

**Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego
w Poznaniu
Wydział Nauk o Zdrowiu**

Lukasz Stoliński

**Ocena postawy ciała z wykorzystaniem fotografii cyfrowej:
opracowanie metody wraz z normami dla wieku 7-10 lat**

Rozprawa doktorska

**Promotor: prof. dr hab. med. Tomasz Kotwicki
Klinika Chorób Kręgosłupa i Ortopedii Dziecięcej
Kierownik: prof. dr hab. med. Tomasz Kotwicki**

**Katedra Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej
p.o. Kierownika: prof. dr hab. med. Marek Józwiak**

Poznań 2015

Panu prof. dr hab. Tomaszowi Kotwickiemu,
składam serdeczne podziękowania za wsparcie,
umożliwienie mi rozwoju naukowego, pomoc
w rozwijaniu własnych talentów oraz wszelkie
dobro, którego tak wiele doświadczyłem w
trakcie przygotowywania rozprawy doktorskiej

Pani dr hab. Małgorzacie Kotwickiej, profesor
UM składam serdeczne podziękowania za wszelką
pomoc oraz zawsze dobre słowo i uśmiech, które
motywują do podejmowania nowych wyzwań

Panu dr hab. Pawłowi Ulmanowi, profesorowi
UEK składam serdeczne podziękowania
za pomoc w wykonaniu obliczeń statystycznych

Mojej wspaniałej Żonie Ewie, która na wzór Najświętszej Maryi Panny, poprzez codzienną pracę, motywuje mnie w dążeniu do świętości, składam serdeczne podziękowania za cierpliwość, wsparcie i miłość

Moim kochanym rodzicom, którzy dzięki Bożej opiece
pomogli mi pojawić się na tym świecie, gdzie mogę
realizować swoje powołanie, jako mężczyzna, mąż i ojciec

Spis treści

Wykaz skrótów użytych w pracy

| | | |
|----------|---|----|
| 1. | Wstęp | 1 |
| 1.1 | Postawa ciała człowieka | 1 |
| 1.1.1 | Definicje postawy ciała | 1 |
| 1.1.2 | Zmienność postawy ciała | 1 |
| 1.1. | Metody oceny postawy ciała | 4 |
| 1.2. | Ocena postawy ciała za pomocą fotografii cyfrowej | 6 |
| 2. | Założenia i cel pracy | 7 |
| 2.1. | Założenia pracy | 7 |
| 2.2. | Cel pracy | 7 |
| 2.3. | Uzasadnienie podjęcia tematu | 7 |
| 3. | Materiał – badane dzieci | 9 |
| 3.1. | Ogólna charakterystyka | 9 |
| 3.2. | Charakterystyka badanych dzieci dla realizacji 1. i 2. celu pracy | 9 |
| 3.2.1. | Kryteria włączenia i wyłączenia z badania | 10 |
| 3.2.2. | Rozkład dzieci w poszczególnych rocznikach i według płci | 10 |
| 3.2.3. | Wysokość i masa ciała | 11 |
| 3.2.4. | Wartość wskaźników odżywienia | 11 |
| 3.3. | Charakterystyka badanych dzieci dla realizacji 3. celu pracy | 11 |
| 3.3.1. | Grupa badana | 11 |
| 3.3.2. | Kryteria włączenia i wyłączenia z badania | 12 |
| 3.3.3. | Charakterystyka badanych dzieci | 13 |
| 4. | Metodyka | 14 |
| 4.1. | Uwagi ogólne | 14 |
| 4.2. | Metodyka badania klinicznego | 15 |
| 4.2.1. | Podstawowe badanie antropometryczne | 15 |
| 4.2.1.1. | Pomiar wysokości i masy ciała | 15 |
| 4.2.1.2. | Wyznaczenie wskaźnika BMI | 15 |
| 4.2.1.3. | Wyznaczenie wskaźnika Cole'a | 15 |
| 4.3. | Metodyka pomiaru krzywizn strzałkowych kręgosłupa przy użyciu plurimetru Rippsteina | 16 |
| 4.4. | Metodyka badania fotograficznego | 19 |
| 4.4.1. | Technika wykonywania fotografii cyfrowych | 19 |
| 4.4.2. | Instruktaż wykonania fotografii dla osób realizujących projekt „Poznań stawia na zdrowie” | 21 |
| 4.4.3. | Wybór parametrów fotograficznych charakteryzujących postawę dziecka | 21 |
| 4.5. | Badanie powtarzalności i odtwarzalności pomiarów | 25 |
| 4.5.1. | Powtarzalność pomiarów plurimetrem Rippsteina | 25 |
| 4.5.2. | Powtarzalność pomiarów fotograficznych | 25 |
| 4.5.3. | Odtwarzalność pomiarów plurimetrem | 26 |
| 4.5.4. | Odtwarzalność pomiarów fotograficznych | 26 |
| 4.6. | Porównanie pomiarów plurimetrem i fotograficznych | 27 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.7. | Przygotowanie programu komputerowego służącego analizie zdjęć fotograficznych | 27 |
| 4.8. | Metodyka obliczania parametrów fotograficznych na podstawie zdjęć badanych dzieci przy użyciu programu Scodiag | 28 |
| 4.9. | Metody statystyczne zastosowane w pracy | 29 |
| 5. | Wyniki | 31 |
| 5.1. | Powtarzalność i odtwarzalność pomiarów w grupie 91 dzieci ZSSO | 31 |
| 5.1.1. | Powtarzalność badania plurimetrem Rippsteina | 31 |
| 5.1.2. | Powtarzalność badania fotografii cyfrowej | 31 |
| 5.1.3. | Odtwarzalność wyników badania plurimetrem Rippsteina | 32 |
| 5.1.4. | Odtwarzalność wyników badania fotografii cyfrowej | 32 |
| 5.2. | Wyniki badania plurimetrem i badania fotograficznego w grupie 91 dzieci ZSSO | 33 |
| 5.2.1. | Wyniki badania plurimetrem Rippsteina | 33 |
| 5.2.2. | Wyniki badania fotograficznego | 34 |
| 5.2.3. | Porównanie wyników badania plurimetrem i badania fotograficznego | 34 |
| 5.3. | Wyniki badania klinicznego 7782 dzieci wykonane w ramach programu „Poznań stawia na zdrowie” | 35 |
| 5.3.1. | Wiek dzieci | 35 |
| 5.3.2. | Wysokość i masa ciała | 35 |
| 5.3.3. | Wartość wskaźników odżywienia | 36 |
| 5.4. | Wyniki badań techniką fotografii cyfrowej w populacji dzieci poznańskich | 37 |
| 5.4.1. | Wartości parametrów fotograficznych dla płci i wieku | 37 |
| 5.4.2. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych pomiędzy płciami | 40 |
| 5.4.3. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych pomiędzy rocznikami | 41 |
| 5.4.4. | Siatki centylowe parametrów fotograficznych | 46 |
| 6. | Dyskusja | 56 |
| | - Zasadność opracowania metody badania postawy ciała z wykorzystaniem techniki fotografii cyfrowej | 56 |
| | - Procedury podjęte w ramach szkolenia fizjoterapeutów i lekarzy w projekcie „Poznań stawia na zdrowie” | 57 |
| | - Wybór aparatu fotograficznego | 59 |
| | - Ustawienie wysokości i odległości aparatu od badanej osoby | 59 |
| | - Prawidłowa technika wykonania badania postawy dziecka przy użyciu fotografii cyfrowej | 60 |
| | - Błędy zaobserwowane podczas wykonywania badań techniką fotografii cyfrowej w programie „Poznań stawia na zdrowie” | 64 |
| | - Uzasadnienie wyboru parametrów fotograficznych | 71 |
| | - Fizjoterapeutyczna interpretacja parametrów postawy ciała | 75 |
| | - Opracowanie norm parametrów fotograficznych | 76 |
| 7. | Wnioski | 78 |
| 8. | Streszczenie | 79 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 9. | Abstract | 84 |
| 10. | Piśmiennictwo | 89 |
| 11. | Spis rycin | 98 |
| 12. | Spis tabel | 102 |
| | Załącznik 1 - Formularz świadomej zgody na udział w projekcie badawczym | 105 |
| | Załącznik 2 - Informacja dla rodzica na temat metod badania | 106 |
| | Załącznik 3 - Informacja dla pacjenta | 108 |
| | Załącznik 4 - Zgoda Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu | 110 |

Wykaz skrótów użytych w pracy:

| | |
|------------------|--|
| BMI | z ang. Body Mass Index - Wskaźnik masy ciała |
| C.I. | Przedział ufności współczynnika korelacji przyjęty na poziomie 95% |
| EBM | z ang. Evidence Based Medicine - Medycyna oparta na dowodach naukowych |
| EBP | z ang. Evidence Based Physiotherapy - Fizjoterapia oparta na dowodach naukowych |
| ICC | z ang. Intraclass Correlation Coefficient Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej |
| KD | Kończyna dolna |
| KKD | Kończyny dolne |
| KK | Kość krzyżowa |
| KG | Kończyna górna |
| KKG | Kończyny górne |
| KK _F | Fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej |
| KLP _F | Fotograficzny kąt otwarcia klatki piersiowej |
| KP | Kifoza piersiowa |
| KP _F | Fotograficzny kąt kifozy piersiowej |
| KRT | Kąt Rotacji Tułowia |
| LB | Lewy bok |
| LL | Lordoza lędźwiowa |
| LL _F | Fotograficzny kąt lordozy lędźwiowej |
| PB | Prawy bok |
| PG _F | Fotograficzny kąt protrakcji głowy |
| SD | Odchylenie standardowe |
| ZSSO | Zespół Sportowych Szkół Ogólnokształcących |

1. Wstęp

1.1. Postawa ciała człowieka

1.1.1. Definicje postawy ciała

Postawa ciała człowieka doczekała się różnych definicji. Większość z nich określa, że jest to swobodny układ ciała w pozycji stojącej – sposób „trzymania się osobnika” [1]. Postawa ciała to „indywidualne ukształtowanie ciała i położenie poszczególnych odcinków tułowia oraz nóg w pozycji stojącej” [2,3]. Postawa ciała jest „wyrazem fizycznego, psychicznego i zdrowotnego stanu organizmu” uwarunkowanego czynnikami genetycznymi i środowiskowymi [4]. Według Kasperczyka, postawa ciała to układ poszczególnych odcinków ciała, nieobjętych zmianami patologicznymi, zapewniający optymalną stabilność ciała, wymagającą minimalnego wysiłku mięśniowego oraz „stwarza warunki do optymalnego ułożenia narządów wewnętrznych”, jest to cecha indywidualna dla każdego człowieka, wyrażona jego sylwetką [2]. Według profesora Wiktora Degi, jednego z pionierów poznańskiej szkoły ortopedii oraz twórcy polskiej rehabilitacji, dobra postawa ciała to wyraz zdrowia i harmonii w budowie ciała. Zmienia się ona w zależności od pory dnia, pozycji, samopoczucia, wieku oraz trybu życia [5]. Postawa ciała może być nawykowa – swobodna, rzeczywista [2,6,7,8] i tzw. „baczna” – wymuszona, czyli czynnie poprawiona [2,8].

Postawę ciała kształtują czynniki egzogenne (czynniki zewnętrzne), jak również czynniki endogenne (czynniki wewnętrzne), które zależne są od przystosowania osoby do środowiska, w którym żyje [6,9,10]. Biorąc pod uwagę różnorodne kryteria diagnostyczne, różny wiek badanych, a także doświadczenie badaczy, dane dotyczące występowania nieprawidłowości postawy ciała są bardzo zróżnicowane [11-15].

1.1.2. Zmienność postawy ciała

Postawa ciała człowieka zmienia się w okresie jego rozwoju od urodzenia aż do śmierci [10]. Zmienna jest ona nie tylko z wiekiem, ale pod wpływem wielu czynników takich jak: tryb życia, rodzaj pracy, pora dnia, zmęczenie czy stan psychoemocjonalny [10]. Dlatego też ocena postawy ciała jest od dawna obiektem

zainteresowań naukowo-badawczych, podczas których stosowano różne sposoby badania i rejestrowania postawy ciała [10].

Obecnie w Polsce przeznaczają się znaczne kwoty ze środków publicznych na realizację programów diagnostyczno-terapeutycznych związanych z wadami postawy ciała dzieci, przy czym większość z nich realizowana jest w obrębie dużych aglomeracji miejskich [16]. Może to wynikać z większych możliwości finansowych takich ośrodków oraz kwestii logistyczno-organizacyjnych. Badanie dzieci pod kątem oceny ich postawy wydaje się zasadne, gdyż nieprawidłowa postawa ciała może mieć negatywne konsekwencje, takie jak ból czy zaburzenia funkcjonalne, które mogą wpłynąć na jakość życia zarówno w dzieciństwie, jak i w życiu dorosłym [17]. W związku z rozwojem współczesnej cywilizacji zasadne wydaje się zwrócenie uwagi na przyjmowaną przez dzieci i młodzież postawę ciała w pozycji siedzącej. Wiek szkolny charakteryzuje się zmianą trybu życia dziecka i przebywaniem przez dłuższy czas w pozycji siedzącej w szkolnej ławce czy przy komputerze. Według obecnych doniesień średnia liczba godzin spędzanych przez dzieci i młodzież w pozycji siedzącej wynosi 13,7 godziny w ciągu doby [18]. Jednocześnie czas, gdy dziecko idzie do szkoły podstawowej, często określany jest w literaturze „złotym wiekiem motoryczności” [19]. W zależności od podejmowanych codziennych aktywności fizycznych, dziecko w tym wieku dynamicznie kształtuje swoją wydolność, wytrzymałość, siłę i inne sprawności motoryczne. Dziecko wykazuje w tym czasie zwiększoną zdolność przyswajania nowych, bardziej skomplikowanych koordynacyjnie wzorców ruchowych [19].

Tryb życia zależny od rozwoju cywilizacji, zwłaszcza pozycja siedząca i niedostatek ruchu sprzyjają pojawianiu się błędów w postawie ciała. Coraz więcej badań ukazuje nieprawidłowy kierunek zmian w aktywności fizycznej, poprzez jej zmniejszanie wraz z wiekiem i preferowanie przez młodzież tzw. biernego odpoczynku [20]. Jak wynika z aktualnych badań, dominującą formą pozaszkolnej aktywności fizycznej dzieci i młodzieży w wieku 7-15 lat jest zabawa na podwórku [21] ze średnią liczbą godzin spędzaną na wyżej wymienionej aktywności równą 3,8 godziny na dobę [22]. Dodatkowo, dzieci w tym wieku wykazują zainteresowanie różnymi formami ruchu, przez co mogą skutecznie wpływać na swój wygląd i kształtowanie cech morfologicznych. Uczniowie klas IV szkoły podstawowej prezentują najwyższy poziom pozaszkolnej aktywności ruchowej, biorąc pod uwagę uczniów szkoły podstawowej oraz gimnazjum [22]. Obecnie aktywność fizyczna

wskazywana jest jako podstawowa metoda, która pozwala na uniknięcie wadliwej postawy i na ograniczenie stosowania innych, kosztownych sposobów leczenia.

Postawa ciała dziecka ulega fizjologicznym zmianom w trakcie rozwoju organizmu, obarczona jest dużą zmiennością osobniczą związaną z typem budowy, co powoduje trudności w odgraniczeniu stanu prawidłowego od patologii. Globalna postawa ciała wynika z ustawienia poszczególnych części ciała, zwłaszcza miednicy w płaszczyźnie strzałkowej, ponieważ od jej pochylenia zależy ustawienie kręgosłupa [5,10]. W warunkach prawidłowych pionowa linia grawitacyjna powinna przebiegać lekko do przodu w stosunku do środka stawu skokowego, lekko do przodu w stosunku do środka stawu kolanowego, lekko do tyłu w stosunku do środka stawu biodrowego [23], dodatkowo przez środek wyrostka barkowego i otwór słuchowy zewnętrzny [2] (rycina 1).



Rycina 1. Prawidłowa postawa ciała z uwzględnieniem rzutowania pionowej linii grawitacyjnej.

Dążenie do zrównoważonego, prawidłowego ustawienia poszczególnych elementów ciała, dzięki któremu organizm ludzki pracowałby najbardziej efektywnie, bez ponoszenia niepotrzebnych strat energii na utrzymanie elementów znajdujących się poza obszarem środka ciężkości jest podstawą oceny danej postawy, jako prawidłowej [24]. Taka postawa ciała pozwala zachować prawidłowo skierowany wzrok w kierunku horyzontalnym, jak również zachować prawidłowo rozmieszczony środek masy ciała, który poprzez linię grawitacji powinien przechodzić przez miednicę i być wsparty ustawieniem stóp [25].

W polskim systemie ochrony zdrowia nie ma wyznaczonego standardu oceny postawy ciała. Mnogość stosowanych metod i narzędzi diagnostycznych utrudnia ujednoczenie badania postawy ciała, określenie epidemiologii wad w postawie ciała oraz ewaluację procesu terapeutycznego. Niemniej jednak, w związku z możliwościami, jakie oferuje współczesna medycyna i fizjoterapia, możliwe jest wykorzystanie nowoczesnych narzędzi pomiarowych. Wyniki uzyskiwane za pomocą zweryfikowanych narzędzi pomiarowych są podstawą bezpiecznej i skutecznej praktyki klinicznej, tworząc główny filar fizjoterapii opartej na dowodach

naukowych (Evidence Based Physiotherapy, EBP) [26], która jest zarazem elementem szerszego pojęcia, jakim jest medycyna oparta na dowodach naukowych (Evidence Based Medicine, EBM) [27].

1.2. Metody oceny postawy ciała

Wzorując się na Przewędzie za Kasperczykiem [2], można wymienić następujące techniki oceny postawy ciała:

- wzrokowe techniki oceny sylwetki: według Staffela [28], typologia postaw według Haglunda-Falka [2], według Stasienkowa [29], według Nikołajewa [2], według Aksimowej [2], według Browna [30], według Brownella [2], jak również metoda sylwetkowa Wolańskiego [31], która jest oryginalną polską metodą oceny postawy ciała oraz modyfikacja tej metody przez Zeyland-Malawkę [32],

- wzrokowa ocena wybranych elementów postawy ciała: metoda Klappa [33], metoda punktowania według Kasperczyka [34],

- metoda oceny postawy ciała z użyciem tabeli błędów postawy profesora Wiktora Degi [6], która ocenia, oprócz badania morfologicznego, ortopedyczne aspekty postawy ciała z uwzględnieniem odpowiednich testów funkcjonalnych (tabela 1); tabela występuje w formie oryginalnej [6] i zmodyfikowanej [35,36] (tabela 2),

Tabela 1. Tabela zestawienia błędów postawy według profesora Degi [6]

| Nazwisko | Głowa | Barki | Klatka piersiowa | Hiperkifoza | Skolioza | Hiperlordoza | Miednica | Brzuch | Przykurczenia | | | | Kolana koślawe | Kolana szpotawe | Stopy końsko-koślawe | Inne | Uwagi |
|----------|-------|-------|------------------|-------------|----------|--------------|----------|--------|---------------|-------|---------|--------|----------------|-----------------|----------------------|------|-------|
| | | | | | | | | | Barki | Plecy | Lędźwie | Biodra | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 2. Zmodyfikowana tabela zestawienia błędów postawy
w oparciu o kryteria profesora Degi [35,36]

| Tabela błędów postawy ciała | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|------------------------|----------------------------|-------------|----------------------|--------------|----------|--------|---------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Przykurcze | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 15 | 16 | 17 |
| Głowa | Barki | Klatka piersiowa kurza | Klatka piersiowa lejkowata | Hiperkifoza | Postawa skoliotyczna | Hiperlordoza | Miednica | Brzuch | Płecy płaskie | Kolana szpotawe | Kolana koślawe | Stopa płaska | Stopa koślawą | Staw barkowy | Staw biodrowy | Staw kolanowy |

- metoda sylwetek zarejestrowanych za pomocą fotografii (metoda Layonta [2], metoda Motta [2], metoda cieniografii i konturografii (metoda Christensena i Korba [2], metoda Hubarda [2], w Polsce technika Lewickiej i Perzanowskiego [2]),

- metoda oceny poszczególnych elementów postawy ciała przy użyciu różnego rodzaju aparatury pomiarowej i rysunkowej: torakometr Demenny’ego [2], torakograf [2], liniometr Howlanda [2], konformator Cuertona-Gunby [2], profilograf Demenny’ego [2], pantograf Gilewicza [2], posturometr elektroniczny Śliwy [37], sferodorsiometr i kifolorдозometr Wolańskiego [38,39], antropostereometr Jachowicza [2], kifometr Debrunera [40,41],

- metody oceny oparte na kryterium linii pionowych i poziomych, kryterium linii symetrycznych, kryterium kątów (na zasadzie równowagi mechanicznej i symetrii ciała): metoda Stafforda [41], test Cramptona [2], metoda Malczyk i Smolika [2], metoda Łukasika [2], metoda Goldtwaita, [2],

- metoda oceny postawy ciała za pomocą technik fotogrametrycznych z użyciem trójplaszczynowej topografii powierzchni ciała: tak zwana mora projekcyjna [42,43,44], metoda ISIS – Integrated Shape Imaging System [45], udoskonalenie tej metody QGIS – Quantec Spinal Image System [46], stereografia rastrowa np. systemem Formetric (Diers) [47,48,49],

- metoda termowizyjna [50],

- metoda elektrogoniometrii tensometrycznej [51,52,53],

- ocena postawy ciała z zastosowaniem ultradźwiękowego wskaźnika punktowego: np. system ZEBRIS - pozwala na ocenę sylwetki w pozycji statycznej, jak również na badanie zakresu ruchu i kształtu krzywizn kręgosłupa podczas wykonywania określonych testów funkcjonalnych [54],
- ocena przednio-tylnych krzywizn i zakresu ruchomości kręgosłupa za pomocą plurimetru Rippsteina [55,56,57,58,59],
- ocena przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa i zakresu ruchomości w stawach obwodowych za pomocą plurimetru Rippsteina ze zmodyfikowanym przedłużeniem ramienia urządzenia [60],
- ocena przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa z zastosowaniem cyfrowego inklinometru Saundersa [61,62,63],
- ocena zakresu ruchomości w stawach obwodowych z wykorzystaniem plurimetru Rippsteina [64],
- ocena zakresu ruchomości w stawach obwodowych z wykorzystaniem goniometru [65],
- ocena asymetrii rotacyjnej tułowia z zastosowaniem skoliometru Bunnella [66,67,68,69,70,71],

1.3. Ocena postawy ciała za pomocą fotografii cyfrowej

Fotografia cyfrowa jest obecna w wielu dziedzinach życia człowieka [72]. Ocena postawy ciała za pomocą metody fotograficznej jest rozpowszechniona i ciągle udoskonalana w badaniach naukowych [73]. Metoda jest stosowana w ocenie postawy ciała u dzieci zdrowych [71,74,75], a także u dzieci z astmą oskrzelową [76], dzieci oddychających głównie ustami [77], dzieci noszących ciężkie plecaki [78], jak również u dorosłych w stanach depresyjnych [79]. Fotografiami u dzieci oceniana jest zarówno postawa w pozycji stojącej [80,81,82], jak i siedzącej [83]. Prowadzone są również badania mające na celu określenia przydatności badania fotograficznego do oceny pacjentów ze skoliozą idiopatyczną [80,84,85,86].

2. Założenia i cel pracy

2.1. Założenia pracy

Zauważalny jest brak badań postawy ciała z zastosowaniem fotografii cyfrowej w polskim piśmiennictwie. Dla rozpoznania wadliwej postawy i oceny skuteczności jej leczenia konieczne jest stosowanie obiektywnych, mierzalnych kryteriów. Obecnie problemem jest brak standaryzacji oceny postawy dziecka. W praktyce polega ona na odnotowaniu wrażeń wzrokowych (plecy okrągłe, plecy płaskie itp.), czasem z zaznaczeniem stopnia nasilenia wady (nieznaczne, znaczne itp.). Ponadto brak jest wyraźnej granicy między postawą prawidłową a wadliwą, w szczególności brak jest parametrów liczbowych charakteryzujących postawę prawidłową i wadliwą.

Zakłada się, że za pomocą badania postawy ciała dziecka techniką fotogrametryczną możliwe będzie opracowanie obiektywnych parametrów postawy ciała. Zakłada się, że poprzez zbadanie dużej grupy dzieci możliwe będzie ustalenie wartości prawidłowych i patologicznych opracowanych parametrów.

2.2. Cel pracy

Celem pracy jest:

- 1) opracowanie metody wykonywania dokumentacji postawy ciała dziecka za pomocą techniki fotografii cyfrowej (fotogrametrii),
- 2) zdefiniowanie i weryfikacja parametrów fotograficznych oceniających ilościowo postawę ciała i jej wady w płaszczyźnie strzałkowej,
- 3) ustalenie norm parametrów fotograficznych dla dzieci w wieku 7-10 lat.

2.3. Uzasadnienie podjęcia tematu

Oczekuje się, że zrealizowanie pracy doktorskiej wykaże możliwość zastosowania metody fotograficznej do oceny postawy ciała dziecka. Powstanie w ten sposób narzędzie badawcze przydatne w badaniach podstawowych nad rozwojem i zmiennością postawy ciała u dzieci. Opracowanie algorytmu wykonywania dokumentacji postawy ciała dziecka za pomocą fotografii cyfrowej może umożliwić

rzetelne i jednolite wykonywanie dokumentacji fotograficznej przez specjalistów zajmujących się badaniem postawy ciała. Może to mieć wpływ, na jakość wykonywanych przez nich badań. Poprzez sprawdzenie metody fotograficznej zgodnie z zasadami EBM, możliwe będzie wprowadzenie do badań naukowych metody pomiarowej, która w swej istocie będzie równocześnie metodą dokumentacji postawy ciała. Ze względu na nieinwazyjność metoda wydaje się zachęcająca do powszechnego wykorzystania w badaniach naukowych i klinicznych. Pojawiające się obawy ze strony rodziców dzieci biorących udział w badaniach przesiewowych, wynikające z obawy naświetlania dziecka promieniami rentgenowskimi, mogą wpływać na podejmowanie decyzji dotyczących uczestnictwa w samych badaniach. W przypadku badań z wykorzystaniem fotografii cyfrowej będą one nieuzasadnione. Niski koszt wykonania i archiwizowania cyfrowych zdjęć fotograficznych związany z dostępnością aparatów cyfrowych wpływa korzystnie na realne zastosowanie techniki. Nie ma potrzeby nabywania specjalistycznej kosztownej aparatury, o której wspomniano powyżej wyliczając dostępne techniki badania postawy ciała. Oszczędności wynikające z prowadzenia badań przesiewowych za pomocą fotografii cyfrowej mogą być znaczące dla budżetów poszczególnych jednostek, zarówno badawczych jak i organizujących badania (np. samorządu terytorialnego), co często ma znaczenie decydujące w finansowaniu różnego rodzaju projektów. Przydatne wydaje się wprowadzenie nowych parametrów ilościowych, naukowo zweryfikowanych, dla których będą przedstawione konkretne wartości liczbowe zakresu normy i patologii.

3. Materiał – badane dzieci

3.1. Ogólna charakterystyka

Materiał badawczy składa się z dwóch części:

- (1) 91 dzieci zbadanych dla realizacji celu 1 i 2 stanowili uczniowie klas I-IV szkoły podstawowej Zespołu Sportowych Szkół Ogólnokształcących im. Jana Pawła II w Skierniewicach (ZSSO),
- (2) 7782 dzieci zbadanych dla realizacji celu 3 pracy stanowili uczniowie klas I-IV szkół podstawowych miasta Poznania.

3.2. Charakterystyka dzieci badanych dla realizacji 1. i 2. celu pracy

Dla realizacji celu 1. (opracowanie metody wykonywania dokumentacji postawy ciała) oraz celu 2. (zdefiniowanie i weryfikacja ilościowych parametrów fotograficznych oceniających postawę ciała) wybrałem losowo 100 dzieci obojga płci w wieku 7-10 lat, spośród uczniów szkoły podstawowej w Zespole Sportowych Szkół Ogólnokształcących im. Jana Pawła II w Skierniewicach, w której pracuję. W związku ze zmianami struktur ZSSO, które odbywają się w ciągu ostatnich lat, szkoła nie jest obecnie szkołą sportową, a jedynie standardowo posiadającą oddziały o profilu sportowym. Uczęszczające do szkoły dzieci, które stanowiły grupę badanych dla realizacji celu 1. i celu 2. mojej rozprawy doktorskiej, nie uprawiały intensywnie sportu.

Dla każdego rodzica przygotowałem oraz dostarczyłem formularz świadomej zgody na udział dziecka w badaniu [Załącznik 1], który zawierał informacje o badaniu z opisaną metodyką wykonania zaplanowanych pomiarów [Załącznik 2], o ich celu, stosowanych procedurach, zagrożeniach i korzyściach związanych z udziałem w badaniu [Załącznik 3]. Formularz informował również o pozytywnej opinii Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu [Załącznik 4]. Osobiście rozdałem uczniom formularze dla rodziców i w wyznaczonym terminie zebrałem podpisane zgody. Rodzice 9 dzieci nie wyrazili zgody na badanie, dlatego ostatecznie do badań zakwalifikowałem 91 dzieci (44 dziewczęta i 47 chłopców).

3.2.1. Kryteria włączenia i wyłączenia z badania

Kryteriami włączenia do badania były:

- uczęszczanie do szkoły podstawowej nr 5 w Skierniewicach,
- pisemna zgoda rodziców/opiekunów na udział w badaniu,
- zgoda dyrektora Szkoły Podstawowej nr 5 na badanie,
- wiek badanego dziecka pomiędzy 7-10 lat,
- brak różnicy długości kończyn dolnych powyżej 0,5 cm stwierdzony w badaniu klinicznym,
- nieobecność skoliozy według wytycznych SOSORT: $KRT < 7^\circ$ na podstawie badania klinicznego z użyciem skoliometru,
- możliwość komunikacji z badanym dzieckiem konieczna do przeprowadzenia badania (dziecko chciało się rozebrać i przygotować do badania).

Kryteriami wyłączającymi z badania były:

- brak pisemnej zgody rodziców lub opiekunów dziecka,
- różnica długości kończyn dolnych powyżej 0,5 cm stwierdzona w badaniu klinicznym,
- współistniejące choroby uniemożliwiające przeprowadzenie badania lub mogące wpłynąć na jego wynik (urazy, złamania kończyn dolnych, górnych, kręgosłupa),
- brak możliwości komunikacji z badanym dzieckiem koniecznej do przeprowadzenia badania (dziecko nie chciało się rozebrać i przygotować do badania),
- wiek badanego dziecka poniżej 7 lat oraz powyżej 10 lat.

3.2.2. Rozkład dzieci w poszczególnych rocznikach i według płci

Liczbę dzieci w poszczególnych grupach wiekowych przedstawia tabela 3.1.

Tabela 3.1. Uczniowie ZSSO z podziałem na wiek i płeć

| Wiek | Dziewczęta | Chłopcy | Razem |
|--------|------------|---------|-------|
| 7 lat | 8 | 18 | 26 |
| 8 lat | 21 | 14 | 35 |
| 9 lat | 14 | 4 | 18 |
| 10 lat | 1 | 11 | 12 |

3.2.3. Wysokość i masa ciała

Wartość średnią, odchylenie standardowe, minimum i maksimum dla wysokości i masy ciała w pozycji stojącej przedstawia tabela 3.2.

