

ANNA PUCHALSKA-SARNA^{1,2}, NATALIA MUSIAŁ¹, JOANNA BARAN^{1,3},
TERESA POP^{1,3}

¹ Instytut Nauk o Zdrowiu, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski, Polska

² Kliniczny Regionalny Ośrodek Rehabilitacyjno-Edukacyjny dla Dzieci i Młodzieży w Rzeszowie

³ Przyrodniczo-Medyczne Centrum Badań Innowacyjnych, Uniwersytet Rzeszowski, Polska

13. Wpływ stylu życia oraz kierunku studiów na równowagę młodych dorosłych

The lifestyle and course study impact on the balance of young adults

Streszczenie

Wstęp: Celem pracy było zbadanie kwestii, czy kierunek studiów i styl życia wpływają na równowagę u młodych dorosłych. **Materiał i metody:** Badaniem objęto 62 studentów fizjoterapii i systemów diagnostycznych w medycynie w wieku od 20 do 24 lat. Przeprowadzone zostało za pomocą autorskiej ankiety. Dodatkowo osoby zostały przebadane systemem Zebris pod kątem oceny równowagi. Uzyskane wyniki poddane zostały analizie statystycznej. **Wyniki:** Wykazano zależność pomiędzy wzrostem, wagą, płcią badanych oraz stylem życia a parametrami równowagi. Czynniki, takie jak masa ciała, wiek i aktywność fizyczna, wykazały również wpływ na rozkład symetrii nacisku kończyn dolnych u grupy badanej. Zaobserwowano statystycznie istotną średnią korelację ujemną wieku i całkowitego obciążenia kończyny dolnej prawej w grupie kobiet ($R=-0,373$; $p=0,015$). Zaobserwowano również statystycznie istotną średnią korelację dodatnią ($p=0,029$) wartości COP HD (Horizontal Deviation) w grupie kobiet w zależności od kierunku studiów. **Wnioski:** Najistotniejszymi czynnikami wpływającymi na parametry równowagi badanych jest wzrost, wiek oraz niektóre składowe stylu życia. Z kolei na rozkład sił nacisku i symetrię obciążenia kończyn dolnych wpływa przede wszystkim masa ciała mężczyźni, wiek kobiet oraz częstość palenia papierów i jakość snu.

Słowa kluczowe: równowaga, symetria obciążenia, rozkład sił nacisku, parametry równowagi, wychylenia środka ciężkości, kończyny dolne

Abstract

Introduction: The purpose is to examine if course study and lifestyle have impact on balance of young adults. **Material and methods:** The research was conducted on group of 62 physiotherapy and diagnostic systems in medicine students aged between 20–24 years. The research has been done using proprietary survey. The subjects were examined using Zebris system. The results were subjected to statistical analysis. **Results:** The

statistical analysis showed a relationship between the height, weight, sex, lifestyle and balance parameters. It also showed that weight, age and physical activity have an impact on lower limbs pressure distribution. Analysis showed significant negative correlation of the age and right lower limb strain in women's group ($R=-0,373$; $p=0,015$). There was also statistically significant positive correlation ($p=0,029$) COP horizontal deviation in women's group depending on course study. **Conclusions:** The most important factors that contribute to balance parameters are height, age and some parts of the lifestyle. What is more, men's weight, women's age, cigarette smoking frequency and quality of sleep have an effect on pressure distribution and lower limbs strain symmetry.

Keywords: balance, burdens symmetry, distribution of contact forces, balance parameters, centre of gravity tilt, lower limbs

Wprowadzenie

Równowaga jest nierozzerwalnie połączona z ruchomością i fizycznością każdego człowieka [1]. Kontrola równowagi i postawy wymaga złożonego współgrania ze sobą systemu sensorycznego i motorycznego [2]. Układ równowagi ciała ludzkiego jest kompleksowym i złożonym systemem współdziałających ze sobą mechanizmów [3]. Zmysł równowagi znajduje się w uchu wewnętrznym, a dokładniej w błędniku błoniastym [4].

Równowaga ma za zadanie zapewnienie aktualnych danych na temat pozycji ciała w przestrzeni, kierunku ruchu oraz prędkości [5]. Prawidłowe kontrolowanie równowagi umożliwia precyzyjna kontrola nerwowo-mięśniowa pochodząca ze wszystkich segmentów ciała [6]. Ważną rolę odgrywa również narząd wzroku i receptory czucia głębokiego, które mają swoje położenie w stawach, mięśniach, torebkach stawowych, ścięgnach i więzadłach [7].

Błędnik, czyli narząd przedsionkowy, odgrywa największą rolę w kontroli równowagi. Proprioreceptory narządu równowagi znajdują się jego obszarze [8].

Mechanizm równowagi jest odpowiedzialny za dostarczanie informacji na temat:

- orientacji ciała w przestrzeni,
- kierunku ruchu i prędkości,
- reakcji, która zapobiega upadkowi i stabilizuje środek ciężkości ciała.

Ostatnim zadaniem jest kontrolowanie ruchów gałek ocznych osoby będącej w ruchu w celu utrzymania właściwego obrazu otaczającej ją przestrzeni [9]. O równowadze statycznej mówimy, kiedy punkt podparcia naszego ciała jest ciągle ten sam. O równowadze dynamicznej mówimy natomiast wtedy, gdy punkt podparcia naszego ciała zmienia się [10].

Zbadano wpływ przebywania na niestabilnej powierzchni na poprawę równowagi dynamicznej u młodych dorosłych osób. Badanie to dowodzi, że dłuższe pozostawanie na niestabilnym podłożu prowadzi do

poprawy równowagi dynamicznej [11]. Patologie zaburzające kontrolowanie ruchu i orientację w przestrzeni mają nieunikniony wpływ na kontrolę postawy [12].

Chociaż pozycja ciała jest nadzorowana głównie przez czynniki fizjologiczne, niektóre czynniki psychologiczne, takie jak niepokój i lęk przed upadkiem, również mogą na nią wpływać [13].

Ekspozycja na mangan (Mn) w powietrzu może powodować neurotoksyczność i niestabilność postawy u pracowników narażonych na działanie czynników zewnętrznych. Przeanalizowano np. kwestię narażenia na mangan z otoczenia na dzieci i ich stabilność postawy. Celem tego badania było określenie związku między ekspozycją na mangan i ołów (Pb) a stabilnością postawy u dzieci [14]. Innym czynnikiem jest intensywny wysiłek. Odpowiednia sprawność motoryczna determinuje zdolność do wykonywania czynności samozachowawczych, pracy zawodowej itd. [15]. Niewiele natomiast wiadomo na temat wpływu przewlekłego palenia papierosów na postawę ciała [16]. Ogólne zmęczenie organizmu może powodować pogorszenie równowagi. Prace badawcze z tego zakresu wskazują na negatywny wpływ zmęczonych mięśni na stabilną postawę ciała zarówno u dorosłych, jak i u dzieci [17]. Zbadano także wpływ zajęć fitness na równowagę młodych kobiet [18]. Znalaziono niską, ale istotną korelację dotyczącą stabilności postawy u dzieci uczęszczających częściej na zajęcia sportowe [19]. Niewiele badań koncentruje się na związku między sygnałami stabilometrycznymi a stymulacją przedsionkową [20]. Aktywacja przedsionkowa wywołana przez wysoką intensywność bodźców akustycznych została po raz pierwszy przeprowadzona na zwierzętach przez Tullio i Zanzucchi [21].

Ostatnio uwzględniono inne bodźce środowiskowe, które mogą pośrednio wpływać na kontrolę stabilności postawy. Jednym z nich jest w szczególności nadmierny hałas środowiskowy, który może występować w niektórych warunkach pracy (np. na budowach, w zakładach produkcyjnych, w zakładach przetwórstwa żywności) [22]. Spośród czynników, mających istotny wpływ na naszą równowagę, możemy wyróżnić również stany chorobowe [6]. Obecnie otyłość staje się głównym problemem zdrowia publicznego. Dotyczy ona nie tylko dorosłych, ale nawet dzieci [23].

Sposoby oceny równowagi u człowieka

Równowagę człowieka można sprawdzić i ocenić na wiele sposobów. Pierwszym z nich jest badanie przedmiotowe. Posturografia to metoda umożliwiająca wykrycie i następnie leczenie zaburzeń równowagi. Jest to jest kompleksowe badanie składające się z kilku procedur, które pozwa-

lają na rejestrację i analizę reakcji pacjentów odpowiedzialnych za utrzymanie równowagi ciała [6].

