bez implantu również uzyskały wynik lepszy, czyli wykonały więcej powtórzeń, niż osoby po operacji ($p=0,002$). Mediana wyników grupy badawczej wyniosła 11 powtórzeń, natomiast mediana wyników grupy kontrolnej to 13 powtórzeń. Podsumowując, można uznać, że osoby z grupy kontrolnej były sprawniejsze od osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego.

Tabela 28. Porównanie wyników uzyskanych w testach klinicznych oraz wartość poziomu istotności różnic (test t-studenta, Welcha lub U Manna-Whitneya).

test	grupy	średnia \pm SD	min - max	mediana	p
"wstań i idź" (s)	badawcza	9,53 \pm 1,77	6,43 - 13,46	9,29	U 0,000
	kontrolna	7,89 \pm 0,80	5,84 - 9,73	7,89	
chód 3m	badawcza	3,18 \pm 0,48	2,31 - 4,34	3,24	W 0,000
	kontrolna	2,63 \pm 0,27	1,96 - 3,16	2,66	
wychylenie (cm)	badawcza	34,0 \pm 5,9	24,3 - 51,3	34,1	t 0,003
	kontrolna	37,9 \pm 3,5	31,0 - 45,0	37,7	
wstawanie z krzesła	badawcza	11,1 \pm 3,5	5 - 19	11	U 0,002
	kontrolna	14,0 \pm 3,9	9 - 30	13	

Wyniki uzyskane przez osoby z endoprotezą w step teście również różniły się istotnie statystycznie od wyników uzyskanych przez grupę kontrolną. Różnice te wystąpiły przy porównaniu do grupy kontrolnej (średnia 16,3) wykonywania tego zadania zarówno kończyną operowaną (średnia 13,2; $p=0,000$), jak i kończyną bez endoprotezy (średnia 13,5; $p=0,000$). Osoby po endoprotezoplastyce stawu wykonały w obu przypadkach mniej powtórzeń. Mediana w obu próbach w grupie badawczej wyniosła 13, natomiast w grupie kontrolnej wynik był wyższy o ponad 3 powtórzenia, a mediana wyniosła 16,5. Szczegółowe wyniki zawiera tabela 29.

Tabela 29. Porównanie wyników uzyskanych w step teście przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziom istotności różnic (test t-studenta)

test	grupy	średnia \pm SD	min - max	mediana	p
step test	stepE	13,2 - 3,2	7 - 22	13	$t 0,000$
	stepZ	13,5 - 3,7	8 - 23	13	$t 0,002$
	stepK	16,3 - 2,9	9 - 22	16,5	-

Analizując wyniki odnotowane w teście stania na 1 nodze na czas można zauważyć, iż wyniki uzyskane w próbie stania na kończynie operowanej różniły się istotnie statystycznie od wyników uzyskanych przez grupę kontrolną. Mediana czasu dla osób z endoprotezą wyniosła 13,83 s i była o 14,27 s niższa od mediany wyników osób z grupy kontrolnej ($p=0,012$).

Porównując wyniki uzyskane w próbie stania na kończynie nieoperowanej do wyników uzyskanych podczas stania na kończynie operowanej można zaobserwować tendencję do dłuższego utrzymania pozycji na kończynie bez endoprotezy. Wynik ten (mediana 18,43 s) był jednak niższy od wyniku uzyskanego przez grupę kontrolną (mediana 28,10 s), ale obserwowana różnica nie była istotna statystycznie. Dodatkowo, sprawdziłam ile osób w poszczególnych próbach uzyskało maksymalny czas dla tego zadania. W grupie kontrolnej w 3 próbach stania na kończynie dolnej aż 6 osób stojąc na kończynie lewej uzyskało średni czas 60 s, natomiast 5 uzyskało ten czas stojąc na kończynie prawej. W przypadku osób z grupy badawczej tylko 1 osoba uzyskała średni czas 60 s dla kończyny

operowanej i 1 osoba dla kończyny nieoperowanej. Informacje te nie są zamieszczone w tabeli 30.

Tabela 30. Porównanie wyników uzyskanych w teście stania na 1 nodze przez grupę badawczą (1E i 1Z) i grupę kontrolną (1K) oraz poziomy istotności różnic (test U Manna-Whitneya)

test	grupy badanych	średnia ± SD	min - max	mediana	p
stanie na 1 nodze (s)	1E	17,81 ± 15,48	1,30 - 60,0	13,83	U 0,012
	1Z	20,46 ± 14,40	2,07 - 60,0	18,43	U 0,068
	1K	30,94 ± 20,53	1,33 - 60,0	28,10	

5.4. Wyniki uzyskane w skali równowagi Berga

U pacjentów z obu grup posłużyłam się skalą równowagi Berga w celu uzupełnienia wyników uzyskanych w badaniu posturograficznym i testach funkcjonalnych. W tabeli 31 zamieściłam szczegółowe informacje dotyczące łącznej punktacji zdobytej przez osoby z obu grup. Jedna osoba po endoprotezoplastyce stawu biodrowego uzyskała wynik poniżej 50 punktów, natomiast najniższy wynik osoby z grupy kontrolnej wynosił 52 punkty. Wyniki nie różniły się istotnie ($p=0,668$), co mogło wynikać z faktu, iż maksymalną punktację odnotowałam u 22 osób z endoprotezą i 23 osób bez endoprotezy.

Tabela 31. Porównanie wyników uzyskanych w skali równowagi Berga przez osoby z grupy badawczej i kontrolnej

grupa		punktacja uzyskana w skali równowagi Berga								
		48 pkt.	49 pkt.	50 pkt.	51 pkt.	52 pkt.	53 pkt.	54 pkt.	55 pkt.	56 pkt.
liczba osób	badawcza	1	-	-	-	2	4	-	1	22
	kontrolna	-	-	-	-	1	2	-	4	23

Dodatkowo sprawdziłam, w których próbach badani nie otrzymali maksymalnej punktacji. W tabeli 32 zaprezentowałam te wyniki pomijając zadania, w których odnotowałam maksymalną liczbę punktów. Taka analiza pokazuje czynności, podczas których uwidaczniają się zaburzenia równowagi zarówno u osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego, jak i u osób z grupy kontrolnej.

Zadanie 8 polegało na maksymalnym wychyleniu w przód, a zadanie 9 na podniesieniu przedmiotu z podłogi. W obu próbach tylko jeden pacjent z endoprotezą nie uzyskał maksymalnego wyniku. W zadaniu numer 11, pacjent aby uzyskać maksymalną liczbę punktów musiał obrócić się o 360° najpierw w jedną, a następnie w drugą stronę w czasie 4 sekund lub mniej. Cztery osoby z grupy badawczej wykonały zadanie wolniej uzyskując po 3 punkty. W zadaniu 13, aby otrzymać 4 punkty badani musieli utrzymać pozycję tandem, czyli w ustawieniu jednej stopy przed drugą przez 30 s. Aż 6 osób z endoprotezą i 4 osoby bez endoprotezy nie wykonały tego zadania, dlatego przeprowadzona została u nich próba ze stopami ustawionymi jedna przed drugą, ale rozstawionymi na szerokości bioder oceniana na 3 punkty. Największe trudności badani przejawiali w czasie wykonywania zadania numer 14, czyli stania na jednej nodze.

Tabela 32. Porównanie wyników uzyskanych w wybranych zadaniach skali równowagi Berga przez grupę badawczą i kontrolną.

numer zadania	liczba osób w grupie	punktacja			
		1 pkt.	2 pkt.	3 pkt.	4 pkt.
zadanie 8	badawcza	-	-	1	29
	kontrolna	-	-	-	30
zadanie 9	badawcza	-	1	-	29
	kontrolna	-	-	-	30
zadanie 11	badawcza	-	-	4	26
	kontrolna	-	-	-	30
zadanie 13	badawcza	-	-	6	24
	kontrolna	-	-	4	26
zadanie 14	badawcza	3	2	3	22
	kontrolna	2	1	2	25

Jedynie 22 osoby z grupy badawczej i 25 osób z grupy kontrolnej uzyskały maksymalny wynik, który wiązał się z koniecznością utrzymania pozycji stania na jednej kończynie dolnej powyżej 10 sekund. Szczegółowe informacje na temat zadania stania na 1 nodze zawiera tabela 33. Ostatecznej analizie poddałam wskaźnik, będący średnią z wyników czasu stania na 1 nodze dla obu kończyn, co oznaczyłam w tabeli jako "wynik w skali". W tabeli zamieściłam również dodatkowe dane pokazujące, jak wyglądałaby punktacja, gdybym analizie poddała czas stania na jednej z kończyn dolnych (lewej lub prawej w grupie kontrolnej; operowanej lub nieoperowanej w grupie badawczej), a nie wskaźnik. Wyniki "lepszey" kończyny często zaważyły ogólny wynik uzyskiwany w tym zadaniu w skali równowagi Berga.

Tabela 33. Porównanie wyników uzyskanych w próbie stania na jednej nodze przez grupę badawczą i kontrolną.

grupa	kończyna	punktacja			
		1 pkt. (< 3s)	2 pkt. (3-5s)	3 pkt. (5-10s)	4 pkt. (>10s)
badawcza	1 endoproteza	2	6	2	20
	1 zdrowa	3	1	5	21
	wynik w skali	3	2	3	22
kontrolna	1 lewa	2	0	3	25
	1 prawa	3	0	3	24
	wynik w skali	2	1	2	25

5.5. Analiza korelacji

Analizie korelacji poddałam jedynie wyniki uzyskane przez osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego. Decyzja ta wynikała z chęci głębszego poznania czynników mogących mieć wpływ na równowagę w tej grupie. Przeprowadziłam korelacje wyników badań posturograficznych, testów funkcjonalnych i skali równowagi Berga z wybranymi cechami antropometrycznymi oraz wskaźnikami stanu zdrowia pacjenta. Dodatkowo sprawdziłam, czy istnieje zależność między wynikami poszczególnych testów, którymi oceniałam równowagę.

5.5.1. Korelacje wybranych zmiennych z wynikami badania statycznego na platformie balansowej.

W celu ustalenia, czy istnieje związek wybranych cech antropometrycznych i innych wybranych czynników opisujących stan zdrowia osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego ze stabilnością postawy w pozycji normal standing z oczami otwartymi, przeprowadziłam korelacje Pearsona (r). Współczynnikiem korelacji Pearsona posłużyłam się również w dalszej części pracy, szukając zależności między wymienionymi wyżej parametrami, a wynikami uzyskanymi w pozostałych próbach statycznych i dynamicznych na platformie balansowej oraz wynikami testów klinicznych.

Nie odnotowałam żadnych istotnych zależności między wymienionymi w tabeli czynnikami, takimi jak: wiek, BMI, poziom bólu kręgosłupa w skali VAS, liczba przyjmowanych leków, aktywność fizyczna w ciągu tygodnia i czas, który minął od operacji, a wynikami uzyskanymi w badaniu normal standing z oczami otwartymi. W tabeli 34 zamieściłam szczegółowe wyniki.

Tabela 34. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu normal standing z oczami otwartymi (korelacja Pearsona).

Badanie normal standing EO								
	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
wiek	r	0,097	-0,209	-0,022	0,356	-0,098	-0,076	-0,051
	p	0,610	0,268	0,909	0,053	0,608	0,691	0,789
BMI	r	-0,119	0,211	0,222	-0,160	0,141	-0,066	0,187
	p	0,532	0,263	0,239	0,398	0,459	0,730	0,324
VAS	r	-0,259	-0,027	-0,003	0,120	-0,227	-0,091	0,104
	p	0,166	0,887	0,986	0,527	0,227	0,634	0,583
leki	r	0,014	-0,085	0,141	-0,032	0,015	-0,241	0,114
	p	0,943	0,656	0,457	0,865	0,939	0,201	0,548
aktywność	r	0,002	-0,266	-0,281	0,360	-0,301	-0,303	-0,164
	p	0,991	0,155	0,132	0,050	0,106	0,104	0,386
czas po operacji	r	0,007	0,188	0,120	0,270	0,024	0,064	0,187
	p	0,973	0,321	0,527	0,150	0,899	0,738	0,321

Podobną analizę wykonałam korelując wymienione wcześniej czynniki z wynikami badania przeprowadzanego w pozycji normal standing, ale z oczami zamkniętymi. Jak wynika z tabeli 35, wystąpił związek między BMI i poziomem bólu kręgosłupa, ocenionym w skali VAS, a wybranymi wynikami badania na platformie. Wskaźnik BMI korelował z wartością środka widma w płaszczyźnie czołowej wyrażoną w Hz ($r=0,416$; $p=0,022$), natomiast ból powiązany był ze środkiem widma w płaszczyźnie strzałkowej wyrażonym w Hz ($r=0,383$; $p=0,037$). Oznacza to, że w badaniu z oczami zamkniętymi wyższy poziom bólu i wyższy wskaźnik BMI powiązane były z większą częstotliwością widma w wymienionych płaszczyznach. Pozostałe wyniki okazały się nieistotne. Szczegółowe dane zaprezentowałam w tabeli 35.

Tabela 35. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu normal standing z oczami zamkniętymi (korelacja Pearsona).

Badanie normal standing EC								
	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
wiek	r	-0,132	-0,296	-0,109	0,333	-0,199	-0,228	-0,167
	p	0,487	0,112	0,565	0,072	0,292	0,227	0,377
BMI	r	0,075	0,177	0,007	-0,185	0,281	0,416	-0,031
	p	0,696	0,349	0,973	0,328	0,132	0,022	0,872
VAS	r	-0,308	-0,126	-0,182	0,383	-0,314	-0,140	0,058
	p	0,098	0,506	0,337	0,037	0,091	0,461	0,760
leki	r	0,056	-0,109	-0,038	-0,099	0,043	0,159	-0,138
	p	0,769	0,565	0,844	0,604	0,823	0,401	0,467
aktywność	r	0,125	0,070	0,045	0,029	-0,091	0,256	-0,041
	p	0,510	0,714	0,813	0,88	0,632	0,173	0,829
czas po operacji	r	-0,187	0,182	0,037	0,170	-0,096	-0,106	0,319
	p	0,323	0,336	0,844	0,369	0,612	0,578	0,336

Analogiczną analizę wykonałam w przypadku wyników uzyskanych w badaniach w pozycji tandem. Aby sprawdzić, czy takie zmienne jak wiek, wskaźnik BMI, poziom bólu kręgosłupa, liczba przyjmowanych leków, aktywność fizyczna i czas, który minął od operacji mają wpływ na wyniki uzyskane w pozycji z kończyną operowaną ustawioną z przodu (TEP) i z kończyną nieoperowaną z przodu (TZP), przeprowadziłam analizę korelacji.

W pozycji tandem z kończyną operowaną ustawioną z przodu znalazłam ujemną zależność między liczbą przyjmowanych leków, a częstotliwością środka widma w płaszczyźnie strzałkowej ($r = -0,384$, $p = 0,044$). Aktywność fizyczna ($r = 0,406$; $p = 0,032$) korelowała z wynikiem średniej prędkości przemieszczenia COP w tej samej płaszczyźnie. Wystąpiła również zależność między czasem, który minął od operacji a średnią prędkością przemieszczenia COP w kierunku przednio-tylnym ($r = 0,470$; $p = 0,012$) oraz momentem prędkości ($r = 0,379$; $p = 0,047$). Im dłuższy czas od zabiegu, tym większa była prędkość przemieszczenia COP w płaszczyźnie strzałkowej i większy moment prędkości. Szczegółowe dane zawarłam w tabeli 36 umieszczonej poniżej.

Tabela 36. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu tandem z kończyną operowaną z przodu (korelacja Pearsona).

Badanie tandem: TEP								
	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
wiek	r	-0,093	0,091	-0,012	-0,037	-0,091	0,099	-0,006
	p	0,639	0,644	0,953	0,851	0,645	0,616	0,978
BMI	r	-0,236	-0,356	-0,183	-0,296	-0,028	-0,030	-0,239
	p	0,227	0,063	0,352	0,127	0,889	0,878	0,221
VAS	r	-0,105	0,094	-0,016	-0,170	-0,003	0,176	0,024
	p	0,595	0,636	0,937	0,387	0,987	0,370	0,904
leki	r	-0,280	-0,201	-0,205	-0,384	-0,222	0,302	-0,212
	p	0,149	0,305	0,294	0,044	0,255	0,118	0,280
aktywność	r	0,406	0,293	0,290	0,243	0,283	0,335	0,103
	p	0,032	0,130	0,134	0,213	0,145	0,082	0,601
czas po operacji	r	0,470	0,299	0,379	0,026	0,361	-0,126	0,238
	p	0,012	0,122	0,047	0,894	0,059	0,523	0,223

W przeciwieństwie do korelacji badania tandem z kończyną operowaną ustawioną z przodu, nie znalazłam istotnych statystycznie zależności między wynikami uzyskanymi w pozycji tandem z kończyną nieoperowaną z przodu a wiekiem, wskaźnikiem BMI, wynikiem w skali VAS, liczbą przyjmowanych leków, aktywnością fizyczną i czasem, który minął od operacji. Dokładne wyniki przedstawiłam w tabeli 37.

Tabela 37. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu tandem z kończyną nieoperowaną z przodu (korelacja Pearsona).

Badanie tandem: TZP								
	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
wiek	r	-0,107	-0,096	0,041	-0,166	0,071	-0,203	-0,060
	p	0,590	0,629	0,836	0,399	0,718	0,300	0,761
BMI	r	-0,092	-0,064	-0,136	0,272	0,054	0,059	-0,045
	p	0,642	0,745	0,490	0,161	0,787	0,766	0,819
VAS	r	-0,011	-0,135	0,060	-0,298	0,275	-0,039	-0,086
	p	0,958	0,493	0,764	0,123	0,157	0,845	0,662
leki	r	-0,071	-0,148	-0,110	-0,268	0,190	0,002	-0,140
	p	0,719	0,451	0,576	0,168	0,334	0,993	0,478
aktywność	r	0,168	0,146	0,189	-0,052	-0,080	-0,293	0,192
	p	0,392	0,458	0,336	0,793	0,686	0,131	0,327
czas po operacji	r	0,280	0,094	0,176	0,264	0,087	-0,135	0,219
	p	0,148	0,634	0,370	0,175	0,660	0,493	0,263

W celu dokonania oceny, czy na stabilność pacjentów w pozycji tandem wariant 2 (2TEP i 2TZP) mają wpływ czynniki antropometryczne lub wybrane czynniki charakteryzujące stan zdrowia badanych, przeprowadziłam korelacje.

Analizując współczynniki korelacji Pearsona i przypisane im poziomy istotności statystycznej nie zauważyłam istotnej zależności między wiekiem, wskaźnikiem BMI, poziomem bólu kręgosłupa, liczbą przyjmowanych leków, aktywnością fizyczną i czasem, który minął od operacji, a wynikami uzyskanymi w pozycji tandem wariant drugi z kończyną po operacji ustawioną z przodu. W tabeli 38 zamieściłam szczegółowe informacje.

Tabela 38. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu tandem wariant 2 z kończyną operowaną z przodu (korelacja Pearsona).

Badanie tandem wariant drugi: 2TEP								
	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
wiek	r	0,102	0,065	0,100	-0,287	0,039	-0,075	-0,006
	p	0,590	0,773	0,598	0,124	0,838	0,693	0,977
BMI	r	-0,235	-0,287	0,197	-0,104	0,199	-0,100	0,056
	p	0,212	0,125	0,298	0,583	0,292	0,599	0,770
VAS	r	-0,096	-0,145	0,211	-0,077	0,234	-0,292	0,154
	p	0,615	0,446	0,264	0,686	0,214	0,118	0,417
leki	r	0,030	-0,063	0,106	0,030	0,044	-0,230	0,123
	p	0,874	0,740	0,577	0,875	0,816	0,221	0,518
aktywność	r	0,098	0,231	0,006	-0,141	-0,080	0,064	0,036
	p	0,605	0,220	0,975	0,459	0,674	0,737	0,848
czas po operacji	r	0,181	0,242	0,103	-0,135	0,147	0,323	0,075
	p	0,337	0,198	0,492	0,477	0,438	0,082	0,695

Nie znalazłam istotnych statystycznie powiązań pomiędzy wiekiem, wskaźnikiem BMI, poziomem bólu kręgosłupa w skali VAS, liczbą przyjmowanych leków oraz czasem, który minął od operacji, a poszczególnymi wynikami uzyskanymi przez osoby z endoprotezą w badaniu tandem wariant 2 w pozycji z kończyną nieoperowaną ustawioną z przodu. Istotną zależność zaobserwowałam jedynie między poziomem aktywności fizycznej, a wynikiem środka widma w płaszczyźnie czołowej wyrażonym w hercach ($r = -0,428$; $p = 0,018$). Im większa była aktywność fizyczna badanego w ciągu ostatniego roku, tym mniejsza była wartość częstotliwości widma w kierunku na boki rejestrowana na platformie w pozycji 2TZP. W tabeli 39 zawarłam poszczególne wyniki korelacji.

Tabela 39. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu tandem wariant 2 z kończyną nieoperowaną z przodu (korelacja Pearsona).

Badanie tandem wariant drugi: 2TZP								
	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
wiek	r	-0,150	-0,014	0,084	-0,305	0,170	-0,038	0,076
	p	0,431	0,942	0,660	0,101	0,368	0,841	0,691
BMI	r	-0,117	-0,223	-0,216	0,183	-0,169	-0,160	-0,091
	p	0,540	0,236	0,252	0,333	0,371	0,399	0,633
VAS	r	-0,353	-0,303	-0,115	-0,345	0,073	-0,088	-0,090
	p	0,056	0,104	0,544	0,062	0,700	0,646	0,635
leki	r	0,044	0,172	0,183	-0,227	0,268	0,142	0,250
	p	0,816	0,364	0,333	0,227	0,152	0,453	0,183
aktywność	r	0,103	-0,001	0,076	-0,186	-0,088	-0,428	0,085
	p	0,587	0,996	0,690	0,326	0,643	0,018	0,654
czas po operacji	r	0,130	0,128	0,173	-0,080	0,192	0,061	0,205
	p	0,492	0,499	0,359	0,675	0,308	0,748	0,278

Z wszystkich prób statycznych przeprowadzanych na platformie balansowej największe trudności zaobserwowałam podczas wykonywania testu stania na 1 nodze przez osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego. Występowały one zarówno podczas stania na kończynie operowanej, jak i nieoperowanej. Dlatego przeprowadziłam korelacje tych wyników z wybranymi parametrami klinicznymi opisującymi stan zdrowia pacjenta.

W przypadku testu stania na kończynie operowanej wyniki środka widma w płaszczyźnie czołowej wyrażone w milimetrach ($r = -0,491$; $p = 0,020$) oraz w hercach ($r = -0,460$; $p = 0,031$) były powiązane z wartością wskaźnika masy ciała BMI. Im wyższy wskaźnik BMI, tym mniejsza częstotliwość i zakres widma w kierunku na boki. Dodatkowo zaobserwowałam zależność między aktywnością fizyczną w ciągu tygodnia, a średnią prędkością przemieszczenia COP w płaszczyźnie czołowej ($r = 0,437$; $p = 0,042$) oraz między czasem, który minął od operacji, a wartością przemieszczenia COP w płaszczyźnie strzałkowej ($r = 0,448$; $p = 0,037$). Dłuższy czas od operacji powiązany był z większą prędkością przemieszczenia COP w kierunku przednio-tylnym. W tabeli 40 zamieściłam szczegółowe informacje.