Tabela 3.2. Wysokość i masa ciała badanych dzieci obu płci (N = 91)

| Badana cecha | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|---------------------|---------|-----|---------|----------|
| Wysokość ciała [cm] | 133,4 | 7,7 | 119 | 154 |
| Masa ciała [kg] | 29,1 | 5,7 | 20 | 48 |

3.2.4. Wartość wskaźników odżywienia

Wartość średnią, odchylenie standardowe, minimum i maksimum dla wskaźników odżywienia dziecka: BMI i wskaźnika Cole'a przedstawia tabela 3.3.

Tabela 3.3. Wskaźniki odżywienia wszystkich badanych dzieci obu płci (N = 91)

| Badany parametr | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|-----------------|---------|------|---------|----------|
| BMI | 21,8 | 3,6 | 15,4 | 32,1 |
| Wskaźnik Cole'a | 102,7 | 16,2 | 69,0 | 145,2 |

3.3. Charakterystyka dzieci badanych dla realizacji 3. celu pracy

3.3.1. Grupa badana

Dla realizacji celu 3. (ustalenie norm parametrów fotograficznych), wykorzystałem bazę zdjęć fotograficznych postawy ciała dzieci, wykonanych w ramach profilaktycznego projektu zdrowotnego „Poznań stawia na zdrowie – profilaktyka wad postawy wśród dzieci uczęszczających do klas I-IV szkół podstawowych w Poznaniu”, prowadzonego przez Urząd Miasta Poznania w latach 2009-2011. Projekt polegał na wykonaniu badań przesiewowych postawy wszystkich dzieci uczęszczających do klas I - IV poznańskich szkół podstawowych. Projekt był dofinansowany ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego i Norweskiego Mechanizmu Finansowego [87].

W projekt, realizowany przez Centrum Diagnostyczno-Terapeutyczne Medyk Poliklinika z Poznania, które na drodze konkursu udzielało świadczeń zdrowotnych

w zakresie profilaktyki wad postawy ciała, włączone zostało wszystkie 68 szkół podstawowych z Poznania. Wszystkie dzieci badane były dwukrotnie w odstępie 1 roku. Badania początkowe odbyły się w terminie od 15.02.2010 r. do 22.05.2010 r. i objęły 9319 dzieci. Badania końcowe odbyły się w terminie od 10.01.2011 r. do 12.03.2011 r. i objęły 8062 dzieci. Różnica liczby dzieci uczestniczących w początkowej i końcowej ocenie postawy ciała była spowodowana m.in. zmianą miejsca zamieszkania dzieci, okresem wzmożonej zachorowalności i rezygnacjami. Ponadto część dzieci z rozpoznaniem wadliwej postawy rozpoczęła leczenie w specjalistycznych poradniach. Do badań w ramach pracy doktorskiej wykorzystałem fotografie pochodzące z badań początkowych.

3.3.2. Kryteria włączenia i wyłączenia z badania

Kryteriami włączenia do badania były:

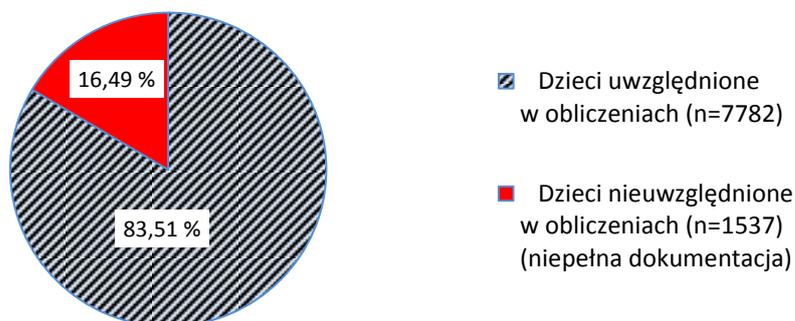
- wiek badanego dziecka pomiędzy 7-10 lat,
- nieobecność skoliozy według wytycznych SOSORT: $KRT < 7^\circ$ na podstawie badania klinicznego z użyciem skoliometru,
- posiadanie i możliwość oceny obydwu zdjęć fotograficznych wykonanych dziecku stojącemu prawym bokiem do aparatu (PB) i lewym bokiem do aparatu (LB),
- pisemna zgoda na przekazanie dokumentacji pacjentów przez przychodnię Medyk-Poliklinika w celach obliczeń naukowych.

Kryteriami wyłączającymi z badania fotograficznego były:

- nieprawidłowa metodyka wykonania badania fotograficznego,
- niepełna dokumentacja fotograficzna postawy ciała dziecka (brak jednego ze zdjęć) lub brak dokumentacji fotograficznej,
- niepełna informacja na temat cech antropometrycznych dziecka (brak daty urodzenia, masy ciała i wysokości ciała).

Część zdjęć cyfrowych, które planowałem wykorzystać, była wykonana niezgodnie z metodyką badania lub występowały braki w dokumentacji

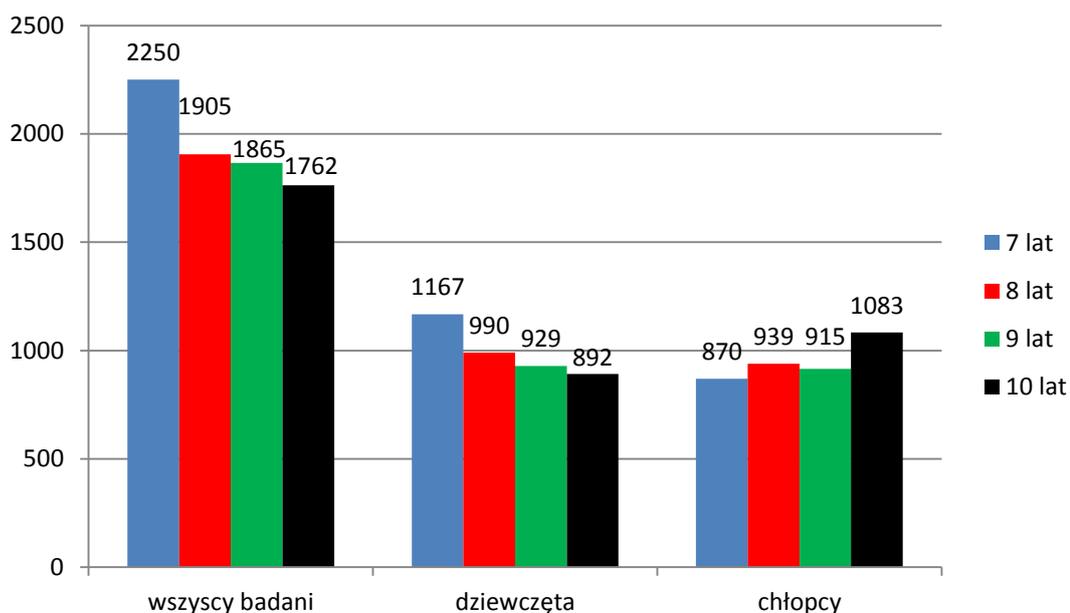
fotograficznej, które szczegółowo omówiono w dyskusji. Liczbę i procent dzieci uwzględnionych i nieuwzględnionych w obliczeniach przedstawia rycina 3.1.



Rycina 3.1. Procentowe przedstawienie liczebności dzieci uwzględnionych i nieuwzględnionych w obliczeniach w ramach pracy doktorskiej. Całkowita liczba przebadanych dzieci wyniosła 9319.

3.3.3. Charakterystyka badanych dzieci

Materiał badawczy objął 7782 dzieci (3804 dziewczęta, 3978 chłopców) w wieku od 7 do 10 lat, średnia $8,4 \pm 0,5$ lat, uczęszczających do klas I-IV szkół podstawowych miasta Poznania. Liczebność dzieci z uwzględnieniem grup wiekowych i płci przedstawia rycina 3.2.



Rycina 3.2. Liczebność badanych dzieci obu płci w poszczególnych grupach wiekowych.

4. Metodyka

4.1. Uwagi ogólne

Badania przeprowadziłem w oparciu o zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, uchwała numer 832/11 z dnia 6 października 2011 roku [Załącznik 4].

Badania składały się z dwóch części: (1) badanie 91 dzieci w celu opracowania metody, zdefiniowania i weryfikacji parametrów ilościowych oraz (2) pomiary i obliczenia wybranych parametrów na grupie 7782 dzieci.

91 dzieci z klas I-IV ZSSO przebadalem w sali gimnastyki korekcyjnej ZSSO. Badanie składało się z 3 części:

- 1) kliniczna ocena postawy ciała, w tym sprawdzenie długości kończyn dolnych,
- 2) pomiar krzywizn strzałkowych kręgosłupa za pomocą plurimetru Rippsteina,
- 3) wykonanie cyfrowych zdjęć fotograficznych w płaszczyźnie strzałkowej w swobodnej pozycji stojącej wykonanych dziecku stojącemu prawym bokiem do aparatu (PB) i lewym bokiem do aparatu (LB),

Pomiary i dokumentację fotograficzną u wszystkich 91 dzieci wykonałem samodzielnie. Do zapisywania wyników badania i przygotowania pomieszczenia korzystałem z pomocy drugiej osoby, znającej przebieg i metodykę badania. Podczas badania współpracowałem z wychowawczyniami klas objętych badaniem, które przyprowadzały dzieci do sali w wyznaczonej przeze mnie kolejności rozpisanej według planu lekcji.

Obliczenia i pomiary parametrów na grupie 7782 dzieci przebadanych w ramach programu „Poznań stawia na zdrowie” obejmowały pomiar masy ciała i wzrostu, badanie kliniczne położenia kolców biodrowych przednich górnych i tylnych górnych oraz krętarzy większych kości udowych, badanie skoliometrem Bunnella, a także wykonanie cyfrowych zdjęć fotograficznych sylwetki. W celu obliczenia wartości wybranych parametrów fotograficznych dokonałem pomiarów na cyfrowych zdjęciach sylwetki wykonanych w płaszczyźnie strzałkowej dziecku stojącemu prawym bokiem do aparatu (PB) i lewym bokiem do aparatu (LB),

4.2. Metodyka badania klinicznego

4.2.1. Podstawowe badanie antropometryczne

Badanie obejmowało:

- pomiar wysokości i masy ciała w pozycji stojącej
- wyznaczenie wskaźnika BMI i wskaźnika Cole'a

4.2.1.1. Pomiar wysokości i masy ciała

Pomiar wysokości ciała oraz masy ciała wykonany został z dokładnością odpowiednio do 0,5 centymetra i 0,5 kilograma. Do pomiaru wysokości ciała w pozycji stojącej użyto krawieckiej miary centymetrowej przymocowanej do ściany. Do pomiaru masy ciała wykorzystano przenośną wagę łazienkową.

4.2.1.2. Wyznaczenie wskaźnika BMI

Obliczony został wskaźnik masy ciała BMI – Body Mass Index (rycina 4.1)

$$\text{BMI} = \frac{\text{masa ciała [kg]}}{(\text{wysokość ciała [m]})^2}$$

Rycina 4.1. Sposób obliczenia wskaźnika masy ciała BMI (Body Mass Index) [88,89].

4.2.1.3. Wyznaczenie wskaźnika Cole'a

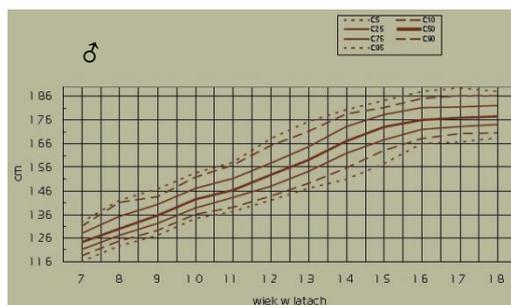
Wskaźnik Cole'a (rycina 4.2), który określa stan odżywienia [90,91], został obliczony na podstawie siatek centylowych dzieci z województwa wielkopolskiego zaproponowanych przez Krzyżaniak i wsp. [88], według danych demograficznych z 2009 roku. Ryciny 4.3–4.6 przedstawiają siatki centylove populacji dzieci poznańskich.

$$\text{Wskaźnik Cole'a} = \frac{\text{masa ciała rzeczywista [kg]} \times (\text{wysokość ciała standardowa [m]})^2}{\text{masa ciała standardowa [kg]} \times (\text{wysokość ciała rzeczywista [m]})} \times 100$$

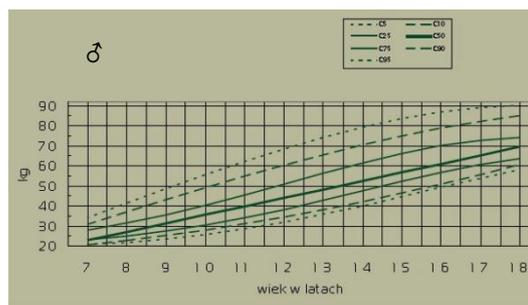
Rycina 4.2. Sposób obliczenia wskaźnika Cole'a, [90,91]: wysokość ciała standardowa (50. centyl) – średnia wysokości ciała dla danego wieku i płci; masa ciała standardowa (50. centyl) - średnia masy ciała dla danego wieku i płci.

Wartości wskaźnika Cole'a wyrażone w procentach kwalifikują stan odżywienia dziecka w następujących przedziałach:

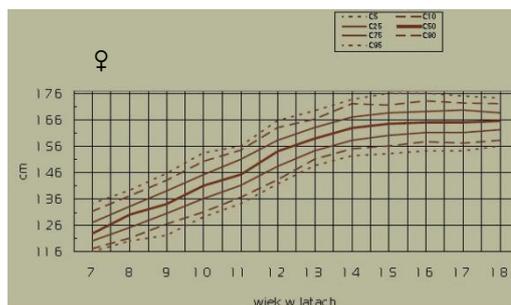
- > 110 ► nadmierne odżywienie
- 90-110 ► norma
- 85-90 ► nieznaczne niedożywienie
- 75-85 ► niedożywienie
- < 75 ► wyniszczenie



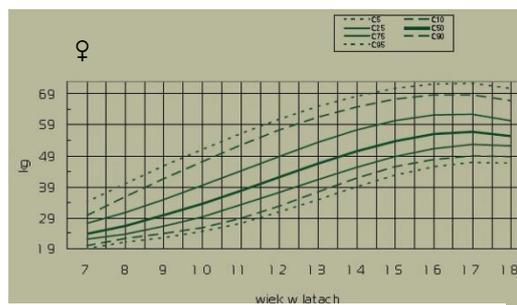
Rycina 4.3. Siatka centylova przedstawiająca wysokość ciała populacji poznańskich chłopców [88].



Rycina 4.4. Siatka centylova przedstawiająca masę ciała populacji poznańskich chłopców [88].



Rycina 4.5. Siatka centylova przedstawiająca wysokość ciała populacji poznańskich dziewcząt [88].



Rycina 4.6. Siatka centylova przedstawiająca masę ciała populacji poznańskich dziewcząt [88].

4.3. Metodyka pomiaru krzywizn strzałkowych kręgosłupa przy użyciu plurimetru Rippsteina

Pomiary parametrów kątowych krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej wykonałem za pomocą plurimetru Rippsteina zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Gerhardt i wsp. [92].

Na ciele badanego nietoksycznym markerem zaznaczałem kropki w miejscach pomiarowych to znaczy: przestrzeń między wyrostkami kolczystymi siódmego kręgu szyjnego i pierwszego kręgu piersiowego (C7/Th1), przestrzeń

między wyrostkami kolczystymi dwunastego kręgu pierwszego i pierwszego kręgu lędźwiowego (Th12/L1) oraz przestrzeń między wyrostkami kolczystymi piątego kręgu lędźwiowego i pierwszego kręgu krzyżowego (L5/S1). Ze względu na występujące w plurimetrze rowki, urządzenie można ustabilizować w zakresie co 90° . Dlatego plurimetr ustawiałem tak, aby wskazówka pokazywała wartość 0° (pozycja zerowa) przy ułożeniu go prostopadłe do podłoża (rycina 4.7A). Następnie plurimetr przykładałem na wysokości L5/S1 i odczytywałem wielkość kąta nachylenia kości krzyżowej (KK) (rycina 4.7B). „Zerowałem” plurimetr, po czym (rycina 4.7C) przykładałem w miejscu przejścia piersiowo – lędźwiowego na wysokości Th12/L1 i odczytywałem wielkość kąta lordozy lędźwiowej (LL) (rycina 4.7D). Trzeci pomiar obejmował zmierzenie kąta kifozy piersiowej: plurimetr „zerowałem” na wysokości Th12/L1 (rycina 4.7E), a następnie przykładałem na wysokość C7/Th1 (rycina 4.7F) i odczytywałem kąt kifozy piersiowej (KP). Pomiaru u każdego dziecka wykonałem trzykrotnie zgodnie z wytycznymi dotyczącymi powtarzalności [93,94,95]. Wyniki zapisałem w indywidualnej karcie badanego.



Rycina 4.7A. Plurimetr Rippsteina w pozycji „zerowej”.



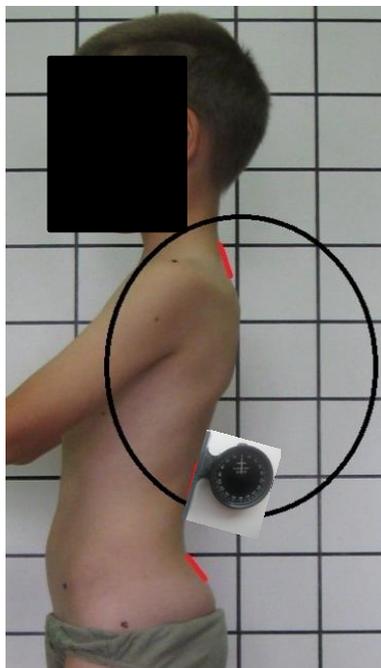
Rycina 4.7B. Pomiar kąta nachylenia kości krzyżowej – pozycja końcowa z odczytaniem kąta na wysokości L5/S1.



Rycina 4.7C. Pomiar kąta lordozy lędźwiowej – pozycja początkowa z ustawieniem plurimetru w pozycji „zerowej” na wysokości L5/S1.



Rycina 4.7D. Pomiar kąta lordozy lędźwiowej – pozycja końcowa z odczytaniem kąta lordozy lędźwiowej na wysokości Th12/L1.



Rycina 4.7E. Pomiar kąta kifozy piersiowej - pozycja początkowa z ustawieniem plurimetru w pozycji „zerowej” na wysokości Th12/L1.



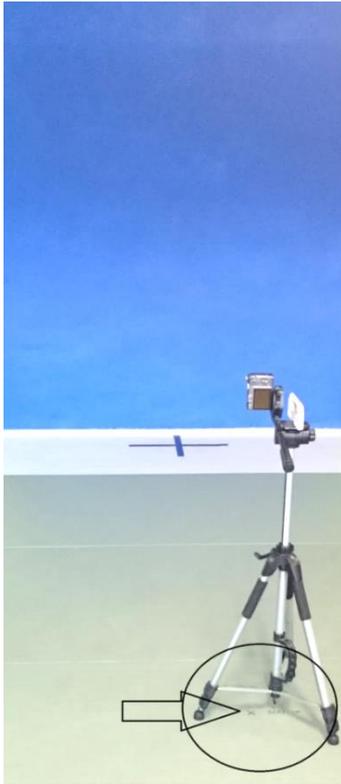
Rycina 4.7F. Pomiar kąta kifozy piersiowej - pozycja końcowa z odczytaniem wartości kifozy piersiowej na wysokości C7/Th1.

4.4. Metodyka badania fotograficznego

4.4.1. Technika wykonywania fotografii cyfrowych

W celu wykonania badania fotograficznego wykorzystałem cyfrowy aparat fotograficzny CANON model POWER SHOT A590 IS o matrycy CCD 1/2,5 cala o łącznej liczbie pikseli ok. 8,3 miliona i ogniskowej 35 – 140 mm oraz stabilny statyw, na którym mogłem ustawić nieruchomo aparat. Był on umieszczony w odległości 300 cm od miejsca przecięcia się linii, na których ustawia się badana osoba na stanowisku badania. Centrowanie obiektywu ustawiłem na wysokości 90 cm, w linię grawitacji, stanowiącą pionową linię przechodzącą przez środek masy ciała, miednicę oraz stopy (rycina 4.8). Poziomowanie aparatu wykonywałem z użyciem skoliometru Bunnella (rycina 4.9). Ten sam model aparatu wykorzystany był do badania w obu grupach dzieci.

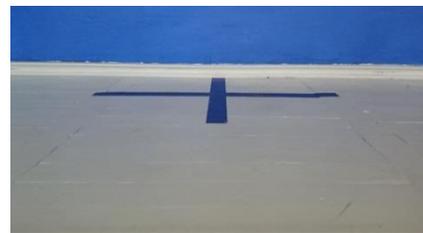
Osoba badana rozbierała się do bielizny. Chłopiec miał na sobie same majtki, dziewczynka dodatkowo stanik, który zasłaniał możliwie jak najmniejszą powierzchnię jej ciała. Początek szpary pośladkowej był odsłonięty. Gdy osoba badana miała dłuższe włosy, sięgające poniżej małżowiny usznej, związałem je gumką lub spinałem spinką tak, aby małżowiny uszne z otworem słuchowym zewnętrznym włącznie były widoczne. W następnej kolejności dziecko ustawiało się na zaznaczonych, przecinających się liniach, na stanowisku przygotowanym przeze mnie do badania fotograficznego (rycina 4.10). Wydane miało komendy, aby skierować wzrok przed siebie na wysokość oczu, ustawić kończyny górne lekko ugięte w stawach barkowych (ok. 10° - 20°) i łokciowych (ok. 20°-30°) (rycina 4.11), tak aby nie zasłaniać konturów ciała. Stopy ustawione były w pozycji pośredniej, bez rotacji, rozstawione na szerokość bioder. Kończyny dolne ustawione były w pozycji pośredniej, bez zgięcia lub przeprostu w stawach kolanowych. Po wszystkich czynnościach, związanych z ustawieniem dziecka, wydawałem komendę, żeby dziecko się nie ruszało i wykonywałem zdjęcie fotograficzne. Powyższe czynności były powtarzane dwukrotnie: w trakcie wykonywania zdjęcia dziecku stojącemu prawym bokiem do aparatu (PB) i lewym bokiem do aparatu (LB) (ryciny 4.11 i 4.12). Każde dziecko było indywidualnie ustawiane do badania fotograficznego, kierując się powyższymi wytycznymi. Postępowanie było identyczne dla obu grup dzieci.



Rycina 4.8. Ustawienie aparatu na wypoziomowanym statywie w odległości 300 cm od stanowiska badania i na wysokości 90 cm od podłoża.



Rycina 4.9. Wypoziomowanie aparatu na statywie z użyciem skoliometru Bunnella.



Rycina 4.10. Stanowisko badania, na którym dziecko ustawiało stopy podczas badania fotograficznego.



Rycina 4.11. Zdjęcie wykonane dziecku ustawionemu prawym bokiem do aparatu na stanowisku do badania fotograficznego.



Rycina 4.12. Zdjęcie wykonane dziecku ustawionemu lewym bokiem do aparatu na stanowisku do badania fotograficznego.

4.4.2. Instruktaż wykonania fotografii dla osób realizujących projekt „Poznań stawia na zdrowie”

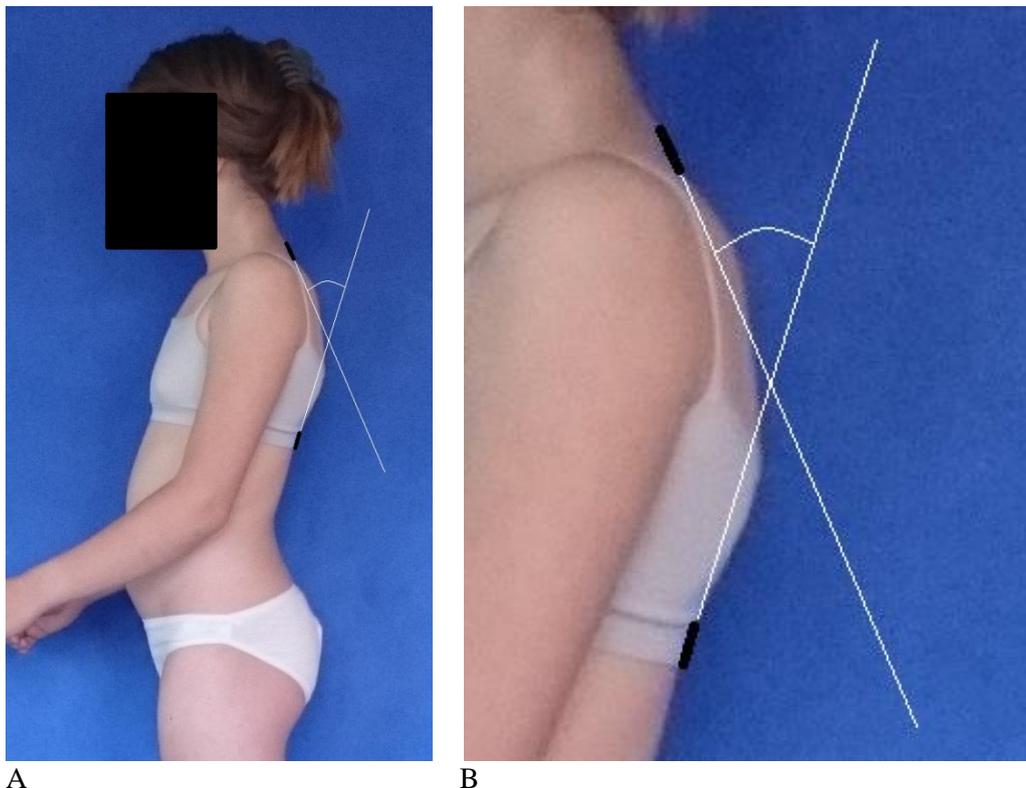
W związku z realizacją pracy doktorskiej, w porozumieniu z promotorem, przedstawiłem sposób wykonywania fotografii cyfrowej fizjoterapeutom i lekarzom zaangażowanym w profilaktyczny projekt diagnostyki i terapii wad postawy „Poznań stawia na zdrowie” na terenie Miasta Poznania. W początkowej fazie projektu w 2009 roku oraz końcowej fazie projektu w 2010 roku, przeszkoliłem 122 fizjoterapeutów i lekarzy, którym, na spotkaniach szkoleniowych, razem z promotorem, przedstawiłem sposób standaryzacji wykonania badania fotograficznego postawy. Podczas spotkań szczegółowo zostały opisane czynności osób wykonujących badanie fotograficzne postawy dziecka. Ponadto, w wybranych przypadkach, uczestniczyłem w badaniach w poszczególnych szkołach i mogłem osobiście skontrolować sposób wykonywania fotografii.

4.4.3. Wybór parametrów fotograficznych charakteryzujących postawę dziecka

Biorąc pod uwagę wcześniejsze badania innych autorów [96-100] zdecydowałem się na wybranie i sprawdzenie, a w następnej kolejności obliczenie norm dla pięciu następujących parametrów fotograficznych:

- fotograficzny kąt kifozy piersiowej (KP_F) - kąt utworzony przez linie wyrysowane od konturu ciała na poziomie górnego końca kifozy piersiowej w miejscu jej przejścia w lordozę szyjną oraz od konturu ciała na poziomie dolnego końca kifozy piersiowej w miejscu jej przejścia w lordozę lędźwiową (rycina 4.13) [96],
- fotograficzny kąt lordozy lędźwiowej (LL_F) - kąt utworzony przez linie wyrysowane od konturu ciała na poziomie dolnego końca kifozy piersiowej w miejscu jej przejścia w lordozę lędźwiową oraz od konturu ciała na poziomie dolnego końca lordozy lędźwiowej w miejscu jej przejścia w region wypukłości pośladkowej (rycina 4.14) [97],

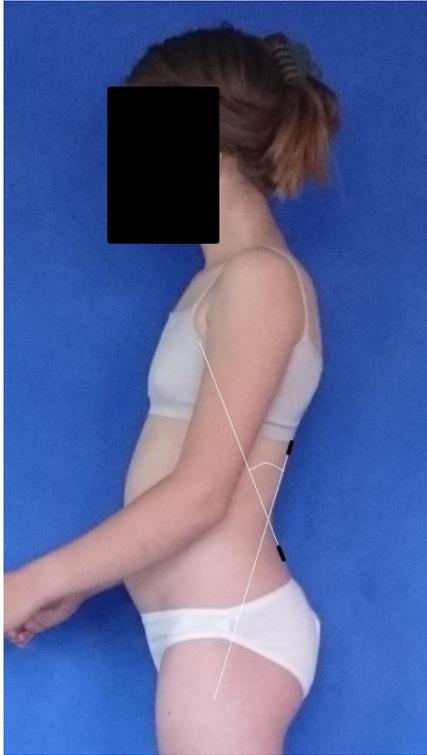
- fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F) – kąt utworzony przez linię wyrysowaną od konturu ciała na poziomie dolnego końca lordozy lędźwiowej w miejscu jej przejścia w region wypukłości pośladkowej oraz przez linię wertykalną (rycina 4.15) [98],
- fotograficzny kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) - kąt pomiędzy linią poprowadzoną pomiędzy punktem w miejscu przejścia lordozy szyjnej w kifozę piersiową i punktem połączenia przedniego obrysu szyi z obrysem klatki piersiowej a linią horyzontalną (rycina 4.16) [99],
- fotograficzny kąt protrakcji głowy (PG_F) - kąt pomiędzy linią poprowadzoną pomiędzy punktem w miejscu przejścia lordozy szyjnej w kifozę piersiową i centralnym punktem otworu słuchowego zewnętrznego, a linią horyzontalną (rycina 4.17) [100].



A

B

Rycina 4.13. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt kifozy piersiowej (KP_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.



A

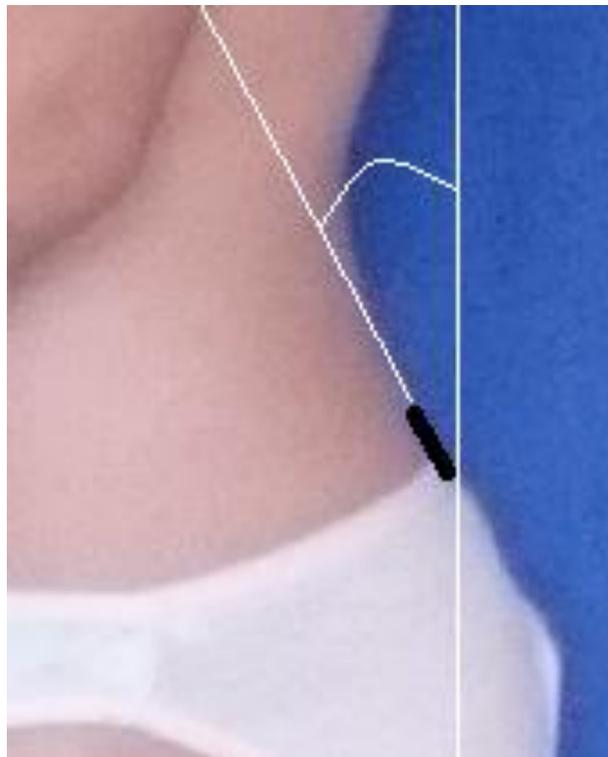


B

Rycina 4.14. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt lordozy lędźwiowej (LL_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.