Innym sposobem jest wykonanie tzw. próby Romberga. Polega ona na rozpoznaniu zaburzeń proprioreceptywnych, mogą być to mielopatie lub na przykład neuropatia czuciowa [24]. Kolejną metodą sprawdzenia naszej równowagi jest wykonanie Próby Untenbergera, która bada odruchy przedsionkowo-rdzeniowe [24]. Najbardziej popularną i znaną wśród testów i skal jest ocena równowagi za pomocą skali Berga (Berg Balance Scale) [24]. Sposobem na sprawdzenie równowagi jest także test Timed Up & Go (TUG). Jest on prosty, nie wymaga sprzętu ani czasu i można go wykonać w prawie każdych warunkach [25]. Do oceny zdolności badanego do utrzymywania równowagi służy również tzw. One Leg Standing Test. Stosowany jest do oceny równowagi w warunkach statycznych, przy ograniczonej powierzchni podparcia [26]. Do zbadania omawianej kwestii posłuży nam także częściowo test Short Physical Performance Battery Test (SPPB). Zawiera on część, którą stosuje się do oceny równowagi statycznej. Bada on stabilność postawy w trzech różnych ustawieniach stóp na podłożu [27].

Najbardziej obiektywnym oraz najdokładniejszym sposobem, który pozwala na ocenę równowagi, są jednak testy stabilometryczne, do których wykonania wykorzystujemy różnego typu platformy. Jednak ze względu na koszty aparatury oraz niewielką dostępność nie są one aż tak powszechnie stosowane. Wykorzystana w tej pracy platforma Zebris służy do zmierzenia rozkładu gęstości sił. Posiada ona czujniki siły, które pozwalają na dokładne przeanalizowanie rozkładu gęstości sił tworzących się pod naszymi stopami w czasie stania. Umożliwia komputerową diagnostykę ułożenia stóp i obciążenia [28]. Zebris została przykładowo wykorzystana w badaniach prowadzonych na temat związku postawy ciała dzieci z ich stabilnością posturalną [29].

Za pomocą platformy dynamograficznej R50300 Cosmogamma zbadano m.in. równowagę u ludzi, którzy przeżyli udar mózgu [30].

Celem niniejszej pracy było zbadanie kwestii, czy kierunek studiów i styl życia wpływają na równowagę u młodych dorosłych.

Pytania badawcze

1. Czy parametry równowagi (długość ścieżki środka ciężkości, wielkość wychyleń środka ciężkości w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej) zależą od kierunku studiów osób badanych, wysokości, masy ciała, wieku, płci oraz stylu życia osób badanych?
2. Czy rozkład sił nacisku i symetria obciążania kończyn dolnych zależą od kierunku studiów osób badanych, wysokości, masy ciała, wieku, płci oraz stylu życia osób badanych?

Materiał i metoda

Materiał

Grupę badaną stanowiło 62 uczestników obu płci, 31 osób z kierunków studiów, które mają do czynienia z ruchem, oraz 31 z kierunków, na których nie są prowadzone zajęcia ruchowe. Badani to studenci Uniwersytetu Rzeszowskiego, którzy wyrazili zgodę na udział w realizacji tego projektu. W grupie badanej znalazło się 20 mężczyzn i 42 kobiety. Wiek uczestników mieścił się w przedziale od 20 do 24 lat.

Kryteria włączenia do badań:

- studiowanie na kierunku studiów o charakterze praktycznym lub o charakterze umysłowym,
- świadoma zgoda na udział w przeprowadzanych badaniach, zarówno ankietowych, jak i na platformie stabilometrycznej,
- przedział wiekowy 18–24 lat.

Kryteria wyłączenia z badań:

- niepełnosprawność lub jakikolwiek czynnik powodujący niemożność podjęcia aktywności fizycznej przez daną osobę,
- rozrusznik serca,
- implanty metalowe,
- padaczka.

Metoda

Uczestnicy badania poinformowani zostali o celach i sposobie oraz przebiegu badania, następnie o kryteriach włączenia do badań, jak również o kryteriach dyskwalifikujących ich udział w projekcie. U wszystkich osób przeprowadzono ankietę dotyczącą stylu życia. Każdy uczestnik został również przebadany pod względem jego równowagi na platformie Zebris.

Kwestionariusz autorskiej ankiety

Pierwszym etapem badań było przeprowadzenie kwestionariusza ankiety, który wypełniała każda osoba badana. Zawierał on podstawowe dane socjodemograficzne, jakimi są m.in. wiek, płeć, miejsce

zamieszkania oraz kierunek studiów. Kolejne pytania odnosiły się do stylu życia badanych. Dotyczyły aktywności fizycznej, ilości stresu doświadczanego przez badanych, ilości godzin snu, stosowania używek oraz diety.

Ocena równowagi systemem Zebris

Ocena równowagi grupy badanej w systemie Zebris została wykonana w postawie stojącej na obu kończynach dolnych, bez butów, aby nie zakłócić wyniku. Badani stali swobodnie, kierując wzrok przed siebie przez około 20 sekund. Wyniki z każdego pojedynczego badania zapisywane były w systemie Zebris w formie raportu. Podczas badania obciążenia stóp zastosowana platforma analizuje takie parametry, jak:

- LAFF – oznacza obciążenie przodostopia lewego,
- RAFF – oznacza obciążenie przodostopia prawego,
- LAFB – oznacza obciążenie tyłostopia lewego,
- RAFB – oznacza obciążenie tyłostopia prawego.

Analizowany jest też nacisk całkowity na każdą ze stóp, opisany jako:

- LAFT – oznacza całkowite obciążenie lewej kończyny dolnej,
- RAFT – oznacza całkowite obciążenie prawej kończyny dolnej.

Oprócz parametrów analizujących rozkład obciążenia kończyn dolnych analizowane były również parametry w zakresie równowagi:

- COP TTL (Total Track Length) – parametr ten określa zakres drogi pokonywanej przez rzut środka ucisku stóp na urządzenie,
- COP HD (Horizontal Deviation) – oznacza wychylenie na boki,
- COP VD (Vertical Deviation) – oznacza wychylenie do przodu i do tyłu.

Analiza statystyczna

Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu Statistica 12 i arkusza kalkulacyjnego Excel. W pierwszym kroku sprawdzono normalność rozkładów badanych zmiennych ilościowych za pomocą Testu Shapiro-Wilka. W przypadku zachowania normalności rozkładu dwóch porównywanych grup wykorzystano test t-Studenta dla prób niezależnych (a w przypadku braku spełnienia dodatkowego warunku jednorodności wariancji – z testu t z oddzielną estymacją wariancji). W sytuacji braku spełnienia założenia normalności rozkładu wykorzystano z kolei nieparametryczny (lepszą miarą pozycyjną od średniej jest mediana) test U Manna-Whitneya.

W przypadku gdy porównywano trzy lub więcej podgrup, a rozkład co najmniej jednej zmiennej odbiegał od normalnego, do porównań wykorzystano nieparametryczny test ANOVA Rang Kruskala-Wallisa. Z kolei

w przypadku stwierdzenia normalności rozkładów – wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA.

Statystyki opisowe zaprezentowano w tabelach za pomocą miar pozytywnych: średniej, mediany, odchylenia standardowego, minimum, maksimum, dolnego kwartyła i górnego kwartyła.

Zależności między dwoma zmiennymi jakościowymi zweryfikowano za pomocą testu niezależności chi-kwadrat Pearsona, a wyniki zaprezentowano za pomocą tabel wielodzzielczych w postaci licznosci i procentów.

Zależności korelacyjne weryfikowano za pomocą współczynnika korelacji liniowej Pearsona (r) lub w przypadku rozkładów odbiegających od normalnego – współczynnika korelacji rang Spearmana (R). Przyjęto poziom istotności równy 0,05.

Wyniki

Charakterystyka grupy badanej

W grupie badanej było 42 kobiety i 20 mężczyzn. Odsetki badanych grup istotnie różniły się względem płci ($p < 0,001$) – niecałą jedną trzecią stanowili mężczyźni wobec ponad dwóch trzecich kobiet (tab. 1).