Tabela 40. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu staniu na 1 nodze - operowanej (korelacja Pearsona).

Stanie na 1 nodze: 1E								
	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
wiek	r	-0,076	-0,121	-0,043	-0,033	-0,181	-0,106	-0,128
	p	0,736	0,593	0,850	0,883	0,421	0,639	0,570
BMI	r	-0,034	-0,370	-0,144	0,221	-0,096	-0,491	-0,460
	p	0,880	0,090	0,523	0,322	0,670	0,020	0,031
VAS	r	0,041	-0,154	-0,127	-0,036	-0,038	0,046	-0,118
	p	0,855	0,494	0,573	0,875	0,867	0,840	0,602
leki	r	-0,048	-0,361	-0,170	0,237	-0,066	-0,303	-0,304
	p	0,832	0,099	0,450	0,288	0,770	0,171	0,169
aktywność	r	0,300	0,437	0,331	-0,125	0,050	0,264	0,374
	p	0,175	0,042	0,132	0,580	0,826	0,235	0,087
czas po operacji	r	0,448	0,211	0,241	-0,090	0,341	0,079	0,216
	p	0,037	0,346	0,280	0,692	0,120	0,726	0,335

Podobnie jak w przypadku stania na kończynie operowanej, wybrane wyniki uzyskane w próbie stania na kończynie nieoperowanej korelowały z BMI i z czasem po operacji. Analizując te korelacje zauważyłam istotny statystycznie ujemny związek między wartością wskaźnika masy ciała, a wynikiem widma mierzonego w milimetrach zarejestrowanym w płaszczyźnie strzałkowej ($r = -0,430$; $p = 0,032$). Dodatkowo występuje związek między czasem, który minął od operacji, a momentem prędkości ($r = 0,591$; $p = 0,002$) i parametrem widma w płaszczyźnie czołowej w milimetrach ($r = 0,523$; $p = 0,007$). Im dłuższy czas minął od operacji, tym większy moment prędkości i tym większy zakres widma w tej płaszczyźnie. Dokładne dane zawiera tabela 41.

Tabela 41. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu stanie na 1 nodze - nieoperowanej (korelacja Pearsona).

Stanie na 1 nodze: 1Z								
	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widm X (mm)
wiek	r	-0,130	-0,201	-0,007	0,075	0,222	-0,184	-0,147
	p	0,535	0,336	0,975	0,720	0,286	0,380	0,483
BMI	r	-0,081	0,176	-0,069	0,059	-0,430	0,084	0,119
	p	0,700	0,401	0,744	0,778	0,032	0,690	0,570
VAS	r	-0,284	0,088	-0,145	0,099	-0,279	0,226	0,019
	p	0,168	0,674	0,490	0,639	0,176	0,278	0,928
leki	r	-0,004	0,145	0,022	0,119	-0,208	0,235	0,145
	p	0,986	0,488	0,918	0,572	0,318	0,258	0,489
aktywność	r	0,395	0,272	0,305	-0,225	0,264	-0,052	0,173
	p	0,051	0,188	0,138	0,281	0,202	0,807	0,408
czas po operacji	r	0,167	0,340	0,591	-0,369	0,372	-0,244	0,523
	p	0,424	0,097	0,002	0,069	0,067	0,239	0,007

5.5.2. Korelacje wybranych zmiennych z wynikami badania dynamicznego na platformie balansowej.

W celu ustalenia, czy wybrane czynniki antropometryczne i czynniki opisujące stan zdrowia osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego miały wpływ na wyniki badania dynamicznego na platformie balansowej, przeprowadziłam korelacje. Analizowałam wpływ tych cech na wyniki uzyskane przez osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego na wszystkich planszach (A, B, D) i w obu skalach (100, 60).

Nie zaobserwowałam istotnych statystycznie zależności między wiekiem osób z endoprotezą stawu, wskaźnikiem BMI, skalą VAS, liczbą przyjmowanych leków, aktywnością fizyczną w ciągu tygodnia, ani czasem, który minął od operacji, a wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej na planszy A100 i A60. W tabeli 42 zamieściłam wartości współczynników korelacji oraz przypisane im wartości poziomu istotności.

Tabela 42. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na planszach A100 i A60 (korelacja Pearsona).

	korelacja	A100				A60			
		czas	dystans	dystans Y	dystans X	czas	dystans	dystans Y	dystans X
wiek	r	0,343	0,185	0,103	0,205	0,078	0,163	0,098	0,188
	p	0,064	0,327	0,588	0,277	0,682	0,391	0,607	0,319
BMI	r	-0,148	0,157	0,094	0,161	0,145	0,229	0,195	0,236
	p	0,435	0,407	0,622	0,394	0,443	0,223	0,301	0,209
VAS	r	0,294	0,249	0,209	0,238	0,063	-0,082	-0,079	-0,077
	p	0,115	0,185	0,267	0,205	0,740	0,668	0,679	0,686
leki	r	0,073	-0,019	-0,000	-0,033	-0,138	-0,241	-0,238	-0,224
	p	0,700	0,921	0,999	0,863	0,467	0,200	0,205	0,234
aktywność	r	0,008	0,023	0,144	-0,006	0,087	-0,059	-0,026	-0,070
	p	0,967	0,905	0,448	0,977	0,649	0,758	0,890	0,715
czas po operacji	r	0,261	-0,016	-0,005	-0,020	0,316	-0,040	-0,092	-0,015
	p	0,163	0,935	0,980	0,916	0,089	0,833	0,628	0,939

W przeprowadzonej analizie korelacji wybranych cech charakteryzujących stan zdrowia osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego z wynikami badania dynamicznego na planszy B zaobserwowałam kilka istotnych zależności. W badaniu na planszy B100, na której pacjent miał za zadanie wykonać test "jak najszybciej" istnieje związek między wiekiem, a czasem wykonania zadania ($r=0,459$; $p=0,011$), dystansem ogólnym ($r=0,391$; $p=0,032$) oraz dystansem w kierunku bocznym ($r=0,425$; $p=0,019$). Z danych tych wynika, że osoby starsze wykonały zadanie wolniej niż młodsze. Dodatkowo w tym samym zadaniu parametr taki jak czas, który minął od operacji koreluje dodatnio z czasem wykonania zadania ($r=0,367$; $p=0,046$). Natomiast w badaniu na planszy B60 wystąpiła zależność jedynie między wiekiem, a czasem wykonania zadania ($r=0,0418$; $p=0,022$). W tabeli 43 zamieściłam szczegółowe informacje.

Tabela 43. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na planszach B100 i B60 (korelacja Pearsona).

	korelacja	B100				B60			
		czas	dystans	dystans Y	dystans X	czas	dystans	dystans Y	dystans X
wiek	r	0,459	0,391	0,197	0,425	0,418	0,205	0,086	0,242
	p	0,011	0,032	0,297	0,019	0,022	0,277	0,651	0,198
BMI	r	-0,066	0,076	0,083	0,061	-0,055	0,012	-0,001	0,017
	p	0,729	0,691	0,663	0,749	0,775	0,951	0,997	0,929
VAS	r	0,327	0,141	0,000	0,192	0,250	0,084	0,090	0,056
	p	0,078	0,459	0,999	0,309	0,182	0,659	0,635	0,770
leki	r	0,019	-0,250	-0,237	-0,227	0,134	-0,064	-0,082	-0,053
	p	0,920	0,183	0,208	0,229	0,481	0,737	0,668	0,783
aktywność	r	-0,042	-0,151	-0,299	-0,031	-0,125	-0,141	-0,209	-0,057
	p	0,825	0,427	0,109	0,870	0,511	0,459	0,268	0,764
czas po operacji	r	0,367	-0,068	-0,185	-0,029	0,244	-0,175	-0,238	-0,153
	p	0,046	0,720	0,329	0,878	0,194	0,355	0,206	0,421

Nie znalazłam istotnych statystycznie zależności między wiekiem, wskaźnikiem BMI, bólem kręgosłupa wyrażonym w skali VAS, liczbą przyjmowanych leków, aktywnością fizyczną i czasem, który minął od operacji, a wynikami uzyskanymi przez osoby z endoprotezą w badaniu dynamicznym na planszy D100 i D60. Szczegółowe wyniki zamieściłam w tabeli 44 znajdującej się poniżej.

Tabela 44. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na planszy D100 i D60 (korelacja Pearsona).

	korelacja	D100				D60			
		czas	dystans	dystans Y	dystans X	czas	dystans	dystans Y	dystans X
wiek	r	0,304	0,262	0,143	0,292	0,017	0,230	0,013	0,321
	p	0,102	0,162	0,451	0,117	0,928	0,221	0,945	0,084
BMI	r	0,133	0,289	0,189	0,337	0,098	0,166	0,113	0,184
	p	0,483	0,121	0,318	0,069	0,608	0,382	0,552	0,331
VAS	r	0,262	0,100	-0,003	0,135	0,320	0,301	0,145	0,341
	p	0,162	0,599	0,987	0,479	0,084	0,106	0,445	0,066
leki	r	0,031	-0,034	-0,084	-0,010	-0,079	-0,072	-0,147	-0,015
	p	0,871	0,858	0,658	0,958	0,677	0,704	0,439	0,939
aktywność	r	-0,186	-0,248	-0,159	-0,283	-0,067	-0,040	0,113	-0,113
	p	0,324	0,187	0,403	0,129	0,726	0,832	0,551	0,553
czas po operacji	r	0,279	0,081	0,043	0,081	0,190	0,088	0,017	0,109
	p	0,135	0,669	0,823	0,670	0,316	0,645	0,929	0,566

5.5.3. Korelacje wybranych zmiennych z wynikami testów funkcjonalnych

Z uwagi na występowanie istotnych różnic między wynikami uzyskanymi w testach funkcjonalnych przez osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego i osoby z grupy kontrolnej, postanowiłam przeprowadzić dodatkowe korelacje dla osób po operacji stawu. Chciałam sprawdzić, czy takie parametry jak wiek badanych, BMI, poziom bólu kręgosłupa oceniony w skali VAS, liczbą przyjmowanych leków, aktywność fizyczna w ciągu tygodnia lub czas, który minął od operacji mogą mieć wpływ na wyniki uzyskane w tych testach.

Jak wynika z tabeli 45 istotny statystycznie dodatni związek wystąpił między wartością bólu kręgosłupa, mierzoną przy pomocy skali VAS, a czasem wykonania testu "wstań i idź" ($r=0,381$; $p=0,038$) i czasem przejścia dystansu 3m ($r=0,407$; $p=0,026$). Wystąpiła również dodatnia korelacja czasu po operacji z wynikami testu "wstań i idź" ($r=0,361$; $p=0,050$) oraz ujemna korelacja z wynikami uzyskanymi przez osoby z endoprotezą stawu w próbie wstawiania z krzesła ($r= -0,463$; $p=0,010$).

Tabela 45. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w testach: "wstań i idź", chodu na dystansie 3m, wychyleniu w przód i wstawianiu z krzesła (korelacja Pearsona).

Testy kliniczne					
	korelacja	TUG	3m	wychylenie	krzesło
wiek	r	0,296	0,178	-0,296	-0,244
	p	0,113	0,346	0,112	0,193
BMI	r	0,029	0,157	-0,213	0,022
	p	0,880	0,406	0,258	0,909
VAS	r	0,381	0,407	-0,174	-0,285
	p	0,038	0,026	0,358	0,127
leki	r	-0,025	-0,042	0,027	-0,010
	p	0,897	0,824	0,887	0,957
aktywność	r	0,066	-0,106	-0,101	-0,042
	p	0,729	0,578	0,596	0,827
czas po operacji	r	0,361	0,241	-0,191	-0,463
	p	0,050	0,200	0,311	0,010

Wyniki uzyskane w teście stania na 1 nodze korelowały z wiekiem osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego. Korelacje były ujemne, co może oznaczać, iż wraz z wiekiem czas stania na jednej nodze skraca się. Ta zależność dotyczyła prób wykonywanych zarówno na kończynie operowanej ($r = -0,471$; $p = 0,009$), jak i na kończynie nieoperowanej ($r = -0,507$; $p = 0,004$). Dokładne dane zamieszczone są w tabeli 46. Nie znalazłam istotnych powiązań między wiekiem, BMI, poziomem bólu kręgosłupa, ilością przyjmowanych leków oraz czasem od operacji, a wynikami step testu.

Tabela 46. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w step teście i teście stania na 1 nodze (korelacja Pearsona).

	korelacja	step test		stanie na 1 nodze	
		stepE	stepZ	1E	1Z
wiek	r	-0,131	-0,239	-0,471	-0,507
	p	0,491	0,203	0,009	0,004
BMI	r	-0,058	-0,040	-0,162	-0,156
	p	0,761	0,834	0,392	0,411
VAS	r	-0,261	-0,301	-0,322	-0,153
	p	0,164	0,106	0,082	0,421
leki	r	0,012	-0,014	-0,166	-0,088
	p	0,950	0,941	0,381	0,644
aktywność	r	-0,089	-0,054	0,243	-0,018
	p	0,639	0,779	0,195	0,927
czas po operacji	r	-0,183	-0,198	-0,265	-0,334
	p	0,334	0,295	0,157	0,071

Podsumowując, wystąpiły zależności między wybranymi wynikami uzyskanymi w testach funkcjonalnych a wiekiem, stopniem nasilenia dolegliwości bólowych kręgosłupa oraz czasem, który minął od operacji.

5.5.4. Korelacje wybranych zmiennych z wynikami skali równowagi Berga

Dla oceny wpływu wybranych cech antropometrycznych i parametrów opisujących stan pacjenta przeprowadziłam korelacje tych danych z wynikami uzyskanymi przez osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego w skali równowagi Berga. W analizie posłużyłam się nieparametrycznym testem Spearmana (r_s).

Zaobserwowałam ujemną zależność między wiekiem osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego, a wynikami uzyskanymi przez te osoby w skali równowagi Berga ($r_s = -0,558$; $p = 0,001$). Wyniki te sugerują, że osoby starsze uzyskały gorsze wyniki w podanej skali niż osoby młodsze. Wyniki zawarłam w tabeli 47.

Tabela 47. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w skali równowagi Berga (korelacja Spearmana).

	korelacja	wiek	BMI	VAS	leki	aktywność	czas po operacji
skala	r_s	-0,558	-0,054	-0,150	-0,304	-0,083	-0,233
Berga	p	0,001	0,776	0,428	0,102	0,663	0,215

5.5.5. Korelacje wyników uzyskanych w skali Berga z wynikami badania statycznego na platformie balansowej

W celu sprawdzenia, czy wyniki uzyskane przez osoby po operacji endoprotezoplastyki stawu biodrowego w skali równowagi Berga są powiązane z wynikami otrzymanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej, przeprowadziłam analizę korelacji rang Spearmana.

Istotny statystycznie związek pomiędzy wynikami uzyskanymi w skali równowagi Berga odnotowałam jedynie w pozycji stania na 1 nodze (na kończynie nieoperowanej). Dane z tabeli 48 pokazują, że istnieje związek między skalą Berga, a wynikami widma w płaszczyźnie strzałkowej mierzonego w hercach ($r_s=0,456$; $p=0,022$) i milimetrach ($r_s=-0,525$; $p=0,007$) oraz widma w płaszczyźnie czołowej mierzonego w hercach ($r_s=0,529$; $p=0,007$).

Tabela 48. Korelacje skali równowagi Berga z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Spearmana).

Badanie statyczne na platformie balansowej										
skala równowagi Berga	test	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)	
	NS EO	r_s		-0,190	-0,144	-0,329	-0,271	-0,153	0,248	-0,318
		p		0,315	0,447	0,076	0,147	0,421	0,186	0,087
	NS EC	r_s		-0,074	-0,010	-0,113	-0,050	-0,159	-0,022	-0,016
		p		0,699	0,958	0,553	0,791	0,401	0,908	0,933
	TEP	r_s		0,093	0,126	-0,059	0,259	0,003	0,047	0,040
		p		0,638	0,522	0,764	0,183	0,989	0,813	0,840
	TZP	r_s		0,133	0,109	0,026	0,025	0,008	0,343	-0,032
		p		0,499	0,579	0,894	0,899	0,968	0,074	0,873
	2TEP	r_s		-0,044	0,190	-0,006	0,220	-0,012	0,145	-0,004
p			0,818	0,314	0,976	0,244	0,950	0,444	0,983	
2TZP	r_s		0,027	0,115	-0,066	-0,251	0,080	0,058	-0,193	
	p		0,888	0,547	0,731	0,181	0,673	0,761	0,307	
1E	r_s		-0,061	-0,201	-0,037	-0,042	0,261	-0,135	-0,241	
	p		0,787	0,370	0,869	0,853	0,240	0,550	0,280	
1Z	r_s		-0,057	0,079	-0,277	0,456	-0,525	0,529	-0,194	
	p		0,786	0,707	0,181	0,022	0,007	0,007	0,352	

5.5.6. Korelacje wyników uzyskanych w skali równowagi Berga z wynikami badania dynamicznego na platformie balansowej

Przeprowadziłam dodatkowe korelacje, aby sprawdzić, czy istnieje współzależność między wynikami uzyskanymi przez osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego w skali równowagi Berga (skala zawiera zarówno próby statyczne jak i dynamiczne), a wynikami badania dynamicznego na platformie balansowej.

Analizując korelacje wyżej wymienionych wyników zauważyłam ujemną zależność między wybranymi parametrami. Jak wynika z tabeli istnieje ujemny związek między liczbą punktów zdobytych w skali równowagi Berga, a czasem wykonania zadania na planszach A100 ($r_s = -0,436$; $p=0,016$), B100 ($r_s = -0,509$; $p=0,004$) i D100 ($r_s = -0,368$; $p=0,046$). Oznacza to, że osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego, które uzyskały lepsze wyniki w skali Berga wykonały zadanie na platformie w wymienionych skalach w krótszym czasie, niż osoby, które uzyskały gorsze wyniki. Dodatkowo istnieje ujemny związek między punktacją w skali, a dystansem ogólnym ($r_s = -0,473$; $p=0,008$) i dystansem w płaszczyźnie czołowej ($r_s = -0,462$; $p=0,010$). Szczegółowe dane zamieściłam w tabeli 49.

Tabela 49. Korelacje skali równowagi Berga z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Spearmana).

Badanie dynamiczne na platformie balansowej							
skala równowagi Berga	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X	
	A100	r_s		-0,436	-0,290	-0,259	-0,311
		p		0,016	0,120	0,167	0,095
	A60	r_s		-0,324	-0,112	0,029	-0,220
		p		0,081	0,555	0,878	0,244
	B100	r_s		-0,509	-0,258	-0,054	-0,339
		p		0,004	0,169	0,778	0,067
	B60	r_s		-0,334	0,135	0,231	0,075
		p		0,072	0,478	0,220	0,694
	D100	r_s		-0,368	-0,473	-0,316	-0,462
p			0,046	0,008	0,089	0,010	
D60	r_s		-0,239	-0,193	-0,087	-0,258	
	p		0,204	0,307	0,647	0,169	

5.5.7. Korelacje wyników uzyskanych w skali równowagi Berga z wynikami testów funkcjonalnych

Przeprowadzając kolejne analizy chciałam sprawdzić, czy istnieje zależność między wynikami uzyskanymi przez osoby po endoprotezoplastyce stawu biodrowego w skali równowagi Berga i w testach funkcjonalnych.

Jak wynika z tabeli 50 grupie badawczej wystąpił istotny statystycznie związek wspomnianej skali z wynikami testów: "wstań i idź" ($r_s = -0,431$; $p = 0,017$), wstawiania z krzesła ($r_s = 0,478$; $p = 0,007$), step testem kończyną nieoperowaną ($r_s = 0,368$; $p = 0,046$) oraz testem stania na kończynie operowanej ($r_s = 0,712$; $p = 0,000$) i nieoperowanej ($r_s = 0,726$; $p = 0,000$). Im wyższy był wynik uzyskany w skali Berga, tym dłuższy był czas wykonania testu "wstań i idź". Dodatkowo wyższy wynik korelował z większą liczbą powtórzeń w teście wstawiania z krzesła i w step teście wykonanym kończyną nieoperowaną (stepZ) oraz dłuższym czasem rejestrowanym w próbach stania na jednej nodze (1E i 1Z). Oznacza to, że osoby, które uzyskały lepsze wyniki w skali równowagi Berga, uzyskały także lepsze wyniki w wymienionych testach funkcjonalnych.

Tabela 50. Korelacja wyników skali równowagi Berga z wynikami uzyskanymi w testach klinicznych (korelacja Spearmana).

Testy kliniczne									
skala Berga	korelacja	TUG	3m	wychylenie	krzesło	step test		stanie na 1 nodze	
						stepE	stepZ	1E	1Z
	r_s	-0,431	-0,275	0,101	0,101	0,478	0,297	0,368	0,712
p	0,017	0,141	0,596	0,596	0,007	0,111	0,046	0,000	0,000

5.5.8. Korelacje wyników uzyskanych w testach klinicznych z wynikami badania statycznego na platformie balansowej

Próby statyczne przeprowadzane na platformie balansowej oraz testy funkcjonalne, zawierające zarówno próby statyczne, jak i dynamiczne, charakteryzowały się różnym stopniem trudności poszczególnych zadań. W badaniach posturograficznych wynikało to z przyjętej pozycji testowej, czyli z ustawienia stóp. Aby ocenić, czy istnieją powiązania między wynikami tych badań, przeprowadziłam analizę korelacji Pearsona.

W pierwszej kolejności korelowałam wyniki testu "wstań i idź" z wynikami posturografii statycznej. Istotny związek wystąpił jedynie między wynikami tego testu, a częstotliwością widma w płaszczyźnie czołowej uzyskaną w czasie testu stania na końcynie nieoperowanej ($r = -0,507$; $p = 0,010$). Pozostałe korelacje z wynikami testów statycznych na platformie balansowej okazały się nieistotne statystycznie (tabela 51).