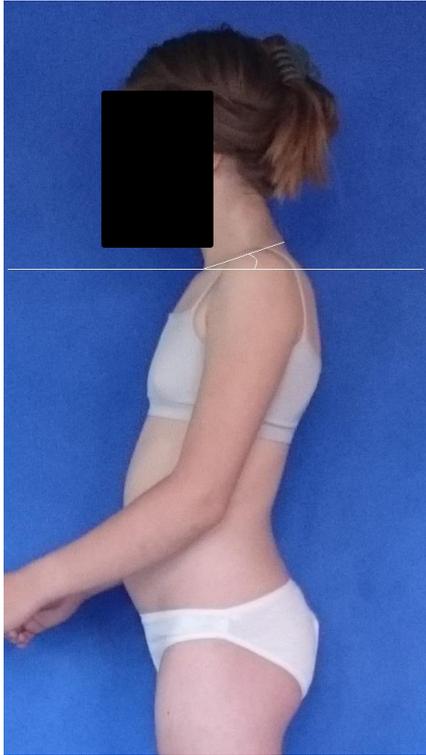


A

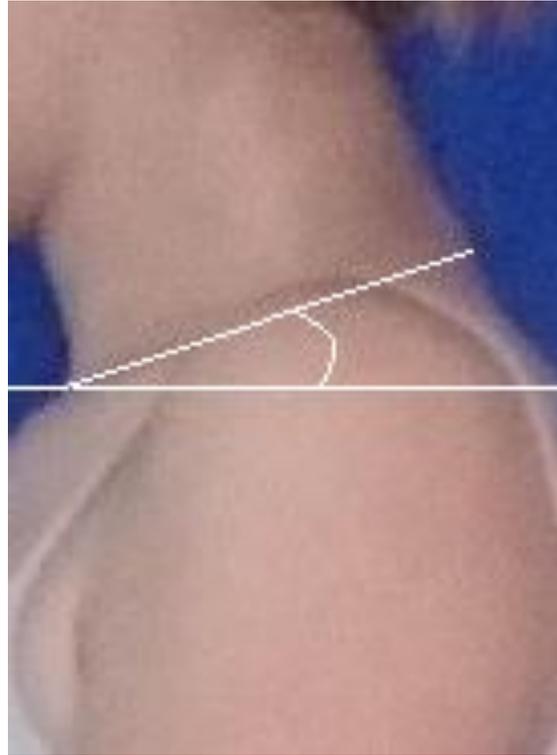


B

Rycina 4.15. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.

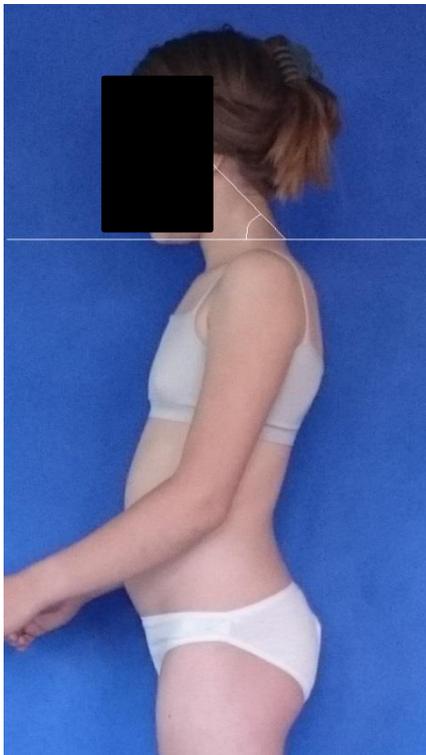


A



B

Rycina 4.16. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.



A



B

Rycina 4.17. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt protrakcji głowy (PG_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.

4.5. Badanie powtarzalności i odtwarzalności pomiarów

4.5.1. Powtarzalność pomiarów plurimetrem Rippsteina

W celu określenia wewnętrznej zgodności (powtarzalności) pomiarów z wykorzystaniem plurimetru Rippsteina z grupy uczniów ZSSO wybrałem losowo 30 osób. Zgodnie ze standardami [93-95], dokonałem w odstępach dwudniowych trzech badań określających wielkość kątową krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej: kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej oraz nachylenia kości krzyżowej. Każde badanie składało się z trzech pomiarów wykonanych bezpośrednio po sobie, z których wyciągałem wartość średnią. Badałem dziecko ustawione jednym (lewym) bokiem do badającego.

4.5.2. Powtarzalność pomiarów fotograficznych

W celu określenia wewnętrznej zgodności (powtarzalności) pomiarów z wykorzystaniem fotografii cyfrowej z grupy uczniów ZSSO wybrałem losowo 30 osób. Każdemu dziecku wykonałem po dwa zdjęcia w płaszczyźnie strzałkowej według wystandaryzowanej wcześniej techniki badania: jedno dziecku ustawionemu prawym bokiem do aparatu (PB) i drugie dziecku ustawionemu lewym bokiem do aparatu (LB). Na każdym zdjęciu zaznaczałem punkty, odpowiednio do zaproponowanych parametrów. W ten sposób dla każdego z dwóch zdjęć obliczyłem fotograficzny kąt kifozy piersiowej (KP_F), fotograficzny kąt lordozy lędźwiowej (LL_F), fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F), fotograficzny kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), fotograficzny kąt protrakcji głowy (PG_F). Zgodnie z standardami [93-95], dokonałem trzykrotnie pomiarów parametrów fotograficznych na zdjęciach w odstępach dwudniowych. Każde z trzech badań składało się z trzech pomiarów wykonanych bezpośrednio po sobie, z których wyciągałem wartość średnią. Takie same czynności wykonałem dla zdjęcia zrobionego dziecku stojącemu jednym i drugim bokiem do aparatu.

4.5.3. Odtwarzalność pomiarów plurimetrem Rippsteina

Celem sprawdzenia zgodności międzygrupowej (odtwarzalności) pomiarów wykonanych plurimetrem Rippsteina, do badania zaprosiłem dodatkowo dwóch badaczy (Badacz 2 - fizjoterapeuta z 6-letnim stażem pracy, Badacz 3 - fizjoterapeuta z rocznym stażem pracy), którzy na co dzień nie pracują z dziećmi, nie wykonują badań profilaktycznych i po raz pierwszy stosowali wyżej wymienione urządzenie. Z grupy uczniów ZSSO wybrałem losowo 30 dzieci, u których wykonano pomiary plurimetrem Rippsteina określające wielkość kątową krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej: kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej oraz nachylenia kości krzyżowej. Każde badanie składało się z trzech pomiarów wykonanych bezpośrednio po sobie, z których wyciągałem wartość średnią. Badano dziecko ustawione jednym (lewym) bokiem do badającego [93-95].

4.5.4. Odtwarzalność pomiarów fotograficznych

W celu określenia zgodności międzygrupowej (odtwarzalności) pomiarów z wykorzystaniem fotografii cyfrowej wykorzystałem zdjęcia 30 osób. Do badania zaprosiłem dodatkowo dwóch badaczy (Badacz 2 - fizjoterapeuta z 6 letnim stażem pracy, oraz Badacz 3 - fizjoterapeuta z 8-letnim stażem pracy, posiadający doświadczenie w pracy z dziećmi oraz posługujący się komputerowym programem do pomiaru parametrów fotograficznych od dwóch lat). Każdy z nich dokonał oceny jednego badania fotograficznego składającego się z trzech pomiarów fotograficznego kąta kifozy piersiowej (KP_F), fotograficznego kąta lordozy lędźwiowej (LL_F), fotograficznego kąta nachylenia kości krzyżowej (KK_F), fotograficznego kąta nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), fotograficznego kąta protrakcji głowy (PG_F). Pomiary wykonane zostały bezpośrednio po sobie dla zdjęcia wykonanego dziecku ustawionemu prawym bokiem do aparatu (PB) i lewym bokiem do aparatu (LB), następnie wyciągnięto z nich wartość średnią [93-95].

4.6. Porównanie pomiarów plurimetrem i fotograficznych

Celem porównania pomiarów wykonanych plurimetrem Rippsteina oraz fotografią cyfrową, u 30 dzieci wykonałem jednocześnie badanie plurimetrem i badanie fotograficzne. Badanie plurimetrem Rippsteina składało się z 3-krotnego zmierzenia [93-95] krzywizn strzałkowych kręgosłupa: lordozy lędźwiowej i kifozy piersiowej oraz nachylenia kości krzyżowej. Bezpośrednio po tych pomiarach wykonałem dziecku cyfrowe zdjęcia fotograficzne po jednym z lewego boku i z prawego boku. Następnie według opisanej powyżej metodyki obliczyłem fotograficzny kąt kifozy piersiowej (KP_F), fotograficzny kąt lordozy lędźwiowej (LL_F), fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F). Wartości średnie parametrów fotograficznych otrzymane z obu zdjęć, porównałem z wynikami wartości średnich parametrów otrzymanych z badania z zastosowaniem plurimetru Rippsteina przy użyciu współczynnika ICC oraz współczynnika alfa-Cronbacha.

4.7. Przygotowanie programu komputerowego służącego analizie zdjęć fotograficznych

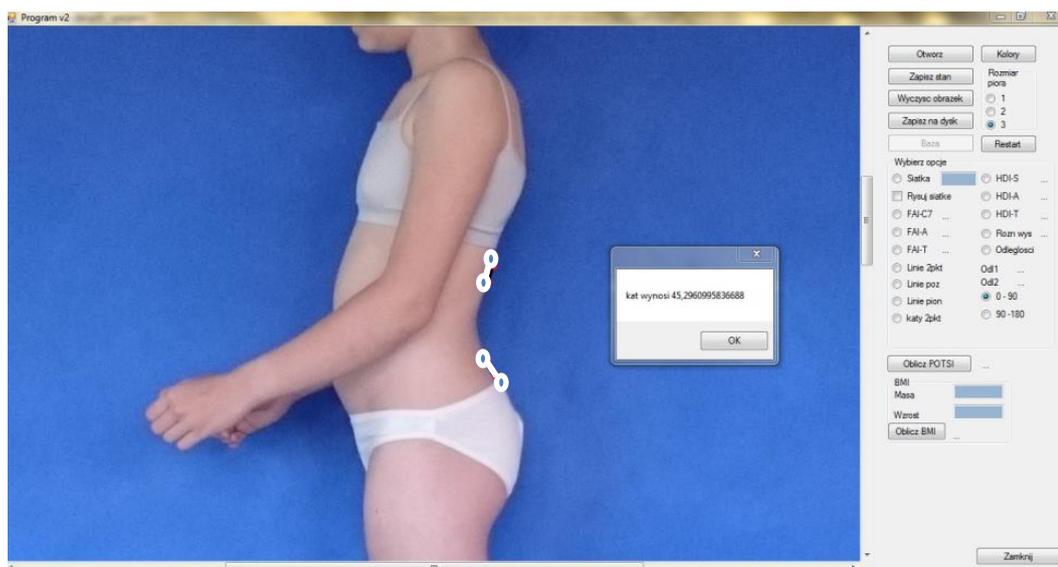
Na potrzeby obliczeń, w porozumieniu z promotorem i z pomocą studenta informatyki, przygotowany został program komputerowy „Scodiag”. Program był podstawą pracy inżynierskiej studenta informatyki, której temat brzmiał: „Diagnostyka skoliozy w oparciu o metody informatyczne” [101]. W okresie wykonywania przeze mnie obliczeń program był już sprawdzony i zaakceptowany przez specjalistów z dziedziny informatyki, a student był absolwentem z tytułem inżyniera. Program został nieodpłatnie udostępniony na potrzeby niniejszej pracy. Za pomocą programu zmierzyłem opisane powyżej parametry fotograficzne. Zdjęcia wykonane były w podstawowej rozdzielczości 960x1280 pikseli. Podczas wykonywania serii próbnych pomiarów zauważyłem, że w celu dokładnego zidentyfikowania wymaganych punktów orientacyjnych na ciele dziecka niezbędne jest powiększenie fotografii. Ze względu na brak możliwości powiększania zdjęcia w programie Scodiag (brak funkcji „zoom”), sugerując się wcześniejszymi publikacjami z użyciem fotografii cyfrowej [102], powiększałem każde zdjęcie przed wykonaniem obliczeń do 400% oryginalnego rozmiaru w celu jak

najdokładniejszego pomiaru parametrów fotograficznych. Czynności tej dokonałem za pomocą programu IrfanView ver.4.37 w angielskiej wersji językowej dostępnego nieodpłatnie w Internecie pod adresem: www.irfanview.com z dodatkową funkcją aktualizującą język na polski.

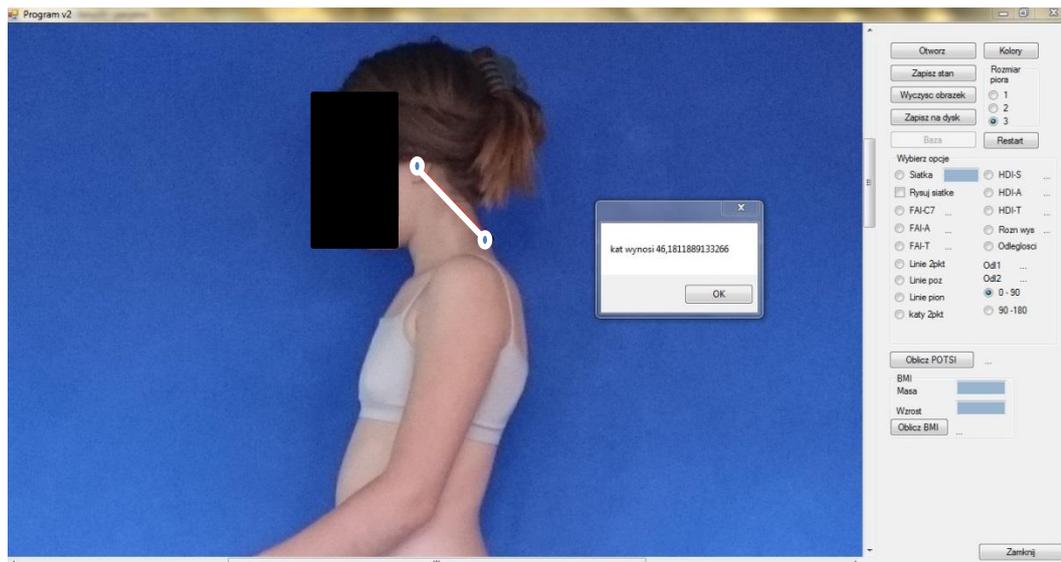
4.8. Metodyka obliczania parametrów fotograficznych na podstawie zdjęć badanych dzieci przy użyciu programu Scodiag

Pomiar fotograficznego kąta kifozy piersiowej oraz fotograficznego kąta lordozy lędźwiowej polegał na ręcznym zaznaczeniu na zdjęciu dwóch punktów tworzących górne ramię danego kąta oraz dwóch punktów tworzących dolne ramię kąta (rycina 4.18). Program obliczał kąt między odcinkami. Obliczanie kąta protrakcji głowy, kąta nachylenia otworu górnego klatki piersiowej oraz kąta nachylenia kości krzyżowej wymagało zaznaczenia na zdjęciu dwóch punktów tworzących wymagany odcinek, następnie program automatycznie określał kąt odcinka względem linii horyzontalnej (rycina 4.19).

W celu zapisania danych otrzymanych z pomiarów zdjęć fotograficznych użyłem programu Microsoft Excel 2010 wchodzącego w skład pakietu Microsoft Office 2010.



Rycina 4.18. Sposób zaznaczenie punktów w celu obliczenia przez program fotograficznego kąta lordozy lędźwiowej (LL_F).



Rycina 4.19. Sposób zaznaczenia punktów w celu obliczenia przez program fotograficznego kąta protrakcji głowy (PG_F).

4.9. Metody statystyczne zastosowane w pracy

Normalność rozkładów badanych pomiarów sprawdzono testem Kołmogorowa-Smirnowa i testem Shapiro Wilka.

Wyniki badania fotograficznego i badania plurimetrem przeanalizowano pod kątem powtarzalności i odtwarzalności (rozdział 4.5) z zastosowaniem statystyki Blanta i Altmana przy użyciu współczynnika korelacji wewnątrzklasowej ICC (z ang. Intraclass Correlation Coeficient) oraz współczynnika alfa-Cronbacha. Współczynnik ICC pozwala na określenie wiarygodność pomiaru przez porównanie zmienności różnych pomiarów tej samej osoby do całkowitej zmienności ze względu na wszystkie pomiary i wszystkie osoby. ICC przyjmuje wartości z przedziału od 0 do 1. Im wyższa wartość tym większa zgodność pomiarów. [103-106]

Współczynnik alfa-Cronbacha pozwala na określenie, czy kolejne pomiary są zgodne (podobne), a więc czy dają ten sam obraz badanego zjawiska. Przyjmuje on wartości z przedziału od 0 do 1. Im wyższa wartość współczynnika tym większa rzetelność pomiaru [107-109].

Zgodność wyników pomiarów zbadano wykorzystując w tym celu test analizy wariancji, który w ogólnej postaci weryfikuje hipotezę o równości wielu średnich. Jeśli dysponujemy wieloma pomiarami danego parametru to można poddać weryfikacji hipotezę o równości średnich wartości tych pomiarów, co można interpretować, jako ich zgodność (podobieństwo). Odrzucenie tej hipotezy łączyłoby

się ze stwierdzeniem, że przynajmniej jedna ze średnich jest statystycznie różna od pozostałych. W takiej sytuacji przynajmniej jeden z pomiarów dawałby istotnie inne wyniki od pozostałych. W analizie wariancji zakłada się jednorodności wariancji w badanych grupach (pomiarach) oraz normalność rozkładu wspomnianych pomiarów. Pierwsze założenie można weryfikować jednym z testów dla weryfikacji hipotezy o równości wielu wariancji, spośród których wykorzystano test Levene'a. W każdym przypadku na poziomie istotności 0,05 nie było podstaw do odrzucenia hipotezy o jednorodności wariancji uzyskanych pomiarów parametrów. Normalność rozkładu sprawdzono wzmiankowanym wcześniej testem Kołmogorowa-Smirnowa i testem Shapiro-Wilka.

W celu wykazania istotności różnic w poziomie poszczególnych parametrów między grupami badanych dzieci zastosowano test t Studenta. W teście tym zakłada się również równość wariancji oraz normalność rozkładów badanych cech. Podobnie jak wyżej obydwie założenia zostały pozytywnie zweryfikowane dla poszczególnych przypadków wykonanych porównań.

Obliczenia statystyczne zostały przeprowadzone przy użyciu ogólnodostępnych programów Excel i Gretl [110-113]. Przyjęto poziom istotności $p=0,05$.

5. Wyniki

5.1. Powtarzalność i odtwarzalność pomiarów w grupie 91 dzieci ZSSO

5.1.1. Powtarzalność badania plurimetrem Rippsteina

Wyniki przedstawiono w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Wyniki badania powtarzalności pomiarów plurimetrem

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|----------|-------|---------------|---------|--------|--------------------|-----------------------------|
| KP | 0,959 | 0,927 – 0,979 | 0,833 | 7,05 | 0,986 | 0,944 |
| LL | 0,954 | 0,917 – 0,976 | 0,801 | 6,28 | 0,984 | 0,977 |
| KK | 0,922 | 0,863 – 0,959 | 0,706 | 4,22 | 0,972 | 0,956 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru, SD – Odchylenie standardowe

5.1.2. Powtarzalność badania fotografii cyfrowej

Wyniki przedstawiono w tabelach 5.2-5.4.

Tabela 5.2. Wyniki badania powtarzalności pomiarów fotografii wykonanych dziecku ustawionemu prawym bokiem do aparatu.

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|------------------|-------|---------------|---------|--------|--------------------|-----------------------------|
| KP _F | 0,912 | 0,847 – 0,954 | 1,317 | 7,37 | 0,968 | 0,990 |
| LL _F | 0,959 | 0,926 – 0,979 | 1,212 | 10,27 | 0,986 | 0,936 |
| KK _F | 0,934 | 0,883 – 0,965 | 1,024 | 6,70 | 0,977 | 0,952 |
| KLP _F | 0,926 | 0,871 – 0,961 | 0,940 | 5,84 | 0,974 | 0,931 |
| PG _F | 0,937 | 0,889 – 0,967 | 0,727 | 4,86 | 0,978 | 0,989 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru, SD – Odchylenie standardowe

Tabela 5.3. Wyniki badania powtarzalności pomiarów fotografii wykonanych dziecku ustawionemu lewym bokiem do aparatu.

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|------------------|-------|---------------|---------|--------|--------------------|-----------------------------|
| KP _F | 0,926 | 0,871 – 0,962 | 1,159 | 7,14 | 0,974 | 0,974 |
| LL _F | 0,971 | 0,949 – 0,985 | 0,980 | 9,96 | 0,990 | 0,975 |
| KK _F | 0,933 | 0,882 – 0,965 | 0,946 | 6,15 | 0,976 | 0,957 |
| KLP _F | 0,956 | 0,921 – 0,977 | 0,743 | 6,04 | 0,985 | 0,953 |
| PG _F | 0,900 | 0,825 – 0,947 | 1,003 | 5,21 | 0,963 | 0,990 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru, SD – Odchylenie standardowe

Tabela 5.4. Wyniki badania powtarzalności pomiarów dla wartości średniej fotografii wykonanych dziecku ustawionemu prawym i lewym bokiem do aparatu

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|------------------|-------|---------------|------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------|
| KP _F | 0,934 | 0,883 – 0,965 | 1,110 | 7,20 | 0,976 | 0,986 |
| LL _F | 0,970 | 0,945 – 0,984 | 1,018 | 10,11 | 0,989 | 0,952 |
| KK _F | 0,949 | 0,909 – 0,973 | 0,858 | 6,39 | 0,982 | 0,977 |
| KLP _F | 0,956 | 0,921 – 0,977 | 0,729 | 5,91 | 0,985 | 0,950 |
| PG _F | 0,937 | 0,888 – 0,967 | 0,748 | 4,97 | 0,977 | 0,995 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru,
SD – Odchylenie standardowe

5.1.3. Odtwarzalność wyników badania plurimetrem Rippsteina

Wyniki przedstawiono w tabeli 5.5.

Tabela 5.5. Wyniki badania odtwarzalności pomiarów plurimetrem

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|----------|-------|---------------|------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------|
| KP | 0,925 | 0,868 – 0,961 | 1,214 | 7,17 | 0,971 | 0,938 |
| LL | 0,935 | 0,855 – 0,966 | 1,266 | 6,31 | 0,960 | 0,999 |
| KK | 0,882 | 0,777 – 0,941 | 1,174 | 4,24 | 0,923 | 0,982 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru,
SD – Odchylenie standardowe

5.1.4. Odtwarzalność wyników badania fotografii cyfrowej

Wyniki przedstawiono w tabelach 5.6-5.8.

Tabela 5.6. Wyniki badania odtwarzalności pomiarów fotografii wykonanych dziecku ustawionemu prawym bokiem do aparatu.

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|------------------|-------|---------------|------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------|
| KP _F | 0,920 | 0,856 – 0,959 | 1,197 | 7,52 | 0,975 | 0,726 |
| LL _F | 0,958 | 0,923 – 0,979 | 1,135 | 9,94 | 0,987 | 0,852 |
| KK _F | 0,920 | 0,861 – 0,958 | 1,125 | 6,68 | 0,972 | 0,954 |
| KLP _F | 0,879 | 0,791 – 0,936 | 1,136 | 5,63 | 0,959 | 0,689 |
| PG _F | 0,851 | 0,749 – 0,920 | 1,055 | 4,47 | 0,944 | 0,913 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru,
SD – Odchylenie standardowe

Tabela 5.7. Wyniki badania odtwarzalności pomiarów fotografii wykonanych dziecku ustawionemu lewym bokiem do aparatu.

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|------------------|-------|---------------|------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------|
| KP _F | 0,941 | 0,893 – 0,970 | 0,930 | 6,82 | 0,981 | 0,811 |
| LL _F | 0,973 | 0,951 – 0,986 | 0,947 | 9,76 | 0,991 | 0,987 |
| KK _F | 0,930 | 0,864 – 0,965 | 0,924 | 6,45 | 0,980 | 0,658 |
| KLP _F | 0,915 | 0,830 – 0,958 | 0,924 | 5,98 | 0,979 | 0,540 |
| PG _F | 0,844 | 0,736 – 0,916 | 1,230 | 5,03 | 0,940 | 0,984 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru,
SD – Odchylenie standardowe

Tabela 5.8. Wyniki badania odtwarzalności pomiarów dla średniej wartości fotografii wykonanych dziecku ustawionemu prawym i lewym bokiem do aparatu.

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|------------------|-------|---------------|------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------|
| KP _F | 0,920 | 0,856 – 0,959 | 0,913 | 7,10 | 0,984 | 0,777 |
| LL _F | 0,975 | 0,954 – 0,987 | 0,888 | 9,82 | 0,992 | 0,936 |
| KK _F | 0,940 | 0,892 – 0,969 | 0,910 | 6,50 | 0,980 | 0,836 |
| KLP _F | 0,916 | 0,842 – 0,958 | 0,913 | 5,76 | 0,975 | 0,622 |
| PG _F | 0,885 | 0,802 – 0,939 | 0,949 | 4,59 | 0,958 | 0,979 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru,
SD – Odchylenie standardowe

5.2. Wyniki badania plurimetrem i badania fotograficznego w grupie

91 dzieci ZSSO

5.2.1. Wyniki badania plurimetrem Rippsteina

Wartość badanych parametrów zbadanych plurimetrem: kąt kifozy piersiowej (KP), kąt lordozy lędźwiowej (LL), kąt nachylenia kości krzyżowej (KK) przedstawia tabela 5.9.

Tabela 5.9. Wartość badanych parametrów zmierzonych plurimetrem dla wszystkich dzieci (N = 91)

| Parametr | Wartość [°] | Min [°] | Max [°] |
|----------|-------------|---------|---------|
| KP | 41,7 ± 8,3 | 24 | 59 |
| LL | 38,4 ± 8,0 | 20 | 56 |
| KK | 23,3 ± 6,2 | 9 | 40 |

N-liczba dzieci. Wyniki podano jako średnia ± SD - odchylenie standardowe, Min - wartości minimum, Max - wartość maksimum.

5.2.2. Wyniki badania fotograficznego

Wartość badanych parametrów fotograficznych: fotograficzny kąt kifozy piersiowej (KP_F), fotograficzny kąt lordozy lędźwiowej (LL_F), fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F), fotograficzny kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), fotograficzny kąt protrakcji głowy (PG_F), wykonanych komputerowym programem Scodiag w grupie 91 dzieci ZSSO, przedstawia tabela 5.10.

Tabela 5.10. Wartość badanych parametrów fotograficznych dla wszystkich dzieci (N = 91)

| Parametr fotograficzny | PB [°] | LB [°] | BOK [°] |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| KP_F | 42,1 ± 8,9 (23-60) | 41,5 ± 8,7 (21-62) | 41,8 ± 8,7 (22-61) |
| LL_F | 39,5 ± 7,9 (22-55) | 39,2 ± 8,2 (21-59) | 39,4 ± 7,9 (23-56) |
| KK_F | 23,4 ± 6,1 (8-37) | 23,7 ± 5,6 (10-38) | 23,6 ± 5,6 (10-36) |
| KLP_F | 24,5 ± 6,3 (12-42) | 22,9 ± 6,1 (8-39) | 23,6 ± 6,1 (10-40) |
| PG_F | 57,1 ± 5,4 (46-70) | 58,5 ± 5,1 (44-69) | 57,8 ± 5,1 (45-70) |

N-liczba dzieci. Wyniki podano jako średnia ± SD - odchylenie standardowe, wartości minimum i maksimum, prawy bok – PB, lewy bok - LB, średnia prawy bok i lewy bok - BOK

5.2.3. Porównanie wyników badania plurimetrem i badania fotograficznego

Wyniki przedstawiono w tabeli 5.11.

Tabela 5.11. Wyniki badania zgodności pomiarów plurimetrem Rippsteina i fotografii cyfrowej

| Parametr | ICC | 95% C.I. | SEM [°] | SD [°] | α Cronbacha | Analiza wariancji wartość p |
|------------|-------|---------------|---------|--------|--------------------|-----------------------------|
| KP- KP_F | 0,951 | 0,926 – 0,967 | 1,347 | 8,44 | 0,975 | 0,945 |
| LL- LL_F | 0,967 | 0,929 – 0,982 | 0,920 | 7,92 | 0,987 | 0,425 |
| KK- KK_F | 0,926 | 0,891 – 0,951 | 1,148 | 5,90 | 0,962 | 0,712 |

ICC – Współczynnik korelacji wewnątrzklasowej, SEM – Standardowy błąd pomiaru, SD – Odchylenie standardowe

5.3. Wyniki badania klinicznego 7782 dzieci wykonane w ramach programu „Poznań stawia na zdrowie”

5.3.1. Wiek dzieci

Dzieci, które zostały zbadane w ramach programu poznańskiego, ze względu na miesiące urodzenia, zostały przyporządkowane do 4 grup wiekowych:

7-latki : od wieku 7 lat i 0 miesięcy do wieku 7 lat i 12 miesięcy

8-latki : od wieku 8 lat i 0 miesięcy do wieku 8 lat i 12 miesięcy

9-latki : od wieku 9 lat i 0 miesięcy do wieku 9 lat i 12 miesięcy

10-latki : od wieku 10 lat i 0 miesięcy do wieku 10 lat i 12 miesięcy

5.3.2. Wysokość i masa ciała

Wartość średnią, odchylenie standardowe, minimum i maksimum dla wysokości i masy ciała w pozycji stojącej całej badanej grupy oraz z podziałem na płeć i wiek przedstawiają tabele 5.12 – 5.16.

Tabela 5.12. Wysokość i masa ciała wszystkich badanych dzieci obu płci (N = 7782)

| Badana cecha | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|---------------------|---------|-----|---------|----------|
| Wysokość ciała [cm] | 135,5 | 9,2 | 107,0 | 171,5 |
| Masa ciała [kg] | 32,7 | 8,9 | 16,0 | 81,0 |

Tabela 5.13. Wysokość [cm] dziewcząt z podziałem na grupy wiekowe (N = 3804)

| Wiek [w latach] | N | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|-----------------|------|---------|-----|---------|----------|
| 7 | 1083 | 127,0 | 6,0 | 108,5 | 144,5 |
| 8 | 915 | 133,6 | 6,0 | 116,0 | 155,0 |
| 9 | 936 | 138,1 | 6,8 | 119,0 | 159,0 |
| 10 | 870 | 144,5 | 7,9 | 122,0 | 171,5 |

Tabela 5.14. Wysokość [cm] chłopców z podziałem na grupy wiekowe (N = 3978)

| Wiek [w latach] | N | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|-----------------|------|---------|-----|---------|----------|
| 7 | 1167 | 127,7 | 6,0 | 107,0 | 152,0 |
| 8 | 990 | 134,6 | 6,2 | 112,0 | 155,0 |
| 9 | 929 | 138,7 | 7,1 | 113,5 | 163,0 |
| 10 | 892 | 144,2 | 7,5 | 123,0 | 169,0 |

Tabela 5.15. Masa ciała [kg] dziewcząt z podziałem na grupy wiekowe (N = 3804)

| Wiek [w latach] | N | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|--------------------|------|---------|------|---------|----------|
| 7 | 1083 | 26,9 | 52,0 | 16,0 | 52,0 |
| 8 | 915 | 30,9 | 58,0 | 17,4 | 58,0 |
| 9 | 936 | 34,3 | 74,2 | 20,0 | 74,2 |
| 10 | 870 | 38,4 | 76,0 | 21,0 | 76,0 |

Tabela 5.16. Masa ciała [kg] chłopców z podziałem na grupy wiekowe (N =3978)

| Wiek [w latach] | N | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|--------------------|------|---------|------|---------|----------|
| 7 | 1167 | 27,4 | 6,2 | 17,4 | 59,0 |
| 8 | 990 | 32,2 | 7,6 | 16,5 | 62,0 |
| 9 | 929 | 35,2 | 8,6 | 19,0 | 80,7 |
| 10 | 892 | 39,1 | 10,0 | 20,3 | 81,0 |

5.3.3. Wartość wskaźników odżywienia

Wartość średnią, odchylenie standardowe, minimum i maksimum dla wskaźników odżywienia dziecka: BMI i wskaźnika Cole'a dla całej badanej grupy oraz z podziałem na płeć i wiek przedstawiają tabele 5.17.-5.21. oraz rycina 5.1.