Tabela 1. Podział grupy badanej ze względu na płeć

Płeć	Liczba	Procent	p
Mężczyzna	20	32,3	<0,001
Kobieta	42	67,7	
Razem	62	100,0	

p – poziom istotności

W tabeli 2 przedstawiono szczegółowe wyniki parametrów opisujących osoby z grupy badanej, z uwzględnieniem płci badanych. W tabeli 3 natomiast porównano wyniki kobiet i mężczyzn. Na poziomie istotności 0,05 zaobserwowano statystycznie istotną ($p < 0,001$) różnicę w wysokości ciała i masie ciała w grupie mężczyzn i kobiet. Wśród mężczyzn średnia wysokość ciała wynosiła 179,1 cm wobec średniego wzrostu 165,6 cm w grupie kobiet. Masa ciała natomiast wynosiła odpowiednio 75,4 vs. 60,7 kg (tab. 2 i 3).

Tabela 2. Charakterystyka kobiet i mężczyzn z grupy badanej

Statystyki opisowe	N ważnych	Średnia	Mediana	Min.	Max.	SD
Mężczyźni						
Wiek [lata]	20	21,4	21,0	20,0	24,0	1,4
Wysokość ciała [cm]	20	179,1	180,0	165,0	189,0	6,9
Masa ciała [kg]	20	75,4	75,6	44,8	98,6	12,1
COP TTL [mm]	20	663,1	648,5	465,3	1116,4	161,4
COP HD [mm]	20	3,4	3,0	1,3	7,0	1,6
COP VD [mm]	20	5,3	4,7	2,8	9,8	1,9
PRZODOSTOPIE PRAWA	20	48,6	51,6	16,1	97,1	18,7
PRZODOSTOPIE LEWA	20	45,4	42,3	19,3	96,5	19,3
TYŁOSTOPIE PRAWA	20	51,4	48,5	2,9	83,9	18,7
TYŁOSTOPIE LEWA	20	54,6	57,7	3,5	80,7	19,3
CAŁKOWITE PRAWA	20	50,2	49,4	43,1	59,6	3,9
CAŁKOWITE LEWA	20	49,8	50,7	40,4	56,9	3,9
Współczynnik symetryczności	20	1,1	1,1	1,0	1,5	0,1
Kobiety						
Wiek [lata]	42	21,0	20,5	20,0	23,0	1,2
Wysokość ciała [cm]	42	165,6	165,0	153,0	178,0	6,3
Masa ciała [kg]	42	60,7	59,3	40,9	103,4	10,7
COP TTL [mm]	42	726,6	704,7	354,9	1696,6	213,3
COP HD [mm]	42	3,8	2,9	1,1	19,7	3,2
COP VD [mm]	42	5,3	4,5	1,9	17,1	2,8
PRZODOSTOPIE PRAWA	42	45,4	45,0	12,0	76,3	14,8
PRZODOSTOPIE LEWA	42	42,7	40,7	20,6	77,2	14,7
TYŁOSTOPIE PRAWA	42	54,6	55,1	23,7	88,0	14,8
TYŁOSTOPIE LEWA	42	57,3	59,4	22,8	79,4	14,7
CAŁKOWITE PRAWA	42	51,2	51,9	36,1	65,2	5,8
CAŁKOWITE LEWA	42	48,8	48,1	34,8	63,9	5,8
Współczynnik symetryczności	42	1,2	1,2	1,0	1,9	0,2

Tabela 3. Porównanie wyników kobiet i mężczyzn z grupy badanej

Test t-Studenta dla prób niezależnych	Średnia	Średnia	p
	M	K	
Wysokość ciała [cm]	179,1	165,6	<0,001
Masa ciała [kg]	75,4	60,7	<0,001
Wiek [lata]	21,4	21,0	0,369
COP TTL [mm]	526,0	1427,0	0,119
COP HD [mm]	633,0	1320,0	0,970
COP VD [mm]	677,0	1276,0	0,484
PRZODOSTOPIE PRAWA	48,6	45,4	0,458
PRZODOSTOPIE LEWA	45,4	42,7	0,549
TYŁOSTOPIE PRAWA	51,4	54,6	0,458
TYŁOSTOPIE LEWA	54,6	57,3	0,549
CAŁKOWITE PRAWA	50,2	51,2	0,464
CAŁKOWITE LEWA	49,8	48,8	0,464

Badanych podzielono ze względu na kierunek studiów na grupy: „fizjoterapia” oraz „systemy diagnostyczne w medycynie”. Nie zaobserwowano statystycznie istotnej ($p=0,103$) zależności między płcią a obranym kierunkiem studiów.

Wśród osób studiujących fizjoterapię mężczyźni stanowili niecałą jedną czwartą (22,6 proc.) wobec 41,9 proc. wśród studiujących systemy diagnostyczne w medycynie. Kobiety stanowiły ponad trzy czwarte (77,4 proc.) studiujących fizjoterapię oraz 58,1 proc. studiujących systemy diagnostyczne w medycynie (tab. 4).

Tabela 4. Podział grupy badanej ze względu na płeć oraz kierunek studiów

	Fizjoterapia	Systemy diagnostyczne w medycynie	Razem
Mężczyzna	7 (22,6%)	13 (41,9%)	20
Kobieta	24 (77,4%)	18 (58,1%)	42
Razem	31	31	62
Chi ² Pearsona	2,7	df=1	$p=0,103$

Analiza zależności parametrów równowagi i rozkładu sił nacisku na podłoże od wysokości, masy ciała, wieku i płci badanych

W pierwszej kolejności sprawdzono, czy wiek badanych ma wpływ na ich równowagę i symetrię obciążania kończyn dolnych. Na poziomie istotności 0,05 zaobserwowano statystycznie istotną średnią korelację ujemną

wieku i całkowitego obciążenia kończyny dolnej prawej w grupie kobiet ($R=-0,373$; $p=0,015$) oraz średnią korelację dodatnią wieku i całkowitego obciążenia kończyny dolnej lewej w grupie kobiet ($0,373$; $p=0,015$). Oznacza to, że kobiety starsze bardziej obciążały stronę lewą, a kobiety młodsze stronę prawą. Dla pozostałych par zmiennych nie zaobserwowano statystycznie istotnej ($p>0,05$) korelacji z wiekiem dla obu badanych płci (tab. 5).

Tabela 5. Zależność parametrów równowagi i rozkładu sił nacisku na podłoże od wieku badanych

Współczynnik korelacji rang Spearmana	Mężczyźni			Kobiety		
	N	R	P	N	R	p
Wiek & COP TTL	20	0,224	0,343	42	-0,178	0,259
Wiek & COP HD	20	0,268	0,254	42	-0,059	0,710
Wiek & COP VD	20	0,192	0,417	42	-0,177	0,263
Wiek & PRZODOSTOPIE PRAWA	20	-0,384	0,094	42	-0,078	0,625
Wiek & PRZODOSTOPIE LEWA	20	-0,123	0,606	42	-0,279	0,074
Wiek & TYŁOSTOPIE PRAWA	20	0,384	0,094	42	0,078	0,625
Wiek & TYŁOSTOPIE LEWA	20	0,123	0,606	42	0,279	0,074
Wiek & CAŁKOWITE PRAWA	20	-0,193	0,414	42	-0,373	0,015
Wiek & CAŁKOWITE LEWA	20	0,193	0,414	42	0,373	0,015
Wiek & Współczynnik symetryczności	20	-0,062	0,795	42	0,268	0,086

Następnie przeprowadzono analogiczną analizę dla wysokości ciała badanych. Na poziomie istotności 0,05 zaobserwowano statystycznie istotną średnią korelację ujemną wysokości ciała badanych i COP TTL ($R=-0,445$; $p=0,049$) w grupie mężczyzn oraz średnią korelację ujemną wysokości ciała badanych i COP TTL ($R=-0,379$; $p=0,013$) w grupie kobiet. Dla pozostałych par zmiennych nie zaobserwowano statystycznie istotnej ($p>0,05$) korelacji ze wzrostem dla obu badanych płci (tab. 6). Oznacza to, że u wyższych mężczyzn zanotowano krótszą całkowitą drogę środka ciężkości. Natomiast niższe kobiety mają dłuższą całkowitą drogę środka ciężkości.