Tabela 51. Korelacja wyników testu "wstań i idź" z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie statyczne na platformie balansowej										
test "wstań i idź"	test	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)	
	NS EO	r		0,090	0,121	0,094	0,135	0,093	-0,041	0,197
		p		0,636	0,526	0,623	0,477	0,624	0,831	0,297
	NS EC	r		-0,228	-0,177	-0,072	0,054	-0,119	0,066	-0,042
		p		0,226	0,351	0,707	0,776	0,533	0,729	0,826
	TEP	r		-0,182	-0,113	-0,128	-0,002	-0,125	-0,122	-0,159
		p		0,354	0,566	0,515	0,990	0,527	0,537	0,419
	TZP	r		-0,306	-0,298	-0,188	0,134	-0,188	-0,326	-0,185
		p		0,113	0,123	0,339	0,498	0,339	0,091	0,345
	2TEP	r		-0,237	-0,251	0,028	-0,042	0,091	-0,304	0,047
p			0,207	0,180	0,884	0,827	0,634	0,103	0,805	
2TZP	r		-0,093	-0,180	0,083	-0,085	0,174	-0,084	-0,017	
	p		0,625	0,341	0,661	0,654	0,358	0,659	0,931	
1E	r		-0,013	0,085	-0,107	0,125	-0,120	0,052	-0,097	
	p		0,955	0,707	0,636	0,581	0,593	0,819	0,669	
1Z	r		-0,179	-0,078	0,172	-0,370	0,355	-0,507	0,087	
	p		0,393	0,711	0,412	0,069	0,081	0,010	0,678	

W przypadku testu chodu na dystansie 3 metrów wystąpiła istotna statystycznie ujemna zależność między czasem przejścia tego dystansu, a wynikami częstotliwości widma w płaszczyźnie czołowej w testach tandem wariant 2 z kończyną operowaną ustawioną z przodu ($r = -0,413$; $p = 0,023$) oraz w teście stania na kończynie nieoperowanej ($r = -0,521$; $p = 0,008$). Dłuższy czas przejścia tego dystansu był powiązany z mniejszą częstotliwością widma w wymienionych wyżej próbach przeprowadzanych na platformie. Wszystkie te dane zawarłam w tabeli 52.

Tabela 52. Korelacja wyników testu przejścia dystansu 3 metrów z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie statyczne na platformie balansowej										
3m	test	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)	
	NS EO	r		0,024	0,199	0,154	-0,102	0,125	0,022	0,222
		p		0,901	0,292	0,418	0,593	0,511	0,910	0,239
	NS EC	r		-0,274	-0,147	-0,086	0,015	-0,104	0,066	-0,055
		p		0,144	0,439	0,650	0,939	0,586	0,730	0,772
	TEP	r		-0,286	-0,208	-0,254	-0,076	-0,196	-0,118	-0,212
		p		0,140	0,287	0,191	0,703	0,318	0,549	0,278
	TZP	r		-0,323	-0,322	-0,287	0,145	-0,182	-0,139	-0,277
		p		0,094	0,095	0,139	0,463	0,353	0,481	0,154
	2TEP	r		-0,293	-0,240	0,123	-0,110	0,199	-0,413	0,084
p			0,117	0,201	0,519	0,563	0,292	0,023	0,658	
2TZP	r		-0,119	-0,229	0,054	-0,124	0,192	-0,135	-0,036	
	p		0,531	0,224	0,776	0,514	0,311	0,476	0,851	
1E	r		-0,295	-0,269	-0,374	0,048	-0,168	-0,199	-0,389	
	p		0,182	0,226	0,086	0,831	0,455	0,375	0,073	
1Z	r		-0,365	-0,158	0,034	-0,322	0,127	-0,521	0,021	
	p		0,073	0,450	0,873	0,117	0,544	0,008	0,921	

W dalszej kolejności analizowałam związek testów statycznych wykonanych na platformie balansowej z wynikami testu wychylenia w przód. Zaobserwowałam istotną statystycznie korelację między zakresem wychylenia mierzonym w centymetrach, a wynikami częstotliwości środka widma w kierunku przednio-tylnym w pozycji tandem z kończyną operowaną ustawioną z przodu ($r = -0,377$; $p = 0,048$) oraz tandem wariant 2 z kończyną nieoperowaną ustawioną z przodu ($r = 0,368$; $p = 0,046$). Pozostałe korelacje okazały się nieistotne na poziomie $p < 0,05$. Dokładne informacje zawarte są w tabeli 53.

Tabela 53. Korelacja wyników testu wychylenia w przód z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie statyczne na platformie balansowej										
wychylenie w przód	test	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)	
	NS EO	r		-0,213	-0,297	-0,148	-0,255	-0,039	0,034	-0,043
		p		0,258	0,111	0,437	0,175	0,838	0,857	0,821
	NS EC	r		-0,024	-0,239	-0,244	-0,106	-0,097	-0,092	-0,230
		p		0,898	0,203	0,194	0,577	0,608	0,629	0,221
	TEP	r		-0,070	-0,133	-0,064	-0,377	-0,124	0,005	-0,090
		p		0,723	0,501	0,746	0,048	0,529	0,980	0,647
	TZP	r		0,087	0,004	-0,068	-0,162	0,005	0,271	-0,093
		p		0,660	0,984	0,732	0,410	0,980	0,163	0,639
	2TEP	r		0,093	-0,107	-0,181	0,225	-0,164	-0,025	-0,050
p			0,624	0,573	0,339	0,232	0,386	0,896	0,792	
2TZP	r		0,177	0,112	0,046	0,368	0,012	0,251	0,058	
	p		0,350	0,556	0,811	0,046	0,951	0,181	0,760	
1E	r		-0,133	-0,158	-0,151	0,171	-0,219	-0,053	0,033	
	p		0,554	0,482	0,503	0,446	0,327	0,815	0,883	
1Z	r		0,176	-0,267	-0,139	0,024	-0,013	-0,120	-0,178	
	p		0,399	0,196	0,508	0,909	0,949	0,566	0,394	

Najwięcej istotnych zależności zaobserwowałam między wynikami prób statycznych przeprowadzonych na platformie balansowej, a liczbą powtórzeń wstawiania z krzesła. W pozycji normal standing z oczami otwartymi wystąpił ujemny związek z momentem prędkości ($r = -0,381$; $p = 0,038$) oraz środkiem widma wyrażonym w milimetrach w płaszczyźnie strzałkowej ($r = -0,367$; $p = 0,046$) i czołowej ($r = -0,365$; $p = 0,047$). Im więcej powtórzeń wstawiania z krzesła, tym mniejszy moment prędkości i mniejszy zakres widma w obu płaszczyznach. Dodatkowo wynik wstawiania z krzesła był powiązany z częstotliwością widma w płaszczyźnie czołowej w teście tandem z kończyną nieoperowaną ustawioną z przodu ($r = 0,382$; $p = 0,045$) oraz widmem wyrażonym w milimetrach w płaszczyźnie strzałkowej w pozycji tandem wariant 2 z kończyną nieoperowaną ustawioną z przodu ($r = -0,400$; $p = 0,029$).

Tabela 54. Korelacja wyników wstawiania z krzesła z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie statyczne na platformie balansowej										
wstawianie z krzesła	test	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)	
	NS EO	r		-0,239	-0,278	-0,381	0,037	-0,367	0,020	-0,365
		p		0,203	0,136	0,038	0,848	0,046	0,918	0,047
	NS EC	r		0,154	0,044	-0,068	0,076	-0,099	0,016	-0,208
		p		0,417	0,819	0,720	0,689	0,601	0,935	0,271
	TEP	r		-0,023	0,072	-0,071	0,052	-0,083	0,373	-0,064
		p		0,906	0,717	0,718	0,791	0,676	0,050	0,745
	TZP	r		0,093	0,108	-0,049	-0,028	-0,122	0,382	-0,075
		p		0,639	0,585	0,804	0,886	0,537	0,045	0,705
	2TEP	r		0,132	0,060	-0,140	0,234	-0,198	0,179	-0,140
p			0,486	0,751	0,462	0,214	0,295	0,344	0,460	
2TZP	r		-0,124	0,013	-0,281	0,068	-0,400	0,063	-0,211	
	p		0,514	0,945	0,133	0,722	0,029	0,742	0,263	
1E	r		-0,028	-0,047	-0,032	0,142	-0,264	-0,048	0,004	
	p		0,903	0,835	0,888	0,528	0,236	0,831	0,986	
1Z	r		0,302	-0,014	-0,136	0,221	-0,257	0,267	-0,196	
	p		0,142	0,949	0,517	0,289	0,216	0,198	0,349	

Kolejną analizę przeprowadziłam, aby ocenić, czy z wynikami posturografii statycznej korelują wyniki step testu wykonanego kończyną operowaną i nieoperowaną.

Jak wynika z tabeli 55, nie wystąpiły zależności między wynikami tego testu wykonanego kończyną operowaną, a wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej w grupie osób po operacji stawu biodrowego.

Tabela 55. Korelacja wyników step testu wykonywanego kończyną operowaną z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie statyczne na platformie balansowej										
step test: E	test	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)	
	NS EO	r		-0,097	-0,263	-0,207	0,018	-0,208	-0,120	-0,234
		p		0,611	0,161	0,272	0,926	0,270	0,529	0,213
	NS EC	r		0,053	-0,081	-0,075	0,061	-0,086	-0,207	-0,008
		p		0,782	0,671	0,694	0,748	0,652	0,272	0,966
	TEP	r		0,093	0,036	0,021	0,066	0,051	0,204	-0,008
		p		0,638	0,856	0,914	0,738	0,796	0,298	0,968
	TZP	r		0,200	0,061	-0,017	0,116	-0,041	0,306	-0,029
		p		0,308	0,757	0,930	0,558	0,836	0,113	0,885
	2TEP	r		0,298	0,154	-0,072	0,175	-0,075	0,332	-0,130
p			0,110	0,416	0,706	0,355	0,695	0,073	0,494	
2TZP	r		-0,017	0,054	-0,183	0,072	-0,242	0,170	-0,144	
	p		0,928	0,775	0,334	0,705	0,198	0,370	0,447	
1E	r		0,079	0,041	0,073	0,052	-0,167	-0,023	0,258	
	p		0,729	0,858	0,748	0,817	0,457	0,920	0,247	
1Z	r		0,381	0,013	0,059	0,205	-0,090	0,289	-0,138	
	p		0,060	0,950	0,780	0,327	0,671	0,162	0,512	

Natomiast, zaobserwowałam zależność między wynikami step testu wykonanego kończyną nieoperowaną, a średnią prędkością przemieszczenia COP w płaszczyźnie strzałkowej w próbie stania na kończynie nieoperowanej ($r=0,420$; $p=0,037$). Szczegółowe dane z wynikami korelacji przedstawiłam w tabeli 56.

Tabela 56. Korelacja wyników step testu wykonywanego kończyną nieoperowaną z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie statyczne na platformie balansowej										
step test: Z	test	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)	
	NS EO	r		-0,102	-0,207	-0,139	-0,088	-0,140	-0,125	-0,144
		p		0,593	0,272	0,465	0,645	0,460	0,509	0,447
	NS EC	r		0,110	-0,019	-0,062	-0,013	-0,025	-0,120	0,012
		p		0,562	0,919	0,744	0,946	0,897	0,529	0,952
	TEP	r		0,134	0,015	0,037	0,019	0,104	0,242	-0,010
		p		0,498	0,942	0,853	0,923	0,599	0,216	0,959
	TZP	r		0,270	0,094	0,022	0,101	0,032	0,343	0,023
		p		0,165	0,634	0,911	0,609	0,871	0,074	0,908
	2TEP	r		0,265	0,101	-0,102	0,224	-0,086	0,316	-0,139
p			0,158	0,596	0,592	0,234	0,651	0,089	0,463	
2TZP	r		0,099	0,073	-0,124	0,172	-0,162	0,168	-0,098	
	p		0,605	0,702	0,516	0,365	0,391	0,374	0,608	
1E	r		0,109	0,016	0,089	0,067	-0,113	0,003	0,249	
	p		0,630	0,945	0,694	0,768	0,615	0,989	0,264	
1Z	r		0,420	-0,012	0,056	0,146	-0,054	0,260	-0,114	
	p		0,037	0,955	0,790	0,486	0,798	0,210	0,587	

Analogicznie przeprowadziłam korelacje wyników posturografii statycznej z testem stania na 1 nodze - operowanej i nieoperowanej.

Mimo, iż test stania na 1 nodze był próbą statyczną, nie odnotowałam istotnych statystycznie zależności między wynikami uzyskanymi w tej próbie na kończynie operowanej, a wynikami testów statycznych na platformie balansowej. Być może brak korelacji wynika z odmiennego charakteru ocenianych wyników: w posturografii oceniałam charakterystykę przemieszczenia COP, natomiast w teście stania na 1 nodze czas wykonania zadania. Dokładne dane zamieściłam w tabeli 57.

Tabela 57. Korelacja wyników testu stania na 1 nodze (operowanej) z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie statyczne na platformie balansowej									
stanie na 1 nodze: E	test	korelacja	Y (mm/s)	X (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
	NS EO	r	-0,027	-0,167	-0,243	-0,093	-0,138	-0,066	-0,245
		p	0,888	0,377	0,196	0,625	0,467	0,730	0,192
	NS EC	r	0,221	0,093	0,066	-0,231	0,007	0,209	-0,046
		p	0,241	0,624	0,728	0,220	0,972	0,268	0,810
	TEP	r	-0,121	-0,048	-0,175	0,004	-0,181	0,307	-0,170
		p	0,540	0,807	0,374	0,982	0,357	0,112	0,387
	TZP	r	-0,084	-0,035	-0,200	0,033	-0,270	0,175	-0,095
		p	0,670	0,860	0,309	0,870	0,165	0,374	0,630
	2TEP	r	0,075	0,063	-0,079	0,241	-0,149	-0,107	0,055
p		0,695	0,739	0,679	0,200	0,434	0,573	0,774	
2TZP	r	0,010	0,066	-0,139	0,138	-0,256	0,066	-0,116	
	p	0,960	0,730	0,463	0,468	0,172	0,731	0,541	
1E	r	-0,128	0,053	-0,133	0,320	-0,278	0,043	0,057	
	p	0,571	0,815	0,556	0,146	0,211	0,850	0,800	
1Z	r	0,282	-0,004	0,004	-0,377	0,160	0,107	-0,131	
	p	0,172	0,984	0,987	0,063	0,446	0,610	0,533	

Analizę korelacji wyników testu stania na kończynie nieoperowanej z wynikami badań statycznych na platformie balansowej zamieściłam w tabeli 58. Wystąpił tylko jeden istotny statystycznie związek między czasem stania na 1 nodze, a częstotliwością widma w płaszczyźnie strzałkowej w pozycji 2TEP ($r=0,442$; $p=0,014$). Pozostałe wyniki, podobnie jak w przypadku próby stania na kończynie operowanej, nie były powiązane.

Tabela 58. Korelacja wyników testu stania na 1 nodze (nieoperowanej) z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie statyczne na platformie balansowej										
stanie na 1 nodze: Z	test	korelacja	X (mm/s)	Y (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)	
	NS EO	r		-0,295	-0,157	-0,278	-0,197	-0,107	0,099	-0,275
		p		0,113	0,408	0,137	0,297	0,575	0,601	0,141
	NS EC	r		-0,043	0,109	-0,078	0,006	-0,051	0,073	-0,144
		p		0,822	0,565	0,682	0,974	0,788	0,702	0,447
	TEP	r		0,029	-0,166	-0,178	-0,170	-0,242	0,247	-0,053
		p		0,884	0,398	0,365	0,388	0,215	0,206	0,788
	TZP	r		-0,083	0,032	-0,143	-0,038	-0,014	0,158	-0,138
		p		0,674	0,871	0,467	0,849	0,944	0,423	0,485
	2TEP	r		-0,117	-0,040	-0,264	0,442	-0,291	-0,206	-0,103
p			0,540	0,832	0,158	0,014	0,119	0,276	0,589	
2TZP	r		-0,108	-0,024	-0,203	0,235	-0,189	0,143	-0,250	
	p		0,571	0,898	0,283	0,211	0,318	0,450	0,183	
1E	r		-0,212	-0,119	-0,212	0,393	-0,077	-0,094	-0,005	
	p		0,343	0,598	0,343	0,070	0,733	0,678	0,983	
1Z	r		0,013	0,033	-0,255	-0,011	-0,192	0,252	-0,105	
	p		0,951	0,877	0,218	0,960	0,357	0,224	0,618	

Reasumując, wystąpiły tylko nieliczne korelacje między wynikami posturografii statycznej, a wynikami testów funkcjonalnych. Nie znalazłam żadnych istotnych współzależności między testami statycznymi przeprowadzonymi na platformie balansowej, a próbami step test i stanie na 1 nodze, wykonanych kończyną operowaną. Dodatkowo nie zaobserwowałam żadnych korelacji między próbami na platformie takimi jak normal standing z oczami zamkniętymi oraz stanie na kończynie operowanej, a wynikami testów funkcjonalnych.

5.5.9. Korelacje wyników uzyskanych w testach klinicznych z wynikami badania dynamicznego na platformie balansowej.

Dodatkowo chciałam sprawdzić, czy istnieje zależność między wynikami testów funkcjonalnych i prób dynamicznych wykonanych na platformie balansowej.

Zarówno w przypadku testu "wstań i idź", jak i prób dynamicznych na planszach w skali 100 badani proszeni byli o jak najszybsze ukończenie zadania. Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 59 można wywnioskować, że istnieje dodatni związek między czasem wykonania tego testu funkcjonalnego, a czasem ukończenia zadania na planszy A100 ($r=0,378$; $p=0,039$) i B100 ($r=0,546$; $p=0,002$). Oznacza to, że badani, którzy wykonali zadanie "wstań i idź" szybciej, wykonali jednocześnie szybciej próby dynamiczne na wymienionych planszach.

Tabela 59. Korelacja wyników testu "wstań i idź" z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie dynamiczne na platformie balansowej						
	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X
test "wstań i idź"	A100	r	0,378	0,118	0,062	0,131
		p	0,039	0,533	0,744	0,490
	A60	r	0,357	0,075	0,020	0,097
		p	0,053	0,693	0,918	0,611
	B100	r	0,546	0,227	-0,013	0,307
		p	0,002	0,228	0,947	0,099
	B60	r	0,287	-0,040	-0,077	-0,035
		p	0,124	0,835	0,686	0,856
	D100	r	0,310	0,138	0,022	0,169
		p	0,096	0,468	0,907	0,371
	D60	r	0,138	0,112	0,044	0,136
		p	0,466	0,555	0,818	0,473

W przypadku drugiego testu funkcjonalnego oceniającego czas chodu, czyli testu marszu na dystansie 3m, wystąpił związek z czasem wykonania zadania dynamicznego na platformie, ale dotyczył on jedynie planszy B100 ($r=0,396$; $p=0,030$). Dokładne dane pokazujące wyniki analizy korelacji z poziomami istotności statystycznej zaprezentowałam w tabeli 60. Można zauważyć, że wystąpiła dodatnia korelacja wspomnianych wyników, co oznacza, że im dłuższy był czas przejścia dystansu 3m, tym odnotowano dłuższy czas realizacji zadania dynamicznego na platformie balansowej na planszy B100.

Tabela 60. Korelacja wyników testu przejścia dystansu 3m na czas z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie dynamiczne na platformie balansowej							
3m	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X	
	A100	p		0,197	0,030	-0,087	0,065
		r		0,296	0,875	0,649	0,732
	A60	p		0,256	0,043	-0,036	0,084
		r		0,172	0,822	0,851	0,659
	B100	p		0,396	0,159	0,020	0,198
		r		0,030	0,401	0,919	0,295
	B60	p		0,169	-0,066	-0,067	-0,087
r			0,372	0,731	0,725	0,647	
D100	p		0,168	-0,005	-0,136	0,047	
	r		0,376	0,981	0,474	0,804	
D60	p		0,126	0,084	0,073	0,080	
	r		0,508	0,660	0,700	0,675	

Zarówno próby dynamiczne na platformie balansowej, jak i test funkcjonalny polegający na wychyleniu w przód, opierały się na balansowaniu ciałem poprzez wykonywanie ruchów jedynie w obrębie stawów skokowych. Dlatego też przeprowadziłam analizę zależności zarejestrowanego w badaniu dynamicznym czasu wykonania zadania i przebytego przez COG dystansu z zakresem wychylenia w przód (pomiar w cm) uzyskanym w teście funkcjonalnym.

Wystąpił ujemny związek między odległością wychylenia w przód, a dystansem zarejestrowanym w płaszczyźnie czołowej na planszy B100 ($r = -0,425$; $p = 0,019$) i D60 ($r = -0,453$; $p = 0,012$) oraz dystansem ogólnym na planszy D60 ($r = -0,374$; $p = 0,042$). Można stwierdzić, że osoby, które w czasie testu funkcjonalnego wychyliły się w większym zakresie, w czasie wymienionych zadań dynamicznych lepiej kontrolowały przemieszczenie COG, co odzwierciedla mniejszy dystans zarejestrowany w tych próbach. Wszystkie korelacje zamieściłam w tabeli 61.

Tabela 61. Korelacja wyników testu wychylenia w przód z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie dynamiczne na platformie balansowej							
wychylenie w przód	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X	
	A100	r		-0,091	-0,278	-0,129	-0,328
		p		0,634	0,137	0,497	0,077
	A60	r		-0,105	-0,179	-0,050	-0,250
		p		0,583	0,345	0,791	0,183
	B100	r		-0,145	-0,290	0,006	-0,425
		p		0,446	0,120	0,974	0,019
	B60	r		-0,088	-0,277	-0,142	-0,320
		p		0,646	0,138	0,455	0,085
	D100	r		-0,221	-0,160	0,026	-0,236
p			0,241	0,400	0,891	0,209	
D60	r		-0,203	-0,374	-0,125	-0,453	
	p		0,282	0,042	0,509	0,012	

Sprawdziłam również, czy z zadaniami dynamicznymi przeprowadzonymi na platformie balansowej koreluje wynik testu wstawiania z krzesła.

Na podstawie wyników zamieszczonych w tabeli 62 można zaobserwować ujemną zależność między liczbą powtórzeń wstawiania z krzesła i czasem wykonania zadania na planszy B100 ($r = -0,469$; $p = 0,009$). Osoby, które wykonały więcej powtórzeń w tym teście funkcjonalnym, wykonały zadanie dynamiczne na platformie balansowej szybciej.

Tabela 62. Korelacja wyników testu wstawiania z krzesła z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie dynamiczne na platformie balansowej						
wstawianie z krzesła	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X
	A100	r	-0,316	0,037	-0,070	-0,011
		p	0,089	0,846	0,713	0,955
	A60	r	-0,242	0,048	0,062	0,037
		p	0,198	0,801	0,747	0,845
	B100	r	-0,469	-0,144	0,041	-0,200
		p	0,009	0,449	0,829	0,288
	B60	r	-0,165	0,085	0,125	0,067
		p	0,382	0,655	0,511	0,726
	D100	r	-0,217	-0,051	0,059	-0,094
p		0,250	0,788	0,756	0,623	
D60	r	-0,297	-0,227	-0,252	-0,200	
	p	0,111	0,227	0,180	0,290	

Przeprowadziłam również korelacje, aby stwierdzić, czy istnieją powiązania między rezultatami odnotowanymi w próbach step test i próbach dynamicznych wykonanych na platformie balansowej.

Analiza korelacji nie wykazała istotnych statystycznie zależności między liczbą powtórzeń step testu wykonywanego kończyną operowaną, a czasem i dystansem uzyskanym w badaniu dynamicznym na platformie balansowej. Wszystkie korelacje wraz z poziomami istotności statystycznej zamieściłam w tabeli 63.

Tabela 63. Korelacja wyników step testu wykonywanego kończyną operowaną z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).