Tabela 5.17. Wskaźniki odżywienia badanych dzieci obu płci (N = 7782)

| Badany parametr | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|-----------------|---------|------|---------|----------|
| BMI | 17,6 | 3,2 | 8,9 | 32,7 |
| Wskaźnik Cole'a | 108,6 | 19,0 | 52,4 | 193,9 |

Tabela 5.18. Wskaźnik BMI wyznaczony dla dziewcząt z podziałem na grupy wiekowe (N=3804)

| Wiek [w latach] | N | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|--------------------|------|---------|-----|---------|----------|
| 7 | 1083 | 16,6 | 2,5 | 10,9 | 28,6 |
| 8 | 915 | 17,2 | 3,0 | 10,3 | 28,9 |
| 9 | 936 | 17,8 | 3,1 | 10,6 | 30,3 |
| 10 | 870 | 18,2 | 3,4 | 8,9 | 31,0 |

Tabela 5.19. Wskaźnik BMI wyznaczony dla chłopców z podziałem na grupy wiekowe (N=3978)

| Wiek [w latach] | N | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|--------------------|------|---------|-----|---------|----------|
| 7 | 1167 | 16,7 | 2,7 | 12,4 | 28,6 |
| 8 | 990 | 17,6 | 3,1 | 10,3 | 30,9 |
| 9 | 929 | 18,1 | 3,3 | 11,6 | 31,4 |
| 10 | 892 | 18,6 | 3,6 | 9,6 | 32,7 |

Tabela 5.20. Wskaźnik Cole’a wyznaczony dla dziewcząt z podziałem na grupy wiekowe (N=3804)

| Wiek [w latach] | N | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|-----------------|------|---------|------|---------|----------|
| 7 | 1083 | 105,2 | 15,9 | 69,0 | 181,2 |
| 8 | 915 | 110,0 | 19,1 | 65,7 | 184,4 |
| 9 | 936 | 108,1 | 18,5 | 64,1 | 182,5 |
| 10 | 870 | 107,6 | 19,8 | 52,3 | 183,3 |

Tabela 5.21. Wskaźnik Cole’a wyznaczony dla wszystkich chłopców z podziałem na grupy wiekowe (N=3978)

| Wiek [w latach] | N | Średnia | SD | Minimum | Maksimum |
|-----------------|------|---------|------|---------|----------|
| 7 | 1167 | 113,2 | 18,4 | 84,3 | 193,9 |
| 8 | 990 | 110,1 | 19,6 | 64,4 | 193,3 |
| 9 | 929 | 107,0 | 19,4 | 68,0 | 184,4 |
| 10 | 892 | 106,8 | 20,4 | 54,7 | 186,8 |

5.4. Wyniki badań techniką fotografii cyfrowej w populacji dzieci poznańskich

5.4.1. Wartości parametrów fotograficznych dla płci i wieku

Wartości badanych parametrów fotograficznych przedstawione zostały według kanałów centylowych, które ukazują 50 centyl, co oznacza, że połowa badanych dzieci ma wartość badanego parametru powyżej, a druga połowa poniżej tego wyniku. Norma wąska, w której mieści się 50% badanej populacji, obejmuje przedział wyników pomiędzy 25 a 75 centylem. Norma szeroka, w której mieści się 80% badanej populacji obejmuje przedział wyników pomiędzy 10 a 90 centylem. Wartości z tzw. pogranicza normy, w której mieści się 94% badanej populacji, obejmują przedział wyników pomiędzy 3 a 10 centylem i pomiędzy 90 a 97 centylem [114].

Wartość badanych parametrów fotograficznych: fotograficzny kąt kifozy piersiowej (KP_F), fotograficzny kąt lordozy lędźwiowej (LL_F), fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F), fotograficzny kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), fotograficzny kąt protrakcji głowy (PG_F), wykonanych komputerowym programem Scodiag z podziałem na płeć i wiek, przedstawiają tabele 5.22 – 5.29. Wartości dla 50. centyla pogrubiono.

Tabela 5.22. Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 7-letnich dziewcząt (N = 1083)

| Centyl | KP _F | LL _F | KK _F | KLP _F | PG _F |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 97 | 62 | 52 | 44 | 41 | 71 |
| 90 | 55 | 45 | 39 | 36 | 66 |
| 75 | 48 | 37 | 33 | 32 | 63 |
| 50 | 42 | 29 | 27 | 27 | 58 |
| 25 | 35 | 23 | 22 | 22 | 54 |
| 10 | 28 | 18 | 17 | 18 | 49 |
| 3 | 23 | 13 | 12 | 14 | 45 |

Tabela 5.23. Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 8-letnich dziewcząt (N = 915)

| Centyl | KP _F | LL _F | KK _F | KLP _F | PG _F |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 97 | 62 | 52 | 45 | 41 | 69 |
| 90 | 55 | 44 | 38 | 36 | 66 |
| 75 | 48 | 37 | 33 | 32 | 62 |
| 50 | 42 | 30 | 28 | 27 | 58 |
| 25 | 35 | 24 | 23 | 22 | 54 |
| 10 | 29 | 20 | 18 | 18 | 49 |
| 3 | 23 | 14 | 14 | 14 | 45 |

Tabela 5.24. Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 9-letnich dziewcząt (N = 936)

| Centyl | KP _F | LL _F | KK _F | KLP _F | PG _F |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 97 | 64 | 51 | 44 | 39 | 69 |
| 90 | 57 | 44 | 38 | 36 | 65 |
| 75 | 51 | 37 | 34 | 32 | 63 |
| 50 | 43 | 31 | 28 | 27 | 58 |
| 25 | 36 | 24 | 23 | 23 | 55 |
| 10 | 31 | 20 | 18 | 19 | 51 |
| 3 | 24 | 14 | 13 | 15 | 47 |

Tabela 5.25. Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 10-letnich dziewcząt (N = 870)

| Centyl | KP _F | LL _F | KK _F | KLP _F | PG _F |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 97 | 64 | 52 | 43 | 41 | 69 |
| 90 | 57 | 45 | 37 | 36 | 66 |
| 75 | 51 | 38 | 32 | 32 | 63 |
| 50 | 43 | 32 | 27 | 27 | 58 |
| 25 | 36 | 25 | 22 | 23 | 54 |
| 10 | 31 | 21 | 18 | 19 | 50 |
| 3 | 25 | 16 | 13 | 13 | 45 |

Tabela 5.26. Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 7-letnich chłopców (N = 1167)

| Centyl | KP _F | LL _F | KK _F | KLP _F | PG _F |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 97 | 62 | 48 | 44 | 39 | 72 |
| 90 | 54 | 40 | 39 | 36 | 68 |
| 75 | 48 | 32 | 33 | 32 | 64 |
| 50 | 41 | 25 | 27 | 27 | 59 |
| 25 | 34 | 20 | 22 | 22 | 55 |
| 10 | 29 | 15 | 16 | 18 | 52 |
| 3 | 23 | 12 | 11 | 13 | 46 |

Tabela 5.27. Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 8-letnich chłopców (N = 990)

| Centyl | KP _F | LL _F | KK _F | KLP _F | PG _F |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 97 | 63 | 48 | 44 | 39 | 72 |
| 90 | 55 | 41 | 39 | 35 | 68 |
| 75 | 50 | 34 | 33 | 32 | 64 |
| 50 | 43 | 27 | 26 | 26 | 60 |
| 25 | 36 | 21 | 21 | 22 | 55 |
| 10 | 32 | 17 | 17 | 19 | 52 |
| 3 | 24 | 12 | 11 | 13 | 46 |

Tabela 5.28. Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 9-letnich chłopców (N = 929)

| Centyl | KP _F | LL _F | KK _F | KLP _F | PG _F |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 97 | 64 | 46 | 43 | 41 | 72 |
| 90 | 58 | 39 | 38 | 36 | 68 |
| 75 | 52 | 33 | 33 | 32 | 64 |
| 50 | 44 | 27 | 26 | 27 | 60 |
| 25 | 37 | 22 | 22 | 23 | 55 |
| 10 | 32 | 17 | 17 | 18 | 52 |
| 3 | 24 | 13 | 13 | 14 | 47 |

Tabela 5.29. Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 10-letnich chłopców (N = 892)

| Centyl | KP _F | LL _F | KK _F | KLP _F | PG _F |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 97 | 66 | 47 | 44 | 41 | 72 |
| 90 | 58 | 38 | 37 | 36 | 67 |
| 75 | 52 | 33 | 32 | 33 | 64 |
| 50 | 44 | 26 | 27 | 27 | 60 |
| 25 | 37 | 22 | 22 | 23 | 55 |
| 10 | 31 | 17 | 16 | 19 | 52 |
| 3 | 25 | 12 | 12 | 15 | 47 |

5.4.2. Porównanie wartości parametrów fotograficznych pomiędzy płciami

W tabelach 5.30-5.33 podano wartości pięciu parametrów fotograficznych zmierzonych w populacji dzieci poznańskich, zestawiając wartości dla dziewcząt z wartościami dla chłopców osobno dla każdego rocznika. Istotność różnicy ($p < 0.05$) pogrubiono.

Tabela 5.30. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla 7-letnich chłopców i 7-letnich dziewcząt

| Parametr | 7-letni chłopcy N=1167 | 7-letnie dziewczynki N=1083 | p |
|------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|
| KP _F | 41,3 ± 10,1 (11 - 76) | 41,7 ± 10,3 (12 - 73) | 0,379 |
| LL _F | 26,4 ± 9,7 (5 - 65) | 30,1 ± 10,2 (7 - 65) | < 0,0000 |
| KK _F | 27,1 ± 8,8 (3 - 50) | 27,4 ± 8,2 (5 - 50) | 0,282 |
| KLP _F | 26,6 ± 6,9 (6 - 49) | 27,1 ± 7,0 (9 - 48) | 0,110 |
| PG _F | 59,2 ± 6,8 (12 - 81) | 58,0 ± 6,9 (25 - 82) | < 0,0000 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.31. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla 8-letnich chłopców i 8-letnich dziewcząt

| Parametr | 8-letni chłopcy N=990 | 8-letnie dziewczynki N=815 | p |
|------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|
| KP _F | 42,7 ± 10,1 (14 - 78) | 41,9 ± 10,0 (12 - 74) | 0,081 |
| LL _F | 27,4 ± 9,5 (6 - 63) | 30,7 ± 9,5 (4 - 64) | < 0,0000 |
| KK _F | 26,8 ± 8,6 (1 - 51) | 28,1 ± 7,8 (4 - 50) | 0,0004 |
| KLP _F | 26,4 ± 6,8 (5 - 46) | 26,9 ± 7,0 (12 - 74) | 0,136 |
| PG _F | 59,2 ± 6,8 (14 - 78) | 57,4 ± 6,6 (12 - 74) | < 0,0000 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.32. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla 9-letnich chłopców i 9-letnich dziewcząt

| Parametr | 9-letni chłopcy N=929 | 9-letnie dziewczynki N=936 | P |
|------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|
| KP _F | 43,9 ± 10,6 (10 - 77) | 43,2 ± 10,6 (7 - 76) | 0,152 |
| LL _F | 27,3 ± 8,7 (6 - 64) | 31,1 ± 9,8 (6 - 66) | < 0,0000 |
| KK _F | 26,8 ± 8,0 (7 - 49) | 27,9 ± 7,7 (4 - 50) | 0,005 |
| KLP _F | 27,1 ± 6,9 (7 - 49) | 27,2 ± 6,5 (9 - 46) | 0,764 |
| PG _F | 59,5 ± 6,5 (38 - 88) | 58,0 ± 6,1 (26 - 74) | < 0,0000 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.33. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla 10-letnich chłopców i 10-letnich dziewcząt

| Parametr | 10-letni chłopcy N=892 | 10-letnie dziewczynki N=870 | P |
|------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|
| KP _F | 44,3 ± 10,7 (11 - 86) | 43,5 ± 10,2 (13 - 76) | 0,140 |
| LL _F | 27,2 ± 8,8 (4 - 65) | 31,9 ± 9,1 (10 - 66) | < 0,0000 |
| KK _F | 26,7 ± 8,2 (2 - 50) | 27,0 ± 7,5 (7 - 48) | 0,350 |
| KLP _F | 27,4 ± 6,9 (4 - 47) | 27,1 ± 6,9 (4 - 48) | 0,312 |
| PG _F | 59,2 ± 6,4 (30 - 84) | 57,8 ± 6,4 (17 - 78) | < 0,0000 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

5.4.3. Porównanie wartości parametrów fotograficznych pomiędzy rocznikami

W tabelach 5.34-5.45 podano wartości pięciu parametrów fotograficznych zmierzonych w populacji dzieci poznańskich, zestawiając je rocznikami, osobno dla każdej płci. Istotność różnicy ($p < 0.05$) pogrubiono.

Tabela 5.34. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 7- i 8-letnich

| Parametr | 7-letni chłopcy N=1167 | 8-letni chłopcy N=990 | p |
|------------------|---------------------------|--------------------------|--------------|
| KP _F | 41,3 ± 10,1 (11 - 76) | 42,7 ± 10,1 (14 - 78) | 0,002 |
| LL _F | 26,4 ± 9,7 (5 - 65) | 27,4 ± 9,5 (6 - 63) | 0,012 |
| KK _F | 27,1 ± 8,8 (3 - 50) | 26,8 ± 8,6 (1 - 51) | 0,450 |
| KLP _F | 26,6 ± 6,9 (6 - 49) | 26,4 ± 6,8 (5 - 46) | 0,460 |
| PG _F | 59,2 ± 6,8 (12 - 81) | 59,2 ± 6,8 (14 - 78) | 0,908 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.35. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 7- i 9-letnich

| Parametr | 7-letni chłopcy N=1167 | 9-letni chłopcy N=929 | p |
|------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|
| KP _F | 41,3 ± 10,1 (11 - 76) | 43,9 ± 10,6 (10 - 77) | < 0,0000 |
| LL _F | 26,4 ± 9,7 (5 - 65) | 27,3 ± 8,7 (6 - 64) | 0,023 |
| KK _F | 27,1 ± 8,8 (3 - 50) | 26,8 ± 8,0 (7 - 49) | 0,572 |
| KLP _F | 26,6 ± 6,9 (6 - 49) | 27,1 ± 6,9 (7 - 49) | 0,152 |
| PG _F | 59,2 ± 6,8 (12 - 81) | 59,5 ± 6,5 (38 - 88) | 0,277 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.36. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 7- i 10-letnich

| Parametr | 7-letni chłopcy N=1167 | 10-letni chłopcy N=892 | p |
|------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| KP _F | 41,3 ± 10,1 (11 - 76) | 44,3 ± 10,7 (11 - 86) | < 0,0000 |
| LL _F | 26,4 ± 9,7 (5 - 65) | 27,2 ± 8,8 (4 - 65) | 0,061 |
| KK _F | 27,1 ± 8,8 (3 - 50) | 26,7 ± 8,2 (2 - 50) | 0,296 |
| KLP _F | 26,6 ± 6,9 (6 - 49) | 27,4 ± 6,9 (4 - 47) | 0,008 |
| PG _F | 59,2 ± 6,8 (12 - 81) | 59,2 ± 6,4 (30 - 84) | 0,900 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.37. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 8- i 9-letnich

| Parametr | 8-letni chłopcy N=990 | 9-letni chłopcy N=929 | p |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|
| KP _F | 42,7 ± 10,1 (14 - 78) | 43,9 ± 10,6 (10 - 77) | 0,001 |
| LL _F | 27,4 ± 9,5 (6 - 63) | 27,3 ± 8,7 (6 - 64) | 0,774 |
| KK _F | 26,8 ± 8,6 (1 - 51) | 26,8 ± 8,0 (7 - 49) | 0,845 |
| KLP _F | 26,4 ± 6,8 (5 - 46) | 27,1 ± 6,9 (7 - 49) | 0,036 |
| PG _F | 59,2 ± 6,8 (14 - 78) | 59,5 ± 6,5 (38 - 88) | 0,349 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.38. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 8- i 10-letnich

| Parametr | 8-letni chłopcy N=990 | 10-letni chłopcy N=892 | p |
|------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|
| KP _F | 42,7 ± 10,1 (14 - 78) | 44,3 ± 10,7 (11 - 86) | 0,0009 |
| LL _F | 27,4 ± 9,5 (6 - 63) | 27,2 ± 8,8 (4 - 65) | 0,523 |
| KK _F | 26,8 ± 8,6 (1 - 51) | 26,7 ± 8,2 (2 - 50) | 0,770 |
| KLP _F | 26,4 ± 6,8 (5 - 46) | 27,4 ± 6,9 (4 - 47) | 0,001 |
| PG _F | 59,2 ± 6,8 (14 - 78) | 59,2 ± 6,4 (30 - 84) | 0,989 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.39. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 9- i 10-letnich

| Parametr | 9-letni chłopcy N=929 | 10-letni chłopcy N=892 | p |
|------------------|--------------------------|---------------------------|-------|
| KP _F | 43,9 ± 10,6 (10 - 77) | 44,3 ± 10,7 (11 - 86) | 0,441 |
| LL _F | 27,3 ± 8,7 (6 - 64) | 27,2 ± 8,8 (4 - 65) | 0,713 |
| KK _F | 26,8 ± 8,0 (7 - 49) | 26,7 ± 8,2 (2 - 50) | 0,621 |
| KLP _F | 27,1 ± 6,9 (7 - 49) | 27,4 ± 6,9 (4 - 47) | 0,237 |
| PG _F | 59,5 ± 6,5 (38 - 88) | 59,2 ± 6,4 (30 - 84) | 0,356 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.40. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 7- i 8-letnich

| Parametr | 7-letnie dziewczynki N=1083 | 8-letnie dziewczynki N=915 | p |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|
| KP _F | 41,7 ± 10,3 (12 – 73) | 41,9 ± 10,0 (12 – 74) | 0,660 |
| LL _F | 30,1 ± 10,2 (7 – 65) | 30,7 ± 9,5 (4 – 64) | 0,173 |
| KK _F | 27,4 ± 8,2 (5 – 50) | 28,1 ± 7,8 (4 – 50) | 0,065 |
| KLP _F | 27,1 ± 7,0 (9 – 48) | 26,9 ± 7,0 (12 – 74) | 0,490 |
| PG _F | 58,0 ± 6,9 (25 – 82) | 57,4 ± 6,6 (12 – 74) | 0,042 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.41. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 7- i 9-letnich

| Parametr | 7-letnie dziewczynki N=1083 | 9-letnie dziewczynki N=936 | p |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|
| KP _F | 41,7 ± 10,3 (12 – 73) | 43,2 ± 10,6 (7 – 76) | 0,001 |
| LL _F | 30,1 ± 10,2 (7 – 65) | 31,1 ± 9,8 (6 – 66) | 0,021 |
| KK _F | 27,4 ± 8,2 (5 – 50) | 27,9 ± 7,7 (4 – 50) | 0,226 |
| KLP _F | 27,1 ± 7,0 (9 – 48) | 27,2 ± 6,5 (9 – 46) | 0,840 |
| PG _F | 58,0 ± 6,9 (25 – 82) | 58,0 ± 6,1 (26 – 74) | 0,991 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.42. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 7- i 10-letnich

| Parametr | 7-letnie dziewczynki N=1167 | 10-letnie dziewczynki N=870 | p |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| KP _F | 41,7 ± 10,3 (12 – 73) | 43,5 ± 10,2 (13 – 76) | < 0,0000 |
| LL _F | 30,1 ± 10,2 (7 – 65) | 31,9 ± 9,1 (10 – 66) | < 0,0000 |
| KK _F | 27,4 ± 8,2 (5 – 50) | 27,0 ± 7,5 (7 – 48) | 0,225 |
| KLP _F | 27,1 ± 7,0 (9 – 48) | 27,1 ± 6,9 (4 – 48) | 0,956 |
| PG _F | 58,0 ± 6,9 (25 – 82) | 57,8 ± 6,4 (17 – 78) | 0,428 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.43. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 8- i 9-letnich

| Parametr | 8-letnie dziewczynki N=915 | 9-letnie dziewczynki N=936 | p |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|
| KP _F | 41,9 ±10,0 (12 – 74) | 43,2 ±10,6 (7 – 76) | 0,006 |
| LL _F | 30,7 ±9,5 (4 – 64) | 31,1 ±9,8 (6 – 66) | 0,336 |
| KK _F | 28,1 ±7,8 (4 – 50) | 27,9 ±7,7 (4 – 50) | 0,522 |
| KLP _F | 26,9 ±7,0 (12 – 74) | 27,2 ± 6,5 (9 – 46) | 0,376 |
| PG _F | 57,4 ± 6,6 (12 – 74) | 58,0 ± 6,1 (26 – 74) | 0,037 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

Tabela 5.44. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 8- i 10-letnich

| Parametr | 8-letnie dziewczynki N=915 | 10-letnie dziewczynki N=870 | p |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------|
| KP _F | 41,9 ±10,0 (12 – 74) | 43,5 ±10,2 (13 – 76) | 0,001 |
| LL _F | 30,7 ±9,5 (4 – 64) | 31,9 ±9,1 (10 – 66) | 0,006 |
| KK _F | 28,1 ±7,8 (4 – 50) | 27,0 ±7,5 (7 – 48) | 0,002 |
| KLP _F | 26,9 ±7,0 (12 – 74) | 27,1 ±6,9 (4 – 48) | 0,479 |
| PG _F | 57,4 ± 6,6 (12 – 74) | 57,8 ±6,4 (17 – 78) | 0,223 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

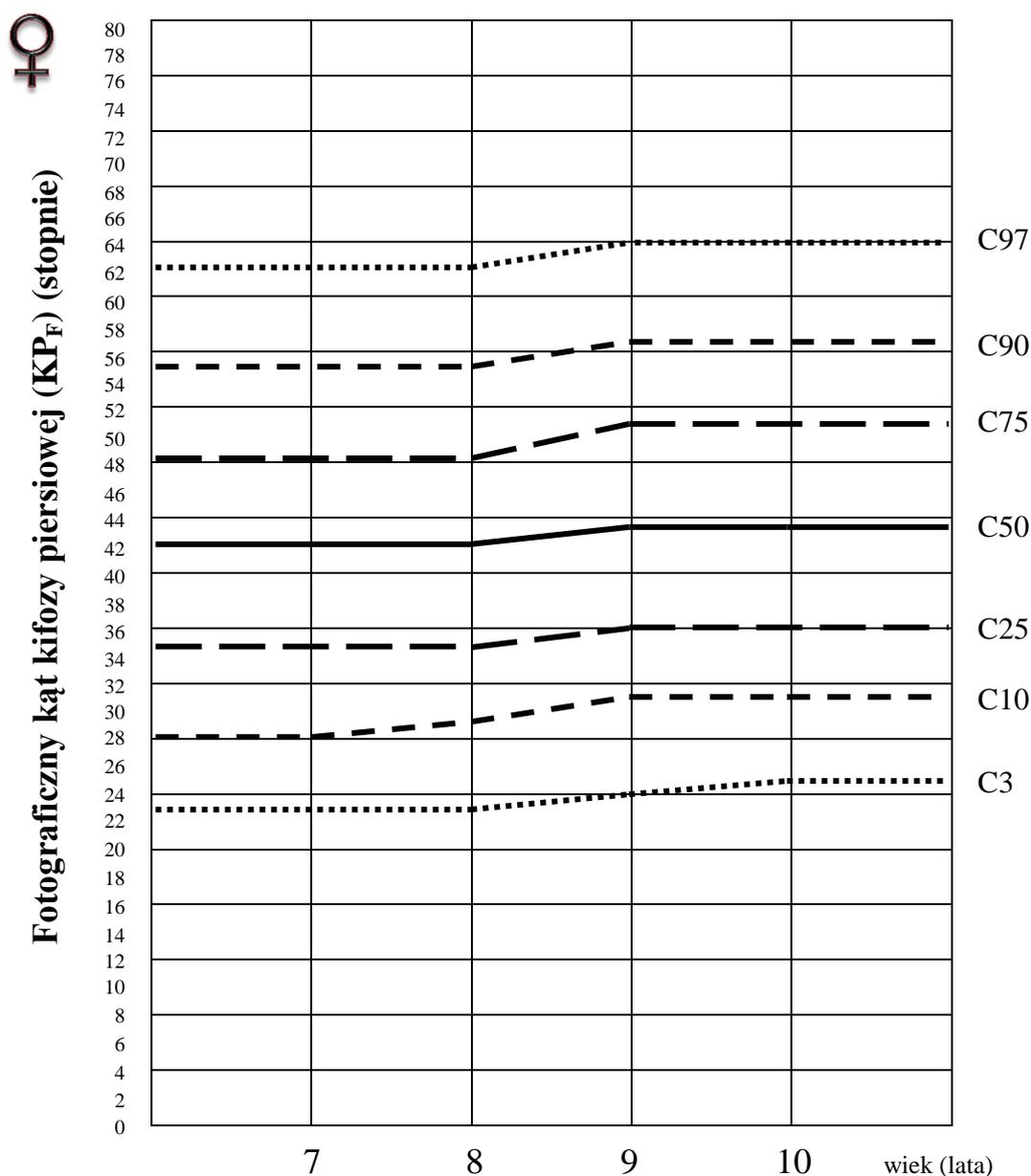
Tabela 5.45. Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 9- i 10-letnich

| Parametr | 9-letnie dziewczynki N=936 | 10-letnie dziewczynki N=870 | p |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------|
| KP _F | 43,2 ±10,6 (7 – 76) | 43,5 ±10,2 (13 – 76) | 0,470 |
| LL _F | 31,1 ±9,8 (6 – 66) | 31,9 ±9,1 (10 – 66) | 0,080 |
| KK _F | 27,9 ±7,7 (4 – 50) | 27,0 ±7,5 (7 – 48) | 0,016 |
| KLP _F | 27,2 ± 6,5 (9 – 46) | 27,1 ±6,9 (4 – 48) | 0,891 |
| PG _F | 58,0 ± 6,1 (26 – 74) | 57,8 ±6,4 (17 – 78) | 0,412 |

Przedstawiono wartość średnią ± odchylenie standardowe, w nawiasach podano wartość minimalną i maksymalną, N-liczba dzieci, p-istotność statystyczna

5.4.4. Siatki centylowe parametrów fotograficznych

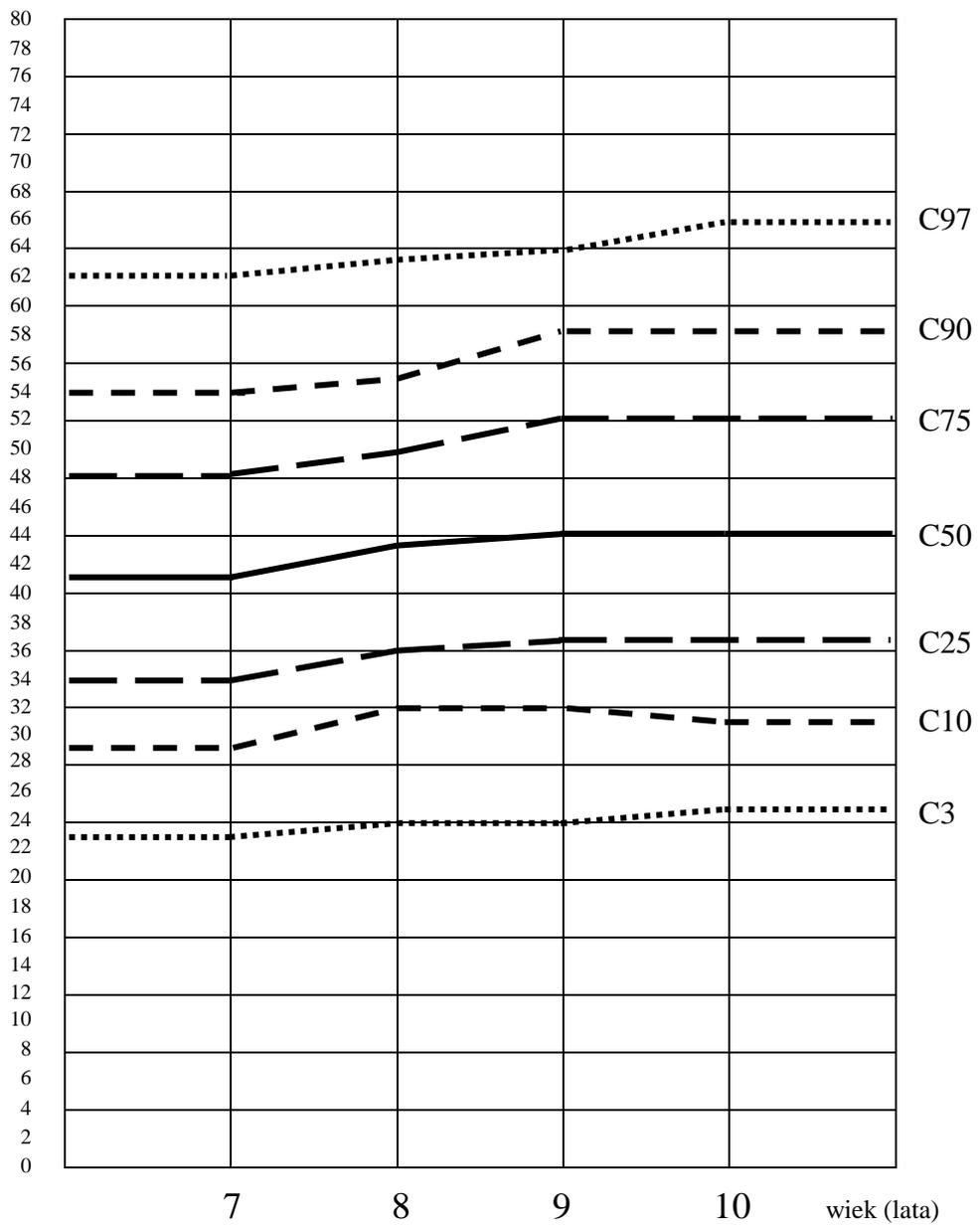
Wartości parametrów fotograficznych uzyskanych ze zbadania 7782 dzieci z programu „Poznań stawia na zdrowie” umożliwiły sporządzenie siatek centylowych dla każdego parametru, dla obu płci, dla wieku 7-10 lat, które przedstawiono na rycinach 5.2 – 5.11.