Tabela 6. Zależność parametrów równowagi i rozkładu sił nacisku na podłoże od wysokości ciała badanych

Współczynnik korelacji rang Spearmana	Mężczyźni			Kobiety		
	N	R	p	N	R	P
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7
Wysokość ciała & COP TTL	20	-0,445	0,049	42	-0,379	0,013
Wysokość ciała & COP HD	20	-0,163	0,492	42	-0,060	0,708
Wysokość ciała & COP VD	20	-0,041	0,863	42	0,036	0,823
Wysokość ciała & PRZODOSTOPIE PRAWA	20	-0,300	0,199	42	0,095	0,549

1	2	3	4	5	6	7
Wysokość ciała & PRZODOSTOPIE LEWA	20	-0,315	0,176	42	0,105	0,509
Wysokość ciała & TYŁOSTOPIE PRAWA	20	0,300	0,199	42	-0,095	0,549
Wysokość ciała & TYŁOSTOPIE LEWA	20	0,315	0,176	42	-0,105	0,509
Wysokość ciała & CAŁKOWITE PRAWA	20	0,230	0,326	42	0,033	0,834
Wysokość ciała & CAŁKOWITE LEWA	20	-0,230	0,326	42	-0,033	0,834
Wysokość ciała & Współczynnik symetryczności	20	0,339	0,143	42	-0,068	0,668

Podobną analizę przeprowadzono dla masy ciała badanych. Na poziomie istotności 0,05 zaobserwowano następujące ujemne korelacje istotne statystycznie między masą ciała a parametrami: COP TTL ($r=-0,757$; $p<0,001$), PRZODOSTOPIE LEWA ($r=-0,483$; $p=0,031$) i CAŁKOWICIE LEWA ($r=-0,514$; $p=0,021$) w grupie mężczyzn oraz COP TTL ($r=-0,448$; $p=0,003$) w grupie kobiet. Oznacza to, że mężczyźni z większą masą ciała mieli krótszą całkowitą ścieżkę środka ciężkości, mniej obciążali całą lewą stopę oraz przodostopie stopy lewej. W przypadku kobiet okazało się, że osoby z mniejszą masą ciała mają dłuższą całkowitą ścieżkę środka ciężkości, a te z wyższą masą ciała – odwrotnie.

Wykazano również dodatnie korelacje istotne statystycznie między masą ciała a parametrami: TYŁOSTOPIE LEWA ($r=0,483$; $p=0,031$) oraz CAŁKOWICIE PRAWA ($r=0,514$; $p=0,021$) w grupie mężczyzn. Oznacza to, że im wyższa masa ciała u mężczyzn, tym bardziej obciążają oni tyłostopie stopy lewej oraz całkowicie stopę prawą.

Dla pozostałych par porównań nie zaobserwowano statystycznie istotnych ($p>0,05$) korelacji masy ciała i badanych parametrów (tab. 7).

Tabela 7. Zależność parametrów równowagi i rozkładu sił nacisku na podłoże od masy ciała badanych

Współczynnik korelacji liniowej Pearsona	Mężczyźni			Kobiety		
	N	R	p	N	R	P
Masa ciała & COP TTL	20	-0,757	0,001	42	-0,448	0,003
Masa ciała & COP HD	20	-0,166	0,485	42	0,008	0,961
Masa ciała & COP VD	20	-0,023	0,924	42	0,157	0,320
Masa ciała & PRZODOSTOPIE PRAWA	20	-0,425	0,062	42	-0,136	0,391
Masa ciała & PRZODOSTOPIE LEWA	20	-0,483	0,031	42	-0,007	0,965
Masa ciała & TYŁOSTOPIE PRAWA	20	0,425	0,062	42	0,136	0,391
Masa ciała & TYŁOSTOPIE LEWA	20	0,483	0,031	42	0,007	0,965
Masa ciała & CAŁKOWITE PRAWA	20	0,514	0,021	42	-0,229	0,145
Masa ciała & CAŁKOWITE LEWA	20	-0,514	0,021	42	0,229	0,145
Masa ciała & Współczynnik symetryczności	20	0,297	0,204	42	-0,025	0,875

Analiza zależności parametrów równowagi i rozkładu sił nacisku na podłoże od kierunku studiów i stylu życia badanych

Porównano wyniki kobiet z fizjoterapii oraz systemów diagnostycznych w medycynie. U studentek fizjoterapii wychylenia na boki są znacznie mniejsze, co świadczy o ich lepszej równowadze ($p=0,029$). Na poziomie istotności 0,05 nie zaobserwowano statystycznie istotnych ($p>0,05$) różnic wartości badanych parametrów w zależności od kierunku studiów w grupie mężczyzn (tab. 8).

Tabela 8. Porównanie wyników kobiet i mężczyzn z fizjoterapii i z systemów diagnostycznych w medycynie

Test t-Studenta dla prób niezależnych	Średnia	Średnia	P
	Fizjoterapia	Systemy diagnostyczne w medycynie	
Kobiety			
COP TTL	701,4	760,2	0,065
COP HD	3,3	4,6	0,029
COP VD	5,3	5,4	0,909
PRZODOSTOPIE PRAWA	41,9	50,0	0,079
PRZODOSTOPIE LEWA	40,3	45,9	0,224
TYŁOSTOPIE PRAWA	58,1	50,0	0,079
TYŁOSTOPIE LEWA	59,7	54,1	0,224
CAŁKOWITE PRAWA	50,1	52,7	0,163
CAŁKOWITE LEWA	49,9	47,3	0,163
Współczynnik symetryczności	1,2	1,2	0,751
Mężczyźni			
COP TTL	593,9	700,4	0,154
COP HD	2,7	3,7	0,215
COP VD	5,1	5,4	0,744
PRZODOSTOPIE PRAWA	51,3	47,2	0,648
PRZODOSTOPIE LEWA	44,5	45,9	0,883
TYŁOSTOPIE PRAWA	48,7	52,8	0,648
TYŁOSTOPIE LEWA	55,5	54,1	0,883
CAŁKOWITE PRAWA	51,2	49,6	0,404
CAŁKOWITE LEWA	48,8	50,4	0,404
Współczynnik symetryczności	1,1	1,1	0,362

Porównano wyniki kobiet podejmujących aktywność fizyczną oraz kobiet, które takiej aktywności nie wykazywały. Na poziomie istotności 0,05 nie zaobserwowano statystycznie istotnej różnicy wartości bada-

nych parametrów w zależności od podejmowania aktywności fizycznej poza zajęciami w grupie kobiet ($p > 0,05$). Porównano również wyniki mężczyzn wykonujących aktywność fizyczną oraz tych, którzy aktywności fizycznej nie podejmują. Badani nieaktywni fizycznie mieli większe wychylenia na boki niż ci aktywni (tab. 9).

Tabela 9. Porównanie wyników kobiet i mężczyzn aktywnych fizycznie oraz kobiet i mężczyzn nieaktywnych fizycznie

test t-Studenta dla prób niezależnych	Średnia	Średnia	p
	Tak	Nie	
Kobiety			
COP TTL	710,8	821,6	0,064
COP HD	3,6	5,0	0,250
COP VD	5,4	5,1	0,857
PRZODOSTOPIE PRAWA	44,8	48,5	0,584
PRZODOSTOPIE LEWA	42,7	43,1	0,946
TYŁOSTOPIE PRAWA	55,2	51,5	0,584
TYŁOSTOPIE LEWA	57,3	56,9	0,946
CAŁKOWITE PRAWA	51,2	51,5	0,905
CAŁKOWITE LEWA	48,8	48,5	0,905
Współczynnik symetryczności	1,2	1,3	0,341
Mężczyźni			
COP TTL	666,5	649,8	0,832
COP HD	3,0	5,6	0,006
COP VD	5,0	7,4	0,072
PRZODOSTOPIE PRAWA	49,9	41,7	0,499
PRZODOSTOPIE LEWA	46,3	40,2	0,625
TYŁOSTOPIE PRAWA	50,1	58,3	0,499
TYŁOSTOPIE LEWA	53,7	59,8	0,625
CAŁKOWITE PRAWA	50,6	47,7	0,459
CAŁKOWITE LEWA	49,4	52,3	0,459
Współczynnik symetryczności	1,1	1,1	0,315

Styl życia

W tabeli 10 przedstawiono szczegółowe wyniki jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA dotyczącej wpływu stylu życia na parametry równowagi. Pod uwagę wzięto spożywanie alkoholu, palenie papierosów oraz długość snu.