Badanie dynamiczne na platformie balansowej						
	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X
step test: E	A100	r	-0,251	-0,212	-0,155	-0,209
		p	0,181	0,261	0,414	0,268
	A60	r	-0,276	-0,139	-0,119	-0,144
		p	0,140	0,463	0,532	0,448
	B100	r	-0,293	-0,259	-0,121	-0,302
		p	0,116	0,166	0,525	0,105
	B60	r	-0,121	-0,082	-0,076	-0,077
		p	0,525	0,667	0,688	0,686
	D100	r	-0,174	-0,070	0,013	-0,098
		p	0,357	0,712	0,945	0,606
	D60	r	-0,265	-0,253	-0,289	-0,212
		p	0,157	0,178	0,121	0,260

Natomiast na podstawie wyników zamieszczonych przeze mnie w tabeli 64 można zaobserwować ujemny związek między wynikiem step testu wykonanego kończyną nieoperowaną, a dystansem w płaszczyźnie czołowej na planszy B100 ($r = -0,369$; $p = 0,045$).

Tabela 64. Korelacja wyników step testu wykonywanego kończyną nieoperowaną z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej.

Badanie dynamiczne na platformie balansowej						
step test: Z	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X
	A100	r	-0,324	-0,232	-0,135	-0,245
		p	0,081	0,218	0,477	0,192
	A60	r	-0,242	-0,131	-0,071	-0,162
		p	0,199	0,490	0,710	0,392
	B100	r	-0,351	-0,306	-0,122	-0,369
		p	0,057	0,100	0,522	0,045
	B60	r	-0,172	-0,108	-0,069	-0,116
		p	0,363	0,569	0,715	0,541
	D100	r	-0,273	-0,146	-0,025	-0,185
		p	0,145	0,443	0,897	0,328
	D60	r	-0,236	-0,212	-0,183	-0,208
		p	0,208	0,260	0,333	0,269

Szukałam także powiązań między wynikami badań dynamicznych (na platformie), a czasem stania na 1 nodze (operowanej i nieoperowanej).

Wystąpił istotny statystycznie związek między czasem stania na kończynie operowanej, a czasem wykonania zadania dynamicznego na platformie balansowej na planszy B100 ($r = -0,487$; $p = 0,006$). Na podstawie tych wyników można stwierdzić, że pacjenci, którzy dłużej stali na kończynie operowanej (w teście funkcjonalnym), zwykle wykonali zadanie dynamiczne na platformie na wskazanej planszy szybciej, niż osoby, które uzyskały krótszy czas stania na kończynie operowanej. Szczegółowe dane przedstawiłam w tabeli 65.

Tabela 65. Korelacja wyników testu stania na 1 nodze (operowanej) z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej.

Badanie dynamiczne na platformie balansowej							
stanie na 1 nodze: E	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X	
	A100	r		-0,298	-0,105	-0,080	-0,105
		p		0,109	0,582	0,676	0,580
	A60	r		-0,129	0,001	0,033	-0,029
		p		0,498	0,998	0,863	0,879
	B100	r		-0,487	-0,254	-0,088	-0,284
		p		0,006	0,177	0,644	0,128
	B60	r		-0,290	0,009	0,104	-0,023
		p		0,121	0,961	0,583	0,906
	D100	r		-0,317	-0,214	-0,029	-0,300
		p		0,087	0,256	0,880	0,107
	D60	r		-0,336	-0,235	-0,056	-0,315
		p		0,070	0,212	0,768	0,090

Więcej istotnych statystycznie korelacji odnotowałam między czasem stania na końcu nieoperowanej (niż operowanej), a wybranymi wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej.

Czas stania na końcu nieoperowanej korelował z czasem wykonania zadania na planszach: A100 ($r = -0,396$; $p = 0,030$), B100 ($r = -0,496$; $p = 0,005$) i D100 ($r = -0,410$; $p = 0,025$). Dłuższy czas stania na 1 nodze wiązał się z krótszym czasem realizacji zadań na planszach w skali 100. Dodatkowo wystąpiła korelacja czasu stania na nieoperowanej końcu z dystansem ogólnym na planszy D100 ($r = -0,458$; $p = 0,011$) i dystansem w płaszczyźnie czołowej na tej samej planszy ($r = -0,531$; $p = 0,003$). W tabeli 66 zamieszczone są dokładne wyniki.

Tabela 66. Korelacja wyników testu stania na 1 nodze (nieoperowanej) z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej.

Badanie dynamiczne na platformie balansowej							
stanie na 1 nodze: Z	test	korelacja	czas	dystans	dystans Y	dystans X	
	A100	r		-0,396	-0,310	-0,185	-0,348
		p		0,030	0,095	0,328	0,060
	A60	r		-0,318	-0,222	-0,104	-0,290
		p		0,087	0,238	0,585	0,120
	B100	r		-0,496	-0,302	-0,091	-0,358
		p		0,005	0,105	0,633	0,052
	B60	r		-0,319	-0,147	0,015	-0,214
		p		0,086	0,438	0,936	0,256
	D100	r		-0,410	-0,458	-0,273	-0,531
p			0,025	0,011	0,144	0,003	
D60	r		-0,224	-0,270	-0,099	-0,336	
	p		0,234	0,149	0,604	0,070	

5.5.10. Korelacje wyników uzyskanych w testach funkcjonalnych

W celu ustalenia, czy występuje związek między wynikami poszczególnych testów funkcjonalnych, przeprowadziłam analizę korelacji (tabela 67).

Można zauważyć, że test wstawania z krzesła koreluje z wynikami wszystkich testów funkcjonalnych: ujemnie z próbą "wstań i idź" (tug) oraz przejściem 3m, a dodatkowo z pozostałymi próbami. Badani, którzy wykonali więcej powtórzeń w tej próbie, wykonali zwykle szybciej zadania opierające się na pomiarze czasu chodu. Najmniej istotnych powiązań zaobserwowałam między próbą stania na kończynie operowanej, a pozostałymi wynikami.

Analiza korelacji wykazała również dodatni związek między czasem wykonania testu "wstań i idź", a czasem chodu na dystansie 3m. Dodatkowo dłuższy czas wykonania obu zadań był powiązany z mniejszą liczbą powtórzeń wstawania z krzesła, mniejszym zakresem wychylenia w przód oraz mniejszą liczbą powtórzeń step testu.

Tabela 67. Korelacja wyników uzyskanych w testach klinicznych (korelacja Pearsona).

Testy kliniczne									
	korelacja	TUG	3m	wychylenie	krzesło	step test		stanie na 1 nodze	
						stepE	stepZ	E	Z
TUG	r	-	0,888	-0,419	-0,800	-0,734	-0,775	-0,318	-0,388
	p		0,000	0,021	0,000	0,000	0,000	0,087	0,034
3m	r	0,888	-	-0,446	-0,720	-0,713	-0,737	-0,245	-0,265
	p	0,000		0,013	0,000	0,000	0,000	0,191	0,157
wychylenie	r	-0,419	-0,446	-	0,383	0,352	0,456	0,254	0,366
	p	0,021	0,013		0,037	0,057	0,011	0,175	0,046
krzesło	r	-0,800	-0,720	0,383	-	0,791	0,794	0,515	0,494
	p	0,000	0,000	0,037		0,000	0,000	0,004	0,006
stepE	r	-0,734	-0,713	0,352	0,791	-	0,962	0,268	0,276
	p	0,000	0,000	0,057	0,000		0,000	0,152	0,140
stepZ	r	-0,775	-0,737	0,456	0,794	0,962	-	0,338	0,362
	p	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000		0,067	0,049
stanie na 1 nodze: E	r	-0,318	-0,245	0,254	0,515	0,268	0,338	-	0,757
	p	0,087	0,191	0,175	0,004	0,152	0,067		0,000
stanie na 1 nodze: Z	r	-0,388	-0,265	0,366	0,494	0,276	0,362	0,757	-
	p	0,034	0,157	0,046	0,006	0,140	0,049	0,000	

6. DYSKUSJA

W przebiegu choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego dochodzi do zmian zarówno anatomicznych, jak i funkcjonalnych w samym stawie oraz w otaczających go mięśniach [117]. Chorzy ze zwyrodnieniem tego stawu są bardziej narażeni na występowanie zaburzeń równowagi, co wpływa na ich bezpieczną mobilność [118]. Wraz z czasem trwania choroby zwyrodnieniowej dochodzi bowiem do pogorszenia czucia proprioceptywnego, a zwłaszcza czucia pozycji i ruchu kończyn, co zwiększa potencjalnie ryzyko upadku [119]. Choroba ta zakłóca wzorce ruchowe stawu biodrowego i skokowego [120]. Niektórzy autorzy uważają nawet, że wspomniane pogorszenie propriocepcji może być też jedną z przyczyn progresji choroby zwyrodnieniowej [121].

Majewski i współautorzy [122] uważają, że nieprawidłowy balans ciała podczas chodu u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego może być odpowiedzialny za zwiększone ryzyko upadków. Mitchel i współautorzy [123] zbadali incydentalność występowania upadków u osób z chorobą zwyrodnieniową, oczekujących na operację endoprotezoplastyki stawu biodrowego lub kolanowego. W ich badaniach 39% pacjentów odnotowało przynajmniej jeden upadek w ocenianym czasie, a aż 25% wszystkich badanych zgłaszało, że doznało upadku więcej niż raz [123].

Powstaje pytanie, czy chorzy po endoprotezoplastyce stawu biodrowego nadal są narażeni na upadki w porównaniu do okresu przedoperacyjnego? W piśmiennictwie nie znalazłam jednoznacznych opinii na temat występowania zaburzeń równowagi u pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego [122-127]. Upadki pooperacyjne mogą być spowodowane zaburzeniami równowagi i w konsekwencji chodu, ale także mogą wynikać z utraty siły mięśni, przyjmowania leków, hipotonii ortostatycznej, zmian naczyniowych i nieznanego otoczenia szpitalnego [128-130]. Jak podają Kim i Mariano [128] pacjenci po operacjach endoprotezoplastyki stawów kończyn dolnych są w grupie zwiększonego ryzyka upadku w porównaniu z osobami w tym samym wieku, które nie miały zabiegu. Według Mandl i współautorów [131] osoby te mają 4-krotne ryzyko wystąpienia poważnych skutków upadku. Majewski i współpracownicy [122] uważają, że endoprotezoplastyka stawu może pomóc pacjentom z chorobą zwyrodnieniową odzyskać niemal normalną kontrolę równowagi podczas chodu. Jednak w badaniach tych autorów pojawił się problem zaburzeń kontroli balansu tułowia w złożonych aktach ruchowych (pokonywanie przeszkód, wstawanie z pozycji siedzącej). Dlatego też autorzy sugerują, że potrzebna jest ocena ryzyka upadków u osób po całkowitej endoprotezoplastyce stawu biodrowego. Dotyczy to

zwłaszcza osób starszych. W wielu badaniach porównuje się wyniki uzyskane przez osoby z chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego przed i po operacji, uzyskując poprawę stanu pacjentów [125, 132]. Dotyczy to przede wszystkim zmniejszenia bólu, poprawy sprawności kończyn dolnych i znaczącej poprawy jakości życia. Jednakże, w ocenie odległej niektóre badania wykazują trwałe osłabienie kończyn dolnych i ograniczenia funkcjonalne u tych osób, a optymalne protokoły rehabilitacyjne są w dużej mierze nieznane [133].

Z założenia zabieg endoprotezoplastyki ma charakter inwazyjny ze względu na konieczność przecięcia licznych tkanek, zwłaszcza mięśni oraz resekcję dwóch kości niezbędną do wszczepienia implantu. Tkanki miękkie, które znajdują się dookoła stawu biodrowego są mocno traumatyzowane podczas zabiegu, a torebka stawowa, w której występują receptory stawowe zostaje w dużym stopniu usunięta [134]. Do receptorów czucia ruchu stawu, które mogą zostać uszkodzone w czasie zabiegu zaliczane są zakończenia Ruffiniego w torebce stawowej, ścięgniste organy Golgiego w więzadłach stawowych i wrzeciona mięśniowe [135]. Można założyć, że precyzja czucia pozycji stawu spada w następstwie operacji ze względu na jatrogenne uszkodzenie torebki stawowej i zawartych w niej mechanoreceptorów [134, 135]. W efekcie dochodzi do zmniejszenia zakresu ruchu, stabilności posturalnej i prędkości chodu [136]. W związku z tym potencjalnie zwiększone ryzyko upadku takiego chorego, skutkujące często złamaniem okołoprotezowym, wymusza konieczność włączania w proces rehabilitacji po wszczepieniu endoprotezy celowanych aplikacji fizjoterapeutycznych służących poprawie propriocepcji, a tym samym zapobiegających upadkom [123].

Jednak badania niektórych autorów pokazują, że całkowita alloplastyka nie powoduje trwałego ubytku czucia ruchu w stawie dzięki odtworzeniu statycznych i dynamicznych antygravitacyjnych reakcji posturalnych [135]. Reakcje te w postaci nasilonej impulsacji aferentnej są inicjowane w trakcie skurczu przez wrzeciona (mechanoreceptory) mięśni sterujących ruchem w stawie biodrowym. Na zasadzie prostego odruchu rdzeniowego dochodzi do zwiększenia aktywności eferentnych włókien gamma i w dalszej kolejności do wzrostu aktywności wspomnianych wrzecion mięśniowych, co generalnie przekłada się na poprawę propriocepcji w operowanym stawie biodrowym [137, 138]. Stąd niezwykle istotna jest wczesna pooperacyjna aktywizacja chorego po alloplastyce biodra z wykorzystaniem czynnego skurczu mięśni [139]. Potwierdzeniem powyższych sformułowań są wyniki badań Zati i współpracowników [135]. Wspomniani autorzy bazując na możliwościach jakie stwarzają metody neurofizjologii klinicznej zwrócili uwagę na dominującą w porównaniu z mechanoreceptorami torebki stawowej rolę wrzecion

mięśniowych w odtwarzaniu lub utrzymaniu propriocepcji stawu biodrowego po endoprotezoplastyce. W badaniach odnotowali oni spadek aktywności wrzecion mięśniowych tydzień po operacji. Natomiast wyniki testów przeprowadzonych po 40 dniach od zabiegu wskazują na znaczący wzrost ich aktywności. Co więcej, wyniki te były takie same, jak przed operacją. Również Tugay [140] podaje, że po operacji stawu biodrowego propriocepcja nie jest zależna jedynie od receptorów torebkowych, ale także od informacji aferentnych z mięśni, ścięgien i więzadeł. Proske i Gandevia [119] także odnotowali, że u pacjentów po przeprowadzonym zabiegu endoprotezoplastyki stawu, obejmującym usunięcie wszystkich elementów torebki i więzadeł, czucie pozycji i ruchu nie zmieniło się. Podobne wnioski można znaleźć w pracach Skinner i współautorów [141] oraz Stendera i Drowatzky [142], którzy sugerują, że receptory mięśniowe są czynnikami decydującymi o pozycji stawu, a receptory torebkowe mogą odgrywać w tym procesie drugorzędą rolę. Odmienny pogląd wyrazili Larkin i współpracownicy [143]. Według tych autorów czasowe pogorszenie propriocepcji po endoprotezoplastyce nie wynika z usunięcia torebki stawowej i czasowej pooperacyjnej inaktywacji wrzecion mięśniowych, ale jest efektem długotrwałej, nieprawidłowej modulacji aktywności wszystkich mechanoreceptorów stawu biodrowego, wynikającej z przebiegu choroby zwyrodnieniowej, tym bardziej, że wspomniany spadek funkcji proprioceptywnych dotyczył zarówno strony operowanej jak i nieoperowanej [143]. Reasumując, zagadnienie zaburzeń czucia głębokiego i następczych zaburzeń funkcjonalnych wymaga w mojej opinii dalszych badań, i temu poświęciłam swoją uwagę w prezentowanych badaniach.

Jakkolwiek moje badania dotyczyły chorych kilka lat po zabiegu endoprotezoplastyki, to aż 10 osób czyli 1/3 badanych doświadczyła co najmniej jednego upadku w ciągu ostatniego roku licząc od dnia badania, a u 3 osób skutkowało on złamaniem. Problem występowania upadków w okresie kilku lat po operacji w grupie chorych po endoprotezoplastyce sygnalizowali również Ikumoto i wspólnicy [144]. Incydentalność tego zjawiska w ich badaniach wynosiła 36%, w tym około 38% skutkowało urazami, a 5% złamaniami. Najczęściej dochodziło do nich w wyniku potknięcia i upadku w przód, zwłaszcza we wczesnym okresie pooperacyjnym [144]. Według mnie, zagadnienie upadków powinno być analizowane w szerszym niż tylko liczbowy kontekście socjomedycznym.

Analizując wyniki z mojej ankiety można zauważyć, że prawie połowa pacjentów po operacji dokonując samooceny zgłaszała występowanie u siebie zaburzeń równowagi. Natomiast w grupie kontrolnej ten problem zgłaszało znacznie mniej osób. Jakkolwiek była to ocena subiektywna, jednak prezentuje ona obawy pacjentów i nie powinna być

lekceważona, lecz uwzględniona w procesie rehabilitacji. Dodatkowo, lęk przed upadkiem zgłosiło 8 osób z grupy badawczej. Badania Nagai i współpracowników [145] wykazały, że wielu pacjentów po operacji stawu doświadcza strachu przed upadkiem zwłaszcza podczas wchodzenia i schodzenia po schodach, brania kąpieli, schylania się w celu podniesienia przedmiotu z podłogi oraz wstawania z pozycji leżącej na podłodze. Według tych autorów strach jest powiązany z gorszymi wynikami mobilności, historią upadków, mniejszą wydolnością chodu, większym poziomem zmęczenia oraz wiekiem pacjentów [145]. Wszystkie te dane sugerują, że osoby po operacji mogą być bardziej narażone na upadki niż osoby w podobnym wieku bez wszczepionego implantu.

W tym aspekcie obiektywizacji lęków i obaw przed upadkiem prezentowanych w ankiecie przez badanych przeze mnie chorych służyły badania posturograficzne. Pacjenci zostali poddani wielu próbom obejmującym zadania statyczne i dynamiczne. Na platformie balansowej dokonałam oceny równowagi statycznej przeprowadzając testy z różną geometrią płaszczyzny podparcia. W grupie osób z endoprotezą stawu biodrowego sprawdziłam, czy wyniki uzyskane przy oczach otwartych i zamkniętych różniły się istotnie statystycznie. Oprócz parametru środka widma (Hz) w obu płaszczyznach pozostałe wyniki były istotnie wyższe przy oczach zamkniętych. Pokazuje to, jak ważną rolę odgrywa narząd wzroku w kontroli postawy ciała tych osób.

W pozycji NS z oczami otwartymi i zamkniętymi osoby z endoprotezą uzyskały istotnie wyższą medianę średniej prędkości oscylacji COP w płaszczyźnie strzałkowej niż osoby bez implantu. Dodatkowo istotne okazały się obie wartości środka widma (HZ; mm) w płaszczyźnie strzałkowej w badaniu z oczami zamkniętymi. Osoby po operacji uzyskały wyższy wynik wyrażony w milimetrach, ale niższy wynik wyrażony w hercach w porównaniu do grupy kontrolnej. W przypadku osób po operacji niższa wartość częstotliwości przemieszczeń COP była powiązana z większą wartością średniej prędkości w płaszczyźnie strzałkowej oraz z większym zakresem środka widma wyrażonym w milimetrach. Dodatkowo wyższa prędkość przemieszczenia COP korelowała z wyższą wartością widma w milimetrach. Natomiast w przypadku osób bez implantu jedynie średnia prędkość przemieszczeń COP w płaszczyźnie strzałkowej była istotnie statystycznie powiązana z zakresem środka widma wyrażonym w milimetrach.

Uzyskane wyniki pokazują, że osoby po endoprotezoplastyce gorzej kontrolują balans ciała w płaszczyźnie strzałkowej w porównaniu do grupy kontrolnej. Szczególnie widoczne jest to przy próbach bez wzrokowego sprzężenia zwrotnego (EC). Stosując inną metodę analizy stabilności postawy, Szymanski wraz z zespołem [120] uzyskali również

istotnie gorsze wyniki w badaniu statycznym na platformie u osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego. Nantel i współpracownicy [127] uzyskali istotnie większą amplitudę przemieszczeń COP i COM-u osób po kapoplastyce i alloplastyce tego stawu w porównaniu do grupy kontrolnej, ale odmiennie niż w moich badaniach niestabilność ujawniła się w płaszczyźnie czołowej. Z kolei Rash i współautorzy [125] zbadali pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego przed i po endoprotezoplastyce, nie porównując ich do grupy kontrolnej. Ponieważ w ich badaniach oscylacje ciała podczas stania w pozycji NS po operacji zmniejszyły się (ale istotne były tylko różnice uzyskane w badaniach z oczami zamkniętymi), autorzy sugerują, że nieprawidłowa stabilność posturalna może poprawić się po zabiegu [125]. Zarówno wyniki moich badań, jak i innych wspomnianych autorów wskazują na znaczącą rolę patologii stawu biodrowego i jego endoprotezoplastyki w generowaniu zmian propriocepcji ocenianej przez badania posturograficzne na platformie. Należy mieć świadomość, że jak każda metoda również badania na platformie mają swoje metodologiczne ograniczenia. Przykładowo niewiele wiadomo o wpływie współruchów tułowia na wielkość oscylacji COP u chorych po endoprotezoplastyce biodra. Problem ten został poruszony w badaniach Majewskiego i współpracowników [122]. Badali oni przy pomocy kątowych czujników prędkości ulokowanych na poziomie L2/L3 kręgosłupa wychylenia tułowia pacjentów w obu prostopadłych płaszczyznach w pozycji NS. W teście przeprowadzonym z oczami otwartymi rok po operacji wyniki uzyskane w obu płaszczyznach (kąt wychylenia i prędkość) były istotnie mniejsze niż wyniki grupy kontrolnej. Autorzy sugerują, że ruchy tułowia i miednicy były ograniczone prawdopodobnie przez sztywność tułowia występującą u osób po operacji [122].

Kolejnym ciekawym zagadnieniem w badaniach posturograficznych chorych po endoprotezoplastyce biodra jest próba określenia wpływu geometrii płaszczyzny podparcia ciała badanego na wielkość oscylacji COP w powiązaniu ze spodziewaną i wynikającą z obserwacji klinicznych asymetrią obciążania kończyn dolnych (unikanie pełnego obciążania kończyny operowanej). Warto zwrócić uwagę, że większość autorów analizuje balans ciała tylko w pozycji NS [120, 122, 125], w której płaszczyzna podparcia odpowiada obwiedni stóp ustawionych równolegle (symetrycznie względem płaszczyzny strzałkowej naszego ciała) do siebie w pewnym oddaleniu. Takie ustawienie z przyczyn geometrycznych zapewnia teoretycznie większą stabilność ciała w płaszczyźnie czołowej. W tym względzie ciekawie prezentują się badania Talisa [146], który wykazał asymetrię obciążeń kończyn dolnych u chorych po jednostronnej endoprotezoplastyce biodra, stosując także inne niż NS pozycje testowe. Wnioski z jego badań sprowadzają się do stwierdzenia, że taka

pooperacyjna asymetria może przyczynić się do rozwoju zwyrodnienia stawu nieoperowanego, ale możliwe, że wpływa także na reakcje posturalne powodując kompensacje, które nie są rejestrowane na platformach jednopłytych. Analizując wyniki badań tego autora doszłam do wniosku, że różnice obciążeń kończyn u pacjentów z jednostronną endoprotezą stawu biodrowego i wynikające z tego faktu zaburzenia balansu mogą w sposób dokładniejszy zostać przebadane w testach z asymetrycznym względem płaszczyzny strzałkowej ustawieniem stóp spotykanych w pozycjach tandem (jedna stopa wysunięta całkowicie przed drugą) lub stanie na 1 nodze. Dodatkowo, z przyczyn czysto pomiarowych idealnym rozwiązaniem byłoby przeprowadzenie badań na platformach dwupłytych z możliwością niezależnej rejestracji pomiaru dla każdej kończyny osobno. Niestety wykorzystana przeze mnie do badań platforma jest jednostką jednopłytywą i przemieszczenie środka nacisku stóp jest rejestrowane jako jeden wynik. Dlatego też zdecydowałam się na stosowanie testów asymetrycznych. W swoich badaniach przeprowadziłam kilka takich prób jak tandem i tandem wariant 2 z ustawieniem kończyny operowanej z przodu i z tyłu, a także próbę stania na 1 nodze przez 5 sekund.