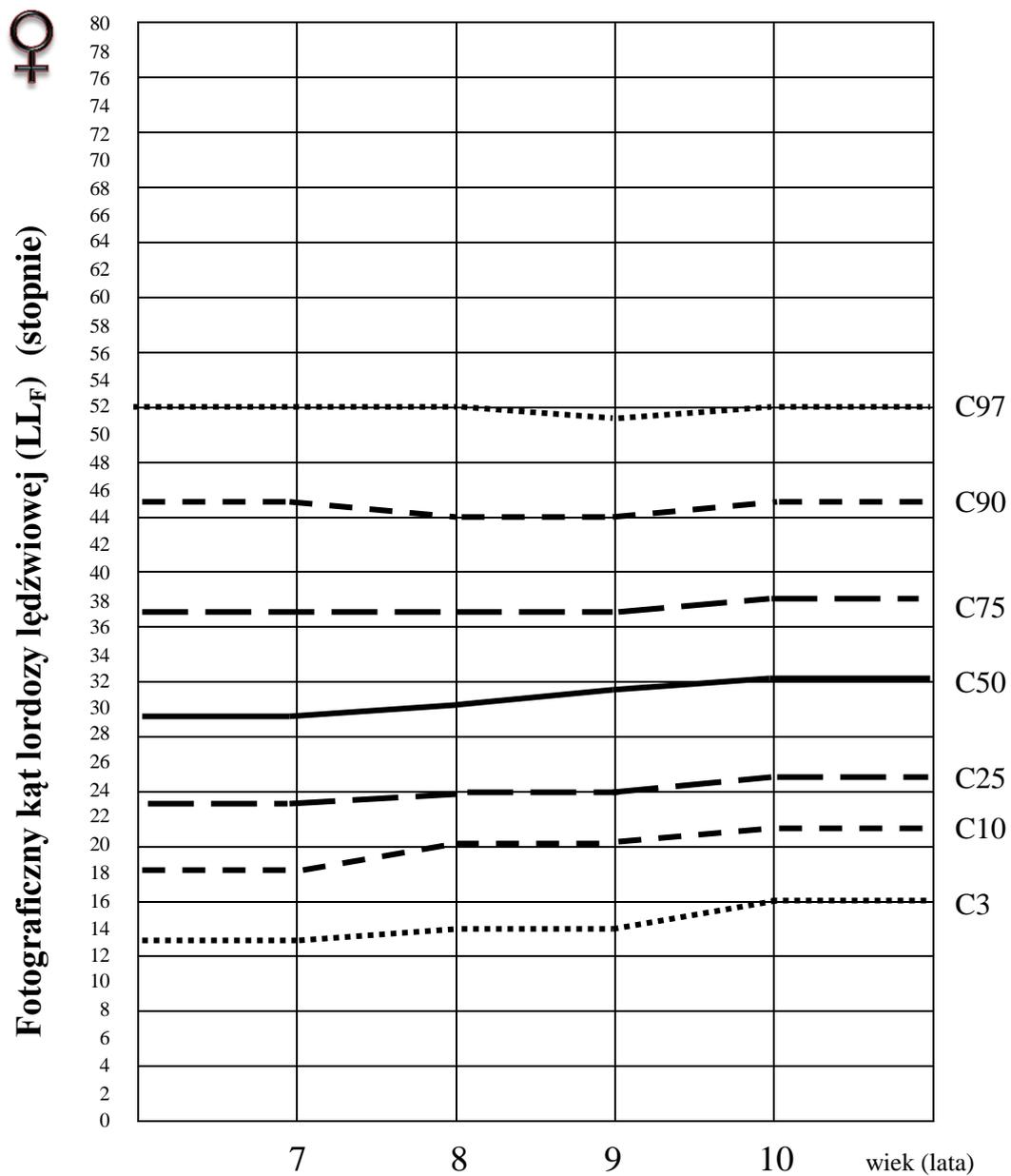
Rycina 5.2. Siatka centylowa fotograficznego kąta kifozy piersiowej (KPF) – płeć żeńska



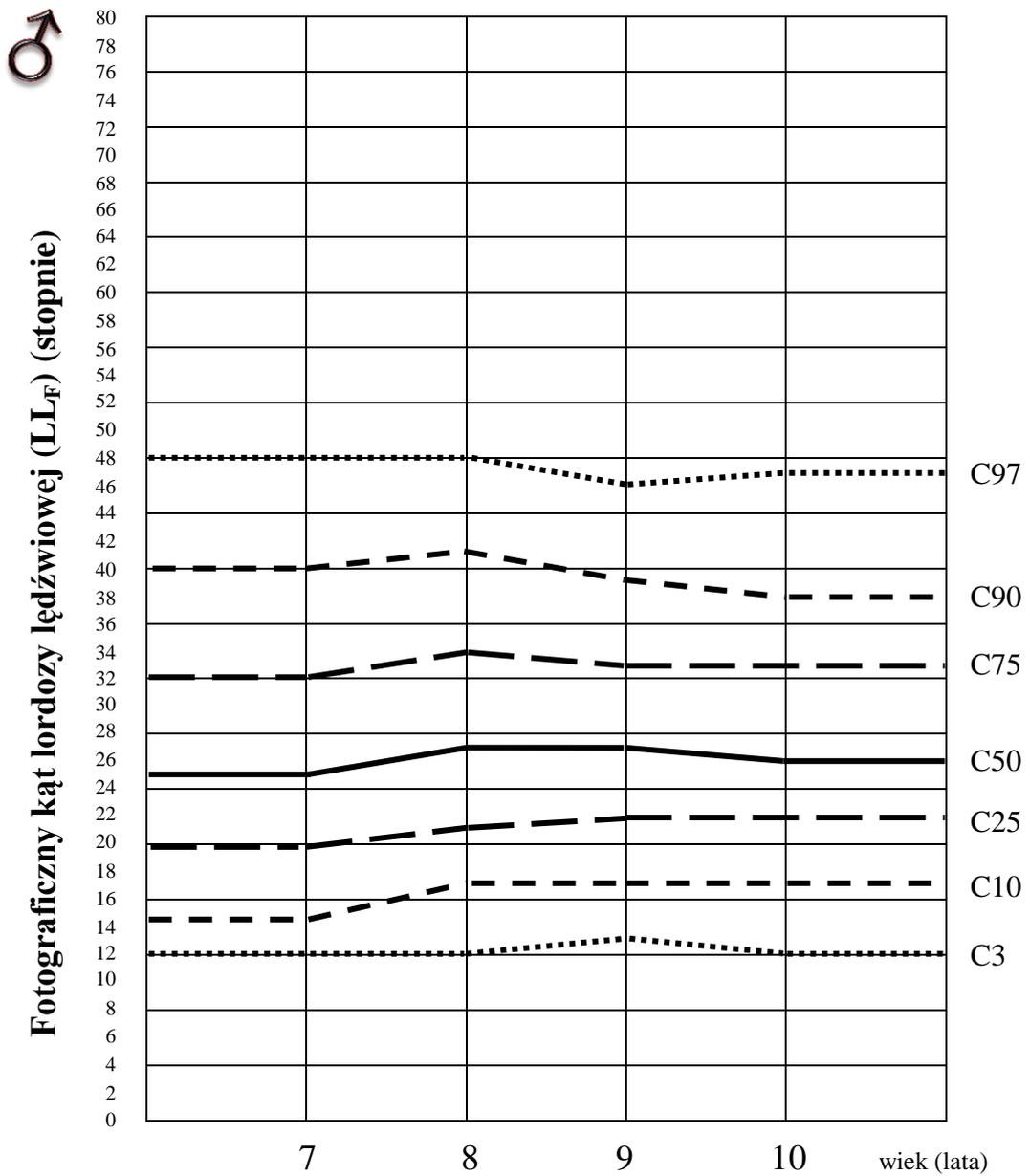
Fotograficzny kąt kifozy piersiowej (K_F) (stopnie)



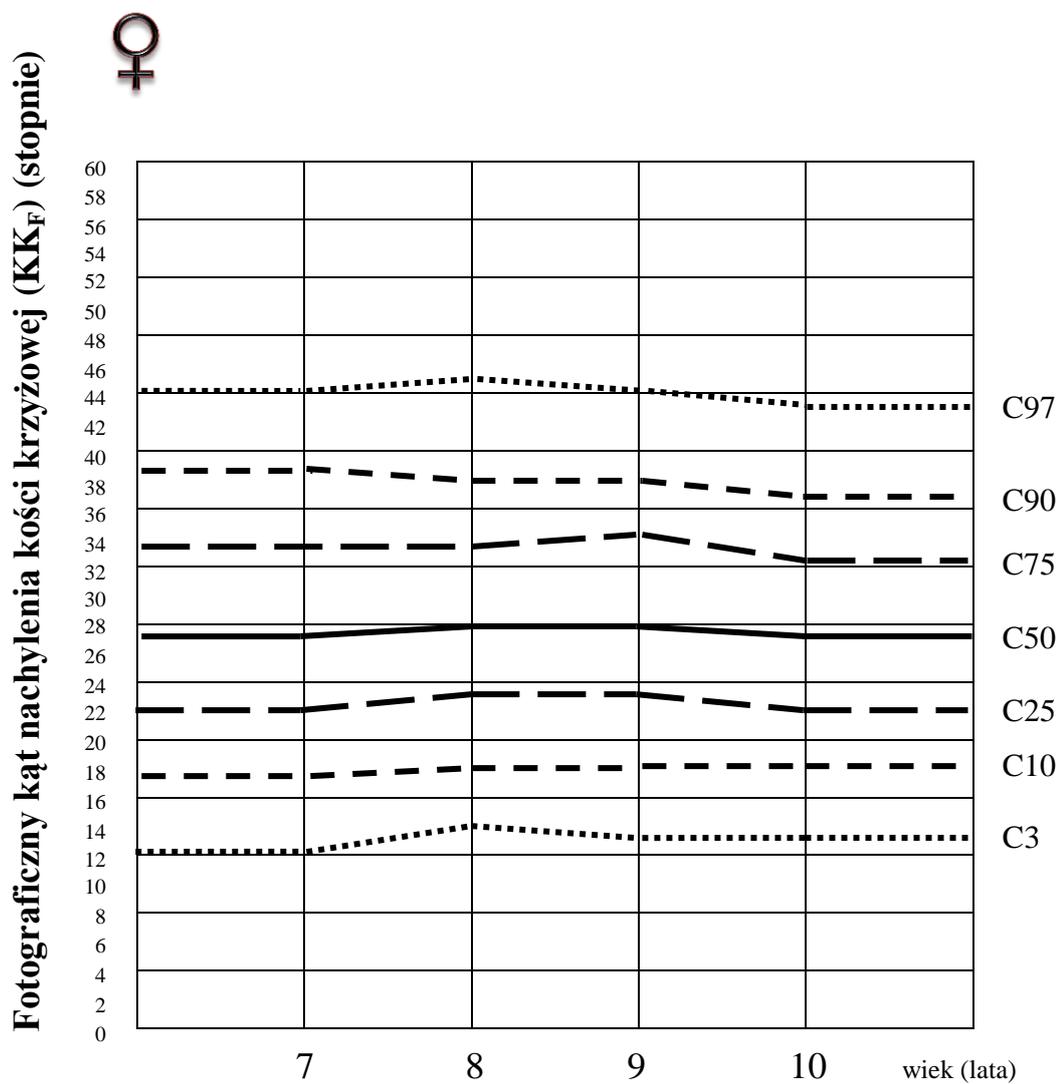
Rycina 5.3. Siatka centylowa fotograficznego kąta kifozy piersiowej (K_F) – płęć męska



Rycina 5.4. Siatka centylowa fotograficznego kąta lordozy lędźwiowej (LL_F) – płęć żeńska

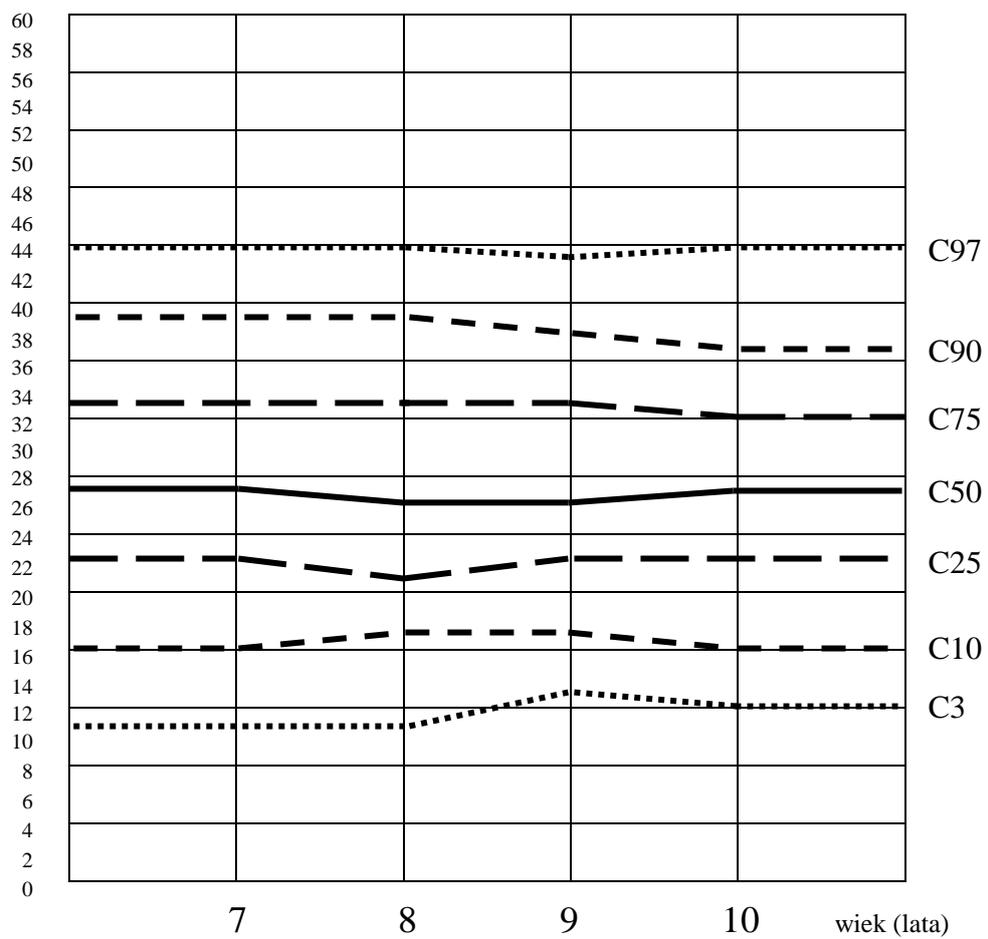


Rycina 5.5. Siatka centylowa fotograficznego kąta lordozy lędźwiowej (LL_F) – płęć męska



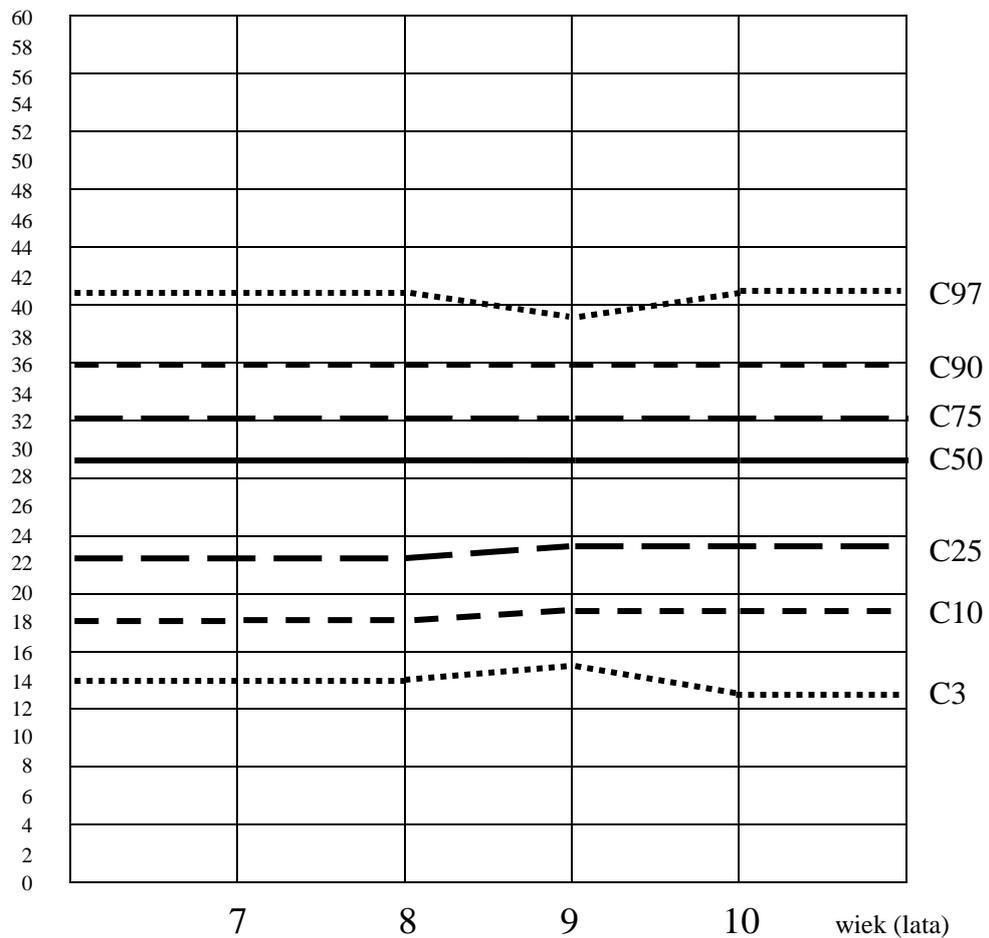
Rycina 5.6. Siatka centylowa fotograficznego kąta nachylenia kości krzyżowej (KK_F) – płęć żeńska

Fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F) (stopnie)



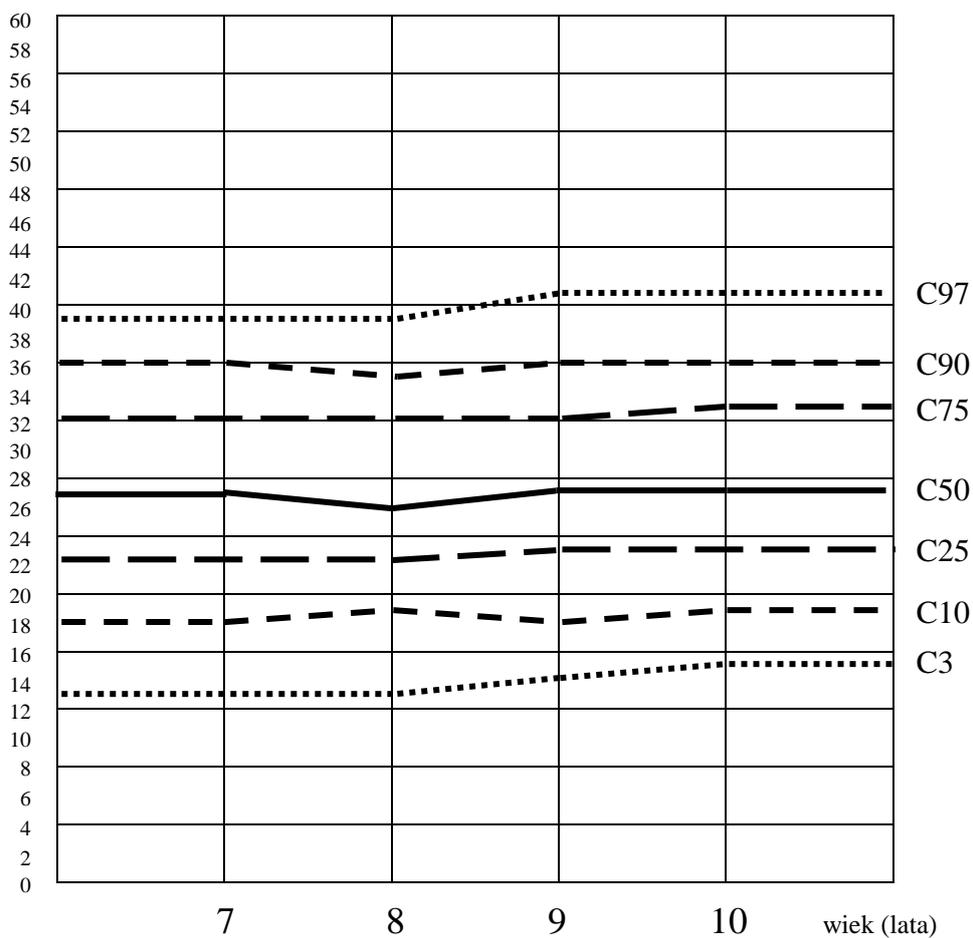
Rycina 5.7. Siatka centylowa fotograficznego kąta nachylenia kości krzyżowej (KK_F) – płęć męska

Fotograficzny kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) (stopnie)



Rycina 5.8. Siatka centylowa fotograficznego kąta nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) – płęć żeńska

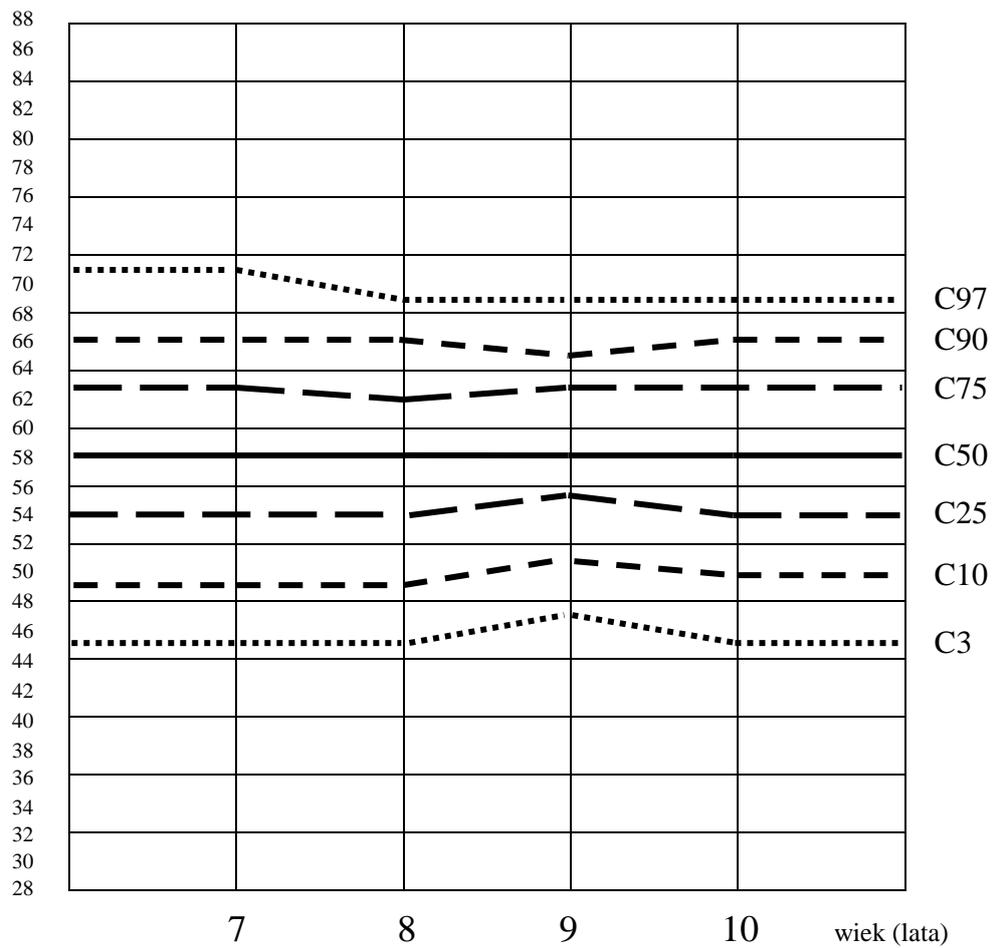
Fotograficzny kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) (stopnie)



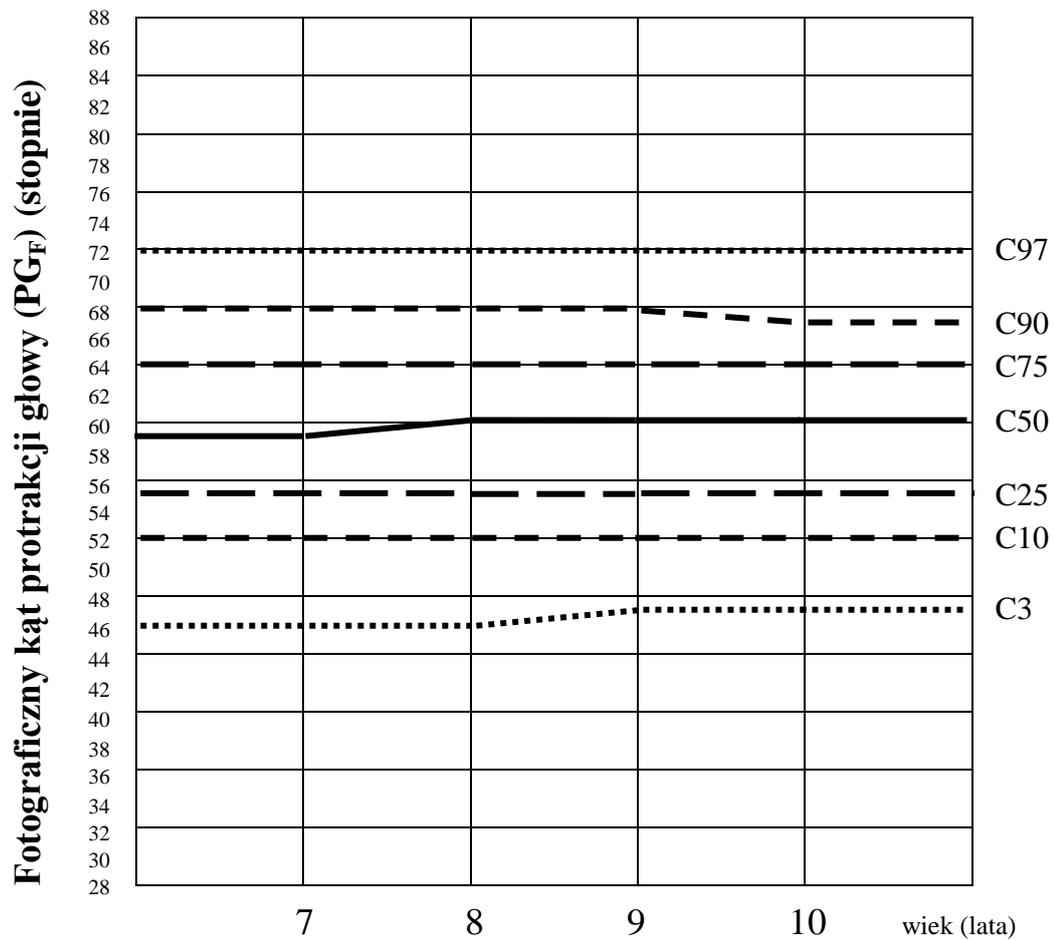
Rycina 5.9. Siatka centylowa fotograficznego kąta nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) – płeć męska



Fotograficzny kąt protrakcji głowy (PG_F) (stopnie)



Rycina 5.10. Siatka centylowa fotograficznego kąta protrakcji głowy (PG_F) – płęć żeńska



Rycina 5.11. Siatka centylowa fotograficznego kąta protrakcji głowy (PG_F) – płęć męska

6. Dyskusja

Zasadność opracowania metody badania postawy ciała z wykorzystaniem techniki fotografii cyfrowej

Badanie fotograficzne jest powszechną i efektywną procedurą, umożliwiającą rejestrację dwuwymiarowego kształtu ciała i analizę na podstawie zarejestrowanego obrazu [115]. W posturologii staje się metodą wykorzystywaną w celu dokumentacji postawy ciała u dzieci, jak również w celu obliczania podstawowych cech ilościowych postawy ciała człowieka [116,117]. Dodatkowo prostota używanego sprzętu, jego dostępność oraz niewielkie nakłady finansowe, których metoda wymaga, są atutami przemawiającymi za jej stosowaniem [118]. Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat rozwój fotografii cyfrowej wpłynął na powstanie fotogrametrii, która według Amerykańskiego Towarzystwa Fotogrametrii (ASF), jest „sztuką, nauką i technologią pozyskiwania wiarygodnych informacji o obiektach fizycznych i środowisku, poprzez proces rejestracji, pomiaru i interpretacji obrazów” [119]. Zgodnie z wymogami fizjoterapii opartej na dowodach naukowych (EBP) [26] i medycyny opartej na dowodach naukowych (EBM) [27] podstawową rolę w ukazaniu wiarygodności prowadzonych badań pełni ich obiektywizacja [26,27]. Dlatego wykorzystywana w badaniach metoda powinna być powtarzalna i rzetelna, a pomiary wykonywane z zastosowaniem zweryfikowanych narzędzi i metod obserwacji [26,27,120,121]. Metoda fotograficzna może być wykorzystywana na potrzeby badań postawy ciała, o ile uwzględnia wyżej wymienione postępowanie [122-125].

Dlatego też moje zainteresowanie w pracy badawczej skupiło się na sprawdzeniu możliwości zastosowania metody fotograficznej w badaniach postawy ciała dzieci i młodzieży, celem ewentualnego rozpowszechnienia zweryfikowanego narzędzia badawczego, a także na przedstawieniu norm parametrów fotograficznych dla dzieci w badanych przedziałach wiekowych.

Zapoznałem się z wykorzystywanymi w Polsce (System Analizy Postawy Ciała firmy OPIW) i na świecie (Posture Screen Mobile) programami do analizy postawy ciała za pomocą fotografii cyfrowej.

Firma OPIW wprowadziła do komercyjnego użytku System Analizy Postawy Ciała do fotorejestracji sylwetki [142]. Koszt urządzeń wchodzących w skład tego

systemu, jak i samego oprogramowania jest znaczny i wynosi ok. 25 000 zł. Badana osoba podczas wykonywania zdjęć jest rozebrana do bielizny. Wykonywane są zdjęcia przodem, tyłem i bokiem. System wylicza np. ustawienie barków na podstawie zaznaczonych na ekranie komputera wyrostków barkowych. W praktycznym zastosowaniu dokładność tego systemu jest niewielka, co podkreślają niektórzy specjaliści, wykorzystujący w praktyce ten system. To przemawia za zastosowaniem go głównie w celach dokumentacji postawy ciała dziecka. W dostępnym piśmiennictwie nie znalazłem prac na temat zgodności pomiarów oraz błędów pomiarów.

Kolejnym programem bazującym na podstawie wykonywanych zdjęć fotograficznych, w tym przypadku z użyciem telefonu komórkowego lub tableta jest amerykański Posture Screen Mobile [143]. Program ten, oprócz podstawowych obliczeń zastosowanych w systemie OPIW, posiada kolejne funkcje, a mianowicie daje możliwość analizy ustawienia poszczególnych elementów ciała w pozycjach funkcjonalnych np. podczas wykonywania głębokiego przysiadu. W warunkach polskich można nabyć poprzez sklep internetowy Google Play wyżej wymienioną aplikację w cenie 66,93 zł i korzystać z jej funkcji za pomocą urządzeń mobilnych. W dostępnym piśmiennictwie nie znalazłem prac mówiących o zgodności pomiarów oraz błędach pomiarów.

Program „Scodiag” [101], zastosowany w niniejszej pracy jest obecnie w fazie przygotowań w celu bezpłatnego udostępnienia w internecie.

Procedury podjęte w ramach szkolenia fizjoterapeutów i lekarzy w projekcie „Poznań stawia na zdrowie”

Podczas spotkań szkoleniowo-naukowych, w które, w porozumieniu z promotorem pracy, byłem zaangażowany, osoby uczestniczące w projekcie otrzymały szczegółowy instruktaż dotyczący techniki wykonywania fotografii cyfrowej. Opisałem czynności związane z użyciem określonego rodzaju cyfrowego aparatu fotograficznego, przestrzeganiem odpowiedniej odległości badanego dziecka od obiektywu aparatu, ustawienia aparatu na określonej wysokości, przygotowaniem dziecka do badania, określonym ustawieniem dziecka w miejscu badania oraz opisane czynności osób wykonujących badanie fotograficzne. Zgodnie z założeniami projektu, badaniami profilaktycznymi zostały objęte wszystkie dzieci uczęszczające w roku szkolnym 2009/2010 do klas I-IV w poznańskich szkołach podstawowych,

których opiekunowie wyrazili pisemną zgodę na takie badania, czyli 9 319 dzieci obojga płci.