W grupie kobiet porównano wyniki osób niepalących, palących rzadko bądź palących regularnie. Na poziomie istotności 0,05 zaobserwowano statystycznie istotną różnicę między parametrami PRZODOSTOPIE LEWA ($p=0,020$) oraz TYŁOSTOPIE LEWA ($p=0,020$) w zależności od częstości palenia papierosów w grupie kobiet. Oznacza to, iż obciążenie przodostopia oraz tyłostopia lewej kończyny dolnej było większe u kobiet palących rzadko, niż u tych niepalących. Kobiety niepalące uzyskały średni wynik parametru PRZODOSTOPIE LEWA równy 46,2 (SD±14,5) wobec średniego poziomu parametru PRZODOSTOPIE LEWA u kobiet palących rzadko równego 30,5 (SD±7,7). Uczestniczki niepalące uzyskały średni wynik parametru TYŁOSTOPIE LEWA równy 53,8 (SD±14,5) wobec średniego poziomu parametru PRZODOSTOPIE LEWA u kobiet palących rzadko równego 69,5 (SD±7,7).

Biorąc pod uwagę czas snu zaobserwowano statystycznie istotną ($p=0,045$) różnicę dla parametru PRZODOSTOPIE PRAWA i PRZODOSTOPIE LEWA w zależności od czasu snu w grupie kobiet. Istotne różnice parametru PRZODOSTOPIE PRAWA obserwuje się między kobietami śpiącymi w ciszy, wyspanymi, oraz śpiącymi przy TV, wyspanymi. U kobiet śpiących w ciszy, wyspanych, średni poziom parametru wynosi 37,7 (SD±14,8) wobec średniego poziomu zmiennej u tych śpiących przy TV, wyspanych, równego 55,7 (SD±7,2). Oznacza to, że uczestniczki wyspane przy TV bardziej obciążają PRZODOSTOPIE PRAWA. Istotne różnice parametru TYŁOSTOPIE PRAWA obserwuje się między kobietami śpiącymi w ciszy, wyspanymi, oraz śpiącymi przy TV, wyspanymi. U badanych śpiących w ciszy, wyspanych, średni poziom parametru wynosi 37,7 (SD±14,8) wobec średniego poziomu zmiennej u kobiet śpiących przy TV, wyspanych, równego 56,8 (SD±7,2). Oznacza to, że kobiety wyspane przy TV bardziej obciążają TYŁOSTOPIE PRAWA.

W grupie mężczyzn natomiast zaobserwowano statystycznie istotną różnicę ($p=0,038$) COP HD w zależności od częstości picia alkoholu. U osób spożywających alkohol częściej niż raz w tygodniu wychylenia w płaszczyźnie czołowej były mniejsze niż u spożywających częściej. Połowa mężczyzn pijących raz na tydzień uzyskała wyniki parametru COP *Horizontal Deviation* nie wyższe niż 2,6 (mediana), a druga połowa nie niższe niż 2,6 wobec mediany równej 5,4 u pijących sporadycznie.

Biorąc pod uwagę palenie papierosów zaobserwowano statystycznie istotną ($p=0,006$) różnicę COP HD w zależności od częstości palenia papierosów w grupie mężczyzn. Oznacza to, że u osób palących rzadko równowaga jest lepsza niż u osób palących regularnie. Średni poziom COP *Horizontal Deviation* wśród mężczyzn palących rzadko wynosi 2,3 (SD±0,8) i różni się istotnie od średniego poziomu parametru w grupie mężczyzn palących regularnie równego 6,9 (SD±0,1) (tab. 10).

Tabela 10. Porównanie parametrów w zależności od częstości picia alkoholu, palenia papierosów oraz czasu snu wśród kobiet i mężczyzn

Jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA	Kobiety p	Mężczyźni p
Alkohol		
COP TTL	0,778	0,237
COP VD	0,956	0,198
COP HD	0,685	0,038
PRZODOSTOPIE PRAWA	0,892	0,538
PRZODOSTOPIE LEWA	0,806	0,649
TYŁOSTOPIE PRAWA	0,892	0,538
TYŁOSTOPIE LEWA	0,806	0,649
CAŁKOWITE PRAWA	0,496	0,292
CAŁKOWITE LEWA	0,354	0,292
Współczynnik symetryczności	0,876	0,690
Papierosy		
COP TTL	0,283	0,615
COP VD	0,896	0,181
COP HD	0,695	0,006
PRZODOSTOPIE PRAWA	0,307	0,601
PRZODOSTOPIE LEWA	0,020	0,640
TYŁOSTOPIE PRAWA	0,307	0,601
TYŁOSTOPIE LEWA	0,020	0,640
CAŁKOWITE PRAWA	0,305	0,478
CAŁKOWITE LEWA	0,305	0,476
Współczynnik symetryczności	0,798	0,989
Sen		
COP TTL	0,953	0,845
COP VD	0,936	0,093
COP HD	0,116	0,620
PRZODOSTOPIE PRAWA	0,045	0,500
PRZODOSTOPIE LEWA	0,111	0,185
TYŁOSTOPIE PRAWA	0,045	0,500
TYŁOSTOPIE LEWA	0,111	0,185
CAŁKOWITE PRAWA	0,472	0,898
CAŁKOWITE LEWA	0,472	0,898
Współczynnik symetryczności	0,182	0,343

p – poziom istotności

Dyskusja

Równowaga człowieka jest niezwykle ważnym aspektem prawidłowego funkcjonowania w życiu codziennym. Możemy ją ocenić, wykorzystując zarówno proste testy równoważne, jak również wyspecjalizowana aparaturę diagnostyczną, której użycie obarczone jest mniejszym ryzykiem wystąpienia błędu niż w przypadku subiektywnych testów. Na poziom równowagi ma wpływ wiele czynników, takich jak choroby, spożywanie alkoholu, zaburzenia wzroku, słuchu i wiele innych. Jak wynika z dostępnych w literaturze badań, oddziaływanie poszczególnych czynników na parametry równowagi jest dyskusyjne. Niewiele jest jednak danych z badań na temat wpływu różnych czynników na poszczególne parametry równowagi oraz symetrię obciążenia kończyn, które zostały przeanalizowane za pomocą platformy Zebris.

Uczni z Zakładu Dydaktyki Pediatrycznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi i Kliniki Otolaryngologii w Łodzi przeprowadzili badania wśród 60 studentów, które miały na celu przeanalizować wpływ różnego rodzaju aktywności fizycznej na wyniki badań posturograficznych. Badania te wykonano przy użyciu platformy stabilometrycznej CQStab2P w wersji dwuplatformowej firmy CQ Elektronik System. W ankiecie sprawdzono wpływ podobnych czynników, jakie przeanalizowano również w badaniach przedstawionych w niniejszej pracy. Z ich wyników odczytano istotny, pozytywny wpływ każdego rodzaju aktywności fizycznej na większość badanych parametrów. Szczególną różnicę zaobserwowano w długości ścieżki środka ciężkości pomiędzy osobami aktywnymi i nieaktywnymi sportowo [31]. Z badań własnych także wysnuto wniosek, iż aktywność fizyczna wpływa na kształtowanie równowagi. Z własnej analizy wynika, że aktywność fizyczna zwiększa wychylenia w płaszczyźnie czołowej w grupie mężczyzn.

W 2015 r. Akkaya w swoich badaniach stwierdził, że większa siła i masa mięśniowa wpływają pozytywnie na kontrolę równowagi u człowieka. Te natomiast są pozyskiwane właśnie dzięki aktywności fizycznej. W badaniach zauważył również, iż brak aktywności fizycznej powoduje duży spadek masy i siły mięśniowej, co zdecydowanie pogarsza równowagę [32]. Na podstawie badań własnych zaobserwowano również duży wpływ masy ciała na parametry równowagi, zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn. Czynnikiem, jakim była tutaj masa ciała, wykazuje istotne znaczenie, szczególnie przy takim parametrze, jak całkowita długość ścieżki środka ciężkości. Dodatkowo u mężczyzn stwierdzono wpływ na rozkład nacisku na stopy.

Inne badania, przeprowadzone na Uniwersytecie Rzeszowskim oraz w PWSZ w Tarnowie, oceniały m.in. wpływ masy ciała oraz wieku osób badanych na kształtowanie stabilności posturalnej. Uczestnikami badania byli pacjenci z kręgozmykiem. W tej grupie wiek oraz BMI wpływały na ich stabilność posturalną [33].