W próbach tandem oraz tandem wariant 2 nie znalazłam istotnych różnic między wynikami uzyskanymi przez osoby z endoprotezą, a wynikami uzyskanymi przez osoby z grupy kontrolnej. Warto dodać, że 2 osoby z wszczepionym implantem nie wykonały zadania tandem. Można jednak zauważyć, iż w obu testach dotyczących grupy badawczej w przypadku ustawienia stopy operowanej z tyłu (TZP oraz 2TZP) zarówno średnie prędkości, jak i mediany wyników średniej prędkości przemieszczenia COP w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej wydały się wyższe niż wyniki uzyskane w ustawieniu kończyny nieoperowanej z tyłu (TEP oraz 2TEP). Warto także dodać, że właśnie w tych warunkach pomiaru uwidoczniła się niestabilność w płaszczyźnie czołowej. Po wykonaniu obu testów w obu konfiguracjach ustawienia stóp większość badanych zgłaszała, iż w testach z kończyną operowaną ustawioną z tyłu czuły się ogólnie mniej stabilnie niż przy odwrotnym ustawieniu kończyn. W tych pozycjach zwykle kończyna ustawiona z tyłu jest bardziej obciążona. Z kolei przy symetrycznym ustawieniu stóp w pozycji normal standing badani nie czuli (obserwacje subiektywne) asymetrii obciążenia kończyn ani większej niestabilności. Można zauważyć, że wraz z opisaną zmianą geometrii płaszczyzny podparcia wartość średniej prędkości przemieszczeń COP znacząco wzrasta w obu płaszczyznach. Podobne obserwacje można znaleźć w pracy Chu-Ju-Chang i współpracowników [124]. Autorzy ci również zauważyli, że wyniki przemieszczenia COP zarówno w płaszczyźnie strzałkowej, jak i czołowej w czasie stania w pozycji tandem rok po operacji były wyższe,

niż w okresie przedoperacyjnym, jednak w ich pracy zabrakło odniesienia otrzymanych wartości do grupy kontrolnej [124].

Wykonałam u badanych jeszcze jedną próbę z asymetrycznym obciążeniem kończyn dolnych. Był to test stania na 1 nodze. Ocenę balansu w tej pozycji przeprowadziłam na platformie balansowej, mierząc przemieszczenie COP w czasie 5 sekund oraz bez platformy, mierząc czas utrzymania tej pozycji bez utraty równowagi. Każda z prób dostarczała odmiennych informacji na temat kontroli posturalnej oraz pośrednio siły kończyn dolnych pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego. W teście na platformie balansowej aż 8 osób z grupy badawczej nie wykonało zadania stania na kończynie operowanej. Na podstawie moich obserwacji mogę stwierdzić, że problem z wykonaniem zadania mógł wynikać z niestabilności postawy lub z lęku przed upadkiem (konieczność obciążenia kończyny bez trzymania się poręczy). Kolejnych 5 osób z tej grupy nie wykonało testu na kończynie nieoperowanej. Natomiast jedynie 3 osoby z grupy kontrolnej nie wykonały zadania na lewej lub prawej kończynie. Wyniki uzyskane na platformie w czasie stania przez 5 s nie różniły się istotnie pomiędzy badanymi grupami. Możliwe, iż czas zadania był zbyt krótki żeby pokazać pewne rozbieżności wyników i tendencje przemieszczeń środka nacisku stóp. Jakkolwiek nie zaobserwowałam istotnych statystycznie różnic przemieszczenia COP w tej pozycji, jednak uzyskane dane sugerują, że osoby z endoprotezą stawu mają większą trudność z utrzymaniem pozycji stania na jednej kończynie, zwłaszcza operowanej, niż osoby z grupy kontrolnej. Ta sugestia uwidoczniła się w wynikach testu stania na 1 nodze na czas, które opisałam w dalszej części rozważań. Również inni badacze odnotowali trudności z wykonaniem testu stania na 1 nodze na platformie balansowej przez osoby po alloplastyce stawu biodrowego. W pracy Szymanskiego i zespołu [120] jedynie 25% badanych na platformie wykonało test na kończynie operowanej w założonych warunkach badania. Z kolei w badaniach Nantela [127] 50% pacjentów nie zrobiło zadania. Larkin i współautorzy [143] wykazali istotnie gorszą propriocepcję w teście stania na jednej nodze u osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego w porównaniu do grupy kontrolnej. Wyniki te dotyczyły zarówno strony operowanej, jak i nieoperowanej. Natomiast Rasch i wspólnicy [125] porównali oscylacje ciała przed i po operacji endoprotezoplastyki stawu biodrowego, odnosząc wyniki uzyskane w staniu na kończynie dysfunkcyjnej, do wyników kończyny zdrowej. Nie wykazali istotnej różnicy między kończynami przed operacją i 2 lata po. Jedynie w okresie 6 miesięcy po operacji wychylenia w płaszczyźnie strzałkowej były większe po stronie operowanej [125].

W świetle przytoczonych danych zasadnym okazało się zastosowanie przeze mnie w dalszej części badania testu stania na 1 nodze na czas. Uzyskałam istotną różnicę pomiędzy czasem stania na kończynie operowanej (1E), a wskaźnikiem stania na 1 nodze (1K) przez osoby z grupy kontrolnej. Różnice median wyniosły ponad 14 sekund ($p=0,012$). Natomiast różnica median między czasem stania na kończynie nieoperowanej, a wskaźnikiem grupy kontrolnej wyniosła około 10 sekund, ale wyniki nie różniły się istotnie statystycznie (0,068). Należy pamiętać, że w czasie stania na 1 nodze stabilność poprzeczna miednicy jest zapewniana przez mięśnie odwodziciele strony podporowej, zwłaszcza pośladkowe średni i mniejszy oraz napinacz powięzi szerokiej [5]. Według Dwyer i współpracowników [147] osłabienie siły tych mięśni można zaobserwować u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego. Osoby te w porównaniu do grupy kontrolnej wykazują obustronny wzrost aktywności mięśnia pośladkowego średniego (rejestrowany w badaniach neurofizjologicznych jako wzrost amplitudy) w czasie zadań dynamicznych, takich jak wchodzenie i schodzenie po schodach oraz chodu, który najprawdopodobniej jest reakcją kompensacyjną występującą w odpowiedzi na osłabienie tych mięśni. Reakcja zachodzi niezależnie od tego, która kończyna jest obciążona [147]. Odnosząc wspomniane wyniki do moich badań można stwierdzić, że krótszy czas wykonania testu na kończynie operowanej może wskazywać na utrzymujące się po operacji osłabienie siły mięśni tej kończyny, zwłaszcza na osłabienie mięśnia pośladkowego średniego. Niewydolność tego mięśnia skutkuje zmianą statyki ciała podczas stania na 1 nodze, powodując pochylenie miednicy w stronę uniesionej kończyny, a górnej część tułowia i barków w stronę kończyny podporowej. Taka postawa jest przyczyną niestabilności ciała i nie pozwala na utrzymanie pozycji stania na 1 nodze przez dłuższy czas. Dodatkowo, osłabienie tego mięśnia może także skutkować zmianą wzorca chodu. Wyniki uzyskane w testach funkcjonalnych, które zaprezentuję w dalszej części pracy, potwierdzają moją obserwację dotyczącą wpływu zmniejszenia siły mięśniowej na balans ciała osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego.

W badaniu dynamicznym tylko na jednej planszy uzyskałam wyniki różniące się istotnie między grupami. Była to plansza B60. Pacjenci proszeni byli o wykonanie zadania możliwie jak najdokładniej. Istotne okazały się takie parametry jak czas zadania i dystans w płaszczyźnie strzałkowej. Osoby z grupy badawczej uzyskały gorsze wyniki. Ma to według mnie duże znaczenie kliniczne jeżeli weźmie się pod uwagę okoliczności, w których dochodzi najczęściej do upadków w badanej grupie osób po endoprotezoplastyce (najczęściej do przodu w płaszczyźnie zbliżonej do strzałkowej). Na planszy B60 pacjenci

poprzez ruch własnego ciała sterowali ruchem punktu obrazującego COP właśnie głównie w płaszczyźnie strzałkowej wykonując wychylenia w przód z niewielkimi tylko odchyleniami w płaszczyźnie czołowej. Warto zauważyć, że u osób z grupy badawczej w tej próbie czas zadania korelował z ich wiekiem. Wiek pacjentów korelował również z niektórymi wynikami uzyskanymi w teście przeprowadzanym na planszy B100 (czas, dystans, dystans bok), w którym pacjenci proszeni byli o wykonanie zadania jak najszybciej. Zarówno na planszy B100, jak i B60 starsi pacjenci wykonali zadanie wolniej niż młodsi, co potwierdza występowanie strategii spowolnienia ruchowego u tych osób. W piśmiennictwie poświęconym zagadnieniu badania równowagi u osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego nie znalazłam prac innych autorów, które analogicznie uwzględniałyby zastosowaną przeze mnie metodologię badania oraz analizę wyników uzyskanych w badaniu dynamicznym na jednopłytovej platformie balansowej. Powszechnie stosowanym, i zapewne bardziej szczegółowym badaniem rejestrującym i oceniającym reakcje posturalne szczególnie w aspekcie dynamicznym jest komputerowa posturografia dynamiczna, która między innymi ocenia zdolność pacjenta do utrzymania równowagi w różnych warunkach stymulacji narządów zmysłu (test SOT), a także sprawność odruchowych reakcji posturalnych w odpowiedzi na niespodziewane zmiany położenia płaszczyzny podparcia (test MCT) [98]. Calò i współpracownicy [126] nie uzyskali istotnie gorszych wyników zarówno w Teście Organizacji Zmysłowej (SOT), jak i w Teście Kontroli Motorycznej (MCT) sugerując odmiennie od moich spostrzeżeń normalną kontrolę postawy i symetryczne odpowiedzi osób po totalnej endoprotezoplastyce stawu biodrowego, co według nich jest potwierdzeniem nieistotnej roli torebkowych proprioceptorów w utrzymaniu równowagi [126]. Podobne badania przeprowadzali Nallegowda i współpracownicy [148]. Wykazali oni, że (tak samo jak ja w moich badaniach) równowaga dynamiczna i chód pacjentów po endoprotezoplastyce biodra różnią się istotnie od grupy kontrolnej. W teście SOT w trudniejszych zadaniach badani pacjenci potrzebowali w większym stopniu w porównaniu z grupą kontrolną informacji z narządu wzroku i przedsionkowego.

Ciekawych informacji odnośnie zdolności utrzymania równowagi i efektywnego balansowania ciałem dostarczyły przeprowadzone w moich badaniach testy funkcjonalne, które wykazały istotne deficyty badanych funkcji u chorych po endoprotezoplastyce biodra. Z wyjątkiem próby stania na kończynie nieoperowanej (próba statyczna) we wszystkich pozostałych próbach o charakterze dynamicznym osoby te cechowało dłuższe wykonanie zadania (w teście "wstań i idź" oraz teście chodu na dystansie 3m) lub mniejsza liczba powtórzeń (wstawanie z krzesła, step test kończyną operowaną i nieoperowaną), a w teście

wychylenia w przód mniejszy zakres. Warto zauważyć, że próby te związane z przemieszczeniem środka ciężkości ciała w przestrzeni wymagały niewątpliwie większego zaangażowania mięśni tułowia i kończyn dolnych w porównaniu z testem stania na jednej nodze. We wspomnianym wcześniej badaniu Chu-Ju-Chang i współautorów [124] zauważono 6 miesięcy po operacji poprawę wyników w teście wychylenia w przód, w porównaniu do okresu przed zabiegiem. Natomiast Lavigne z zespołem [149] badali zarówno zakres wychylenia, jak i wykonali test "wstań i idź" w różnych okresach po operacji, porównując wyniki do grupy kontrolnej. Ich wyniki były podobne do moich, ponieważ pacjenci po zabiegu uzyskali istotnie mniejszy zakres w teście wychylenia w przód (functional reach) oraz dłuższy czas przejścia w teście "wstań i idź". Nie znalazłam natomiast w piśmiennictwie badań, w których posłużono się step testem do pośredniej oceny równowagi osób po zabiegu stosując analogiczną do moich badań metodykę testu. Podczas wykonywania tego zadania kończyną operowaną, wymagana była koordynacja i odpowiednia siła tej kończyny. Natomiast przy próbie kończyną nieoperowaną, pacjent musiał utrzymać równowagę obciążając ciężarem ciała kończynę z endoprotezą. Wcześniej zaprezentowane wyniki pokazały, że pacjenci w próbie stania na kończynie operowanej uzyskali słabsze wyniki, a zmniejszenie stabilności mogło przełożyć się na mniejszy wynik w step teście wykonanym kończyną zdrową. W obu zadaniach wymagana była sprawność kończyny z wszczepioną endoprotezą stawu. Zarówno wyniki uzyskane w step teście wykonywanym kończyną po operacji, jak i kończyną nieoperowaną były istotnie niższe niż wyniki grupy kontrolnej, co może wskazywać na występowanie zaburzeń równowagi dynamicznej u tych osób.

Natomiast jest wiele badań opisujących chód osób po endoprotezoplastyce. Na znaczenie „sprawności” mięśni dla efektywności chodu osób po endoprotezoplastyce biodra zwrócili uwagę Kostka i współpracownicy [150] podając, że mniejsza prędkość chodu u osób po operacji może wynikać ze zmniejszonej siły mięśni kończyn dolnych, zwłaszcza odwodzicieli stawu biodrowego. To osłabienie mięśni może według wspomnianych badaczy wynikać z samej istoty interwencji chirurgicznej bądź też ma podłoże psychogenne (lęk). Deficyt siły mięśniowej uwidaczniający się w próbach dynamicznych był też przedmiotem badań Melchiorii'ego i współpracowników [151]. Stwierdzili oni, że wynik testu "wstań i idź" korelował umiarkowanie z deficytem siły mięśniowej. Podobnie do mnie, również Kolk wraz z zespołem [152] stwierdzili, że wydajność chodu i związanych z chodem aktywności codziennych różni się u osób po endoprotezoplastyce stawu od osób z grupy kontrolnej. W ich odległych badaniach retrospektywnych zauważono, że prędkość chodu

i długość kroku u pacjentów są zredukowane w stosunku do grupy kontrolnej. Dodatkowo, podczas wchodzenia po schodach uwidacznia się osłabienie mięśni odwodźcicieli, zginaczy i rotatorów zewnętrznych [152]. Także Agostini i współpracownicy [153] wykazali, że rok po operacji wszczepienia endoprotezy biodra pacjenci nadal prezentują w znacznym stopniu nieprawidłowy cykl chodu z wydłużonym czasem kontaktu pięty z podłożem i skróconą fazą pełnego obciążenia stopy wynikającą z osłabienia mięśni i nieprawidłowej czasowej koordynacji wzorców aktywności mięśni piszczelowych przednich, brzuchatego bocznego, dwugłowego uda i pośladkowego średniego po stronie operowanej [153].

Jednak, jak podają inni autorzy chód po endoprotezoplastyce ulega poprawie i jest bardziej symetryczny niż w okresie przedoperacyjnym [154]. Vissers i współautorzy [132] uzyskali wyniki odmienne od moich, ponieważ w ich badaniach osoby po endoprotezoplastyce uzyskały prędkość chodu wyższą niż przed zabiegiem i nie różniła się ona od prędkości osób z grupy kontrolnej. Natomiast ci sami badacze analizując poprawność wykonania innego zadania ruchowego, czyli wstawania z krzesła, 6 miesięcy po operacji stawu doszli do wniosku, że osoby te potrzebują dłuższego czasu by wykonać to zadanie [132]. Wynik ten może tłumaczyć uzyskaną w moich badaniach mniejszą liczbę powtórzeń wstawania i siadania na krzesło w czasie 30 s przez osoby po operacji. Tak jak wspomniałam wcześniej, by wykonać w prawidłowym czasie próbę wstawania z krzesła oraz test "wstań i idź" wymagana jest prawidłowa siła mięśni obręczy biodrowej i kończyn dolnych.

Potwierdzeniem klinicznych obserwacji dysfunkcji mięśni odpowiedzialnych za prawidłowe wykonanie analizowanych testów funkcjonalnych są wyniki badań Reardona [155]. Wykonał on biopsję mięśni czworogłowych uda przed i po operacji stawu biodrowego i zauważył istotną atrofię włókien 2A i 2B. Atrofia ta według Reardona tłumaczy osłabienie badanych mięśni w okresie przedoperacyjnym u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego i jest także odpowiedzialna za progresję tego zjawiska w okresie po operacji. Dodatkowo, wyniki jego badań sugerują zmianę typu włókien mięśniowych z 1 na 2A w pierwszym miesiącu po operacji. Warto zwrócić uwagę, że pooperacyjne badania pokazały, że redukcja grubości ipsilateralnego mięśnia czworogłowego utrzymywała się w 5 miesiącu od zabiegu niezależnie od procesu rehabilitacji, co doskonale tłumaczy występowanie analizowanych przeze mnie i innych autorów deficytów funkcjonalnych w zakresie badanych zadań posturalnych i dynamicznych w obserwacjach odległych u chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego (patrz tabele wynikowe 28, 29, 30). Natomiast we własnej subiektywnej ocenie badani przeze mnie

operowani chorzy zgłaszali podobną aktywność fizyczną, jak osoby z grupy kontrolnej. Jednak analiza korelacji nie wykazała u nich znaczącego związku tego parametru z wynikami badań klinicznych i posturograficznych, ponieważ zaistniały tylko 3 korelacje: dodatnia z wynikiem średniej prędkości w płaszczyźnie strzałkowej w pozycji TEP, ujemna ze środkiem widma w płaszczyźnie czołowej (Hz) w pozycji 2TZP oraz dodatnia ze średnią prędkością w płaszczyźnie czołowej w teście 1E. Moje badania pokazały, że możliwości funkcjonalne tych osób, oceniane przy pomocy testów, były gorsze niż grupy kontrolnej. Zaobserwowałam tę różnicę zwłaszcza w czasie przeprowadzania testu wstawania z krzesła i "wstań i idź", w których osoby po operacji uzyskały gorsze wyniki. Aby wykazać zależności pomiędzy wynikami poszczególnych testów funkcjonalnych przeprowadziłam analizę korelacji. Należy zwrócić uwagę na powiązanie wyników uzyskanych w próbie wstawania z krzesła przez 30 s z wynikami pozostałych testów. Większa liczba powtórzeń cyklu wstawania i siadania korelowała z krótszym czasem wykonania testu "wstań i idź" oraz przejścia 3m, większym zakresem wychylenia w przód, większą liczbą powtórzeń step testu oraz dłuższym czasem stania na 1 nodze. Możliwe, że jak sugeruje Reardon [155], w okresie przedoperacyjnym doszło u tych pacjentów do znacznej atrofii mięśni, do czego mógł przyczynić się czas oczekiwania na operację i unikanie aktywności nasilających ból. Również Fokumoto i współautorzy [156] odnotowali spadek siły mięśni zginaczy, prostowników i odwodzicieli stawu biodrowego oraz zginaczy i prostowników stawu kolanowego zarówno po stronie operowanej, jak i nieoperowanej. Dodatkowo, 6 miesięcy po endoprotezoplastyce stawu stwierdzili oni znaczącą poprawę w tym zakresie, jednakże nadal siła badanych mięśni była istotnie mniejsza w porównaniu z grupą kontrolną. Przytoczone wyniki są zgodne z moimi obserwacjami i uprawniają mnie do stwierdzenia, że deficyty siły mięśni u osób po endoprotezoplastyce biodra mogły przyczynić się zarówno do uzyskania gorszych wyników w testach klinicznych, jak i wyjaśnić genezę gorszych wyników średniej prędkości przemieszczenia COP uzyskanych w płaszczyźnie strzałkowej w pozycji NS z oczami otwartymi i zamkniętymi.

Warto tutaj także podjąć próbę przeanalizowania potencjalnego wpływu zmęczenia badanych mięśni na możliwość utrzymania prawidłowej równowagi. Ocena zmęczenia mięśni jest badaniem skomplikowanym. Bardzo istotnych informacji w tym zakresie dostarczyli Gribble i Hertel [157], którzy badali wpływ zmęczenia mięśni poruszających staw biodrowy, kolanowy i skokowy w płaszczyźnie strzałkowej na kontrolę posturalną podczas stania na 1 nodze. Wyniki ich badań pokazały, że zmęczenie mięśni stawu biodrowego i kolanowego prowadzi do znaczącego wzrostu przemieszczenia COP

w kierunku bocznym. Natomiast w płaszczyźnie strzałkowej do pogorszenia kontroli posturalnej przyczynia się zmęczenie mięśni odpowiedzialnych za ruch we wszystkich 3 dużych stawach kończyny dolnej, jednak izolowane zmęczenie zginaczy podszwowych i grzbietowych stopy powoduje jedynie niewielkie pogorszenie kontroli posturalnej w tej płaszczyźnie. Autorzy przypuszczają, że mięśnie proksymalne odgrywają większą rolę w utrzymaniu pozycji w pozycjach statycznych. Kiedy mięśnie proksymalne wykazują gorszą wydolność w badaniach posturograficznych rejestrowane są większe oscylacje ciała. Zmęczenie mięśni proksymalnych może powodować większe obciążenie mięśni sterujących ruchem w stawach skokowych, powodując na skutek ich zmęczenia niekorzystną zmianę aferentnej impulsacji proprioceptywnej z ich wrzecion mięśniowych [137,138] uwidaczniającą się w zwiększeniu prędkości COP w badaniach posturograficznych (patrz tabele wynikowe 17 i 18). Mechanizmem zabezpieczającym utratę precyzji sterowania ruchem w stawach skokowych jest według wspomnianych badaczy zjawisko występowania kompensacyjnych, odruchowych napięć mięśni łydki zapobiegających nadmiernej oscylacji COP. Również Miller i Bird [158] uzyskali podobne wyniki twierdząc, że zmęczenie mięśni proksymalnych kończyn dolnych ma większy wpływ na pogorszenie kontroli posturalnej niż zmęczenie mięśni dystalnych. Podczas utrzymywania postawy, prawidłowe skurcze powstające na skutek niewielkich zakłóceń występują stale. Ponieważ zmęczenie zmniejsza transmisję nerwową, możliwe, że zdolność do efektywnego wywoływania skurczów mięśni działających na staw jest ograniczona, skutkując niewystarczającą kontrolą mięśniową i większymi zmianami kąta ustawienia stawu. Ta większa zmienność ruchów w stawach w przypadku braku korekcyjnego działania mięśni może skutkować ograniczeniem kontroli posturalnej, przejawiającą się przez większe wychylenia COP [157]. Cetin i współautorzy [159] także twierdzą, że balans zależy od ogólnego zmęczenia mięśni tułowia i kończyn dolnych. Sugerują oni, że zmęczenie tych mięśni wpływa na kontrolę równowagi statycznej oraz częściowo na równowagę dynamiczną [159]. Tak samo Helbostad i współautorzy [160] doszli do wniosku, że zmęczenie mięśni tułowia i kończyn dolnych spowodowane ćwiczeniami oporowymi wywołuje niestabilność posturalną podczas spokojnego stania, a zmęczenie mięśni stawu biodrowego, kolanowego i skokowego pogarsza funkcjonalny zakres wychylenia, redukuje szybkość i dokładność wykonywanych powtórzeń wstawania i siadania, a także zaburza finalnie wzorce chodu. Odnosząc wyniki wymienionych autorów do własnych, pragnę zauważyć, że wytłumaczeniem stwierdzonych u chorych po endoprotezoplastyce w testach funkcjonalnych i posturograficznych deficytów może być zjawisko zmniejszonej sprawności (zmęczenia) mięśni wynikające zarówno

z długotrwałości procesu chorobowego, jak i natury zmian morfologicznych w mięśniach operowanej kończyny [137, 138]. Dodatkowo, zastosowane przeze mnie testy mogą być przyczynkiem do obiektywnej oceny wytrzymałości mięśni kończyn dolnych u chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego.