Jednak w czasie odbierania zdjęć od podmiotu odpowiedzialnego za realizację programu zauważyłem, że nie wszystkie procedury omówione podczas spotkań z fizjoterapeutami i lekarzami zostały prawidłowo zrealizowane. Wykonanie zdjęć fotograficznych przez zespoły badawcze odbyło się w pewnej części bez zaznaczenia punktów orientacyjnych na ciele takich jak: wyrostek barkowy łopatki, krętarz większy kości udowej oraz kostka boczna stawu skokowego. Z tego powodu niemożliwe stało się policzenie zaproponowanego wcześniej własnego kąta (nieopisany w pracy), którego składowymi były wymienione elementy kostne. Nie było również zaznaczane miejsce przejścia kifozy piersiowej w lordozę lędźwiową, czyli punkt Th12/L1, dlatego nie było możliwe zmierzenie kąta kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej bazując na punktach kostnych, jak zaplanowałem wcześniej.

Podczas wstępnych badań i wykonywania obliczeń parametrów fotograficznych, takich jak kąt kifozy piersiowej, kąt lordozy lędźwiowej oraz kąt przodopochylenia miednicy zauważyłem, że kropki stawiane nietoksycznym markerem na ciele uczniów są często niewidoczne na zdjęciach bocznych, ponieważ nie odstają od ciała, tak jak zewnętrzne markery. Dlatego zmieniłem sposób zaznaczania punktów na zdjęciach fotograficznych. Punkty te zaznaczałem dopiero na zdjęciach, a nie tak, jak wcześniej planowałem, na ciele badanego. Stwierdziłem, że w tej sytuacji nie było potrzeby zaznaczania punktów na ciele dziecka. Dzięki temu przygotowanie dziecka do badania było proste i sprowadzało się do zdjęcia ubrania oraz odpowiedniego ustawienia. To wpłynęło na skrócenie czasu badania. Dzięki temu rozwiązaniu parametry fotograficzne określone były na podstawie konturów ciała, a nie na podstawie położenia zewnętrznych markerów. To wyeliminowało możliwość wystąpienia błędów zależnych od umieszczenia markerów na ciele osoby badanej.

Analizując cyfrowe zdjęcia fotograficzne wykonane podczas początkowej oceny postawy ciała w 2009 roku i wiedząc, jakie błędy zostały popełnione, podczas drugiego toku przygotowania fizjoterapeutów oraz lekarzy zaangażowanych w końcową ocenę postawy ciała w 2010 roku, skupiłem się bardziej na przedstawieniu błędów, jakie mogą zostać popełnione podczas badania. W wyniku przeprowadzenia końcowego badania postawy ciała uzyskano w większym odsetku zdjęcia, które odpowiadały kryteriom standaryzacji badania fotograficznego (nie użyte w pracy).

Wybór aparatu fotograficznego

W początkowym etapie weryfikowania metody fotograficznej stanąłem przed wyborem rodzaju aparatu fotograficznego pod względem wielkości matrycy i wynikającej stąd, jakości zdjęć. Ze względu na zamiar opracowania taniego i dostępnego narzędzia badawczego zdecydowałem się na wybór prostego i niedrogo aparatu. Zdjęcia wykonywałem w rozdzielczości 960x1280 pikseli zgodnie z sugestią Younga [126]. Badacze wykorzystujący do analiz naukowych zdjęcia fotograficzne we wcześniejszych badaniach stosowali różne aparaty, w przedziale rozdzielczości zdjęć: 2,0 megapiksele (Mpx) [127], 4,1 megapiksele (Mpx) [102,128], 5,1 megapiksele (Mpx) [73], 6,0 megapiksele (Mpx) [129], 6,3 megapiksele (Mpx) [80] oraz 7,2 megapiksele (Mpx) [130]. Zdecydowałem się na wybór dostępnego aparatu fotograficznego marki CANON, model POWER SHOT A590 IS o matrycy CCD 1/2,5 cala o łącznej liczbie pikseli ok. 8,3 miliona i obiektywie o ogniskowej 35 – 140 mm.

Ustawienie wysokości i odległości aparatu od badanej osoby

Cyfrowy aparat fotograficzny ustawiany był na stabilnym statywie, który miał możliwość wypoziomowania. Wyznaczając odległość ustawienia aparatu podczas wykonywania badania kierowałem się wcześniejszymi publikacjami. Autorzy, którzy wykonywali badania fotograficzne ustawiali aparat w odległości 173 cm [80,85], 300 cm [115,127-129,] oraz 400 cm [131] od dziecka. Standaryzując wysokość ustawienia aparatu, oparłem się również na wcześniejszych badaniach. Niektórzy autorzy ustawiali aparat centrując obiektywem na punkt znajdujący się w połowie wysokości ciała badanego dziecka [128-130], co według mnie było rozwiązaniem zwiększającym trudność wykonania badania fotograficznego, ponieważ wymagało indywidualnego ustawienia aparatu dla każdej badanej osoby. Dodatkowo, ustawienie aparatu na takiej wysokości powodowało zasłonięcie barkami obrysu szyi i klatki piersiowej, co uniemożliwiało ocenę jednego z parametrów fotograficznych. Inni badacze ustawiali aparat fotograficzny na wysokości 70 cm [127], 87,5 cm [80] oraz 90 cm [129]. Ze względu na poszukiwanie jak najprostszego narzędzia badawczego, przyjąłem niezmiennie ustawienie aparatu dla wszystkich badanych dzieci w wieku 7-10 lat na wysokości 90 cm oraz w odległości 300 cm. Takie ustawienie zalecają autorzy wcześniejszych badań u dzieci w takim samym wieku [129,130]. Zdecydowałem się wybrać ustawienie aparatu

fotograficznego z centrowaniem obiektywu w linię grawitacji, stanowiącą pionową linię przechodzącą przez środek masy ciała, miednicę oraz stopy, która była punktem odniesienia podczas badania płaszczyzny strzałkowej [25].

Po dokonaniu wyboru aparatu fotograficznego, jego odległości i wysokości od badanej osoby, wykonałem próbne fotografie, które służyły wystandaryzowaniu techniki wykonywania badania fotograficznego w celach naukowych i klinicznych.

Prawidłowa technika wykonania badania postawy dziecka przy użyciu fotografii cyfrowej

Etap przygotowania dziecka do badania rozpoczynał się zdjęciem okrycia wierzchniego przez dziecko. Ze względu na różną wrażliwość badanych dzieci zastanawiałem się, czy dziecko powinno być rozebrane do bielizny, czy tak jak sugerują inni autorzy, powinno pozostać w ubraniu zakładając strój sportowy (krótkie spodenki i koszulkę) [81] lub zdejmując tylko koszulkę [132] czy też być rozebrane, ale mieć na sobie sportowy strój kąpielowy [133]. Biorąc pod uwagę większą powierzchnię ciała dziecka, która mogłaby być oceniona pod kątem ilościowym i jakościowym zdecydowałem, żeby dziecko rozbierało się do bielizny, zdejmując również skarpetki lub rajstopy [134]. Dłuższe włosy u badanej osoby, związywałem gumką lub upinałem spinką, żeby nie zasłaniały małżowin usznych z otworami słuchowymi zewnętrznymi ani konturów ciała. We wstępnym etapie planowania pracy doktorskiej planowałem, że w badaniach własnych nietoksycznym markerem zaznaczę na ciele rozebranego dziecka następujące punkty:

- wyrostek kolczysty kręgu C7,
- punkt położony w centralnej okolicy wcięcia mostka,
- centralny punkt wyrostka barkowego prawego i lewego,
- punkt przejścia kifozy piersiowej w lordozę lędźwiową: punkt Th12/L1,
- punkt przejścia lordozy lędźwiowej w odcinek krzyżowy: punkt L5/S1,
- kołek biodrowy tylny górny (PSIS) prawy i lewy,
- kołek biodrowy przedni górny (ASIS) prawy i lewy,
- szczyt krętarza większego prawej i lewej kości udowej,
- szczyt kostki bocznej stawu skokowego prawego i lewego.

Jednak ze względu na opisane wyżej rozbieżności w wykonaniu ostatecznie punkty zaznaczane na ciele nie były wykorzystane do pomiaru kątów fotograficznych. Uniknięto w ten sposób źródła dodatkowych błędów wynikających z różnego zaznaczania punktów na ciele przez różnych badaczy.

Na potrzeby pracy doktorskiej wykorzystałem badanie dziecka w postawie swobodnej w pozycji stojącej. Zauważyłem, że dzieci ustawiały swoje stopy nieregularnie, dlatego zdecydowałem się każdemu dziecku sam ustawiać stopy do badania. W początkowych etapach standaryzacji techniki fotograficznej, na podłodze rysowałem kontury stóp, na powierzchni których dziecko się ustawiało (rycina 6.1).



Rycina 6.1. Zaznaczone kontury stóp na stanowisku do wykonywania badania techniką fotografii cyfrowej - widok z góry.

Ze względu na różną wielkość stóp badanych przeze mnie dzieci, pomysł ten okazał się nie do końca odpowiedni. Ostatecznie na stanowisku badawczym naklejone zostały dwie przecinające się linie, na których dziecko ustawiało swoje stopy tak, żeby środek kostki bocznej stawu skokowego padał na linię ustawioną prostopadłe do obiektywu aparatu, a druga linia znajdowała się w jednakowej odległości od wewnętrznych krawędzi obu stóp ustawionych na szerokość bioder badanego dziecka (rycina 6.2 A,B,C).



A



B



C

Rycina 6.2. Zaznaczone przecinające się linie na stanowisku do wykonywania badania techniką fotografii cyfrowej: A – widok z góry, B – widok ustawienia stóp, C - widok z przodu.

Autorzy wykonujący fotografie we wcześniejszych badaniach ustawiali badanym stopy w 30° rotacji zewnętrznej w wyrysowanych na miejscu badania trójkątach [80] lub swobodnie, ale w określonym przez wyrysowane linie polu na miejscu badania [135]. Jednak w moich wcześniejszych badaniach, po wykonaniu prób fotograficznych w ustawieniu przednio-tylnym i bocznym, zauważyłem niepożądany wpływ ustawienia zrotowanych zewnętrznie stóp do 30 ° na całą postawę ciała, zwłaszcza na zmianę pozycji kostki bocznej stawu skokowego w odniesieniu do rzutu pionu w stosunku do czworoboku podparcia. Dlatego na potrzeby własnych badań zastosowałem symetryczne i równoległe ustawienie stóp w stosunku do siebie.

Kolejnym ustawieniem, które wymagało jasno określonej standaryzacji była pozycja stawów kolanowych. Zauważyłem, że niektóre dzieci stawały do badania w odciążeniu jednej z kończyn – ugięciu jednego z kolan. Takie ustawienie wpływało na ustawienie całego ciała, zwłaszcza tułowia. Dlatego objaśniając dziecku pozycję, jaką ma przyjąć podczas wykonywania badania fotograficznego, określiłem ustawienie stawów kolanowych w pozycji swobodnej, lekko wyprostowanej, bez przeprostu, ale również bez ugięcia, z równo obciążonymi stopami ustawionymi na szerokość bioder [97,131]. Gdy zauważyłem, że dziecko nieprawidłowo ustawia kolana, stosowałem instrukcje słowne lub poprawiałem osobiście pozycję stawów kolanowych.

Wykonując próbne zdjęcia fotograficzne zauważyłem również, że dziecko opuszczonymi swobodnie w dół rękoma zasłania niekiedy lordozę lędźwiową oraz krętarze większe kości udowych. Do podobnych obserwacji doszli inni autorzy, sugerując wykonanie badania fotograficznego z ustawieniem stawów łokciowych zgiętych do 90° dla zdjęć bocznych wykonanych w płaszczyźnie strzałkowej [81, 123,127]. Większość autorów sugeruje jednak pozycję ze swobodnie opuszczonymi rękoma podczas wykonywania badania fotograficznego [81,102,130,133,136,137]. Biorąc pod uwagę fizjologiczne ustawienie kręgosłupa jest to najbardziej odpowiednia pozycja kończyn górnych, która nie zmienia ustawienia tułowia [138]. Po analizie zdjęć próbnych zdecydowałem się zaproponować ustawienie kończyn górnych w pozycji ugięcia ok. 30° w stawach ramiennych oraz ugięcie ok. 30° w stawach łokciowych, ponieważ zauważyłem, że badanym łatwiej jest stać swobodnie z takim ustawieniem przedramion. Na komendę wydaną badanemu ruch ustawiania kończyn górnych wykonywany był przez dziecko płynnie i powoli, aby nie wpłynął

na zmianę pozycji tułowia [81]. Trudnością okazało się ustawienie kończyn górnych dla niektórych dzieci, które podczas wykonywania ruchu kończynami górnymi jednocześnie wykonywały przeprost kręgosłupa, który miał wpływ na krzywizny strzałkowe. Podczas wykonywania ruchu kończynami górnymi obserwowałem każde dziecko, a w sytuacji zauważenia towarzyszącego ruchu tułowia, prosiłem o wykonanie ruchu po raz kolejny. Jeśli badany w dalszym ciągu miał kłopot z ustawieniem kończyn górnych, osobiście ustawiałem je badanemu, powoli wykonując bierny ruch jego kończynami górnymi. Dodatkowo u niektórych badanych podczas ruchu kończyn górnych występowała elewacja i protrakcja barków, która powodowała zasłonięcie połączenia szyi oraz górnego otworu klatki piersiowej, niezbędnego na potrzeby badań. Dlatego podczas przyjęcia pozycji przez dziecko zwracałem uwagę, żeby obręcz barkowa była ustawiona swobodnie [97]. Ze względu na częstą obecność protrakcji barków w pozycji swobodnej w populacji dzieci w wieku 7-10 lat [17], nie każde dziecko miało widoczny górny otwór klatki piersiowej, dlatego takie osoby nie były uwzględniane do dalszej analizy. Wystandaryzowane ustawienie zmniejszało według mnie ryzyko wystąpienia niedokładności w kolejnych badaniach tego samego badanego.

Kolejnym etapem czynności optymalizacji techniki fotograficznej, było sprawdzenie wpływu ustawienia głowy i kierunku wzroku dziecka na wynik. Wcześniejsze wstępne badania pokazały, że ustawienie głowy ma wpływ na wielkość kifozy piersiowej, ale również lordozy lędźwiowej. Początkowo planowałem, żeby wydać dziecku polecenie, aby patrzyło na określony punkt, który będzie zaznaczony przed nim [81], jednak po wykonaniu próbnich zdjęć zauważyłem, że w związku z różnym wzrostem badanych dzieci, czynność taka byłaby utrudnieniem, a nie pomocą. Dlatego przed wykonaniem badania, każde dziecko miało wydane polecenie, żeby wzrok skierowany był przed siebie na wysokość jego oczu [123,124,139,140]. Dodatkowo należało pilnować, żeby dziecko się nie uśmiechało, co mogłoby wpłynąć na wynik badania [139]. Podczas wykonywania zdjęć po wypowiedzeniu odpowiedniej komendy: „patrz przed siebie” zauważyłem, że niektóre dzieci patrzyły przed siebie, ale głowa nie była prawidłowo ustawiona, albo opuszczona w dół, lecz w przeproście kręgosłupa szyjnego. W literaturze prawidłowa, normalna pozycja głowy nad klatką piersiową została opisana, jako ustawienie w jednej pionowej linii otworu słuchowego zewnętrznego oraz stawu barkowo-obojczykowego [141]. W związku z zamiarem opracowania

fotograficznych kątów określających krzywizn kręgosłupa, należało znaleźć taką pozycję, która nie wpływałaby na wynik badania, a jednocześnie była pozycją swobodnego ustawienia głowy badanego dziecka. Dlatego podczas wydawania komendy, gdy zauważyłem niewłaściwe ustawienie głowy, wyjaśniłem dziecku, w jaki sposób unieść lub opuścić brodę lub osobiście poprawiałem ustawienie głowy tak, żeby wzrok był skierowany na wprost.

Błędy zaobserwowane podczas wykonywania badań techniką fotografii cyfrowej w programie „Poznań stawia na zdrowie”

Spośród wyjściowej liczby 9319 dzieci u 614 stwierdziłem brak dokumentacji fotograficznej (6,6%). U pozostałych 8705 dzieci wykonano łącznie 17410 zdjęć fotograficznych, które osobiście przejrzałem. Odrzuciłem zdjęcia 367 badanych (3,9%), u których w dokumentacji fotograficznej występowało tylko jedno ze zdjęć wykonanych dziecku stojącemu lewym lub prawym bokiem do aparatu lub dwa zdjęcia wykonane dziecku ustawionemu tym samym bokiem do aparatu. Ponieważ zauważyłem dalsze błędy, jakie mogły wpływać na ocenę postawy ciała, spośród pozostałej grupy 8338 osób wybrałem tylko te dzieci, których dokumentacja fotograficzna była zgodna z ustaloną metodyką wykonywania badania fotograficznego. Należy podkreślić, że taki sposób selekcji zdjęć nie wpłynął negatywnie na reprezentatywność badanej próbki. Ostatecznie w celach obliczeniowych wykorzystałem 15 564 zdjęcia 7782 dzieci, wykonane zgodnie z metodyką badania fotograficznego. Błędy, jakie występowały podczas badań fotograficznych przedstawia poniższe zestawienie.

Zestawienie błędów, zauważonych podczas wykonywania badania fotograficznego w ramach programu „Poznań stawia na zdrowie” (fotografie z błędami wyłączono z analizy). U jednego dziecka mógł występować więcej niż jeden błąd; procenty nie sumują się do 100.

| Błąd występujący podczas badania fotograficznego | Procent spośród wszystkich odrzuconych zdjęć | Numer ryciny przedstawiającej opisany błąd |
|--|--|--|
| Przyczyny częste | | |
| dotyczące przygotowania dziecka i ustawienia podczas badania | | |
| Ruch elewacji i protrakcji barków podczas ustawiania kończyn górnych zasłania kontury ciała w miejscu połączenia szyi z klatką piersiową | 80 % | Rycina 6.3 |
| Nieprawidłowo skierowany wzrok – dziecko nie patrzy przed siebie na | 40 % | Rycina 6.4 Rycina 6.5 |

| | | |
|---|------|------------------------------|
| wysokości oczu | | |
| Nieprawidłowe ustawienie kończyn górnych, które swobodnie zwisając wzdłuż tułowia zasłaniają lordozę lędźwiową, krętarze większe kości udowych lub kolce biodrowe | 35 % | Rycina 6.6 Rycina 6.7 |
| Przyczyny rzadkie | | |
| dotyczące przygotowanie dziecka do badania | | |
| Włosy zasłaniają otwór słuchowy zewnętrzny i kontury ciała | 5 % | Rycina 6.8 |
| Opaska założona na głowę zasłania otwory słuchowe zewnętrzne oraz część tułowia | | Rycina 6.9 |
| Chusta ochronna osłaniająca odcinek szyjny kręgosłupa zasłania kontury ciała; założona w związku ze złamaniem przedramienia | | Rycina 6.10 |
| Pompa insulinowa zasłaniająca okolice przejścia lędźwiowo-krzyżowego | | Rycina 6.11 |
| Zewnętrzne urządzenie medyczne (rurka tracheostomijna) zasłania kontury ciała | | Rycina 6.12 |
| Założone na bieliznę krótkie spodenki uniemożliwiają ocenę krętarzy większych kości udowych | | Rycina 6.13 |
| Nieodpowiednio założony stanik zasłania kontury ciała w miejscu połączenia szyi z klatką piersiową | | Rycina 6.14 |
| Zbyt luźny stanik zasłania kontury ciała | | Rycina 6.15 |
| Dziecko ubrane w jednoczęściowy strój kąpielowy zasłaniający kontury ciała | | Rycina 6.16 |
| dotyczące ustawienia się dziecka podczas badania | | |
| Nieprawidłowe ustawienie głowy w rotacji | 5 % | Rycina 6.17 |
| Nieprawidłowe ustawienie stóp – jedna ze stóp ustawiona w innej pozycji niż druga stopa | | Rycina 6.18 |
| Dziecko stojące na jednej kończynie dolnej podczas wykonania badania fotograficznego | | Rycina 6.19 |
| Brak komunikacji z dzieckiem podczas przyjęcia swobodnej pozycji – dziecko zgarbiło się w ramach żartu | | Rycina 6.20 |
| Różne ustawienie kończyn górnych na dwóch zdjęciach wykonanych dziecku stojącemu bokiem do aparatu. | | Rycina 6.21A Rycina 6.21B |
| dotyczące aparatury badawczej | | |
| Brak wypoziomowania aparatu na statywie | 10 % | Rycina 6.22 |
| Brak ostrości zdjęcia | | Rycina 6.23 |



Rycina 6.3. Ruch elewacji i protrakcji barków podczas ustawiania kończyn górnych zasłania kontury ciała w miejscu połączenia szyi z klatką piersiową.



Rycina 6.4. Nieprawidłowo skierowany wzrok – dziecko nie patrzy przed siebie na wysokości oczu.



Rycina 6.5. Nieprawidłowo skierowany wzrok – dziecko nie patrzy przed siebie na wysokości oczu.



Rycina 6.6. Nieprawidłowe ustawienie kończyn górnych, które swobodnie zwisają wzdłuż tułowia zasłaniają krętarze większe kości udowych lub kolce biodrowe.



Rycina 6.7. Nieprawidłowe ustawienie kończyn górnych, które zasłaniają kolce biodrowe.



Rycina 6.8. Włosy zasłaniają otwór słuchowy zewnętrzny i kontury ciała.



Rycina 6.9. Opaska założona na głowę zasłania otwory słuchowe zewnętrzne oraz część tułowia.



Rycina 6.10. Chusta ochronna osłaniająca odcinek szyjny kręgosłupa zasłania kontury ciała; założona w związku ze złamaniem przedramienia.



Rycina 6.11. Pompa insulinowa zasłaniająca okolice przejścia lędźwiowo-krzyżowego.



Rycina 6.12. Zewnętrzne urządzenie medyczne (rurka tracheostomijna) zasłania kontury ciała.



Rycina 6.13. Założone na bieliznę krótkie spodenki uniemożliwiają ocenę krętarzy większych kości udowych.



Rycina 6.14. Nieodpowiednio założony stanik zasłania kontury ciała w miejscu połączenia szyi z klatką piersiową.



Rycina 6.15. Zbyt luźny stanik zasłania kontury ciała.



Rycina 6.16. Dziecko ubrane w jednoczęściowy strój kąpielowy zasłaniający kontury ciała



Rycina 6.17. Nieprawidłowe ustawienie głowy w rotacji.



Rycina 6.18. Nieprawidłowe ustawienie stóp – jedna ze stóp ustawiona w innej pozycji niż druga stopa.



Rycina 6.19. Dziecko stojące na jednej kończynie dolnej podczas wykonania badania fotograficznego.



Rycina 6.20. Brak komunikacji z dzieckiem podczas przyjęcia swobodnej pozycji – dziecko zgarbiło się w ramach żartu.



Rycina 6.21A. Różne ustawienie kończyn górnych na dwóch zdjęciach wykonanych dziecku stojącemu bokiem do aparatu.



Rycina 6.21B. Różne ustawienie kończyn górnych na dwóch zdjęciach wykonanych dziecku stojącemu bokiem do aparatu



Rycina 6.22. Brak wypoziomowania aparatu na statywie.



Rycina 6.23. Brak ostrości zdjęcia.

Uzasadnienie wyboru parametrów fotograficznych

Przystępując do analizy fotografii cyfrowych, które były wykonane w ramach programu „Poznań stawia na zdrowie”, dokonałem wyboru pięciu parametrów fotograficznych:

- kąt kifozy piersiowej (KP_F)
- kąt lordozy lędźwiowej (LL_F)
- kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F)
- kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F)
- kąt protrakcji głowy (PG_F).

Wybór parametrów analizowanych w ramach pracy doktorskiej podyktowany był tym, że na ich podstawie opisuje się najczęstsze błędy w postawie ciała w płaszczyźnie strzałkowej u dzieci [16].

W wyborze parametrów fotograficznych kierowałem się również faktem, że dla parametrów tych lub ich odpowiedników radiologicznych, istnieją publikacje podające wartości prawidłowe i patologiczne [51,76,77,99,102,139,144-157]. Szczególnie dużo doniesień dotyczy pomiarów radiologicznego kąta kifozy piersiowej i radiologicznego kąta lordozy lędźwiowej. Jak podaje Scoliosis Research Society, prawidłowy zakres kątowy kifozy piersiowej wynosi $20,0^\circ$ - $40,0^\circ$ w badaniu radiologicznym [144,145]. Prawidłowy zakres kątowy lordozy lędźwiowej na zdjęciu rentgenowskim mieści się w przedziale $20,0^\circ$ - $60,0^\circ$ [146].

Badania radiologiczne Fon i wsp. [147] wykonane u 316 zdrowych osób w wieku 2-77 lat, podają średnią wartość kąta kifozy piersiowej $20,9^\circ$ w przedziale

wieku 2-9 lat w grupie męskiej, 23,9° w żeńskiej, natomiast dla wieku 10-19 lat odpowiednio 25,1° i 26,0°.

Bernhardt i Bridwell [148], badając radiologicznie krzywizny kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej u 102 zdrowych dzieci w wieku 5-29 lat określili średnią wartość kąta kifozy piersiowej na 40,0°, natomiast średnią wartość kąta lordozy lędźwiowej na 44°.

Cil i wsp. [149] ocenili kształt kręgosłupa 151 zdrowych dzieci obojga płci w wieku 3-15 lat z zastosowaniem badania radiologicznego. Uzyskali średnią wartość kąta kifozy piersiowej wynoszącą 47,8° u dzieci w wieku 7-9 lat oraz 45,8° u dzieci w wieku 10-12 lat. W tych samych grupach uzyskali wartości lordozy lędźwiowej odpowiednio 51,7° oraz 57,3°.

Voutsinas i MacEwen [150], badając radiologicznie 670 zdrowych dzieci w wieku 5-20 lat, określili średnią wartość kifozy piersiowej 37,0° dla wieku 5-9 lat, 38,0° dla wieku 10-14 lat.

Boseker i wsp. [151] zbadali radiologicznie 121 zdrowych dzieci w wieku 5-19 lat i otrzymali średni kąt kifozy piersiowej 33,0°. Stosując przedział 2 odchyłeń standardowych zaproponowali normę radiologicznego kąta kifozy piersiowej w granicach 20,0°- 50,0°.

Mac-Thiong i wsp. [152], generując komputerowo geometryczny model kręgosłupa na podstawie zdjęć rentgenowskich, ocenili wielkość kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej u 341 zdrowych badanych w wieku 3-18 lat odpowiednio na 44,0° i 48,0°. Autorzy w swoim badaniu wydzielili przejście piersiowo-lędźwiowe, jako osobną część wygenerowanego modelu kręgosłupa, dlatego kifozę piersiową mierzyli od pierwszego do jedenastego kręgu piersiowego, natomiast lordozę lędźwiową od drugiego do piątego kręgu lędźwiowego.

Publikacje podające wartości kąta kifozy piersiowej i kąta lordozy lędźwiowej oparte na pomiarach nie-radiologicznych są mniej liczne, a z perspektywy moich badań bardziej cenne.

Lewandowski [51], badając krzywizny kręgosłupa u 24 517 dzieci obojga płci w wieku 3-25 lat w populacji polskiej za pomocą elektrogoniometrii tensometrycznej, podał wielkość normy dla kifozy piersiowej u dzieci w wieku 7-10 lat płci męskiej w granicach 21,9°- 36,3°, a dla płci żeńskiej w granicach 21,7°- 33,1°. Odpowiednie wartości kąta lordozy lędźwiowej wynosiły 26,4°- 43,1° dla

chłopców oraz $27,7^{\circ}$ - $39,8^{\circ}$ dla dziewcząt. W niniejszej pracy otrzymane wartości kątowe były większe dla kifozy piersiowej i mniejsze dla lordozy lędźwiowej, co prawdopodobnie wynika z użycia innej techniki pomiarowej.

We wcześniejszych badaniach własnych [153] pomiary z zastosowaniem cyfrowego inklinometru cyfrowego Saundersa u 249 zdrowych dzieci w wieku 10-14 lat doprowadziły do uzyskania średniej wartości kąta kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej wynoszącego odpowiednio u dziewcząt $42,6^{\circ}$ i $34,5^{\circ}$ oraz u chłopców $42,9^{\circ}$ i $31,2^{\circ}$. Są to wartości zbliżone do uzyskanych w niniejszej pracy.

Canhadas Belli i wsp. [76] analizowali fotogrametrycznie postawę ciała 30 dzieci zdrowych i 30 dzieci z astmą oskrzelową w wieku 7-12 lat. Średnia wartość kąta kifozy piersiowej u dzieci zdrowych była większa niż w moich badaniach i wynosiła $58,5^{\circ}$, natomiast średnia wartość kąta lordozy lędźwiowej u dzieci zdrowych była mniejsza niż w moich badaniach i wynosiła $24,0^{\circ}$. Różnice wynikają z zastosowania innej techniki pomiaru kątów fotograficznych.

Penha i wsp. [102], analizując parametry postawy ciała w płaszczyźnie strzałkowej z wykorzystaniem fotogrametrii, uzyskali średnią wartość kąta kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej wynoszącą odpowiednio dla 7-latków $28,07^{\circ}$ i $38,49^{\circ}$ a dla 8-latków $30,32^{\circ}$ i $42,29^{\circ}$. Średnia wartość kąta kifozy piersiowej u była mniejsza niż w moich badaniach, natomiast średnia wartość kąta lordozy lędźwiowej była większa niż w moich badaniach. Powodem różnic jest przypuszczalnie inna technika wykonywania pomiaru, polegająca na użyciu markerów umieszczonych na skórze badanego.

Dostępne piśmiennictwo dotyczące pomiaru kąta nachylenia kości krzyżowej, zastosowanego w pracy, obejmuje przede wszystkim badania radiologiczne. Bartochowski [98], przedstawiając sposób oceny wyników leczenia operacyjnego kręgozmyku przy użyciu instrumentarium przeznasadowego, wskazuje na możliwość wykonania takiego pomiaru, przytaczając terminologię podaną przez Wiltse i wsp. [154].

Według Legaye i wsp. [155], normalny zakres wartości kąta nachylenia kości krzyżowej wynosi od $40,0^{\circ}$ do $50,0^{\circ}$. Legaye wyznaczył te wartości na podstawie badań radiologicznych 145 zdrowych osób w wieku 15-75 lat, u których wykonywano badanie rentgenowskie z powodów innych niż schorzenia kręgosłupa.

Wcześniejsze badania własne [156] wykonane z zastosowaniem plurimetru Rippsteina, oceniające krzywizny kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej u 126 zdrowych dzieci w wieku 7-13 lat, wskazują na wartość średnią kąta nachylenia kości krzyżowej wynoszącą $23,5^\circ$, co jest zgodne z obecnymi wynikami.