Bezulska w swoich badaniach wykorzystała takie parametry równowagi, jakie zastosowano w niniejszej pracy. Zanalizowała ich związek z pokrewieństwem, a dokładnie spokrewnieniem między mężczyznami, czyli ojców i synów. Wykorzystana została platforma pedobarograficzna PEL-38 MIDI-CAPTEURS, z oprogramowaniem TWIN-99. Posiada ona 1 024 czujniki. Podobnie jak zastosowana w badaniach własnych platforma Zebris, platforma ta ma wygląd płyty. Jej wymiary to 50x50 cm. Rejestruje ona na monitorze, tak jak platforma Zebris, parametry przemieszczeń środka ciężkości. Dodatkowym czynnikiem w tym badaniu było zmęczenie. Próby przeprowadzone zostały bowiem przed wysiłkiem i po nim. W badaniach wykazano, że średnie wychylenie COP (wychylenie w przód i w tył) w porównaniu wyników ojców i synów daje rezultaty bardzo istotne statystycznie i zachodzi między nimi korelacja. Nie stwierdzono zależności istotnej statystycznie między wychyleniami bocznymi (prawo, lewo). Dodatkłą korelację zaobserwowano również, zwracając uwagę na prędkość przemieszczania się środka ciężkości. Nie stwierdzono istotnie statystycznej korelacji pomiędzy wychyleniami w płaszczyźnie czołowej. Zbadano również wpływ wysokości ciała i masy ciała badanych na przemieszczanie się punktu środka nacisku, czyli wychyleń ciała w obu płaszczyznach – strzałkowej oraz czołowej. Nie zaobserwowano jednak istotnych korelacji. Stwierdzono jedynie, że wartość prędkości tych wychyleń w płaszczyźnie strzałkowej w grupie synów była istotna statystycznie. Natomiast podczas analizy masy ciała ze średnimi wychyleń środka ciężkości jedyną statystycznie istotną korelację spostrzeżono w wynikach średniego wychylenia COP w płaszczyźnie czołowej, również w grupie synów, biorąc pod uwagę wyniki przed zmęczeniem [34].

Podczas aktywności, jaką jest bieg, dochodzi do dużego obciążenia stóp. W 2017 r. Rohan i wsp. zbadali zmianę rozkładu nacisku stóp przed aktywnością fizyczną i po niej, w tym przypadku był to bieg długodystansowy. Przeprowadzona analiza pozwoliła zauważyć, iż w pozycji stojącej badani bardziej obciążali stopę lewą. Wyniki pokazały niewielką różnicę w obciążeniu przed aktywnością fizyczną i po niej. Po biegu zmieniła się bowiem wartość obciążenia. Dla stopy lewej obciążenie zmniejszyło się, natomiast dla stopy prawej – nieznacznie zwiększyło. W dalszym ciągu nacisk na stopę lewą był większy. Oceniono również symetrię obciążenia, jaką był nacisk na przodostopie, tyłostopie oraz śródstopie. Średni nacisk na przodostopie stopy prawej i lewej przed aktywnością przyjmował bardzo zbliżone wartości. Po aktywności zaobserwowano zmianę nacisku na przodostopie. Zauważono istotną statystycznie zmianę, jaką było zwiększenie nacisku na przodostopie stopy lewej. Obciążenie śródstopia przed aktywnością było również porównywalne. Po biegu bardziej obciążone było śródstopie stopy prawej. Różnica ta była istotna statystycznie.

Tyłostopie było znacznie bardziej obciążone w stopie lewej. Różnica ta po biegu uległa natomiast jeszcze większemu wzrostowi. Badania te wykazały wpływ aktywności sportowej na rozkład sił nacisku oraz symetrię obciążenia kończyn [35]. Powyższa obserwacja nie ma odzwierciedlenia w badaniach w niniejszej pracy, ponieważ nie zaistniała zależność pomiędzy aktywnością fizyczną a symetrią obciążenia.

Publikacja, w której również badano parametry równowagi, napisana przez Kaźmierczak i wsp. pod uwagę zaleźność od czynnika, jakim był wzrok. Wykazano, że długość ścieżki środka ciężkości u osób niewidomych jest większa. Dodatkowo zauważono statystycznie istotny wzrost wychyleń przednio-tylnych oraz bocznych u osób niewidomych. Wyniki osób słabowidzących znajdowały się pomiędzy wynikami osób widzących prawidłowo i osób niewidomych. Całkowita długość ścieżki środka ciężkości miała istotnie statystycznie wyższy wynik niż u osób ze wzrokiem prawidłowym. Co oznacza, iż osoby niewidome mają o wiele gorszą równowagę od osób widzących prawidłowo lub z wadą wzroku. Wielkość wychyleń środka ciężkości, zarówno w płaszczyźnie strzałkowej, jak i czołowej, jest znacznie wyższa u osób niewidomych, co świadczy o większej trudności w utrzymaniu stabilności przez tych badanych [36].

Lorkowski i wsp. przebadali rozkład nacisku na części podeszwowe stopy u kobiet z otyłością oraz z zapaleniem rozciągną podeszwowego. Grupę kontrolną stanowiły kobiety zdrowe, z prawidłową masą ciała. Badania wykazały, że nadmierna masa ciała oraz schorzenie, jakim było zapalenie rozciągną podeszwowego stopy, wpływają na zwiększenie nacisku, szczególnie na tyłostopie oraz śródstopie [37]. Z badań własnych również wynika istotny wpływ na obciążenie stóp u osób z wyższą masą ciała. Zauważalny jest wzrost nacisku na tyłostopie stopy lewej oraz przeniesienie większej części nacisku na stopę prawą.

Mazur-Rylska w swojej publikacji przeanalizowała zależność pomiędzy symetrią parametrów stabilograficznych a wiekiem u chłopców oraz u dziewczynek. W grupie badanej chłopców w wieku od 7 do 12 lat nie zauważono różnic pomiędzy całkowitą długością stabilogramu. Natomiast całkowita ścieżka, jaką przebył środek ciężkości badanego w ciągu badania w płaszczyźnie strzałkowej, była większa niż całkowita droga środka ciężkości mierzona w płaszczyźnie czołowej. U dziewczynek, w wieku 7–12 lat, również nie zauważono zależności pomiędzy wiekiem a całkowitą długością ścieżki stabilogramu. Porównując dziewczynki i chłopców, czyli biorąc pod uwagę płeć badanych, zaobserwowano, że czynnikiem predysponującym do większego zróżnicowania dla prawej i lewej kończyny dolnej jest płeć męska [38].

Mazur-Rylska w kolejnym artykule opisała zmienność u dziewczynek i chłopców – w tej samej grupie wiekowej, co powyższa – symetrii

średniego wychylenia i średniej prędkości wychylenia środka nacisku stóp obu kończyn dolnych – prawej i lewej. Nie zauważono statystycznie istotnej zależności pomiędzy wiekiem a symetrią średniego wychylenia środka nacisku stóp ani w grupie dziewczynek, ani w grupie chłopców [39]. W badaniach własnych natomiast wiek wykazał istotny wpływ na rozkład obciążenia kończyn dolnych w grupie kobiet.

O wpływie czynnika, jakim jest wiek, świadczą również kolejne badania przeprowadzone na Uniwersytecie Rzeszowskim. Oceniono w nich równowagę osób płci żeńskiej po 60. roku życia. Grupę badaną stanowiły kobiety około 70. roku życia. Grupą kontrolną były młode kobiety w wieku około 22 lat. Odnotowano istotne różnice w parametrach równowagi. Długość ścieżki środka ciężkości (COP) była zdecydowanie większa u starszych kobiet. Potwierdzono to zarówno w próbie z oczami otwartymi, jak i zamkniętymi, co świadczy o istotnym wpływie wieku na ten parametr. Istotne statystycznie zmiany zaobserwowano również podczas sprawdzania wychyleń środka ciężkości. Zarówno wychylenia w płaszczyźnie strzałkowej, jak i w płaszczyźnie czołowej były wyższe u kobiet w starszym wieku. Istotna statystycznie różnica została jednak zaobserwowana tylko przy badaniu wychyleń w płaszczyźnie strzałkowej. Wychylenia w płaszczyźnie czołowej nie były aż tak istotne, jednakże były również wyższe. Badania te potwierdziły istotny wpływ wieku na parametry równowagi [40]. W badaniach własnych różnice w analizie powyższych parametrów nie były istotne statystycznie i nie wykazały istotnego wpływu wzrostu na parametry równowagi, oprócz wpływu na rozkład nacisku na kończyny dolne.