Naturalnym uzupełnieniem badań posturograficznych było w mojej opinii przeprowadzenie testów klinicznych z wykorzystaniem skali równowagi Berga. W większości prób badani uzyskali maksymalną liczbę punktów, dlatego też ostateczny wynik okazał się nieistotny statystycznie, a próba łatwa do wykonania przez moją grupę. Ostatecznie tylko w kilku zadaniach takich jak wychylenie w przód, podnoszenie przedmiotu z podłogi, obrót o 360°, utrzymanie pozycji tandem przez 30 sekund i stanie na 1 nodze powyżej 10 sekund łącznie 8 osób nie uzyskało 4 punktów (rozdział metody badań). Być może w przypadku pacjentów poruszających się samodzielnie wystarczyłoby przeprowadzenie tych właśnie prób charakteryzujących się większym stopniem trudności w celu wykrycia problemów z utrzymaniem równowagi ciała. W moich badaniach oceniałam tym testem osoby, u których czas od operacji wynosił około 5 lat. Jak pokazują wyniki Chu Ju Chang'a i współautorów [124] test ten może służyć do oceny poprawy balansu i stanu funkcjonalnego pacjentów w pierwszym roku po operacji. We wspomnianych badaniach pacjenci po endoprotezoplastyce stawu biodrowego uzyskali gorsze wyniki w okresie 2 i 6 tygodni po operacji, w porównaniu do tych uzyskanych przed zabiegiem, jednak stopniowo poprawiały się one osiągając najwyższy wynik pół roku od zabiegu.

W prezentowanej przeze mnie pracy przeprowadziłam analizę korelacji takich zmiennych jak wiek, BMI, natężenie bólu kręgosłupa w skali VAS, liczba przyjmowanych leków, aktywność fizyczna i czas od operacji z wynikami testów statystycznych i dynamicznych na platformie balansowej, a także z wynikami testów klinicznych i skali równowagi Berga w grupie osób po endoprotezoplastyce stawu. Jak wspomniałam we wstępie pracy, zaburzenia równowagi mogą wynikać z wielu przyczyn. Przeprowadzone korelacje miały wskazać, czy wymienione wyżej czynniki mogą mieć wpływ na wyniki uzyskiwane przez osoby po operacji endoprotezoplastyki stawu biodrowego w badaniach na platformie oraz w testach funkcjonalnych. W testach statycznych przeprowadzonych na platformie nie zaobserwowałam żadnych zależności wyżej wymienionych parametrów z wynikami uzyskanymi w pozycji NS EO, TZP oraz 2TEP. W pozostałych pozycjach nie uzyskałam zbyt wielu korelacji, a najwięcej z nich dotyczyło czasu, który minął od operacji (5 wyników) oraz BMI (4 wyniki). Godna uwagi wydaje się korelacja dłuższego czasu od

zabiegu z wyższą wartością średniej prędkości przemieszczenia COP w płaszczyźnie strzałkowej (Y) w pozycji TEP oraz 1E.

Wynik skali równowagi Berga korelował z wiekiem pacjentów. Osoby starsze uzyskiwały niższe wyniki, co jest zgodne z teorią, że wraz z wiekiem zdolność utrzymania równowagi pogarsza się [161]. W wybranych testach klinicznych wystąpiły korelacje jedynie z takimi zmiennymi jak wiek, wartość bólu w skali VAS oraz czasem, który minął od operacji. Wiek korelował ujemnie z czasem stania na 1 nodze, a wskaźnik bólu kręgosłupa korelował dodatnio z czasem wykonania zadań takich jak test "wstań i idź" i test przejścia 3m na czas. Osoby starsze krócej utrzymywały równowagę zarówno na kończynie zdrowej, jak i operowanej. Natomiast te, które zgłaszały większy ból kręgosłupa wykonywały oba zadania związane z chodem wolniej. Dodatkowo, czas od operacji wpływał na czas wykonania testu "wstań i idź" i liczbę powtórzeń w próbie wstawania z krzesła. Im więcej czasu minęło od operacji, tym dłuższe było wykonanie próby "wstań i idź" oraz tym mniej powtórzeń wstawania z krzesła. Z moich obserwacji wynika, że na sprawność mięśni i poprawność wykonania poszczególnych testów funkcjonalnych decydujący wpływ ma pooperacyjna rehabilitacja oraz związana z nią motywacja pacjentów do ćwiczeń. Badania Bejek i współpracowników [162] pokazały, że w porównaniu do wzorca chodu osób zdrowych u osób z jednostronną chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego lub kolanowego mogą pojawić się zmiany wzorców chodu. Zmniejszenie ruchu w stawie biodrowym lub kolanowym prowadzi do zwiększenia ruchów miednicy (połączenia lędźwiowo-krzyżowego), co może powodować ból w odcinku lędźwiowym z powodu opisanej kinematycznej interakcji [162]. Możliwe, że jak sugerują wyniki testów "wstań i idź" i testu przejścia 3m na czas nieprawidłowe wzorce chodu występują nadal po operacji endoprotezoplastyki stawu biodrowego.

Godne uwagi wydaje się powiązanie wyników uzyskanych w skali równowagi Berga z czasem wykonania testów dynamicznych na planszy A100, B100 i D100 przez osoby po alloplastyce stawu biodrowego. Wyższe wyniki uzyskiwane w skali Berga, świadczące o większej sprawności badanych, przekładały się na szybsze wykonanie zadań na platformie balansowej. Mimo, iż nie zauważyłam istotnych różnic między wynikami w skali Berga grupy badawczej i kontrolnej, skala ta korelowała z większością przeprowadzonych przeze mnie testów funkcjonalnych, jak test "wstań i idź", wstawanie z krzesła, step test wykonany kończyną nieoperowaną i stanie na 1 nodze (1E i 1Z). Dodatkowo wyniki wybranych testów korelowały z czasem wykonania prób dynamicznych na platformie balansowej w skali 100. Były to testy: "wstań i idź" (A100, B100), przejście 3m na czas (B100), wstawanie z krzesła

(B100) oraz test stania na 1 nodze - operowanej (B100) i nieoperowanej (A100, B100, D100). Biorąc powyższe korelacje pod uwagę należy się zastanowić się, czy w przypadku osób po endoprotezoplastyce stawu przeprowadzenie krótkich testów oceniających równowagę nie jest wystarczające.

Jak pokazują uzyskane przeze mnie wyniki zaburzenia równowagi i funkcji motorycznych kończyn dolnych występują u pacjentów po kilku latach po operacji, dlatego też na różnych etapach usprawniania powinny być stosowane ćwiczenia równoważne i trening chodu. Badania Coultera i współpracowników pokazały, że fizjoterapia może prowadzić do poprawy siły mięśni odwodźcicieli i szybkość chodu [163]. Analizując uzyskane wyniki można zaryzykować sugestię, że wczesna, pooperacyjna aktywizacja pacjentów po endoprotezoplastyce jest kluczowym celem fizjoterapii, a uzyskana poprawa przełoży się zapewne na poprawę balansu ciała zarówno podczas utrzymywania pozycji statycznych, jak i w czasie wykonywania codziennych dynamicznych zadań jak chód, wstawanie z krzesła czy wchodzenie po schodach.

7. WNIOSKI

1. Otrzymane wyniki pokazują, że u pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego zaburzenia balansu ciała występują nawet kilka lat po zabiegu.
2. Dokładne oszacowanie stopnia tych zaburzeń wymaga zastosowania badań posturograficznych, jak i testów funkcjonalnych. Protokół badania powinien zawierać próby o charakterze statycznym i dynamicznym.
3. Istotne znaczenie dla prawidłowego balansu ciała u chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego ma wykorzystanie wzrokowego sprzężenia zwrotnego.
4. Znaczącą rolę w zaburzeniach balansu wydają się, w świetle uzyskanych wyników, pełnić zaburzenia sprawności mięśni kończyn dolnych.
5. W protokołach usprawniania zarówno przed, jak i po endoprotezoplastyce stawu biodrowego, należy zwrócić uwagę na symetrię aktywizacji.

8. STRESZCZENIE

Wstęp: Endoprotezoplastyka jest zabiegiem poprawiającym jakość życia pacjentów cierpiących z powodu choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego. Jednakże pewne deficyty kontroli posturalnej oraz zmniejszenie sprawności funkcjonalnej kończyn dolnych mogą występować nawet kilka lat po zabiegu.

Cel pracy: Celem badań było określenie wpływu endoprotezoplastyki stawu biodrowego na równowagę statyczną i dynamiczną oraz sprawność kończyn dolnych u osób po operacji.

Material i metody: Badanie obejmowało 30 osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego oraz 30 osób w tym samym wieku bez implantu, które stanowiły grupę kontrolną. Pacjenci byli badani jednokrotnie. Oceny równowagi statycznej i dynamicznej dokonałam wykorzystując platformę balansową firmy Metitur oraz kilka testów funkcjonalnych jak: skala równowagi Berga, test "wstań i idź", test przejścia 3m na czas, test wychylenia w przód, test wstawania z krzesła przez 30 s, step test oraz test stania na 1 nodze. Badanie na platformie balansowej składało się z prób statycznych przeprowadzanych w kilku pozycjach o zmieniającej się geometrii płaszczyzny podparcia jak: normal standing z oczami otwartymi i zamkniętymi, tandem, tandem wariant 2, stanie na 1 nodze. Natomiast, w próbach dynamicznych opierałam się na zasadzie biofeedback. Pacjenci wykonywali zadanie na 3 różnych planszach, przedstawiających odmienne ścieżki dla przemieszczenia COP oraz w 2 różnych skalach. W skali 100 musieli wykonać zadanie "jak najszybciej", natomiast w skali 60 "jak najdokładniej".

Wyniki: Z moich obserwacji wynika, że u pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego występują deficyty równowagi, osłabienie siły mięśniowej i spowolnienie chodu. Najwięcej istotnych różnic między grupami odnotowałam w krótkich testach funkcjonalnych, w których osoby po operacji uzyskały gorsze wyniki. Natomiast wyniki uzyskane w skali równowagi Berga nie różniły się. Dodatkowo zaobserwowałam różnice w wybranych parametrach charakteryzujących przemieszczenia COP w płaszczyźnie strzałkowej w badaniu statycznym na platformie balansowej w pozycji normal standing z oczami otwartymi i zamkniętymi między wynikami osób po endoprotezoplastyce stawu, a wynikami osób z grupy kontrolnej. W badaniu dynamicznym jedynie wyniki uzyskane na planszy B60 jak czas i dystans w płaszczyźnie strzałkowej różniły się istotnie.

Wnioski: Ocena balansu wymaga zastosowania wielu metod badawczych. U pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego występują deficyty równowagi potwierdzone

badaniami posturograficznymi i testami funkcjonalnymi. Zaburzenia balansu mogą wynikać z utrzymującej się niewydolności mięśniowej. W ocenie pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego największą wartość kliniczną prezentują testy funkcjonalne, które służą nie tylko do oceny balansu ciała, ale także do oceny wydolności mięśni kończyn dolnych. W świetle uzyskanych wyników wydaje się konieczne przeanalizowanie aktualnie stosowanych standardów usprawniania po endoprotezoplastyce stawu biodrowego.

9. SUMMARY

Introduction: Total hip arthroplasty is the procedure which can improve the quality of life in patients with osteoarthritis. However, deficit of balance and decrease in lower extremity efficiency can be observed several years after hip replacement.

Aims: The aim of this study was to assess the impact of total hip alloplasty on static and dynamic balance and lower extremity efficiency.

Methods: The study included 30 patients after total hip replacement and 30 healthy subject. Patients were examined once. Metitur balance platform and functional tests like: Berg Balance Scale, timed up and go test, 3 m gait test, functional reach test, 30 second chair sit-to-stand test, step test and one-leg standing test were used to assess the static and dynamic balance. Static balance tests on balance platform was performed in several position with different foot placement like: normal standing eyes open and eyes closed, tandem position, second option of tandem position and one leg standing position. During the dynamic balance test I used biofeedback. Patients were performed their tasks in 2 scales on 3 boards which showed 3 different paths to COP displacement. In scale 100 they had to do it "as soon as possible" while the scale 60 "accurately as possible".

Results: I observed that in patients after total hip replacement occur balance deficit, loss of muscle strength and reduction in walking velocity. In short functional tests I noted the most significant differences between groups what means that patients after hip alloplasty had worse results than control group. While the results received in Berg Balance Scale did not differ. Additionally, there were differences between some of parameters characterizing COP displacement in the sagittal plane in both groups. It was noted during static tests performed on balance platform like normal standing position with eyes open and closed. Significant differences were found in dynamic tests but only on B60 board (time of task and distance in sagittal plane).

Conclusions: Assessment of balance should include a lot of postural tests. In the study group deficits in balance confirmed by postural and functional tests occur. Balance disturbances in patients after total hip replacement results from persistent muscle insufficiency. Functional tests have the greatest clinical value during evaluation of patients after total hip replacement. They could be used not only to assess the balance of the body, but also to evaluate the efficiency of the muscles of the lower limbs. In view of these results, it seems necessary to analyze the rehabilitation protocols currently used after total hip replacement.

10. PIŚMIENNICTWO

1. Błaszczyk J. Biomechanika kliniczna, podręcznik dla studentów medycyny i fizjoterapii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004: 193-233.
2. Kostiukow A, Rostkowska E, Samborski W. Badanie zdolności zachowania równowagi ciała. *Ann Acad Med Stetin*. 2009; 55: 102–109.
3. Nowotny J. Kształtowanie równowagi. W: Edukacja i reedukacja, Wydawnictwo Kasper, Kraków 2003, 144-150.
4. Mraz M, Ostrowska B, Mraz M. Stabilność posturalna od dzieciństwa do starości. *Gerontologia współczesna*. 2014; 2(2): 83-86.
5. Kapandji AI. Anatomia funkcjonalna stawów. T2. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2013.
6. Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna i dynamiczna ciała. Część 1. Organizacja zmysłowa i biomechanika układu równowagi. *Mag Orl*. 2006; 5(2): 39-46.
7. Błaszczyk J, Czerwonos L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontol Pol*. 2005; 13(1): 25-36.
8. Kuczyński M, Podbielska ML, Bieć D, Paluszak A, Kręcisz K. Podstawy oceny równowagi ciała: czyli co, w jaki sposób i dlaczego powinniśmy mierzyć. *Acta Biooptica Inf Med*. 2012; 4(18): 243-249.
9. Ocetkiewicz T, Skalska A, Grodzicki T. Badanie równowagi przy użyciu platformy balansowej - ocena powtarzalności metody, *Gerontol Pol*. 2006; 14(1): 144-148.
10. Rogers MW, Wardman DL, Lord SR, Fitzpatrick RC. Passive tactile sensory input improves stability during standing. *Exp. Brain Res*. 2001; 136: 514–522.
11. Kuo AD, Speers RA, Peterka RJ, Horak FB. Effect of altered sensory condition on multivariate descriptors of human postural sway. *Exp. Brain Res*. 1994; 122: 185–195.
12. Baloh RW, Ying SH, Jacobson KM. A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. *Arch. Neurol*. 2003; 60: 835–839.
13. Corbeil P, Blouin JS, Begin F, Nougier V, Teasdale N. Perturbation of the postural control system induced by muscular fatigue. *Gait Posture*. 2003; 18: 92–100.
14. Okada S, Hirakawa K, Takada Y, Kinoshit H. Relationship between fear of falling and balancing ability during abrupt deceleration in aged women having similar habitual physical activities. *Eur J Appl Physiol*. 2001; 85: 501–506.

15. Brooke-Wavell K, Perrett LK, Howarth PA, Haslam RA. Influence of the visual environment on the postural stability in healthy older women. *Gerontology* 2002; 48: 293–297.
16. Lord SR, Menz HB. Visual contributions to postural stability in older adults. *Gerontology*. 2000; 46: 306–310.
17. Paszko-Patej G, Terlikowski R, Kułak W, Sienkiewicz D, Okurowska-Zawada B. Czynniki wpływające na proces kształtowania równowagi dziecka oraz możliwości jej obiektywnej oceny. *Neurol Dziec.* 2011; 20(41): 121-127.
18. Horak FB, Nashner LM, Diener HC. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res.* 1990; 82:167-177.
19. Styczyński T, Gasik R, Pyskło B. Znaczenie kliniczne propriocepcji dla narządu ruchu. *Reumatologia.* 2007; 45(6): 404-406.
20. Tjernström F. Adaptation and learning in postural control. Doctoral Dissertation Series. Sweden. 2009: 73.
21. Traczyk WZ. Fizjologia człowieka w zarysie. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2006
22. Nashner LM, McCollum G. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci.* 1985; 8: 135-172.
23. Nasher LM. Practical biomechanics and physiology of balance. W: Jacobson GP, Newman CW, Kartush JM. Handbook of balance function testing. Mosby Year Book, St. Louis 1993; 261-279.
24. Horak FB, Nasher LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol.* 1986; 55 (6): 1369-1381.
25. Runge CF, Shupert CL. Horak FB, Zajac FE. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait Posture.* 1999; 10(2): 161-170.
26. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait&Posture.* 1995; 3: 193-214.
27. Kuo AD, Zajac FE. Human standing posture: multi-joint movement strategies based on biomechanical constraints. *Prog Brain Res.* 1993; 97: 349-358.
28. Sytuacja demograficzna osób starszych i konsekwencje starzenia się ludności Polski w świetle prognozy na lata 2014-2050. <http://www.stat.gov.pl/gus>
29. Mazurek J, Rymaszewska J. Ocena potrzeb pacjentów w podeszłym wieku na podstawie Camberwell Assessment of Need for Elderly. *Gereontol Pol.* 2012; 20(1); 1-7.

30. Muszalik M, Kędziora-Kornatowska K, Sury M, Kornatowski T. Ocena funkcjonalna pacjentów w starszym wieku w odniesieniu do jakości życia w świetle kwestionariusza Oceny Funkcjonalnej Przewlekłe Chorych. *Probl Hig Epidemiol.* 2009; 90(4): 569-576.
31. Staszczak-Gawęda I, Szczygielska-Babiuch A, Puzio G, Krupnik Sz, Stopka A, Czesak J. Ocena sprawności funkcjonalnej osób starszych z lekkim otępieniem. *Gerontol Pol.* 2013; 4: 127-132.
32. Płaszewska-Żywko L, Brzuzan P, Malinowska-Lipień I, Gabryś T. Sprawność funkcjonalna u osób w wieku podeszłym w domach pomocy społecznej. *Probl Hig Epidemiol.* 2008; 89(1): 62-66.
33. Szewczyczak M, Stachowska M, Talarska D. Ocena jakości życia osób w wieku podeszłym - przegląd piśmiennictwa. *Nowiny Lek.* 2012; 81(1): 96-100.
34. Gębka D, Kędziora-Kornatowska K. Korzyści z treningu zdrowotnego u osób w starszym wieku. *Probl Hig Epidemiol.* 2012; 93(2): 256-259.
35. Żak M. Rehabilitacja osób po 80. roku życia z zaburzeniami czynności życia codziennego. *Gerontol Pol.* 2005; 13(3): 200-205.
36. Kozak-Szkopek E, Galus K. Wpływ rehabilitacji ruchowej na sprawność psychofizyczną osób w podeszłym wieku. *Gerontol Pol.* 2009; 17(2): 79-84
37. Wieczorowska-Tobis K. Zmiany narządowe w procesie starzenia. *Pol Arch Med Wewn.* 2008; 118(suppl): 63-69.
38. Pop T, Szczygielska D, Druźbicki M, Zajakiewicz K. Epidemiologia i koszty leczenia zachowawczego chorych z chorobą zwyrodnieniową stawów biodrowych i kolanowych. *Ortop Traumatol Rehab.* 2007; 4(6): 405-412
39. Nalazek A, Kamińska E, Kaźmierczak U, Trela E. Leczenie, diagnostyka i profilaktyka stawu biodrowego w chorobie zwyrodnieniowej. *J Health Sci.* 2014; 04(01): 333-338.
40. Leszczyński P, Pawlak-Buś K. Choroba zwyrodnieniowa stawów-epidemia XXI wieku. *Farm Współcz.* 2008; 1: 79-87.
41. Chojnacki M, Kwapisz A, Synder M, Szemraj J. Osteoartroza: etiologia, czynniki ryzyka, mechanizmy molekularne. *Postępy Hig Med Dosw (online).* 2014; 68: 640-652.
42. Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med.* 2004; 34(12): 809-824.

43. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci.* 2000; 904: 437-48.
44. Straight CR, Brady AO, Evans EM. Muscle Quality in Older Adults: What Are the Health Implications? *Am J Lifestyle Med.* 2015; 9(2): 130-136.
45. Szpringer M, Wybraniec-Lewicka B, Czerwiak G, Michalska M, Krawczyńska J. Upadki i urazy wieku geriatrycznego. *Stud Med.* 2008; 9: 77-81.
46. Faulkner JA, Larkin LM, Claflin DR, Brooks SV. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2007; 34(11): 1091-1096.
47. Zasadzka E, Wieczorowska-Tobis K. Zmiany w układzie ruchu w procesie starzenia się. *Gerontol Pol.* 2014; 3: 161-165.
48. Krzywińska-Siemaszko R, Wieczorowska-Tobis K. Sarkopenia- w kierunku wystandaryzowanych kryteriów. *Geriatrics.* 2012; 6: 46-49.
49. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing.* 2006; 35 (Suppl 2): 37-41.
50. Borzym A. Upadki osób w podeszłym wieku – przyczyny, konsekwencje i zapobieganie. *Psychogeriatr Pol.* 2009; 6(2): 81-88.
51. Anwajler J, Barczyk K, Wojna D, Ostrowska B, Skolimowski T. Charakterystyka postawy ciała w płaszczyźnie strzałkowej osób starszych - pensjonariuszy domów opieki społecznej. *Gerontol Pol.* 2010; 18(3); 134-139.
52. Hayashi K, Kako M, Suzuki K, Hattori K, Fukuyasu S, Sato K, Kadono I, Sakai T, Hasegawa Y, Nishida Y. Gait Speeds Associated with Anxiety Responses to Pain in Osteoarthritis Patients. *Pain Med.* Epub 2015 Sep 9. doi: 10.1111/pme.12897.
53. Rubenstein LZ, Josephson KR. Falls and their prevention in elderly people: what does the evidence show? *Med Clin North Am.* 2006; 90(5): 807-824.
54. Bergland A. Fall risk factors in community-dwelling elderly people. *Norsk Epidemiologi.* 2012; 22(2): 151-164.
55. Shaffer SW, Harrison AL. Aging of somatosensory system: a translational perspective. *Phys Ther.* 2007; 87(2): 193-207.
56. Poulain I, Giraudet G. Age-related changes of visual contribution in posture control. *Gait Posture.* 2008; 27(1): 1-7.
57. Suetterlin KJ, Sayer AA. Proprioception: where are we now? A commentary on clinical assessment, changes across the life course, functional implications and future interventions. *Age Ageing.* 2014; 43(3): 313-318.

58. Kaplan FS, Nixon JE, Reitz M, Rindfleish L, Tucker J. Age-related changes in proprioception and sensation of joint position. *Acta Orthop Scand*. 1985; 56: 72-74.
59. Błaszczyk JW, Lowe DL, Hansen PD. Age-related changes in the perception of support surface inclination during quiet stance. *Gait Posture*. 1993; 1(3): 161–165.
60. Błaszczyk JW, Hansen PD, Lowe DL. Accuracy of the passive ankle positioning during quiet stance in young and elderly subjects. *Gait Posture*. 1993; 1(4): 211–215.
61. Kalinowski P, Czerska B. Epidemiologia urazów wśród hospitalizowanych w 2006 roku w 6. Szpitalu Wojskowym w Dęblinie. *Probl Hig Epidemiol*. 2007; 88(4): 445-460.
62. Edbom-Kolarz A, Marcinkowski JT. Upadki osób starszych – przyczyny, następstwa, profilaktyka, *Hygeia Public Health* 2011, 46(3): 313-318.
63. Czerwiński E, Kumorek A, Milert A, Borowy P, Przyczyny upadków u kobiet w populacji krakowskiej. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*. 2008; 5(6); vol. 10, 429-440.
64. Clemson L, Fiatarone Singh MA, Bundy A, Cumming RG, Manollaras K, O'Loughlin P, Black D. Integration of balance and strength training into daily life activity to reduce rate of falls in older people (the LiFE study): randomised parallel trial. *BMJ*. 2012; 345:e4547
65. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JC, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations, *N S W Public Health Bull* . 2011; 22(3–4): 78-83.
66. Woolcott JC, Richardson KJ, Wiens MO, Patel B, Marin J, Khan KM, Marra CA. Meta-analysis of the Impact of 9 Medication Classes on Falls in Elderly Persons. *Arch Intern Med*. 2009; 169(21): 1952-1960.
67. Nevitt MC, Cummings SR. Type of fall and risk of hip and wrist fractures: the study of osteoporotic fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Am Geriatr Soc*. 1993; 41: 1226–1234.
68. Stevens JA, Corso PS, Finkelstein EA, Miller TR. The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Inj Prev*. 2006; 12: 290-295.
69. Quintana JM, Arostegui I, Escobar A, Azkarate J, Goenaga JI, Lafuente I. Prevalence of Knee and Hip Osteoarthritis and the Appropriateness of Joint Replacement in an Older Population, *Arch Intern Med*. 2008; 168(14): 1576-1584.

70. Biegański P, Polewka E. Choroba zwyrodnieniowa stawów biodrowych - pacjent i problemy funkcjonalne. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015; 5(8): 47-54.
71. Dziekońska M, Latosiewicz R, Kulikowska A. Pielęgnowanie pacjenta po endoprotezoplastyce stawu biodrowego. *Hygeia Public Health*. 2013; 48(3): 355-359.
72. Golec J, Mazur T, Szczygieł E, Bac A, Czechowska D, Bacz D, Golec E. Zaburzenia statyki ciała w chorobie zwyrodnieniowej stawu biodrowego w ocenie fotogrametrycznej. *Kwart Ortop*. 2012; 1:16-22.
73. Giemza C, Ostrowska B, Barczyk K, Hawrylak A, Kochański M. Zmiany zwyrodnieniowe stawów biodrowych fizjoterapia a sposób utrzymywania równowagi ciała. *Acta Bio-Optica Inform Med*. 2008. 4(14): 280-281.
74. Hawrylak A, Weigel D, Barczyk K, Ostrowska B, Ratajczak B. Wpływ zastosowanego leczenia na zachowanie się wybranych parametrów czynnościowych pacjentów po endoprotezoplastyce stawów biodrowych – doniesienie wstępne. *Fizjoter Pol*. 2010; 3(4): Vol. 10, 222-233.
75. Golec J, Ziemka A, Szczygieł E, Czechowska D, Millert A, Kreska-Korpus A, Golec E. Ocena fotogrametryczna zaburzeń postawy ciała w chorobie zwyrodnieniowej stawów biodrowych. *Ostry Dyżur*. 2012; 5(3-4): 41-47.
76. Stolarczyk K, Wrzosek Z, Konieczny G, Pawik Ł. Postawa ciała oraz ocena stanu czynnościowego w przebiegu choroby zwyrodnieniowej. *Kwart.Ortop*. 2012; 2: 211-218.
77. Demczyszak I, Wrzosek Z, Żukowska U, Milko D. Ocena efektów usprawniania chorych po endoprotezoplastyce stawu biodrowego. *Kwart.Ortop*. 2012; 2: 169-175.
78. Lisiński P, Tomaszewska M, Samborski W. Wybrane metody fizjoterapeutyczne w leczeniu zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego. *Fizjoter. Pol*. 2006; 1 (4): Vol. 6, 45-50.
79. Iwaniszczuk A, Majchrowska-Kaliś A, Kuliński W. Analiza postępowania fizykalnego w chorobie zwyrodnieniowej stawów biodrowych. *Kwart. Ortop*. 2011; 2: 108 - 121.
80. Glaser D, Dennis DA, Komistek RD, Miner TM. In vivo comparison of hip mechanics for minimally invasive versus traditional total hip arthroplasty. *Clin Biomech*. 2008; 23(2): 127-134.

81. Meneghini RM, Pagnano MW, Trousdale RT, Hozack WJ. Muscle damage during MIS total hip arthroplasty: Smith-Petersen versus posterior approach. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 453: 293-298.
82. Dubrana F, Le Nen D, Lefevre C, Prud'homme M. Podręcznik dostępów operacyjnych w ortopedii i traumatologii. PZWL, Warszawa 2004; 62-71.
83. Wojciechowski P, Kusz D, Kopeć K, Borowski M. Małoinwazyjne dostępy operacyjne w endoprotezoplastyce stawu biodrowego, *Ortop Traumatol Rehab,* 2007; 1(6): Vol. 9, 1-7.
84. Lesiewicz MM, Lupa M, Pozowski A, Wiak R. Przygotowanie pacjenta z endoprotezą stawu biodrowego do aktywności sportowej. *Borgis - Nowa Medycyna.* 2013; 2: 66-71.
85. Deszczyński J, Mitek T, Stolarczyk A, Nagraba Ł. Małoinwazyjne dostępy operacyjne w całkowitej endoprotezoplastyce stawu biodrowego. *Artroskopia i Chirurgia Stawów.* 2007; 3(2): 30-38.
86. Petis S, Howard JL, Lanting BL, Vasarhelyi EM, Surgical approach in primary total hip arthroplasty: anatomy, technique and clinical outcomes *Can J Surg.* 2015; 58(2): 128–139.
87. Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna i dynamiczna ciała. Część 2. Metody oceny równowagi posturalnej - komputerowa posturografia dynamiczna. *Mag Orl.* 2006; 5(2): 47-52.
88. Zasadzka E. Wieczorowska-Tobis K. Test stania na jednej nodze jako narzędzie do oceny równowagi osób starszych. *Geriatrics.* 2012; 6: 244-248.
89. Szot P, Golec J, Szczygieł E. Przegląd wybranych testów funkcjonalnych, stosowanych w ocenie ryzyka upadków u osób starszych, *Gerontol Pol.* 2008; 16: 12-17.
90. Zamysłowska-Szmytke E, Śliwińska-Kowalska M. Badania układu równowagi dla potrzeb medycyny pracy. *Otorynolaryngologia.* 2012; 11(4): 139-145.
91. Whitney SL, Hudak MT, Marchetti GF. The dynamic gait index relates to self-reported fall history in individuals with vestibular dysfunction. *J Vestib Res.* 2000; 10: 99–105.
92. Thomas JJ, Lane JV. A pilot study to explore the predictive validity of 4 measures of falls risk in frail elderly patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86(8): 1636-1640.
93. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed Up & Go: A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 39: 142-148.

94. Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna i dynamiczna ciała. Część 3. Metody oceny równowagi posturalnej - próby kliniczne na sprawność postawy i chodu. *Mag Orl.* 2006; 5(2): 53-57.
95. Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pasiak J. Stabilność i symetria obciążenia kończyn dolnych w badaniu dwuplatformową wagą stabilograficzną W: Czynniki ryzyka i profilaktyka w walce o zdrowie i dobrostan. Lublin 2008. Wydawnictwo NeuroCentrum. 167-180.
96. Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pasiak J. Człowiek zazwyczaj ma dwie nogi - ujęcie stabilograficzne W: Czynniki ryzyka i profilaktyka w walce o zdrowie i dobrostan. Lublin 2008. Wydawnictwo NeuroCentrum. 155-166.
97. Strzecha M, Knapik M, Baranowski P, Pękała A, Pasiak J. Znaczenie kliniczne rzetelności pomiarowej narzędzi diagnostycznych stosowanych do oceny postawy ciała. *Rahabil Prakt.* 2014; 4: 28-32.
98. Olejarz P, Olchowik G. Rola dynamicznej posturografii komputerowej w diagnostyce zaburzeń równowagi. *Otolaryngologia.* 2011; 10(3): 103-110.
99. Lyons JG, Heeren T, Stuver SO, Fredman L. Assessing the agreement between 3-meter and 6-meter walk tests in 136 community-dwelling older adults. *J Aging Health.* 2015; 27(4): 594-605.
100. Lajoie Y, Gallagher SP. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers, *Arch. Gerontol. Geriatr.* 2004; 38: 11-26.
101. Isles RC, Choy NL, Steer M, Nitz JC. Normal Values of Balance Tests in Women Aged 20-80. *J Am Geriatr Soc.* 2004; 52(8): 1367-1372.
102. Mętel S, Kwiatkowska A, Głodzik J, Szczygieł E. Wykorzystanie testu Functional Strength w ocenie stanu funkcjonalnego oraz w monitorowaniu procesu rehabilitacji medycznej osób starszych. *Gerontol. Pol.* 2012; 20(4): 148-154.
103. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1999; 70(2): 113-119.
104. Hodgkinson M. Evaluation of a mental test score for assessment of mental impairment in the elderly. *Age Ageing* 1972; 1: 233-238.

105. Skalska A. Kompleksowa ocena geriatryczna. W: Geriatria z elementami gerontologii ogólnej, Red: Grodzicki T, Kocemba J, Skalska A, ViaMedica, Gdańsk 2007: 68-75.
106. Wiktor K, Drozdowska B, Czekajło A, Hebel R. Wybrane metody oceny czynnościowej (funkcjonalnej) w praktyce lekarskiej. *Ann Acad Med Siles.* 2010; 64(5-6), 76-81.
107. Wall JC, Bell C, Campbell S, Davis J. The timed get-up-and-go test revisited: Measurement of the component task. *J Rehabil Res Dev.* 2000; 37(1): 109-113.
108. Bosacka M, Bączyk G. Rola klinimetrii w pracy pielęgniarki z pacjentem po udarze mózgu. *Pielęg Pol.* 2014; 3(53): 244-249.
109. Szostek-Rogula S, Zamysłowska-Szmytke E. Przegląd skal i testów dla oceny czynnościowej pacjenta z zawrotami głowy i zaburzeniami równowagi. *Otolaryngologia.* 2015; 14(3): 141-149.
110. Szewleczek J, Durmała J, Duława J, Sosnowski M. Analiza skuteczności, bezpieczeństwa i kosztów wdrożenia programu aktywności fizycznej u chorych geriatrycznych, kierowanych do leczenia szpitalnego - założenia projektu badawczego. *Geriatria.* 2009; 3: 206-213.
111. Bohannon RW. Single limb stance times: a descriptive metaanalysis of data from individuals at least 60 years of age. *Topics Geriatr Rehabil* 2006; 22: 70-77.
112. Balogun JA, Ajayi LO, Alawale F. Determinants of single limb stance balance performance. *Afr J Med Sci* 1997; 26: 153-157.
113. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1999; 70: 113-119.
114. Jones C.J., Rikli R.E. Measuring functional fitness of older adults. *J.Active Aging* 2002; March-Apr: 24-30.
115. Rabiej M. Statystyka z programem Statistica. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2012
116. Stanisław A. Przystępny kurs statystyki w oparciu o program STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 1. Statystyki podstawowe. Statsoft Polska, Kraków 2006.
117. Di Lorenzo L, Jennifer Y, Pappagallo M. Psoas impingement syndrome in hip osteoarthritis. *Joint Bone Spine.* 2009; 76(1): 98-100.
118. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010; 46(2): 239-248.

119. Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev.* 2012; 92(4):1651-1697.
120. Szymanski C, Thouwarecq R, Dujardin F, Migaud H, Maynou C, Girard J. Functional performance after hip resurfacing or total hip replacement: a comparative assessment with non-operated subjects. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012; 98(1): 1-7.
121. Weiler HT, Pap G, Awiszus F. The role of joint afferents in sensory processing in osteoarthritis knees. *Rheumatology.* 2000; 39(8): 850-856.
122. Majewski M, Bischoff-Ferrari HA, Grüneberg C, Dick W, Allum JH. Improvements in balance after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87(10): 1337-1343.
123. Mitchell S, McCaskie A, Francis R, Peaston R, Birrell F, Lingard E. The need for a falls prevention programme for patients undergoing hip and knee replacement surgery. *J Orthop Nurs.* 2007; 11: 98-103.
124. Chang CJ, Lin NL, Lee MS, Chern JS. Recovery of Posture Stability at Different Foot Placements in Patients Who Underwent Minimally Invasive Total Hip Arthroplasty: A One-Year Follow-Up Study. *Biomed Res Inter.* Epub 2015 Oct 25. doi: 10.1155/2015/463792.
125. Rasch A, Dalén N, Berg HE. Muscle strength, gait, and balance in 20 patients with hip osteoarthritis followed for 2 years after THA. *Acta Orthop.* 2010; 81(2): 183-188.
126. Calò L, Rabini A, Picciotti PM, Laurino S, Passali GC, Ferrara PE, Maggi L, Piazzini DB, Specchia A, Frasca G, Ronconi G, Bertolini C, Scarano E. Postural control in patients with total hip replacement. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009; 45(3): 327-334.
127. Nantel J, Termoz N, Centomo H, Lavigne M, Vendittoli PA, Prince F. Postural balance during quiet standing in patients with total hip arthroplasty and surface replacement arthroplasty. *Clin Biomech.* 2008; 23(4): 402-407.
128. Kim TE, Mariano ER. Developing a multidisciplinary fall reduction program for lower-extremity joint arthroplasty patients. *Anesthesiol Clin.* 2014; 32(4): 853-864.
129. Jørgensen CC, Kehlet H. Fall-related admissions after fast-track total hip and knee arthroplasty - cause of concern or consequence of success? *Clin Interv Aging.* 2013; 8: 1569-1577.

130. Jans Ø, Bundgaard-Nielsen M, Solgaard S, Johansson PI, Kehlet H. Orthostatic intolerance during early mobilization after fast-track hip arthroplasty. *Br J Anaesth.* 2012; 108(3): 436-443.
131. Mandl LA, Lyman S, Quinlan P, Bailey T, Katz J, Magid SK. Falls among patients who had elective orthopaedic surgery: a decade of experience from a musculoskeletal specialty hospital. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43(2): 91-96.
132. Vissers MM, Bussmann JB, de Groot IB, Verhaar JA, Reijman M. Walking and chair rising performed in the daily life situation before and after total hip arthroplasty. *Osteoarthritis Cartilage.* 2011; 19(9): 1102-1107.
133. Di Monaco M, Vallero F, Tappero R, Cavanna A. Rehabilitation after total hip arthroplasty: a systematic review of controlled trials on physical exercise programs. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009; 45(3): 303-317.
134. Nakagawa N, Masuhara K, Shimada T. Deterioration of position sense at the hip joint following total hip arthroplasty : A prospective time course study. *Bulletin of Health Sciences Kobe.* 2003; 19: 87-94.
135. Zati A, Degli Esposti S, Spagnoletti C, Martucci E, Bilotta TW. Does total hip arthroplasty mean sensorial and proprioceptive lesion? A clinical study. *Chir Organi Mov.* 1997; 82(3): 239-247.
136. Monaghan B, Grant T, Hing W, Cusack T. Functional exercise after total hip replacement (FEATHER): a randomised control trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012 Nov 28; 13: 237. doi: 10.1186/1471-2474-13-237.
137. Dietz V. Proprioception and locomotor disorders. *Nat Rev Neurosci* 2002; 3: 781-790.
138. Yesilyaprak SS. Hip Problems and Proprioception W: Proprioception: The Forgotten Sixth Sense. pod red. Kaya D. OMICS Group eBooks. Foster City. 2015.
139. Gilbey HJ, Ackland TR, Wang AW, Morton AR, Trouchet T, Tapper J. Exercise improves early functional recovery after total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2003; (408): 193-200.
140. Tugay N, Tugay U. Proprioception after the arthroplasty W: Proprioception: The Forgotten Sixth Sense. pod red. Kaya D. OMICS Group eBooks. Foster City. 2015
141. Skinner HB, Wyatt MP, Hodgdon JA, Conard DW, Barrack RL. Effect of fatigue on joint position sense of the knee. *J Orthop Res.* 1986; 4(1): 112-118.
142. Stender BL, Drowatzky JN. Joint position sense in subject with total hip replacements: the possible role of muscle afferents. *Clin Kinesion.* 1994; 48: 10-24.

143. Larkin B, Nyazee H, Motley J, Nunley RM, Clohisy JC, Barrack RL. Hip resurfacing does not improve proprioception compared with THA. *Clin Orthop Relat Res.* 2014; 472(2): 555-561.
144. Ikutomo H, Nagai K, Nakagawa N, Masuhara K. Falls in patients after total hip arthroplasty in Japan. *J Orthop Sci.* 2015; 20(4): 663-668.
145. Nagai K, Ikutomo H, Yamada M, Tsuboyama T, Masuhara K. Fear of falling during activities of daily living after total hip arthroplasty in Japanese women: a cross-sectional study. *Physiotherapy.* 2014; 100(4): 325-330.
146. Talis VL, Grishin AA, Solopova IA, Oskanyan TL, Belenky VE, Ivanenko YP. Asymmetric leg loading during sit-to-stand, walking and quiet standing in patients after unilateral total hip replacement surgery. *Clin Biomech.* 2008; 23(4): 424-433.
147. Dwyer MK, Stafford K, Mattacola CG, Uhl TL, Giordani M. Comparison of gluteus medius muscle activity during functional tasks in individuals with and without osteoarthritis of the hip joint. *Clin Biomech.* 2013; 28(7): 757-761.
148. Nallegowda M, Singh U, Bhan S, Wadhwa S, Handa G, Dwivedi SN. Balance and gait in total hip replacement: a pilot study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003; 82(9): 669-677.
149. Lavigne M, Therrien M, Nantel J, Roy A, Prince F, Vendittoli PA. The John Charnley Award: The functional outcome of hip resurfacing and large-head THA is the same: a randomized, double-blind study. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468(2): 326-336.
150. Kostka J, Kilon M, Pruszyńska M, Czernicki J. Wpływ postępowania fizjoterapeutycznego na sprawność chodu pacjentów po wszczepieniu endoprotezy stawu biodrowego. *Prz Med Uniw Rzesz Inst Leków.* 2013; 11(1): 32-39.
151. Melchiorri G, Viero V, Triossi T, Sorge R, Marchetti C, Arena NE, Tancredi V. Late Isometric Assessment of Hip Abductor Muscle and Its Relationship with Functional Tests in Elderly Women Undergoing Replacement of Unilateral Hip Joint. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015; 94(10): 758-767.
152. Kolk S, Minten MJ, van Bon GE, Rijnen WH, Geurts AC, Verdonschot N, Weerdesteyn V. Gait and gait-related activities of daily living after total hip arthroplasty: a systematic review. *Clin Biomech.* 2014; 29(6): 705-718.
153. Agostini V, Ganio D, Facchin K, Cane L, Moreira Carneiro S, Knaflitz M. Gait parameters and muscle activation patterns at 3, 6 and 12 months after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2014; 29(6): 1265-1272.

154. Horstmann T, Listringhaus R, Haase GB, Grau S, Mündermann A. Changes in gait patterns and muscle activity following total hip arthroplasty: a six-month follow-up. *Clin Biomech.* 2013; 28(7): 762-769.
155. Reardon K, Galea M, Dennett X, Choong P, Byrne E. Quadriceps muscle wasting persists 5 months after total hip arthroplasty for osteoarthritis of the hip: a pilot study. *Intern Med J.* 2001; 31(1): 7-14.
156. Fukumoto Y, Ohata K, Tsukagoshi R, Kawanabe K, Akiyama H, Mata T, Kimura M, Ichihashi N. Changes in hip and knee muscle strength in patients following total hip arthroplasty. *J Jpn Phys Ther Assoc.* 2013; 16(1): 22-27.
157. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85(4): 589-592.
158. Miller PK, Bird AM. Localized muscle fatigue and dynamic balance. *Percept Mot Skills.* 1976; 42(1): 135-138.
159. Cetin N, Bayramoglu M, Aytar A, Surenkok O, Yemisci OU. Effects of lower-extremity and trunk muscle fatigue on balance. *Open Sports Med J.* 2008; 2: 16–22.
160. Helbostad JL, Sturnieks DL, Menant J, Delbaere K, Lord SR, Pijnappels M. Consequences of lower extremity and trunk muscle fatigue on balance and functional tasks in older people: a systematic literature review. *BMC Geriatr.* Epub 2010 Aug 17; 10: 56. doi: 10.1186/1471-2318-10-56.
161. Colledge NR, Cantley P, Peaston I, Brash H, Lewis S, Wilson JA. Ageing and balance: the measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontology.* 1994; 40(5): 273-278.
162. Bejek Z, Paróczai R, Illyés A, Kiss RM. The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006; 14(7): 612-622.
163. Coulter CL, Scarvell JM, Neeman TM, Smith PN. Physiotherapist-directed rehabilitation exercises in the outpatient or home setting improve strength, gait speed and cadence after elective total hip replacement: a systematic review. *J Physiother.* 2013; 59(4): 219-226.