W badaniach własnych [153], po wykonaniu pomiarów z zastosowaniem cyfrowego inklinometru cyfrowego Saundersa u 249 zdrowych dzieci w wieku 10-14 lat, uzyskano średni wynik kąta nachylenia kości krzyżowej $19,3^\circ$, nieco niższy niż w obecnej pracy, jednakże badano dzieci starsze.

W dostępnym piśmiennictwie nie znalazłem prac na temat pomiarów kąta analogicznego lub zbliżonego do zaproponowanego w niniejszej pracy kąta nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F).

Analizowany parametr, kąt protracji głowy, jest tematem kilku publikacji nie opartych o badania rentgenowskie. Średnia wartość kąta protracji głowy w badaniach Kuo i wsp. [99] wyniosła $47,7^\circ$, co wskazuje na nieco mniejszą wartość tego kąta niż w moich badaniach. Powodem różnic jest prawdopodobnie inna technika wykonywania pomiaru - przy użyciu markerów umieszczonych na skórze badanego, a nie na podstawie konturów ciała, tak jak w moich badaniach.

Penha i wsp. [102] w badaniach z wykorzystaniem fotogrametrii uzyskali średni wynik kąta protracji głowy wynoszący dla 7-letnich i 8-letnich dziewcząt $49,6^\circ$, a dla chłopców $52,2^\circ$, co wskazuje na nieco mniejszą wartość tego kąta w porównaniu z wynikami dzieci w tym samym wieku, uzyskanymi w moich badaniach. Powodem różnic jest prawdopodobnie inna technika wykonywania pomiaru, polegająca na użyciu markerów umieszczonych na skórze badanego oraz ustawienie badanego na drewnianej bazie w kształcie prostokąta, o wysokości 19 cm, szerokości 37 cm, długości 44 cm, co mogło według mnie wpłynąć na niekorzystne odczucie braku komfortu badanej osoby stojącej nad ziemią na podeście o tak małej powierzchni.

Neiva i współautorzy [77], badając kąt protracji głowy u 21 dzieci zdrowych i 21 dzieci mających problemy z oddychaniem górnymi drogami oddechowymi ze średnią wieku 10 lat uzyskali średni wynik odpowiednio ok. $48,1^\circ$ oraz $48,0^\circ$.

Canhadas Belli i wsp. [76], podali średnią wartość kąta protracji głowy $43,2^\circ$, jest to wartość niższa od uzyskanej w moich badaniach. Powodem różnic jest prawdopodobnie inna technika wykonywania pomiaru, polegająca na wyznaczeniu

kąta protrakcji głowy na bazie punktu znajdującego na skrawku ucha, a nie w otworze słuchowym zewnętrznym. W badaniu wzięły również udział dzieci starsze (7-12 lat) niż w ramach moich badań.

Grimmer i wsp. [139] zbadali z zastosowaniem fotogrametrii 985 uczniów w wieku 12-18 lat, uzyskując średni wynik kąta protrakcji głowy $46,9^\circ$ dla chłopców i $49,4^\circ$ dla dziewcząt, niższe niż w aktualnych badaniach. Różnice, prawdopodobnie spowodowane są wyższym wiekiem badanych dzieci (12-18 lat) oraz inną techniką wykonywania pomiaru kąta protrakcji głowy, polegającą na wyznaczeniu tego kąta na bazie punktu znajdującego na skrawku ucha, a nie w otworze słuchowym zewnętrznym.

Uzyskane w niniejszej pracy wyniki są zbieżne z publikacją Lewandowskiego [51]. Analizując dostępne piśmiennictwo mogę stwierdzić, że żadna ze znanych mi publikacji, za wyjątkiem pracy Lewandowskiego [51], nie opiera się na wprowadzeniu norm parametrów uzyskanych na podstawie kanałów centylowych, wynikających ze zbadania dużej grupy dzieci i możliwość statystycznego podziału na normę wąską i szeroką. Dlatego też porównanie moich wyników z wynikami uzyskanymi przez innych autorów jest nie do końca możliwe. Oprócz publikacji Lewandowskiego [51], dotyczącej norm krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, grupy badane przez innych autorów były ilościowo niewspółmierne.

Fizjoterapeutyczna interpretacja parametrów postawy ciała

Możliwe jest, że różne wartości kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej uzyskane w mojej pracy, w porównaniu z wynikami innych autorów, mogą wynikać z coraz większego wpływu codziennych pozycji siedzących przyjmowanych przez dzieci. Może to, moim zdaniem, również wpływać na pogłębianie się krzywizn strzałkowych kręgosłupa. Badane przeze mnie parametry w płaszczyźnie strzałkowej mogą odzwierciedlać istotne problemy kliniczne, które stwierdzane są u dzieci w badaniach przesiewowych, zwłaszcza w bilansach szkolnych wykonywanych przez pielęgniarki. Zwiększony kąt przodopochylenia miednicy i bardziej poziome ustawienie kości krzyżowej odzwierciedla osłabienie mięśni brzucha. W warunkach prawidłowych napięte powłoki brzuszne unoszą przednią część miednicy. Dodatkowo, u dzieci z postawą wadliwą, nadmiernie napięte mięśnie czworogłowe ud pociągają miednicę w kierunku ustawienia w zwiększonym przodopochyleniu. To

z kolei powoduje pogłębienie naturalnych krzywizn kręgosłupa takich jak lordoza lędźwiowa oraz kifoza piersiowa. Postawa typu „sway back” – niestabilnej postawy ciała z niewystarczającym napięciem mięśni posturalnych - wpływa na uwydatnienie brzucha. Osłabienie mięśni powłok brzusznych zauważalne jest szczególnie u dzieci z najmłodszych klas szkoły podstawowej, co wiąże się ze stopniem ich rozwoju fizycznego, jak również z przebywaniem przez długi czas w swobodnej pozycji siedzącej. Swobodna, często nieprawidłowa pozycja siedząca, sprzyja odpoczynkowi mięśni antygravitacyjnych, a nie ich zwiększonej pracy. Codzienne sytuacje, a w szczególności stan psychoemocjonalny, wywierają wpływ na postawę ciała dziecka. Ze względu na moje doświadczenie pedagogiczne, jako nauczyciela i wychowawcy w szkole podstawowej, mogę powiedzieć, że emocje wyraźnie wpływają na chęć i możliwość utrzymywania odpowiedniej postawy. Dalszą konsekwencją, która wynika z nieprawidłowych wzorców ruchowych podczas siedzenia, jest uciskanie narządów wewnętrznych i funkcjonalne zapadanie się klatki piersiowej. Stąd wybór parametru fotograficznego - kąta nachylenia otworu górnego klatki piersiowej, który może posłużyć do monitorowania tego zjawiska. Podobnie, z własnej praktyki fizjoterapeutycznej pochodziła potrzeba użycia parametru obiektywizującego ustawienie głowy dziecka. Z moich obserwacji wynika, że częstym objawem nieprawidłowej postawy jest wysunięcie głowy przed mostek w stosunku do klatki piersiowej. Nieprawidłowe siedzenie ze skifotyzowaniem całego kręgosłupa wpływa na wysunięcie do przodu szyi i głowy i ustawienia jej w protrakcji. Nawet podczas wykonywania przez dzieci czynnej korekcji postawy w pozycji stojącej lub siedzącej, często zapominają one o korekcji ustawienia szyi i głowy, ze względu na wysiłek energetyczny, który wiąże się z ruchem i utrzymaniem pozycji. Ze względu na powszechność wadliwego ustawienia głowy u dzieci, zbadane w pracy parametry mogą być pomocne w diagnostyce i terapii dziecka z błędami w postawie ciała.

Opracowanie norm parametrów fotograficznych

Analizując wyniki badań przeprowadzonych w ramach programu profilaktycznego „Poznań stawia na zdrowie”, zdawałem sobie sprawę, że badania były wykonywane przez różne osoby, mające różne doświadczenie zawodowe i staż pracy. Jednak już od samego początku planowania badań, na etapie wyboru metod badawczych w ramach programu, starałem się zmniejszyć liczbę błędów metodycznych, jakie mogły wystąpić podczas realizacji badań, dlatego osobiście

prowadziłem szkolenie lekarzy i fizjoterapeutów pod kątem techniki fotograficznej. Dodatkowo nadzorowałem pracę wybranych zespołów badawczych biorąc udział w części tych badań. Sprawdzałem, w jaki sposób fizjoterapeuci i lekarze wykonują badanie fotograficzne w poszczególnych szkołach podstawowych w Poznaniu. Zalecałem ewentualne poprawki i sugerowałem wskazówki metodyczne. Biorąc pod uwagę tak dużą ilość dzieci, które miały zostać przebadane oraz dużą liczbę fizjoterapeutów i lekarzy realizujących świadczenie zdrowotne (122 osoby), bardzo trudne było bezbłędne wykonanie wszystkich badań fotograficznych. Będąc tego świadomym dokonałem bardzo rygorystycznej selekcji. Wyniki oparłem tylko na tych fotografiach, które spełniały wymogi dotyczące standaryzacji badania. Na podstawie analizowanych fotografii zostały stworzone normy badanych parametrów fotograficznych dla dzieci w wieku 7-10 lat w populacji polskich dzieci. To z kolei umożliwiło stworzenie siatek centylowych, na podstawie których można będzie odnosić do istniejących kanałów centylowych. Dotychczas nie opublikowano norm parametrów fotograficznych dla dzieci w wieku 7-10 lat, w badaniu przygotowanym według podobnej metodyki. Wydaje się, że możliwe jest upowszechnienie techniki fotograficznej w naszym kraju i zastosowanie jej w badaniach dzieci i młodzieży w celu diagnostyki i dokumentacji postawy ciała.

7. Wnioski

1. Metoda fotograficzna badania postawy ciała dziecka, opracowana w trakcie realizowania pracy doktorskiej, cechuje się wysoką wiarygodnością i rzetelnością pomiarów, może być uzupełnieniem dotychczas istniejących metod, za czym przemawia oparcie o powszechnie stosowaną technikę fotografii cyfrowej, brak konieczności posiadania specjalistycznej aparatury, półautomatyczny sposób analizy danych i łatwość ich magazynowania.
2. Pięć wprowadzonych i zmierzonych parametrów fotograficznych (kąt kifozy piersiowej (KP_F), kąt lordozy lędźwiowej (LL_F), kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F), kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), kąt protrakcji głowy (PG_F)) opisuje postawę ciała dziecka w płaszczyźnie strzałkowej, wykazuje dobrą powtarzalność i odtwarzalność, i może stanowić standard oceny postawy.
3. Wykonanie pomiarów na dużych grupach dzieci umożliwiło sporządzenie norm dla płci i wieku, dzięki czemu parametry fotograficzne mogą być wykorzystane w praktycznym rozpoznawaniu błędów w postawie dziecka i monitorowaniu efektów ćwiczeń korekcyjnych.

8. Streszczenie

Wstęp

Postawa ciała dziecka ulega fizjologicznym zmianom w trakcie rozwoju organizmu, obarczona jest dużą zmiennością osobniczą. W Polsce przeznaczają się znaczne kwoty ze środków publicznych na realizację programów diagnostyczno-terapeutycznych związanych z wadami postawy ciała dzieci. Dane dotyczące występowania nieprawidłowości postawy ciała są bardzo zróżnicowane. W polskim systemie ochrony zdrowia nie ma wyznaczonego standardu oceny postawy ciała. Mnogość stosowanych metod i narzędzi diagnostycznych utrudnia ujednoczenie badania postawy ciała, określenie epidemiologii wad w postawie ciała oraz ewaluację procesu terapeutycznego. Ponadto brak jest wyraźnej granicy między postawą prawidłową a wadliwą, w szczególności brak jest parametrów liczbowych charakteryzujących postawę prawidłową i wadliwą.

Cel pracy

- 1) opracowanie metody wykonywania dokumentacji postawy ciała dziecka za pomocą techniki fotografii cyfrowej (fotogrametrii),
- 2) zdefiniowanie i weryfikacja parametrów fotograficznych oceniających ilościowo postawę ciała i jej wady w płaszczyźnie strzałkowej,
- 3) ustalenie norm parametrów fotograficznych dla dzieci w wieku 7-10 lat.

Material

Material badawczy składał się z dwóch części:

- 91 dzieci (44 dziewczęta i 47 chłopców) w wieku 7-10 lat ($8,2 \pm 1,0$) uczniów klas I-IV szkoły podstawowej,
- 7782 dzieci (3804 dziewczęta, 3978 chłopców) w wieku od 7 do 10 lat ($8,4 \pm 0,5$), uczęszczających do klas I-IV szkół podstawowych miasta Poznania, którym wykonano badania przesiewowe postawy ciała z zastosowaniem fotografii cyfrowej w ramach profilaktycznego projektu zdrowotnego „Poznań stawia na zdrowie”.

Metodyka

Badania składały się z dwóch części: (1) badanie 91 dzieci w celu opracowania metody i wyboru parametrów ilościowych oraz (2) pomiary i obliczenia wybranych parametrów na grupie 7782 dzieci.

Badanie 91 dzieci z klas I-IV ZSSO składało się z pomiaru krzywizn strzałkowych kręgosłupa za pomocą plurimetru Rippsteina oraz wykonania cyfrowych zdjęć fotograficznych w płaszczyźnie strzałkowej w swobodnej pozycji stojącej dziecku ustawionemu prawym bokiem do aparatu (PB) i lewym bokiem do aparatu (LB).

W celu określenia wewnętrznej zgodności (powtarzalności) pomiarów z wykorzystaniem plurimetru Rippsteina zbadano 30 uczniów i oceniono kąt kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej oraz nachylenia kości krzyżowej.

W celu określenia wewnętrznej zgodności (powtarzalności) pomiarów z wykorzystaniem fotografii cyfrowej zbadano 30 uczniów i dokonano pomiarów fotograficznego kąta: kifozy piersiowej (KP_F), lordozy lędźwiowej (LL_F), nachylenia kości krzyżowej (KK_F), nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), protrakcji głowy (PG_F).

Celem sprawdzenia zgodności międzygrupowej (odtwarzalności) pomiarów wykonanych plurimetrem Rippsteina u 30 uczniów, 3 badaczy oceniło wielkość kątową krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej: kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej oraz nachylenia kości krzyżowej.

W celu określenia zgodności międzygrupowej (odtwarzalności) pomiarów z wykorzystaniem fotografii cyfrowej, 3 badaczy oceniło zdjęcia 30 uczniów ZSSO, na podstawie których, dokonano pomiarów fotograficznego kąta: kifozy piersiowej (KP_F), lordozy lędźwiowej (LL_F), nachylenia kości krzyżowej (KK_F), nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), protrakcji głowy (PG_F).

Celem porównania pomiarów wykonanych plurimetrem Rippsteina oraz fotografią cyfrową, u 30 dzieci wykonano badanie plurimetrem i badanie fotograficzne. Obliczono fotograficzny kąt: kifozy piersiowej (KP_F), lordozy lędźwiowej (LL_F), nachylenia kości krzyżowej (KK_F). Wartości średnie parametrów fotograficznych porównano z wynikami wartości średnich parametrów otrzymanych z badania z zastosowaniem plurimetru Rippsteina.

Obliczenia i pomiary wybranych parametrów fotograficznych dokonano na grupie 7782 dzieci przebadanych w ramach programu „Poznań stawia na zdrowie”

na podstawie cyfrowych zdjęć sylwetki wykonanych w ramach badań w płaszczyźnie strzałkowej dziecka ustawionemu prawym bokiem do aparatu (PB) i lewym bokiem do aparatu (LB). Obliczono wartości normatywne fotograficznego kąta: kifozy piersiowej (KP_F), lordozy lędźwiowej (LL_F), nachylenia kości krzyżowej (KK_F), nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), protrakcji głowy (PG_F) i na ich podstawie stworzono i siatki centylowe.

Wyniki

Uzyskano bardzo dobrą zgodność wewnętrzną (powtarzalność) pomiarów z wykorzystaniem plurimetru Rippsteina oraz stwierdzono mały błąd pomiaru dla mierzonych parametrów: kifozy piersiowej ($ICC=0,959$; $SEM=0,8^\circ$) i lordozy lędźwiowej ($ICC=0,954$; $SEM=0,8^\circ$) oraz nachylenia kości krzyżowej ($ICC=0,922$; $SEM=0,7^\circ$).

Uzyskano bardzo dobrą zgodność wewnętrzną (powtarzalność) pomiarów z wykorzystaniem fotografii cyfrowej oraz stwierdzono mały błąd pomiaru dla mierzonych parametrów fotograficznych: kifozy piersiowej (KP_F) ($ICC=0,934$; $SEM=1,1^\circ$), lordozy lędźwiowej (LL_F) ($ICC=0,970$; $SEM=1,0^\circ$), nachylenia kości krzyżowej (KK_F) ($ICC=0,949$; $SEM=0,9^\circ$), nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) ($ICC=0,956$; $SEM=0,7^\circ$), protrakcji głowy (PG_F) ($ICC=0,937$; $SEM=0,7^\circ$).

Uzyskano bardzo dobrą zgodność międzygrupową (odtwarzalność) pomiarów wykonanych plurimetrem Rippsteina przez 3 badaczy oraz stwierdzono mały błąd pomiaru dla mierzonych parametrów: kifozy piersiowej ($ICC=0,925$; $SEM=1,2^\circ$) i lordozy lędźwiowej ($ICC=0,935$; $SEM=1,3^\circ$) oraz nachylenia kości krzyżowej ($ICC=0,882$; $SEM=1,2^\circ$).

Uzyskano bardzo dobrą zgodność międzygrupową (odtwarzalność) pomiarów wykonanych z wykorzystaniem fotografii cyfrowej przez 3 badaczy oraz stwierdzono mały błąd pomiaru dla mierzonych parametrów fotograficznych: kifozy piersiowej (KP_F) ($ICC=0,920$; $SEM=0,9^\circ$), lordozy lędźwiowej (LL_F) ($ICC=0,975$; $SEM=0,9^\circ$), nachylenia kości krzyżowej (KK_F) ($ICC=0,940$; $SEM=0,9^\circ$), nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) ($ICC=0,916$; $SEM=0,9^\circ$), protrakcji głowy (PG_F) ($ICC=0,885$; $SEM=0,9^\circ$).

Uzyskano bardzo dobrą zgodność pomiarów pomiędzy dwiema metodami badawczymi: plurimetrem Rippsteina i fotografią cyfrową oraz stwierdzono mały błąd pomiaru dla porównywanych parametrów: kifozy piersiowej (ICC=0,951; SEM=1,3°) i lordozy lędźwiowej (ICC=0,967; SEM=0,9°) oraz nachylenia kości krzyżowej (ICC=0,926; SEM=1,1°).

W grupie poznańskich dzieci, dokonano obliczeń parametrów fotograficznych i uzyskano następujące wartości normatywne w stopniach odpowiadające 50 centylowi dla dziewcząt w wieku 7,8,9,10 lat odpowiednio: kifozy piersiowej (KP_F): 42,42,43,43, lordozy lędźwiowej (LL_F): 29,30,31,32, nachylenia kości krzyżowej (KK_F): 27,28,28,27, nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F): 27,27,27,27, protrakcji głowy (PG_F): 58,58,58,58 oraz dla chłopców w wieku 7,8,9,10 lat odpowiednio: kifozy piersiowej (KP_F): 41,43,44,44, lordozy lędźwiowej (LL_F) (25,27,27,26), nachylenia kości krzyżowej (KK_F): 27,26,26,27, nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F): 27,27,27,27, protrakcji głowy (PG_F): 59,60,60,60.

Wykazano kątowe różnice istotne statystycznie pomiędzy płciami dla następujących parametrów fotograficznych: lordozy lędźwiowej (LL_F) (p<0,0000) oraz protrakcji głowy (PG_F) (p<0,0000) we wszystkich rocznikach oraz nachylenia kości krzyżowej (KK_F) u 8-letnich chłopców i 8-letnich dziewcząt (p=0,0004) oraz u 9-letnich chłopców i 9-letnich dziewcząt (p=0,005).

Wykazano kątowe różnice istotne statystycznie pomiędzy rocznikami dla: kifozy piersiowej (KP_F) u chłopców 7- i 8-letnich (p=0,002), 7- i 9-letnich (p<0,0000), 7- i 10-letnich (p<0,0000), 8- i 9-letnich (p=0,001), 8- i 10-letnich (p=0,0009) oraz u dziewcząt 7- i 9-letnich (p=0,001), 7- i 10-letnich (p<0,0000), 8- i 9-letnich (p=0,006), 8- i 10-letnich (p=0,001); lordozy lędźwiowej (LL_F) u chłopców 7- i 8-letnich (p=0,012), 7- i 9-letnich (p=0,023) oraz u dziewcząt 7- i 9-letnich (p=0,021), 7- i 10-letnich (p<0,0000), 8- i 10-letnich (p=0,006); nachylenia kości krzyżowej (KK_F) u dziewcząt 8- i 10-letnich (p=0,002), 9- i 10-letnich (p=0,016); nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) u chłopców 7- i 10-letnich (p=0,008), 8- i 9-letnich (p=0,036), 8- i 10-letnich (p=0,001); protrakcji głowy (PG_F) u dziewcząt 7- i 8-letnich (p=0,042) i 8- i 9-letnich (p=0,037).

Sporządzono siatki centylowe dla poszczególnych parametrów fotograficznych.

Wnioski

- 1) Metoda fotograficzna badania postawy ciała dziecka, opracowana w trakcie realizowania pracy doktorskiej, cechuje się wysoką wiarygodnością i rzetelnością pomiarów, może być uzupełnieniem dotychczas istniejących metod, za czym przemawia oparcie o powszechnie stosowaną technikę fotografii cyfrowej, brak konieczności posiadania specjalistycznej aparatury, półautomatyczny sposób analizy danych i łatwość ich magazynowania.
- 2) Pięć wprowadzonych i zmierzonych parametrów fotograficznych (kąt kifozy piersiowej (KP_F), kąt lordozy lędźwiowej (LL_F), kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F), kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F), kąt protrakcji głowy (PG_F)) opisuje postawę ciała dziecka w płaszczyźnie strzałkowej, wykazuje dobrą powtarzalność i odtwarzalność, i może stanowić standard oceny postawy.
- 3) Wykonanie pomiarów na dużych grupach dzieci umożliwiło sporządzenie norm i siatek centylowych dla płci i wieku, dzięki czemu parametry fotograficzne mogą być wykorzystane w praktycznym rozpoznawaniu błędów w postawie dziecka i monitorowaniu efektów ćwiczeń korekcyjnych.

9. Abstract

Assessment of body posture with the use of digital photography: development of the method and normal values for age range 7-10 years

Introduction

The child's body posture changes during growth and is subject to high variability. In Poland considerable resources of public money are spent on diagnostic and therapeutic programs associated with postural defects in children. Data on the prevalence of faulty posture is very different. The Polish health care system does not dispose of a gold standard for assessing body posture. A multitude of methods and diagnostic tools makes it difficult to standardize assessment of body posture, the term of epidemiology in body posture defects and evaluation of the therapeutic process. In addition, there is a lack of clear range between normal and faulty posture, in particular, there is no quantitative parameters characterizing the normal and faulty posture.

Aims

- 1) to develop a method for documentation of child's posture using the technique of digital photography (photogrammetry),
- 2) to define and verify photographic parameters quantitatively assessing the body posture and postural disorders in the sagittal plane,
- 3) to establish normal range values of photographic parameters for children aged 7-10 years.

Material

The material consisted of two parts:

- 91 children (44 girls and 47 boys) aged 7-10 years (8.2 ± 1.0) students of primary school I-IV classes,
- 7782 children (3804 girls, 3978 boys) aged 7-10 years (8.4 ± 0.5), attending classes I-IV primary schools of the city of Poznan, who underwent postural

screening using digital photography as a part of preventive health project "Poznan focuses on health".

Methods

The study consisted of two parts: (1) study of 91 children to develop the photographic method and to choose the quantitative parameters, and (2) the measurement and calculation of selected parameters on a group of 7782 children to establish normal range.

The study of 91 children from classes I-IV from ZSSO consisted of measuring sagittal trunk curvatures by Rippstein plurimeter and taking digital photographs in the sagittal plane in a relaxed standing posture of the child positioned the right side to the camera (RS) and the left side to the camera (LS).

In order to determine the intraobserver reliability (repeatability) measurements using Rippstein plurimeter the thoracic kyphosis angle, lumbar lordosis angle and the sacral slope angle were tested and evaluated in 30 students.

In order to determine the intraobserver reliability (repeatability) of measurements using digital photography the photographic angle of: thoracic kyphosis (TK_F), lumbar lordosis (LL_F), sacral slope (SS_F), chest inclination (CI_F), and head protraction (HP_F) were examined in 30 students.

To check the interobserver reliability (reproducibility) of Rippstein plurimeter measurements 3 researchers assessed the size of trunk curvatures of the spine in the sagittal plane: thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL) and the sacral slope (SS) in 30 students.

To check the interobserver reliability (reproducibility) measurements using digital photography, 3 researchers assessed photos of 30 students, for measurements of photographic angle of: thoracic kyphosis (TK_F), lumbar lordosis (LL_F), sacral slope (SS_F), chest inclination (CI_F), and head protraction (HP_F).

Comparing measurements made with Rippstein plurimeter versus digital photography was performed in 30 children. Mean values of photographic thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL) and the sacral slope (SS) were compared with those obtained by using Rippstein plurimeter.

Calculations and measurements of selected photographic parameters was made on the 7782 children assessed within the program of "Poznan focuses on health" based on the child's posture digital photos taken in the in the sagittal plane of the

child positioned the right side to the camera (RS) and the left side to the camera (LS). Standard values of photographic angle of: thoracic kyphosis (TK_F), lumbar lordosis (LL_F), sacral slope (SS_F), chest inclination (CI_F), head protraction (HP_F) were calculated. The percentile charts for age 7-10 years were developed.

Results

Very good intraobserver agreement (repeatability) of measurements using Rippstein plurimeter and small measurement error for the measured parameters: thoracic kyphosis ($ICC=0.959$; $SEM=0,8^\circ$), lumbar lordosis ($ICC=0.954$; $SEM=0,8^\circ$) and sacral slope ($ICC=0.922$; $SEM=0,7^\circ$) were obtained.

Very good intraobserver agreement (repeatability) of measurements using digital photography and small measurement error for the measured photographic parameters: thoracic kyphosis (TK_F) ($ICC=0.934$; $SEM=1,1^\circ$), lumbar lordosis (LL_F) ($ICC=0.970$; $SEM=1,0^\circ$), sacral slope (SS_F) ($ICC=0.949$; $SEM=0,9^\circ$), chest inclination (CI_F) ($ICC=0.956$; $SEM=0,7^\circ$), head protraction (HP_F) ($ICC=0.937$; $SEM=0,7^\circ$) were obtained.

Very good interobserver agreement (reproducibility) of measurements made using Rippstein plurimeter by 3 researchers and small measurement error for the measured parameters: thoracic kyphosis ($ICC=0.925$; $SEM=1,2^\circ$), lumbar lordosis ($ICC=0.935$; $SEM=1,3^\circ$) sacral slope ($ICC=0.882$; $SEM=1,2^\circ$) were obtained.

Very good interobserver agreement (reproducibility) of measurements made using digital photography for 3 researchers and small measurement error for the measured photographic parameters: thoracic kyphosis (TK_F) ($ICC=0.920$; $SEM=0,9^\circ$), lumbar lordosis (LL_F) ($ICC=0,975$; $SEM=0,9^\circ$), sacral slope (SS_F) ($ICC=0,940$; $SEM=0,9^\circ$), chest inclination (CI_F) ($ICC=0,916$; $SEM=0,9^\circ$), head protraction (HP_F) ($ICC=0,885$; $SEM=0,9^\circ$) were obtained.

Very good agreement between the two methods of measurements: Rippstein plurimeter and digital photography and a small error of measurement for the comparative parameters: thoracic kyphosis ($ICC=0.951$; $SEM=1,3^\circ$), lumbar lordosis ($ICC=0.967$; $SEM=0,9^\circ$) sacral slope ($ICC=0.926$; $SEM=1,1^\circ$) were obtained.

In the group of children from Poznan, the following normal values were obtained (in degrees) corresponding to 50 percentile for girls ages 7,8,9,10 years, respectively, thoracic kyphosis (TK_F): 42,42,43,43, lumbar lordosis (LL_F):

29,30,31,32, sacral slope (SS_F): 27,28,28,27, chest inclination (CI_F): 27,27,27,27, head protraction (HP_F): 58,58,58,58 and for boys ages 7,8,9,10 years, respectively, thoracic kyphosis (TK_F): 41,43,44,44, lumbar lordosis (LL_F) (25,27,27,26) sacral slope (SS_F): 27,26,26,27, chest inclination (CI_F): 27,27,27,27, head protraction (HP_F): 59,60,60,60.

Significant differences in angles between sexes have been shown for the following photographic parameters: lumbar lordosis (LL_F) ($p < 0.0000$) and head protraction (HP_F) ($p < 0.0000$) in all vintages and sacral slope (SS_F) in 8- years old boys and 8-years old girls ($p = 0.0004$) and in 9-years old boy and 9-years old girls ($p = 0.005$).

Significant differences in angles have been shown between vintages for thoracic kyphosis (TK_F) in boys 7- and 8-years old ($p = 0.002$), 7- and 9-years old ($p < 0.0000$), 7- and 10-years old ($p < 0.0000$), 8- and 9-years old ($p = 0.001$), 8- and 10-years old ($p = 0.0009$) and in girls 7- and 9-years old ($p = 0.001$), 7 and 10 –years old ($p < 0.0000$), 8- and 9-years old ($p = 0.006$), 8- and 10-years old ($p = 0.001$); lumbar lordosis (LL_F) in boys 7- and 8-years old ($p = 0.012$), 7- and 9-years old ($p = 0.023$) and in girls 7- and 9-years old ($p = 0.021$), 7- and 10- years old ($p < 0.0000$), 8- and 10-years old ($p = 0.006$); sacral slope (SS_F) in girls 8- and 10-years old ($p = 0.002$), 9- and 10-years old ($p = 0.016$); chest inclination (CI_F) in boys 7- and 10-years old ($p = 0.008$), 8- and 9-years old ($p = 0.036$), 8- and 10-years old ($p = 0.001$); head protraction (H_F) in girls 7- and 8-years old ($p = 0.042$) and 8- and 9-years old ($p = 0.037$).

Percentile charts for individual photographic parameters were prepared.

Conclusions

- 1) A photographic method of child's body posture assessment, developed during this work, is characterized by high reliability and accuracy of measurements, can be a complement to the already existing methods, taking into account the commonly used technique of digital photography, a lack of need a specialized equipment, semi-automatic method of data analysis and ease of storage.
- 2) Five developed and calculated photographic parameters (thoracic kyphosis (TK_F), lumbar lordosis (LL_F), sacral slope (SS_F), chest inclination (CI_F), and head protraction (HP_F)) describe the child's body posture in the sagittal plane, show good repeatability and reproducibility, and can provide a gold standard for body posture assessment.

- 3) Making measurements on large groups of children allowed preparation of normal values and percentile charts for age and sex, making photographic parameters possible to use in practical recognition of errors in the child's posture and monitoring of effects of corrective exercises.