W 2012 r. w Instytucie Fizjoterapii Wydziału Medycznego Uniwersytetu Rzeszowskiego zostały przeprowadzone badania równowagi oraz symetrii obciążenia kończyn dolnych na platformie Zebris. Grupę badaną stanowiły osoby po udarze mózgu. Grupą kontrolną były osoby zdrowe, które udaru mózgu nie przeżyły. Statystycznie istotne różnice pomiędzy grupą kontrolną a badaną wykazało badanie równowagi. Analiza symetrii obciążenia kończyn nie wykazała różnic, które były statystycznie istotne. Biorąc pod uwagę, czy był to niedowład prawostronny, czy też lewostronny, istotne różnice zauważono w parametrach, takich jak CEW oraz COP TTL. Parametry LAFT i RAFT, czyli parametry nacisku całkowitego na stopę lewą oraz prawą, różniły się w zależności od strony niedowładu. Badani z niedowładem lewostronnym bardziej obciążali stronę prawą. Badani z niedowładem prawostronnym – odwrotnie. Korelacje, które były istotne statystycznie, zauważono także pomiędzy zaawansowaniem stopnia niedowładu a symetrią obciążenia kończyn dolnych. Wraz ze zmniejszeniem stopnia niedowładu lewostronnego osoby bardziej obciążały kończynę objętą niedowładem, tym samym odciążając kończynę zdrową. Istotnym czynnikiem była sprawność kończyny górnej. Wraz z jej wzrostem wzrastało się obciążenie tyłostopia w kończynie

objętej niedowładem, odciążając tym samym jej przodostopie. Wywnioskowano, że stopień niedowładów oraz strona niedowładów w kończynie górnej wpływają znacznie na rozkład obciążeń na podszwowe strony stóp [41].

Na współczynnik symetryczności może wpływać wiele czynników. Przeprowadzone zostały badania dotyczące wpływu postępowania fizjoterapeutycznego na ten parametr. Badaniami objęto osoby starsze, które były poddane leczeniu ambulatoryjnemu. Wyniki otrzymano dzięki przeprowadzeniu testów na platformie stabilograficznej, zarówno przed okresem wdrożonego postępowania fizjoterapeutycznego, jak i po nim. U znacznej większości, współczynnik symetryczności po okresie stosowania fizjoterapii uległ znacznemu polepszeniu [42].

Z przeprowadzonych badań własnych wynika, iż istotnie duży wpływ na równowagę człowieka ma spożywanie napojów alkoholowych. Zaobserwowane zmiany widoczne były szczególnie w wychyleniach w płaszczyźnie czołowej. Paula Michele da Silva Schmidt w badaniach prowadzonych na temat oceny zaburzeń równowagi u osób uzależnionych od alkoholu udowodniła szkodliwy wpływ tego czynnika na parametry równowagi. Różnice pomiędzy osobami znacznie nadużywającymi alkoholu a osobami z grupy kontrolnej były bardzo duże [43]. W badaniach własnych przeprowadzona analiza wykazała odwrotną zależność. Jednak wynik sprawdzający zależność tego czynnika może być zaburzony z powodu nierównomiernej liczby osób z grupy spożywającej alkohol sporadycznie i częściej.

Z badań własnych wynika, że jakość snu odgrywa istotną rolę w symetrii obciążenia kończyn. Wyniki badań Fabianne Furtado pokazały, że podczas testów grupa z gorszą jakością snu miała pogorszone wyniki kontroli postawy. Wyniki badań równowagi stosowane do oceny kontroli postawy mierzono za pomocą systemu *Biodex Balance System* i porównywano je między dwiema grupami o różnej jakości snu. U osób z przewlekłą niewydolnością snu, w próbie zarówno z zamkniętymi, jak i otwartymi oczami, były znacznie pogorszone. Słaba jakość snu osłabia kontrolę postawy, tym bardziej gdy jest to stan przewlekły, podobnie jest w przypadku całkowitej deprywacji snu [44]. Z badań własnych również wynika, że sen ma istotną rolę w symetrii obciążenia kończyn. Zależność zauważalna była w grupie kobiet. Uczestniczki badania, śpiące przy TV, znacznie bardziej obciążały kończynę prawą, zarówno przodostopie, jak i tyłostopie. Jednak w badaniach własnych analiza nie wykazała zależności pomiędzy snem a parametrami dotyczącymi wychyleń środka ciężkości.

Czynnikiem, jaki był brany pod uwagę w analizie podczas badań własnych, było także palenie papierosów i jego oddziaływanie na równowagę człowieka. Zauważalny był istotny statystycznie wpływ na zwiększenie wychyleń środka ciężkości, czyli pogorszenie stabilności posturalnej. Dostrzeżalne były także różnice w obciążeniu stóp. Przybylski w swoich badaniach

również potwierdził istotnie szkodliwy wpływ palenia papierosów na stabilność posturalną. Podczas jego analizy grupa uczestników wykazała istotnie wyższe wartości badanych parametrów równowagi, dzięki czemu potwierdził szkodliwe działanie papierosów na równowagę [45].

Podsumowując, czynników, które mają wpływ na zaburzenia równowagi bądź jej polepszenie, jest bardzo wiele. O niektórych wiadomo już dużo, ponieważ zostały sprawdzone podczas licznych badań. O innych natomiast nieco mniej znaleźć można w dotychczasowym piśmiennictwie. Większość czynników, przeanalizowanych w niniejszej pracy, miało istotny wpływ na poszczególne parametry lub też symetrię obciążenia kończyn. Kierunek studiów nie wykazał większego wpływu na parametry równowagi, jedynie na wychylenia boczne. Może to wynikać z tego, że na każdym kierunku znajdują się osoby, których nawyki są bardzo różne, prowadzą odmienny styl życia oraz wykazują rozbieżność w budowie ciała. Ma to znaczący wpływ na ich kontrolę posturalną. Jako najistotniejsze czynniki, które oddziałują na parametry równowagi oraz rozkład sił nacisku kończyn dolnych, należy uznać wiek, wzrost oraz masę ciała. Ze składowych stylu życia znaczące są: aktywność fizyczna, częstość spożywania alkoholu, palenie papierosów oraz sen.

Wnioski

1. Kierunek studiów różnicuje równowagę studentów jedynie w zakresie wychyleń środka ciężkości na boki.
2. Wysokość, masa ciała oraz płeć wpływają jedynie na całkowitą drogę środka ciężkości. Wiek nie powoduje zmian w parametrach równowagi badanych.
3. Spośród elementów stylu życia to aktywność fizyczna, częste spożywanie alkoholu oraz regularne palenie papierosów powodują zmiany w zakresie wychyleń środka ciężkości na boki. Pozostałe składowe stylu życia nie oddziałują na parametry równowagi.
4. Masa ciała u mężczyzn oraz wiek kobiet powodują zmiany w rozkładzie sił nacisku i symetrii obciążeń kończyn dolnych. Pozostałe parametry, takie jak masa kobiet, wiek mężczyzn oraz wzrost, nie wywołują zmian.
5. Kierunek studiów nie wpływa na rozkład sił nacisku i symetrię obciążenia kończyn dolnych.
6. Spośród elementów stylu życia rzadkie palenie oraz wysypianie się przed telewizorem wywołuje zmiany w rozkładzie sił nacisku i symetrii obciążeń kończyn dolnych u kobiet. U mężczyzn taka zależność nie występuje. Pozostałe czynniki stylu życia nie wpływają na zmiany powyższych parametrów.