11. SPIS TABEL

Tabela 1. Czynniki ryzyka upadków wg EBM [63].....	17
Tabela 2. Charakterystyka wieku grupy badawczej i kontrolnej.....	27
Tabela 3. Dane dotyczące wagi, wzrostu i BMI grupy badawczej i kontrolnej.....	28
Tabela 4. Występowanie chorób w badanych grupach.	29
Tabela 5. Występowanie zawrotów głowy, bezsenności oraz problemów ze wzrokiem u badanych.	29
Tabela 6. Liczba leków przyjmowanych w ciągu dnia przez osoby z grupy badawczej i kontrolnej.....	30
Tabela 7. Częstotliwość występowania upadków w grupach w ciągu ostatniego roku. ..	30
Tabela 8. Konsekwencje upadków.	31
Tabela 9. Charakterystyka okoliczności upadków.	31
Tabela 10. Rozkład aktywności fizycznej w ciągu tygodnia w grupie badawczej i kontrolnej.....	32
Tabela 11. Aktywność fizyczna wybierana przez osoby z grupy badawczej i kontrolnej..	32
Tabela 12. Występowanie problemu z wchodzeniem i schodzeniem po schodach oraz samoocena występowania zaburzeń równowagi (test χ^2 Pearsona).	33
Tabela 13. Występowanie bólu stawów obwodowych w grupie badawczej i kontrolnej. ..	33
Tabela 14. Występowanie bólu kręgosłupa u badanych.....	34
Tabela 15. Przyczyny operacji zgłaszane przez pacjentów.....	35
Tabela 16. Czas trwania poszczególnych testów statycznych.....	46
Tabela 17. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu NS EO przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test U Manna-Whitneya).....	49

Tabela 18. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu NS EC przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test U Manna-Whitneya).....	50
Tabela 19. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu tandem (TEP vs TK, TZP vs TK) przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test U Manna-Whitneya).	51
Tabela 20. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu tandem (TEP vs TK, TZP vs TK) przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta lub U Manna-Whitneya).....	52
Tabela 21. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu tandem wariant 2 (2TEP vs 2TK, 2TZP vs 2TK) przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta, Welcha lub U Manna-Whitneya).....	53
Tabela 22. Porównanie wyników uzyskanych w teście stania na 1 nodze przez 5 s (1E vs 1K, 1Z vs 1K) przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta lub U Manna-Whitneya).	54
Tabela 23. Korelacja wyników uzyskanych w płaszczyźnie strzałkowej w badaniu NS EC (Pearsona).	55
Tabela 24. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu NS EO i NS EC przez grupę badawczą oraz poziomy istotności różnic (test Welcha, test U Manna-Whitneya).	56
Tabela 25. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu dynamicznym na planszy A100 i A60 przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test U Mann-Whitney).....	57
Tabela 26. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu dynamicznym na planszy B100 i B60 przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta, Welcha lub U Manna-Whitneya).	58
Tabela 27. Porównanie wyników uzyskanych w badaniu dynamicznym na planszy D100 i D60 przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziomy istotności różnic (test t-studenta lub U Manna-Whitneya)	59

Tabela 28. Porównanie wyników uzyskanych w testach klinicznych oraz wartość poziomu istotności różnic (test t-studenta, Welcha lub U Manna-Whitneya)..	60
Tabela 29. Porównanie wyników uzyskanych w test teście przez grupę badawczą i kontrolną oraz poziom istotności różnic (test t-studenta).....	61
Tabela 30. Porównanie wyników uzyskanych w teście stania na 1 nodze przez grupę badawczą (1E i 1Z) i grupę kontrolną (1K) oraz poziom istotności różnic (test U Manna-Whitneya)	62
Tabela 31. Porównanie wyników uzyskanych w skali równowagi Berga przez osoby z grupy badawczej i kontrolnej.....	62
Tabela 32. Porównanie wyników uzyskanych w wybranych zadaniach skali równowagi Berga przez grupę badawczą i kontrolną.....	63
Tabela 33. Porównanie wyników uzyskanych w próbie stania na jednej nodze przez grupę badawczą i kontrolną.....	64
Tabela 34. Korelacje oraz poziom istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu normal standing z oczami otwartymi (korelacja Pearsona).....	65
Tabela 35. Korelacje oraz poziom istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu normal standing z oczami zamkniętymi (korelacja Pearsona).	66
Tabela 36. Korelacje oraz poziom istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu tandem z kończyną operowaną z przodu (korelacja Pearsona).	67
Tabela 37. Korelacje oraz poziom istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu tandem z kończyną nieoperowaną z przodu (korelacja Pearsona).	68
Tabela 38. Korelacje oraz poziom istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu tandem wariant 2 z kończyną operowaną z przodu (korelacja Pearsona).	69

Tabela 39. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu tandem wariant 2 z kończyną nieoperowaną z przodu (korelacja Pearsona).	70
Tabela 40. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu stanie na 1 nodze - operowanej (korelacja Pearsona).....	71
Tabela 41. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu stanie na 1 nodze - nieoperowanej (korelacja Pearsona).....	72
Tabela 42. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na planszach A100 i A60 (korelacja Pearsona).....	73
Tabela 43. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na planszach B100 i B60 (korelacja Pearsona).	74
Tabela 44. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na planszy D100 i D60 (korelacja Pearsona).	75
Tabela 45. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w testach: "wstań i idź", chodu na dystansie 3m, wychyleniu w przód i wstawaniu z krzesła (korelacja Pearsona).....	76
Tabela 46. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w step teście i teście stania na 1 nodze (korelacja Pearsona).	77
Tabela 47. Korelacje oraz poziomy istotności statystycznej między wybranymi parametrami z ankiety, a wynikami uzyskanymi w skali równowagi Berga (korelacja Spearmana).	78

Tabela 48. Korelacje skali równowagi Berga z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Spearmana).....	79
Tabela 49. Korelacje skali równowagi Berga z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Spearmana).	80
Tabela 50. Korelacja wyników skali równowagi Berga z wynikami uzyskanymi w testach klinicznych (korelacja Spearmana).....	81
Tabela 51. Korelacja wyników testu "wstań i idź" z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).	82
Tabela 52. Korelacja wyników testu przejścia dystansu 3 metrów z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).....	83
Tabela 53. Korelacja wyników testu wychylenia w przód z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).	84
Tabela 54. Korelacja wyników wstawiania z krzesła z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).	85
Tabela 55. Korelacja wyników step testu wykonywanego kończyną operowaną z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).....	86
Tabela 56. Korelacja wyników step testu wykonywanego kończyną nieoperowaną z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).....	87
Tabela 57. Korelacja wyników testu stania na 1 nodze (operowanej) z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).....	88
Tabela 58. Korelacja wyników testu stania na 1 nodze (nieoperowanej) z wynikami uzyskanymi w badaniu statycznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).....	89

Tabela 59. Korelacja wyników testu "wstań i idź" z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).	90
Tabela 60. Korelacja wyników testu przejścia dystansu 3m na czas z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).....	91
Tabela 61. Korelacja wyników testu wychylenia w przód z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).	92
Tabela 62. Korelacja wyników testu wstawania z krzesła z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).	93
Tabela 63. Korelacja wyników step testu wykonywanego kończyną operowaną z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej (korelacja Pearsona).....	94
Tabela 64. Korelacja wyników step testu wykonywanego kończyną nieoperowaną z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej. 95	
Tabela 65. Korelacja wyników testu stania na 1 nodze (operowanej) z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej.	96
Tabela 66. Korelacja wyników testu stania na 1 nodze (nieoperowanej) z wynikami uzyskanymi w badaniu dynamicznym na platformie balansowej.	97
Tabela 67. Korelacja wyników uzyskanych w testach klinicznych (korelacja Pearsona)..	98

12. SPIS RYCIN

Rycina 1. Granice stabilności [7].....	8
Rycina 2. Schemat przedstawiający kontrolę postawy ciała [20].....	10
Rycina 3. Strategie ruchowe kontrolujące równowagę ciała [23].	12
Rycina 4. Trasa dla testu "wstań i idź".	39
Rycina 5. Wykonanie testu wychylenia w przód.....	40
Rycina 6. Wykonanie step testu.....	41
Rycina 7. Wykonanie testu wstawania z krzesła.	42
Rycina 8. Pozycja w czasie badania normal standing z oczami otwartymi i zamkniętymi.	43
Rycina 9. Ustawienie stóp w pozycji tandem.	44
Rycina 10. Ustawienie stóp w pozycji tandem wariant 2.	45
Rycina 11. Ustawienie kończyn dolnych w teście stania na 1 nodze.	45
Rycina 12. Plansze A, B, i D (od lewej) oraz kierunki dla przemieszczenia środka ciężkości.	47
Rycina 13. Plansza B w czasie badania dynamicznego na platformie balansowej.	47

13. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1

Poznań, dn.

Zgoda na przeprowadzenie badania

Ja niżej podpisana/y wyrażam zgodę na udział w badaniach naukowych obejmujących ocenę równowagi u osób po 60 roku życia. Oświadczam, iż zapoznano mnie ze wszystkimi aspektami badania, a także o możliwości wycofania się z niego w każdej chwili bez podania przyczyny. Zgadzam się na wykorzystanie wyników w celach naukowych bez ubiegania się o korzyści finansowe.

.....

Podpis uczestnika badania

WYWIAD:

1. Wiek:
2. Płeć: kobieta/mężczyzna
3. Waga:
4. Wzrost:
5. BMI:
6. Ocena aktualnego bólu kręgosłupa:

7. Choroby: cukrzyca, zawał mięśnia sercowego, choroba niedokrwienna serca, nadciśnienie tętnicze, nowotwór, osteoporoza, inne:

.....

.....

8. Przyjmowane leki: ile: jakie?

.....

.....

9. Zawroty głowy: tak / nie

10. Zawroty głowy po nocy lub dłuższym leżeniu: tak / nie

11. Bezsenność: tak / nie

12. Problemy ze wzrokiem: tak / nie

13. Rodzaj pomocy ortopedycznej używanej podczas chodu:

14. Przebyte poważniejsze kontuzje:

.....

.....

15. Upadki w ostatnim roku:

Ilość upadków	/ dzień	/ tydzień	/ miesiąc	/ rok
0				
1-3				
4-6				
7-9				
≥10				

16. Data ostatniego upadku:.....

17. Okoliczność upadku:

upadek w domu / poza domem

podczas wstawania / siadania / schylania się / chodu / inne:

.....

18. Uraz spowodowany ostatnim poważnym upadkiem:

.....

.....

19. Występowanie lęku przed kolejnymi upadkami: tak / nie

20. Problemy z wchodzeniem po schodach: tak / nie

21. Problemy ze schodzeniem po schodach: tak / nie

22. Samoocena występowania zaburzeń równowagi: tak/nie, kiedy:

.....

23. Aktywność fizyczna w ostatnim roku:

regularna/nieregularna

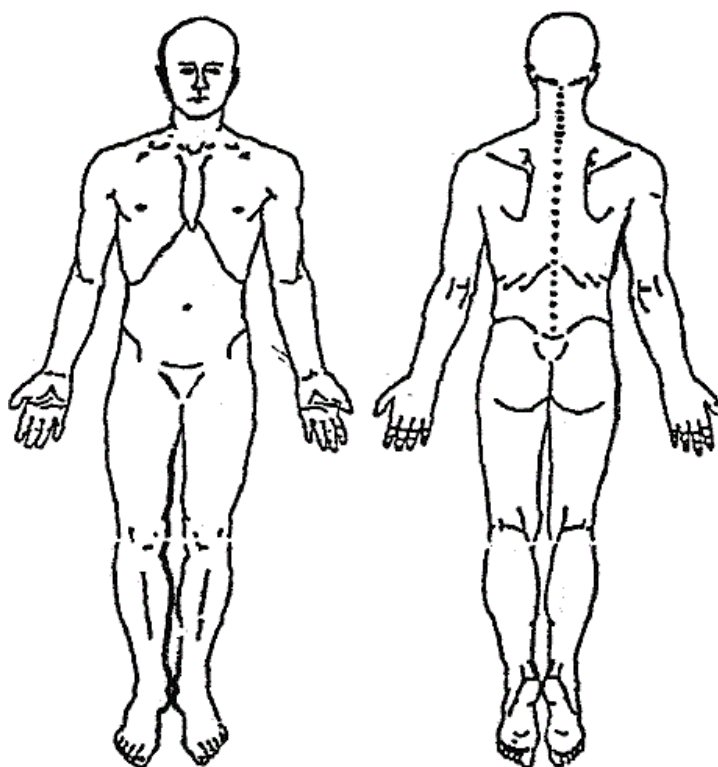
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 razy w tygodniu

(spacer, rower, basen, gimnastyka,))

..... razy w miesiącu

(spacer, rower, basen, gimnastyka,))

24. Występowanie bólu w obrębie narządu ruchu:



***Pytania do osób po endoprotezoplastyce stawu biodrowego:**

25. Data wykonania operacji:

26. Dostęp:

27. Kończyna: lewa / prawa

28. Typ: endoproteza cementowa / bezcementowa

29. Przyczyna operacji:

30. Powikłania:

31. Rehabilitacja po operacji: w szpitalu, w domu, przychodnia, inne:

32. Inne ważne informacje:

.....
.....
.....

KARTA BADANIA:**1. Skrócony Test Sprawności Umysłowej (AMTS)**

1. Ile ma pan/pani lat?	1	0
2. Która jest godzina? (z dokładnością do 1 godziny)	1	0
3. Jaki mamy rok?	1	0
4. Proszę powtórzyć podany adres: ulica Gruszkowa 42	1	0
5. Proszę podać swój adres.	1	0
6. Kto to był Jan Paweł II?	1	0
7. Proszę podać datę swoich urodzin (pełną).	1	0
8. W którym roku rozpoczęła się II wojna światowa?	1	0
9. Jak nazywa się prezydent?	1	0
10. Proszę policzyć wspak od 20.	1	0
11. Proszę przypomnieć podany wcześniej adres.	1	0

Wynik:

2. Skala oceny podstawowych czynności w życiu codziennym – Skala ADL Katza

Samodzielność w zakresie:

TAK

NIE

	TAK	NIE
Kąpanie się	1	0
Ubieranie się i rozbieranie	1	0
Korzystanie z toalety	1	0
Wstawanie z łóżka i przemieszczanie się na fotel	1	0
Samodzielne jedzenie	1	0
Kontrolowane wydalanie moczu i stolca	1	0

Wynik

3. Skala oceny złożonych czynności życia codziennego – Skala IADL Lawtona

1. Czy potrafisz korzystać z telefonu?

3 = bez pomocy

2 = z niewielką pomocą

1 = zupełnie nie jesteś w stanie korzystać

2. Czy jesteś w stanie dotrzeć do miejsc poza odległością spaceru?

3 = bez pomocy

2 = z niewielką pomocą

1 = zupełnie nie jesteś w stanie podróżować, dopóki nie poczyni się specjalnych przygotowań

3. Czy wychodzisz na zakupy po artykuły spożywcze?
 3 = bez pomocy
 2 = z niewielką pomocą
 1 = zupełnie nie jesteś w stanie robić jakichkolwiek zakupów
4. Czy możesz samodzielnie przygotować sobie posiłki?
 3 = bez pomocy
 2 = z niewielką pomocą
 1 = nie jesteś w stanie
5. Czy możesz samodzielnie wykonywać prace domowe (np. sprzątanie)?
 3 = bez pomocy
 2 = z niewielką pomocą
 1 = zupełnie nie jesteś w stanie
6. Czy możesz samodzielnie majsterkować/wyprać swoje rzeczy?
 3 = bez pomocy
 2 = z niewielką pomocą
 1 = nie jesteś w stanie
7. Czy samodzielnie przygotowujesz i przyjmujesz leki?
 3 = bez pomocy
 2 = z niewielką pomocą
 1 = nie jesteś w stanie
8. Czy samodzielnie gospodarujesz pieniędzmi?
 3 = bez pomocy
 2 = z niewielką pomocą
 1 = nie jesteś w stanie

Wynik końcowy...../24

4. Skala równowagi Berga

1. Wstawanie	0	1	2	3	4
2. Stanie bez pomocy (2min)	0	1	2	3	4
3. Siedzenie bez pomocy (2 min)	0	1	2	3	4
4. Siadanie	0	1	2	3	4
5. Przesiadanie się	0	1	2	3	4
6. Stanie bez pomocy z zamkniętymi oczami (10 s)	0	1	2	3	4
7. Stanie bez pomocy ze złączonymi stopami (1 min)	0	1	2	3	4
8. Stojąc sięganie wyciągniętą ręką	0	1	2	3	4
9. W pozycji stojącej, podnoszenie z podłogi przedmiotu	0	1	2	3	4
10. Oglądanie się w prawo i w lewo bez poruszania ramionami	0	1	2	3	4
11. Obrót o 360° (< 4 s)	0	1	2	3	4
12. Naprzemienne stawianie stóp na podnóżku (8 kroków w 20 s)	0	1	2	3	4
13. Stanie bez pomocy z jedną stopą wysuniętą do przodu (30 s)	0	1	2	3	4
14. Stanie na jednej nodze (> 10 s)	0	1	2	3	4

Wynik końcowy: / 56

5. Pozostałe próby:

TEST:	WYNIKI PRÓB:		
„Wstań i idź”	1:	2:	3:
Szybkość chodu 3 m:	1:	2:	3:
Wchylenie w przód:	1:	2:	2:
Stanie na 1 nodze:	1 lewa: 1 prawa:	2 lewa: 2 prawa:	3 lewa: 3 prawa:
Wchodzenie 1 nogą na stopień 15s:	1 lewa: 1 prawa	2 lewa: 2 prawa	
Wstawanie z krzesła 30 s:	1:		

6. Badanie równowagi statycznej na platformie balansowej:

Normal Standing EO:	30s
Normal Standing EC:	30 s
Tandem LP:	10 s
Tandem PP:	10 s
Tadnem* LP:	20 s*
Tandem* PP:	20s*
One Leg Standing L:	5 s
One Leg Standing P:	5s

7. Badanie równowagi dynamicznej na platformie balansowej:

Szybkość:	A 100:
	B 100:
	D 100:

Dokładność:	A 60:
	B 60:
	D 60:

Analiza normalności rozkładu wyników

Tabela. Wyniki dla testów normalności rozkładu Shapiro-Wilka dla parametrów otrzymanych w badaniu normal standing z oczami otwartymi (EO) i zamkniętymi (EC).

Testy normalności rozkładu: normal standing										
test	grupa	N	Shapiro-Wilk	X (mm/s)	Y (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
EO	badawcza	30	p	0,209	0,518	0,000	0,484	0,017	0,000	0,000
	kontrolna	30	p	0,028	0,001	0,001	0,000	0,132	0,014	0,081
EC	badawcza	30	p	0,206	0,392	0,003	0,011	0,040	0,005	0,189
	kontrolna	30	p	0,005	0,007	0,006	0,651	0,623	0,002	0,000

N - oznacza liczebność

Tabela. Wyniki dla testu normalności rozkładu parametrów otrzymanych w badaniu statycznym na platformie balansowej w pozycji tandem.

Testy normalności rozkładu: próba tandem									
Grupa	N	Shapiro-Wilk	X (mm/s)	Y (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
badawcza TEP	28	p	0,002	0,000	0,000	0,152	0,029	0,853	0,006
badawcza TZP	28	p	0,022	0,032	0,000	0,277	0,007	0,458	0,136
kontrolna TK	30	p	0,401	0,044	0,002	0,749	0,334	0,508	0,063

Tabela. Wyniki dla testu normalności rozkładu parametrów otrzymanych w badaniu statycznym na platformie balansowej w pozycji tandem wariant 2.

Testy normalności rozkładu: próba tandem wariant 2									
grupa	N	Shapiro-Wilk	X (mm/s)	Y (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
badawcza 2TEP	30	p	0,159	0,979	0,001	0,079	0,013	0,025	0,080
badawcza 2TZP	30	p	0,599	0,082	0,000	0,000	0,000	0,299	0,170
kontrolna 2TK	30	p	0,300	0,011	0,007	0,188	0,134	0,226	0,533

Tabela. Wyniki dla testu normalności rozkładu parametrów otrzymanych w badaniu na platformie balansowej w pozycji stania na 1 nodze.

Testy normalności rozkładu: próba stania na 1 nodze									
grupa	N	Shapiro-Wilk	X (mm/s)	Y (mm/s)	moment prędkości	widmo Y (Hz)	widmo Y (mm)	widmo X (Hz)	widmo X (mm)
badawcza 1E	22	p	0,059	0,004	0,005	0,631	0,406	0,444	0,757
badawcza 1Z	25	p	0,012	0,045	0,013	0,673	0,604	0,195	0,019
kontrolna 1Z	27	p	0,561	0,016	0,004	0,646	0,052	0,960	0,614

Tabela. Wyniki testów normalności parametrów otrzymanych w badaniu dynamicznym na platformie balansowej na planszach: A100, A60, B100, B60, D100 i D60.

Testy normalności rozkładu: badanie dynamiczne							
test	grupa	N	Shapiro-Wilk	czas	dystans	dystans Y	dystans X
A100	badawcza	30	p	0,010	0,019	0,725	0,004
	kontrolna	30	p	0,001	0,000	0,002	0,000
A60	badawcza	30	p	0,002	0,000	0,004	0,000
	kontrolna	30	p	0,055	0,571	0,128	0,135
B100	badawcza	30	p	0,002	0,034	0,360	0,046
	kontrolna	30	p	0,009	0,008	0,064	0,000
B60	badawcza	30	p	0,346	0,084	0,296	0,020
	kontrolna	30	p	0,011	0,300	0,646	0,098
D100	badawcza	30	p	0,010	0,007	0,084	0,002
	kontrolna	30	p	0,890	0,177	0,890	0,061
D60	badawcza	30	p	0,438	0,010	0,110	0,005
	kontrolna	30	p	0,536	0,039	0,075	0,033

Tabela. Wyniki testów normalności rozkładu parametrów otrzymanych w teście "wstań i idź", teście chodu na dystansie 3m, wychylenia w przód oraz wstawania z krzesła.

Testy normalności rozkładu						
grupa	N	Shapiro-Wilk	"wstań i idź"	3m	wchylenie w przód	wstawanie z krzesła
badawcza	30	p	0,036	0,836	0,161	0,113
kontrolna	30	p	0,435	0,910	0,458	0,000

Tabela. Wyniki testów normalności rozkładu parametrów otrzymanych w step teście i w teście stania na 1 nodze

Testy normalności rozkładu				
grupa	N	Shapiro-Wilk	step test	stanie na 1 nodze
badawcza endoproteza (stepE i 1E)	30	p	0,083	0,001
badawcza zdrowa (stepZ i 1Z)	30	p	0,093	0,051
kontrolna (stepK i 1K)	30	p	0,963	0,007