Piśmiennictwo

1. Olczak A. Równowaga ciała człowieka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2016: 9.
2. Mierau A, Pester B, Hülsdünker T, et al. Cortical correlates of human balance control. *Brain Topography*. 2017; 30(4): 434–446. doi: 10.1007/s10548-017-0567-x.
3. Winiarska A, Ziółkowska A, Świtaj K, Wojtczak P. Balance of individuals at different age involved in physical activity – review of publications. doi: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.979067>.
4. Longstaff A. *Neurobiologia – krótkie wykłady*. PWN, Warszawa 2006.
5. Wilczyński J, Ślężyński J. Postural reactions of girls and boys aged 12–15 years evaluated using the Romberg test. doi: 10.5114/ms.2016.61098.
6. Paszko-Patej G, Terlikowski R, Kułak W i wsp. Czynniki wpływające na proces kształtowania równowagi dziecka oraz możliwości jej obiektywnej oceny. *Neurologia Dziecięca*. 2011; 20: 41.
7. Narożny W, Kowalczyk K, Markiet K, Karaszewski B. Vestibular and audiological dysfunctions in cerebellar stroke. 2015.
8. Traczyk Z. *Fizjologia człowieka w zarysie*. Warszawa 2013:136–137.
9. Paillard T, Noé F. Techniques and methods for testing the postural function in healthy and pathological subjects. *Biomed Res Int*. 2015. doi: 10.1155/2015/891390.
10. Wytrębowski A. Ocena utrzymania równowagi ciała przez dzieci w wieku 3–5 lat. *Zeszyty Naukowe WSKFiT*. 2016; 11: 35–42.
11. Tchórzewski D, Jaworski J, Bujas P. Influence of long-lasting balancing on unstable surface on changes in balance. *Human Movement*. 2010; 11(2): 144–152.
12. Rahimi A, Abadi ZE. The effects of anxiety on balance parameters in young female university students. *Iran J Psychiatry*. 2012; 7(4): 176–179.
13. Rugless F, Bhattacharya F, Succop P, et al. Childhood exposure to manganese and postural instability in children living near a Ferromanganese Refinery in Southeastern Ohio. *Neurotoxicology and Teratology*. 2015. doi: 10.1016/j.ntt.2013.12.005.
14. Sterkowicz S, Jaworski J, Lech G, Pałka T. Effect of acute effort on isometric strength and body balance: trained vs. untrained paradigm. *PLoS One*. 2016; 11(5). doi: 10.1371/journal.pone.0155985.
15. Schmidt TP, Pennington DL, Durazzo TC, Meyerhoff DJ. Postural stability in cigarette smokers and during abstinence from alcohol. *Alcohol Clin Exp Res*. 2014; 38(6).
16. Steinberg N, Eliakim A, Zaav A. Postural balance following aerobic fatigue tests: A longitudinal study among young athletes. *J Mot Behav*. 2016; 48(4): 332–340. doi: 10.1080/00222895.2015.1095153.
17. Truszczyńska A, Jarmuziewicz A, Drzał-Grabiec J. Effect of participating in fitness classes on postural stability of young women. *Biomedical Human Kinetics*. 2015; 7(1): 29–33.
18. Stanek E, Truszczyńska A, Drzał-Grabiec J, Tarnowski A. Postural balance assessment in children aged 7 to 9 years, as related to body weight, height, and physical activity. doi: 10.1515/bhk-2015-0020.
19. Raquel M, Mainenti M, Fernandes De Oliveira L, et al. Stabilometric signal analysis in tests with sound stimuli. *Exp Brain Res*. 2007; 181(2): 229–236. doi: 10.1007/s00221-007-0921-4.
20. Majewska A, Kawalkiewicz W, Hojan-Jezińska D i wsp. The influence of the acoustic stimulus on postural stability. doi: 10.5277/ABB-00657-2016-02.
21. Bateni H, Vaizasatya A, Blaschak MJ. The effect of 80 dB environmental noise on control of posture in healthy young adults. *Journal Human Factors in Ergonomics & Manufacturing*. 2013; 23(3): 213–221.

22. Steinberg N, Nemet D, Pantanowitz M, Eliakim A. Gait Pattern, Impact to the Skeleton and Postural Balance in Overweight and Obese Children. *Sports (Basel)*. 2018; 6(3): 75. doi: 10.3390/sports6030075.
23. Zamysłowska-Szmytko E, Śliwińska-Kowalska M. Badania układu równowagi dla potrzeb medycyny pracy. *Otorynolaryngologia*. 2012; 11(4): 139–145.
24. Szostek-Rogula S, Zamysłowska-Szmytko E. Przegląd skal i testów dla oceny czynnościowej pacjenta z zawrotami głowy i zaburzeniami równowagi. *Otorynolaryngologia*. 2015; 14(3): 141–149.
25. Harato K, Kobayashi S, Kojima I, et al. Factors affecting one-leg standing time in patients with end-stage knee osteoarthritis and the age-related recovery process following total knee arthroplasty. *J. Orthop Surg Res*. 2017; 12: 21. doi: 10.1186/s13018-017-0522-2.
26. Zasadzka E, Pawlaczyk M, Wieczorowska-Tobis K. Test Short Physical Performance Battery jako narzędzie służące do oceny sprawności fizycznej osób starszych. *Gerontologia Polska*. 2013; 4: 148–153.
27. Technomex.pl/platformy-diaagnostyczno-rehabilitacyjne/platformy-stabilometryczne.
28. Walicka-Cupryś K, Skalska-Izdebska R, Drzał-Grabiec J, Sołek A. Związek pomiędzy postawą ciała i stabilnością posturalną u dzieci w wieku wczesnoszkolnym. *Postępy Rehabilitacji*. 2013; (4): 47–54. doi: 10.2478/rehab-2014-0026.
29. Jasińska K. Równowaga ciała osób po udarze mózgu w pozycji stojącej na podstawie badań posturograficznych. *Fizjoterapia*. 2015; 23(4): 33–42. doi: 10.1515/physio-2015-0021.
30. Pyda-Dulewicz A, Konopka W, Fedorowicz J, Pepaś R. Wpływ aktywności fizycznej na wyniki badań posturograficznych u osób zdrowych. *Otorynolaryngologia*. 2017; 16(3): 125–130.
31. Akkaya N, Doğanlar N, Çelik E, et al. Posturography system in young adults with low physical activity level. *Int J Sports Phys Ther*. 2015; 10(6): 893–900.
32. Magoń G, Zawilo B, Georgiew F i wsp. Rozkład sił nacisku stóp oraz droga rzutu środka ciężkości na platformie stabilograficznej u pacjentów z kręgosztykiem. *Young Sport Science of Ukraine*: 2010; 3: 107–115.
33. Bezulska A. Stabilność posturalna u spokrewnionych mężczyzn. *Aktywność Ruchowa Ludzi w Różnym Wieku*. 1/2016; (29): 67–77.
34. Rohan A, Nyc M, Rogóż A, Fugiel J. Ocena zmian rozkładu nacisku stóp pod wpływem biegu długodystansowego. *New Med*. 2017; 21(2): 58–68.
35. Kaźmierczak U, Kropkowska P, Zniszczol P i wsp. Ocena równowagi statycznej z wykorzystaniem platformy posturograficznej u osób słabowidzących i niewidomych. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016; 6(8): 102–112.
36. Lorkowski J, Hładki W, Galicka-Latała D. Rozkład nacisków na podeszwowej stronie stóp u kobiet z otyłością i zapaleniem rozciągnięta podeszwy. *Przegląd Lekarski*. 2009; 66(9): 513–518.
37. Mazur-Rylska A. Zmienność całkowitej drogi rzutu środka nacisku stóp pomiędzy prawą i lewą kończyną dolną w grupie dziewczynek i chłopców w wieku 7–12 lat w poszczególnych kategoriach wiekowych [w:] Pujer K (red.). *Problemy Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu*. Tom 3. Wydawnictwo Exante, Wrocław 2017: 99–112.
38. Mazur-Rylska A. Zmienność symetrii średniego wychylenia i średniej prędkości wychylenia środka nacisku stóp COP prawej i lewej kończyny dolnej w grupie dziewczynek i chłopców w wieku 7–12 lat w poszczególnych kategoriach wiekowych [w:] Pujer K (red.). *Problemy Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu*. Tom 3. Wydawnictwo Exante, Wrocław 2017: 99–112.

39. Wyszyńska J, Drzał-Grabiec J, Podgórska-Bednarz J. Ocena równowagi kobiet po 60. roku życia. *Postępy Rehabilitacji*. 2015; (1): 31–37. doi: 10.1515/rehab-2015-0017.
40. Pop T, Glista J, Rusek W. Czynniki kliniczne wpływające na równowagę i symetrię obciążania kończyn dolnych u chorych po udarze mózgu. *Fizjoterapia Polska*. 2012; 12(3): 251–262.
41. Czesak J, Szczygieł A, Żak M. Wpływ postępowania fizjoterapeutycznego na wskaźnik symetryczności obciążania kończyn dolnych u osób po 65. roku życia – badanie pilotażowe. *Gerontologia Polska*. 2011; 19(3–4): 171–175.
42. da Silva Schmidt PM, Marques Giordani A, Garcia Rossi A, Luiz Cóser P. Balance assessment in alcoholic subjects. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2010; 76(2):148–155.
43. Furtado F, da Silva B, Gonçalves B, Abranches ILL, et al. Chronic low quality sleep impairs postural control in healthy adults. *PLoS One*. 2016; 11(10). doi: 10.1371/journal.pone.0163310,
44. Przybylski G, Pyskir M, Pyskir J, et al. An attempt of evaluation the impact of smoking on postural stability in patients with diseases of the respiratorv system – a pilot. *Przegl Lek*. 2013; 70(10): 787–790.