10. Piśmiennictwo

1. Jopkiewicz A, Suliga E. Biologiczne podstawy rozwoju człowieka. ITE, Radom-Kielce, 1998: s. 221.
2. Kasperczyk T. Wady postawy ciała diagnostyka i leczenie. Kraków 1994: 9-10.
3. Żuk T, Dziak A, Gusta A. Podstawy Ortopedii i Traumatologii. Podręcznik dla studentów. PZWL, Warszawa 1980: s. 53.
4. Przewęda R. Rozwój somatyczny i motoryczny. PZWL, Warszawa 1973: 88-124.
5. Milanowska K. Kinezyterapia. Gimnastyka Lecznicza. PZWL, Warszawa 1970: s. 266.
6. Dega W. Ortopedia i rehabilitacja. T. I. PZWL, Warszawa 1964: 321-323.
7. Wilczyński J. Boczne skrzywienia kręgosłupa. Rozpoznanie i korekcja. cz. II. Wyd. Uczelniane, Wszechnica Świętokrzyska, Kielce 2000: 11-17.
8. Wilczyński J. Korekcja wad postawy człowieka. Anthropos, Starachowice 2005: s.15.
9. Żuk T, Dziak A. Propedeutyka Ortopedii. PZWL, Warszawa 1977: s. 104.
10. Dega W, Milanowska K. Rehabilitacja Medyczna. PZWL, Warszawa 1994: 271-279.
11. Górecki A, Kiwerski J, Kowalski IM, Marczyński W, Nowotny J, Rybicka M, Jarosz U, Suwalska M, Szelachowska-Kluza W. Profilaktyka wad postawy u dzieci i młodzieży w środowisku nauczania i wychowania rekomendacje ekspertów. Pol Ann Med 2009; 16: 168-177.
12. Jodkowska M, Woynarowska B. Testy przesiewowe u dzieci i młodzieży w wieku szkolnym. Materiały instruktażowe dla pielęgniarek i higienistek szkolnych. IMiDz, Warszawa 2002: 17-53.
13. Jodkowska M, Woynarowska B, Oblacińska A. Test przesiewowy do wykrywania zaburzeń w rozwoju fizycznym u dzieci i młodzieży w wieku szkolnym. Materiały metodyczne dla pielęgniarek szkolnych oraz lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej. IMiDz, Warszawa 2007: 5-14.
14. Dziak A, Brodowski M. Aby dziecko było sprawne. PZWL, Warszawa 1993: 40-46.
15. Oblacińska A, Ostrenga W. Standardy i metodyka pracy pielęgniarki i higienistki szkolnej. Poradnik dla pielęgniarek i higienistek szkolnych pracujących w szkołach różnych typów. IMiDz, Warszawa 2003: s. 15.
16. Stoliński Ł, Kotwicki T. Wstępne wyniki analizy postawy ciała dzieci biorących udział w projekcie "Poznań stawia na zdrowie - profilaktyka wad postawy". W: Profilaktyka wad postawy i kształtowanie zachowań prozdrowotnych wśród dzieci. Urząd Miasta Poznania 2011: 11-20.
17. Penha P, João S, Casarotto R, Amino C, Penteado D. Postural assessment of girls between 7 and 10 years of age. Clinics 2005; 60: 9-16.
18. Czaprowski D, Biernat R, Stoliński Ł, Szczygieł A. Zachowania sedenteryjne dzieci i młodzieży w rozkładzie dziennym i tygodniowym. W: Tatarczuk J, Asienkiewicz R, Skorupka E. (red), Ontogeneza i promocja zdrowia w aspekcie medycyny, antropologii i wychowania fizycznego. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego 2011: 343-363.
19. Rocznik W, Babuśka-Rocznik M, Rocznik A, Rocznik RG. Kryteria oceny rozwoju motorycznego uczniów szkół podstawowych. Med Og Nauk Zdr 2015; 21: 138-141.

20. Jopkiewicz A, Kościelnik J. Aktywność fizyczna i sposoby spędzania czasu wolnego młodzieży w wieku 11-16 lat. W: Tatarczuk J, Asienkiewicz R, Skorupka E. (red), *Ontogeneza i promocja zdrowia w aspekcie medycyny, antropologii i wychowania fizycznego*. OW UZ, Zielona Góra 2011: 389-405.
21. Czaprowski D, Stoliński Ł, Szczygieł A, Kędra A. Pozaszkolna aktywność fizyczna młodzieży szkolnej w wieku 7-15 lat. *Szkice Humanistyczne* 2010; 4: 115-125.
22. Czaprowski D, Stoliński Ł, Szczygieł A, Kędra A. Pozaszkolna aktywność ruchowa dzieci i młodzieży w rozkładzie dziennym i tygodniowym. W: Tatarczuk J, Asienkiewicz R, Skorupka E. (red), *Ontogeneza i promocja zdrowia w aspekcie medycyny, antropologii i wychowania fizycznego*. OW UZ, Zielona Góra 2011: 325-342.
23. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles: testing and function*. 4th ed. Williams and Wilkins; Baltimore 1993: 49-117.
24. Kotwicki T. Wady w postawie ciała. W: Wiktora Degi *Ortopedia i Rehabilitacja*. Wybrane zagadnienia z zakresu chorób i urazów narządu ruchu dla studentów i lekarzy. Kruczyński J, Szulc A. (red), PZWL, Warszawa 2015: 263-267.
25. Lamartina C, Berjano P. Classification of sagittal imbalance based on spinal alignment and compensatory mechanisms. *Eur Spine J* 2014; 23: 1177-1189.
26. Herbert R, Jamtvedt G, Mead J, Hagen KB. *Practical Evidence-Based Physiotherapy*. Elsevier Butterworth Heinemann, Edinburg 2005: 2-10.
27. Guyatt G. Praktyczne aspekty EBM. *Medycyna Praktyczna* 2003; 3: 37-38.
28. Kluszczyński M, Czernicki J, Kubacki J. Ocena plurimetryczna zmian krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej w 10 letniej obserwacji u dzieci i młodzieży. *Postępy Rehabilitacji* 2014; 2: 5 – 12.
29. Mrozkowiak M, Szark-Eckardt M, Żukowska H, Zukow W. Review of methods for assessing body posture. Part 2. *Journal of Health Sciences* 2014; 4: 95-102.
30. Radziminska A, Szyper S, Bulatowicz I, Srokowski G, Kazmierczak U, Strojek K, Kaliszewska M, Dzierzanowski M, Zukow W. Prevention of flat feet in preschool children. *Journal of Health Sciences* 2012; 2: 25-40.
31. Jagucka-Mętel W, Brzeska P, Sokołowska E, Baranowska A, Weber-Rajek M, Sobolewska E, Machoy-Mokrzyńska A. Ocena sprawności motorycznej dzieci w wieku przedszkolnym z uwzględnieniem wad postawy. *Ann Acad Med Stetin* 2013; 59: 129–132.
32. Zeyland-Malawka E. Klasyfikacja i ocena postawy ciała w modyfikacjach metody Wolańskiego i Nowojorskiego Testu Klasyfikacyjnego. *Fizjoterapia* 1999; 4: 52-55.
33. Wójcik M. Fotogrametryczne pomiary ciała ludzkiego do badania wpływu postawy ciała na zaburzenia narządu zucia. Praca dyplomowa, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2011: s. 16.
34. Pawlicka-Lisowska A, Lisowski J, Motylewski S, Gątkiewicz M, Zientala A, Poziomska-Piątkowska E. Próba oceny postawy ciała na tle wybranych Parametrów krążeniowo – oddechowych. *Kwart Ortop* 2011; 2: 133-144.
35. Maciałczyk-Paprocka K. *Epidemiologia wad postawy u dzieci i młodzieży*. Rozprawa doktorska. Poznań 2013: s. 45.
36. Maciałczyk-Paprocka K, Krzyżaniak A, Kotwicki T, Sowińska A, Stawińska-Witoszyńska B, Krzywińska-Wiewiorowska M, Przybylski J. Występowanie błędów w postawie ciała u uczniów poznańskich szkół podstawowych. *Probl Hig Epidemiol* 2012; 93: 309-314.

37. Chromik K, Micherda M, Sobiech K, Śliwa D. Zastosowanie urządzenia diagnostyczno-pomiarowego Posturometr-S do oceny ruchomości kręgosłupa u młodzieży w wieku 13-15 lat. *Acta Biooptica Inf Med.* 2010; 3: 205-207.
38. Wolański N. Sferodorsimetr – własnego pomysłu przyrząd do dokonywania przestrzennych pomiarów kręgosłupa. *Zesz Nauk UJ Zoologia* 1956; 1: 241-257.
39. Wolański N. Kifolordozometr – Prosty przyrząd do pomiarów krzywizn kręgosłupa. *Kult Fiz* 1957; 12: 947-953.
40. Debrunner H.U. Das Kyprometer. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1972; 110: 389-392.
41. Öhlén G, Spangfort E, Tingvall C. Measurement of spinal sagittal configuration and mobility with Debrunner's kyprometer. *Spine* 1989; 14: 580-583.
42. Bittner-Czapińska E, Janiszewski M. Analiza wybranych parametrów czynnościowego zespołu wykonawczego u akordeonistów. *Medycyna Pracy* 2004; 55: 337 – 339.
43. Białek M. Analiza skuteczności korekcji bocznych skrzywień kręgosłupa u dzieci, wspomaganych zabiegami terapii manualnej na podstawie wybranych wskaźników biomechanicznych oraz zjawiska mory projekcyjnej. *Rozprawa doktorska, CMKP Warszawa* 2000: 36-45.
44. Chowańska J, Kotwicki T, Krzyżaniak A, Szulc A. Warunki i możliwości stosowania techniki topografii powierzchni ciała do wykrywania skrzywień kręgosłupa u dzieci i młodzieży. *Probl Hig Epidemiol* 2009; 90: 1-5.
45. Saltikov JA, van Schaik P, Bell JA, Warren JG, Wojcik AS, Papastefanou SL. 3D back shape in normal young adults. *Stud Health Technol Inform.* 2004; 88: 81-85.
46. Hierholzer E, Drerup B. Back shape measurement using video rasterstereography and three-dimensional reconstruction of spinal shape. *Clin Biomech* 1994; 9: 28-36.
47. Hierholzer E, Drerup B, Meyer zu Bentrup F. Influence of leg length discrepancy on stereographic back shape parameters. *Stud Health Technol Inform* 1997; 1: 265-269.
48. Hierholzer, E., Hackenberg, L. Three-dimensional shape analysis of the scoliotic spine using MR tomography and rasterstereography. *Stud Health Technol Inform* 2002; 4: 184-189.
49. Mardjetko, S, Knott P, Rollet M, Baute S, Riemenschneider M, Muncie L. Evaluating the reproducibility of the formetric 4D measurements for scoliosis. *Eur Spine J* 2010; 19: 241-242.
50. Żurek G, Dudek K, Dziuba A. Termowizyjna ocena skuteczności symulowanej hipoterapii u dzieci z różnymi postaciami mózgowego porażenia dziecięcego. *Fizjoterapia* 2007; 15: 36-42.
51. Lewandowski J. Kształtowanie się krzywizn fizjologicznych i zakresów ruchomości odcinkowej kręgosłupa człowieka w wieku 3-25 lat w obrazie elektrogoniometrycznym. *Monografia Wydawnictwa Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu* 2006; 365: 7-255.
52. Piriyaarasarth P, Morris ME, Winter A, Bialocerkowski AE. The reliability of knee joint position testing using electrogoniometry. *BMC Musculoskelet Disord* 2008; 9: 1-10.
53. Szulc P, Wendt M, Przydanek J, Bartkowiak P, Waszak M, Cieślik K, Lewandowski J. Evaluation of the effects of musculofascial therapy on the degree values for physiological spine curvatures, altered due to long-term kick-boxing training. *Archives of Budo* 2015; 11: 209-215.

54. Kowalski IM, Protasiewicz-Fałdowska H, Dwornik M, Pierożyński B, Raistenskis J, Kiebzak W. Objective parallel-forms reliability assessment of 3 dimension real time body posture screening tests. *BMC Pediatr* 2014; 14: 221.
55. Mayer, TG et. al. Plurimeter reliable for measuring hip and spine ROM (1984). *Spine* 1984; 9: 588-595.
56. Saur P, Ensink, FB, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J. Lumbar Range of Motion: Reliability and Validity of the Inclinator Technique in the Clinical Measurement of Trunk Flexibility. *Spine* 1996; 21: 1332-1338.
57. Kluszczyński M. Częstość występowania wad postawy i asymetrii grzbietu w populacji dzieci wiejskich. *Fizjoter Pol* 2007; 7: 71-79.
58. Szczygieł A, Ślusarczyk A. Ruchomość oraz ukształtowanie krzywizn kręgosłupa u dzieci z wadliwą postawą ciała. *Fizjoter Pol* 2003; 3: 261-271.
59. Green S, Buchbinder R, Forbes A, Bellamy N. A standardized protocol for measurement of range of movement of the shoulder using the Plurimeter-V inclinometer and assessment of its intrarater and interrater reliability. *Arthritis Care Res* 1998; 11: 43-52.
60. Croft PR, Nahit ES, Macfarlane GJ, Silman AJ. Interobserver reliability in measuring flexion, internal rotation, and external rotation of the hip using a plurimeter. *Ann Rheum Dis* 1996; 55: 320-323.
61. Czaprowski D, Afeltowicz-Mich A, Kolwicz A. Rzetelność, powtarzalność i zgodność pomiaru współczynnika wyprostno- zgięciowego z wykorzystaniem powierzchniowego EMG – doniesienie wstępne. *Ortop Traumatol Rehabil* 2010; 12: 26-27 (Suppl 1).
62. Rigo M, Villagrasa M. Comparison of three non-invasive devices to assess the sagittal spinal configuration in an heterogeneous population of scoliotic and non scoliotic subjects. *Scoliosis* 2007; 2: 35.
63. Hawrylak A, Barczyk K, Giemza C, Wójtowicz D, Brodziński M. Ukształtowanie krzywizn przedotylnych oraz ruchomość kręgosłupa studentów akademii wychowania fizycznego we Wrocławiu. *Medycyna Sportowa* 2008; 24: 240-246.
64. Struyf F, Nijs J, Horsten S, Mottram S, Truijen S, Meeusen R. Scapular positioning and motor control in children and adults: A laboratory study using clinical measures. *Man Ther* 2011; 16: 155-160.
65. Theiler R, Stucchi G, Schott R, Hofer H, Seifert B, Tyndall A, Michelt B.A. Parametric and non-parametric measures in the assessment of knee and hip osteoarthritis: interobserver reliability and correlation with radiology. *Osteoarthr Cartil* 1996; 4: 35-42.
66. Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66A: 1381-1387.
67. Bunnell WP. Selective screening for scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 434: 40-45.
68. Kotwicki T, Chowanska J, Kinel E, Czaprowski D, Tomaszewski M, Janusz P. Optimal management of idiopathic scoliosis in adolescence. *Adolesc Health Med Ther* 2013; 4: 59-73.
69. Grivas TB, Vasiliadis ES, Polyzois VD, Mouzakis V. Trunk asymmetry and handedness in 8245 school children. *Pediatr Rehabil* 2006; 9: 259-66.
70. De Wilde L, Plasschaert F, Cattoir H, Uyttendaele D. Examination of the back using the bunnell scoliometer in a Belgian school population around puberty. *Acta Orthop Belg* 1998; 2: 136-142.

71. Stolinski L, Kotwicki T. Trunk asymmetry in one thousand school children aged 7-10 years. *Stud Health Technol Inform* 2012; 176: 259-263.
72. Beilin H. Understanding the Photographic Image. *J Appl Dev Psychol* 1999; 20: 1-30.
73. Ferreira EAG, Duarte M, Maldonado EP, Burke TN, Marques AP. Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. *Clinics* 2010; 65: 675-81.
74. Stoliński L, Czaprowski D, Kozinoga M, Korbel K, Janusz P, Tyrakowski M, Kono K, Suzuki N, Kotwicki T. Analysis of Anterior Trunk Symmetry Index (ATSI) in healthy school children based on 2D digital photography: normal limits for age 7-10 years. *Scoliosis* 2013; 8: 27-28 (Suppl 1).
75. Stoliński L, Czaprowski D, Kozinoga M, Kotwicki T. Clinical measurement of sagittal trunk curvatures: photographic angles versus rippstein plurimeter angles in healthy school children. *Scoliosis* 2014; 9: O15 (Suppl 1).
76. Canhadas Belli JF, Chaves TC, Siriani de Oliveira A, Grossi DB: Analysis of body posture in children with mild to moderate asthma. *Eur J Pediatr* 2009; 168: 1207-1216.
77. Neiva PD, Kirkwood RN, Godinho R. Orientation and position of head posture, scapula and thoracic spine in mouth-breathing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009; 73: 227-236
78. Grimmer-Somers K, Milanese S, Louw Q: Measurement of cervical posture in the sagittal plane. *J Manipulative Physiol Ther* 2008; 31: 509-517.
79. Canales JZ, Cordás TA, Fiquer JT, Cavalcante AF, Moreno RA. Posture and body image in individuals with major depressive disorder: a controlled study. *Rev Bras Psiquiatr* 2010; 32: 375-380.
80. Fortin C, Feldman DE, Cheriet F, Labelle H. Validity of a Quantitative Clinical Measurement Tool of Trunk Posture in Idiopathic Scoliosis. *Spine* 2010; 35: E988–E994.
81. McEvoy MP, Grimmer K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. *BMC Musculoskelet Disord* 2005; 6: 35.
82. Gadotti IC, Magee DJ. Validity of surface measurements to access craniocervical posture in the sagittal plane: a critical review. *Phys Ther Rev* 2008; 13: 258-68.
83. Perry M, Smith A, Straker L, Coleman J, O'Sullivan P. Reliability of sagittal photographic spinal posture assessment in adolescents. *Adv Physiother* 2008; 10: 66-75.
84. Fortin C, Feldman DE, Cheriet F, Gravel D Gauthier F, Labelle H. Reliability of a quantitative clinical posture assessment tool among persons with idiopathic scoliosis. *Physiotherapy* 2012; 98: 64-75.
85. Fortin C, Feldman DE, Cheriet F, Labelle H. Differences in Standing and Sitting Postures of Youth with Idiopathic Scoliosis from Quantitative Analysis of Digital Photographs. *Phys Occup Ther Pediatr* 2013: 1–14.
86. Saad KR, Colombo AS, Ribeiro AP, João SMA. Reliability of photogrammetry in the evaluation of the postural aspects of individuals with structural scoliosis. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16: 210-216.
87. Strona internetowa Urzędu Miasta Poznania [<http://www.poznan.pl/mim/main/o-projekcie,p,15861,15862.html> dostęp online 22.07.2015 r].
88. Krzyżaniak A. (red). *Zdrowie poznańskich uczniów*. Wydawnictwo Miejskie, Poznań 2009: 39-51.

89. Jankowicz-Szymańska A, Lebryk E, Edyta Mikołajczyk E, Pocięcha M. Zróżnicowanie wskaźnika BMI i wskaźnika Cole'a u dzieci 6-letnich. *Probl Hig Epidemiol* 2012; 93: 713-717.
90. Socha J, Stolarczyk A, Olek A, Kierkuś J. Standardy postępowania diagnostycznego w zakresie oceny sposobu żywienia i stanu odżywienia chorych w szpitalu. *Standardy Med Pediatría* 2003; 5: 62-67.
91. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1-6.
92. Gerhardt JJ, Rippstein J. *Measuring and Recording of Joint Motion*. Hogrefe and Huber Publishers, Toronto 1990: 3-137.
93. Kottner J, Audig L, Brorson S, Donner A, Gajewski BJ, Hrobjartsson A, Roberts C, Shoukri M, Streiner DL. Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. *J Clin Epidemiol* 2011; 64: 96-106.
94. Perkins DO, Wyatt RJ, Bartko JJ. Penny-wise and pound-foolish: the impact of measurement error on sample size requirements in clinical trials. *Biol Psychiatry* 2000; 47: 762-66.
95. Richardson FM. Peer review of medical care. *Med Care* 1972; 10: 29-39.
96. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mouilleseaux B, Marty C, Prat-Pradal D, Legaye J, Duval-Beaupère G, Pélissier J. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis *Eur Spine J* 2006; 15: 415-422.
97. Stagnara P, DeMauroy JC, Dran G, Gooon GP, Costanzo G, Dimnet J, Pasquet A: Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine* 1982; 7:335-342.
98. Bartochowski Ł. Skuteczność leczenia operacyjnego kręgozmyku przy użyciu instrumentarium przeznasadowego. Rozprawa doktorska. Poznań 2011: s.44.
99. Kuo YL, Tully EA, Galea MP. Video analysis of sagittal spinal posture in healthy young and older adults. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32: 210-5.
100. Bolzan GP, Souza JA, Botton LM, da Silva AMT, Corrêa ECR. Facial type and head posture of nasal and mouth-breathing children *J Soc Bras Fonoaudiol* 2011; 23: 315-320.
101. Milczarek P. Diagnostyka skoliozy w oparciu o metody informatyczne. Praca Dyplomowa Inżynierska, Politechnika Warszawska, Warszawa 2012: 19-41.
102. Penha PJ, Baldini M, Amado João SM. Spinal postural alignment variance according to sex and age in 7- and 8-year-old children. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32: 154-159.
103. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass Correlations: Uses in Assessing Rater Reliability. *Psychol Bull* 1979; 86: 420-428.
104. Bartko J. The intraclass correlation coefficient as a measure of reliability. *Psychological Reports* 1966; 19: 3-11.
105. Strona internetowa [<http://www.real-statistics.com/reliability/intraclass-correlation/> dostęp online 15.02.2013 r].
106. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 231-240.
107. Hornowska E. Testy psychologiczne. Teoria i praktyka. Scholar, Warszawa 2014: s. 54.
108. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika* 1951; 16: 297-334.

109. Brzeziński J (red). Trafność i rzetelność testów psychologicznych. Wybór tekstów. GWP, Gdańsk 2005: 177-212.
110. Strona internetowa [<http://www.real-statistics.com/> dostęp online 15.02.2013 r].
111. Greene WR. Econometric Analysis. 5th ed. Prentice Hall 2002: 65-162.
112. Kufel T. Ekonometria. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu GRETL. PWN, Warszawa 2011: 53-71.
113. Kufel T. Ekonometryczna analiza cykliczności procesów gospodarczych o wysokiej częstotliwości obserwowania. UMK, Toruń 2010: s. 139.
114. Krawczyński M, Krzyżaniak A, Walkowiak J. Normy rozwojowe wysokości i masy ciała dzieci i młodzieży miasta Poznania w wieku od 3 do 18 lat. *Pediatrica Praktyczna* 2000; 8: 341-353.
115. Galera S, Nascimento L, Teodoro E, Tomazini J. Comparative Study on the Posture of Individuals with and without Cervical Pain. *IFMBE Proceedings* 2009; 25: 131-134.
116. Stolinski L, Kotwicki T. Is there an influence of single mobilization of the sacroiliac joints on the child posture? W: Majchrzycki M, Warzecha D, Kocur P. (ed), *Dysfunctions of the locomotor system: the role of osteopathy and manual therapy in the treatment of soft tissue*. Poznań 2010: 84-95.
117. Kotwicki T. Wady postawy ciała – wykrywanie i zasady postępowania. W: *Profilaktyka wad postawy i kształtowanie zachowań prozdrowotnych wśród dzieci*. Urząd Miasta Poznania 2011: 23-26.
118. van Maanen CJ, Zonnenberg AJ, Elvers JW, Oostendorp RA. Intra/interrater reliability of measurements on body posture photographs. *Cranio* 1996; 14: 326-331.
119. ASPRS – American Society for Photogrammetry and Remote Sensing 2012, What is ASPRS. Dokument elektroniczny [<http://www.asprs.org/About-Us/What-is-ASPRS.html> dostęp: 27.05.2014].
120. Czaprowski D, Kotwicki T, Stoliński Ł, Leszczewska J. Fizjoterapia oparta na dowodach naukowych - wyzwanie dla współczesnej fizjoterapii. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja* 2012; 31: 58-63.
121. Jędrychowski W. Zasady planowania i prowadzenia badań naukowych w medycynie. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2004: 4-218.
122. Cobb SC, James R, Hjertstedt M, Kruk J. A Digital Photographic Measurement Method for Quantifying Foot Posture: Validity, Reliability, and Descriptive Data. *J Athl Train* 2011; 46: 20-30.
123. Fortin C, Feldman DE, Cheriet F, Labelle H. Clinical methods for quantifying body segment posture: a literature review. *Disabil Rehabil* 2011; 33: 367-83.
124. Paušić J, Pedišić Ž, Dizdar D. Reliability of a photographic method for assessing standing posture of elementary school students *J Manipulative Physiol Ther* 2010; 33: 425-431.
125. Stolinski L, Kotwicki T, Czaprowski D, Chowanska J, Suzuki N. Analysis of the Anterior Trunk Symmetry Index (ATSI). Preliminary report. *Stud Health Technol Inform* 2012; 176: 242-246.
126. Young S. Research for medical photographers: Photographic measurement. *J Audio Media Med* 2002; 25: 94-98.
127. Sacco ICN, Alibert S, Queiroz BWC, Pripas D, Kieling I, Kimura AA, Sellmer AE, Malvestio RA, Sera MT. Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Rev Bras Fisioter* 2007; 11: 411-417.

128. Souza JA, Pasinato F, Basso D, Castilhos Rodrigues Correa E, Toniolo da Silva AM. Biophotogrammetry: reliability of measurements obtained with a posture assessment software (SAPO). *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2011; 13: 299-305.
129. Santos MM, Silva MPC, Sanada LS, Alves CRJ. Photogrammetric postural analysis on healthy seven to ten-year-old children: interrater reliability. *Rev Bras Fisioter* 2009; 13: 350-355.
130. Milanesi JM, Borin G, C.R. Correia E, da Silva, AMT, Bortoluzzi DC, Souza JA. Impact of the mouth breathing occurred during childhood in the adult age: Biophotogrammetric postural analysis. *Int J of Ped Otorhinolaryngol* 2011; 75: 999-1004.
131. Raine S, Twomey LT. Head and Shoulder Posture Variations in 160 Asymptomatic Women and Men. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 1215-23.
132. Dunk NM, Chung YY, Compton DS, Callaghan JP. The reliability of quantifying upright standing postures as a baseline diagnostic clinical tool. *J Manipulative Physiol Ther* 2004; 27: 91-96.
133. Lafond D, Descarreaux M, Normand MC, Harrison DE. Postural development in school children: a cross-sectional study. *Chiropr Osteopat* 2007; 15: 1-7.
134. O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Moeller NE, Richards KV. The Effect of Different Standing and Sitting Postures on Trunk Muscle Activity in a Pain-Free Population. *Spine* 2002; 27: 1238-1244.
135. Ferreira EAG. Postura e controle postural: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural. Tese de doutorado. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo 2005: s. 19.
136. Normand MC, Descarreaux M, Harrison DD, Harrison DE, Perron DL, Ferrantelli JR. Three dimensional evaluation of posture in standing with the posture print: an intra-and inter-examiner reliability study. *Chiropr Osteopat* 2007; 15: 1-11.
137. Smith A, O'Sullivan P, Straker L. Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine* 2008; 33: 2101-2107.
138. Vedantam R, Lenke LG, Bridwell KH, Linville DL, Blanke K. The Effect of Variation in Arm Position on Sagittal Spinal Alignment. *Spine* 2000; 25: 2204-2209.
139. Grimmer KA, Williams MT, Gill TK. The Associations Between Adolescent Head-on-Neck Posture, Backpack Weight, and Anthropometric Features. *Spine* 1999; 24: 2262-2267.
140. Solow B, Sandham A. Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. *Eur J Orthod* 2002; 5: 447-456.
141. Seaman D, Troyanovich S. The forward head posture. *Dynamic chiropractic* 2000; 8: 1-7.
142. Strona internetowa: [<http://opiw.pl/pl/oferta/52-przyrzady-do-diagnostyki-i-pomiaru-ciala/120-system-analzy-postawy-ciala> dostęp online 10.02.2013 r].
143. Strona internetowa: <http://postureanalysis.com/mobile/> dostęp online 15.01.2014 r].
144. Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. W: Thomson JEM, Blount WP. (ed), American Academy of Orthopaedic Surgeons: Instructional Course Lectures 1948: 261-275.

145. Betz RR. Kyphosis of the thoracic and thoracolumbar spine in the pediatric patient: normal sagittal parameters and scope of the problem. *Instr Course Lect* 2004; 53: 479-484.
146. Propst-Proctol SL, Bleck EE. Radiographic determination of lordosis and kyphosis in normal and scoliotic children. *J Pediatr Ortop* 1983; 3: 344-346.
147. Fon GT, Pitt MJ, Thies AC. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. *Am J Roentgenol* 1980; 134: 979-983.
148. Bernhardt M, Bridwell KW. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine* 1989; 14: 717-721.
149. Cil A, Yazici M, Uzumcugil A, Kandemir U, Alanay A, Alanay Y, Acaroglu RE, Surat A. The Evolution of Sagittal Segmental Alignment of the Spine During Childhood. *Spine* 2005; 30: 93-100.
150. Voutsinas SA, MacEwen GD. Sagittal profiles of the spine. *Clin Orthop* 1986; 210: 235-242.
151. Boseker EH, Moe JH, Winter RB, Koop SE. Determination of "normal" thoracic kyphosis: a roentgenographic study of 121 "normal" children. *J Pediatr Orthop* 2000; 20: 796-798.
152. Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR, Roussouly P. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *Eur Spine J* 2007; 16: 227-234.
153. Czaprowski D, Pawlowska P, Stolinski L, Kotwicki T. Active self-correction of back posture in children instructed with 'straighten your back' command. *Man Ther* 2013; 1-7.
154. Wiltse LL, Winter RB. Terminology and measurement of spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65: 768-772.
155. Legaye J. The femoro-sacral posterior angle: an anatomical sagittal pelvic parameter usable with dome-shaped sacrum. *Eur Spine J* 2007; 16: 219-225.
156. Stoliński Ł, Kotwicki T, Czaprowski D. Active self correction of child's posture assessed with pluriometer and documented with digital photography. *Postępy Nauk Medycznych* 2012; 6: 484-490.

11. Spis rycin

- Rycina 1. Prawidłowa postawa ciała z uwzględnieniem rzutowania pionowej linii grawitacyjnej.
- Rycina 3.1. Procentowe przedstawienie liczebności dzieci uwzględnionych i nieuwzględnionych w obliczeniach w ramach pracy doktorskiej. Całkowita liczba przebadanych dzieci wyniosła 9319.
- Rycina 3.2. Liczebność badanych dzieci obu płci w poszczególnych grupach wiekowych.
- Rycina 4.1. Sposób obliczenia wskaźnika masy ciała BMI (Body Mass Index) [88,89].
- Rycina 4.2. Sposób obliczenia wskaźnika Cole'a, [90,91]: wysokość ciała standardowa (50. centyl) – średnia wysokości ciała dla danego wieku i płci; masa ciała standardowa (50. centyl) - średnia masy ciała dla danego wieku i płci.
- Rycina 4.3. Siatka centylowa przedstawiająca wysokość ciała populacji poznańskich chłopców [88].
- Rycina 4.4. Siatka centylowa przedstawiająca masę ciała populacji poznańskich chłopców[88].
- Rycina 4.5. Siatka centylowa przedstawiająca wysokość ciała populacji poznańskich dziewcząt [88].
- Rycina 4.6. Siatka centylowa przedstawiająca masę ciała populacji poznańskich dziewcząt [88].
- Rycina 4.7A. Plurimetr Rippsteina w pozycji „zerowej”.
- Rycina 4.7B. Pomiar kąta nachylenia kości krzyżowej– pozycja końcowa z odczytaniem kąta na wysokości L5/S1.
- Rycina 4.7C. Pomiar kąta lordozy lędźwiowej – pozycja początkowa z ustawieniem plurimetru w pozycji „zerowej” na wysokości L5/S1.
- Rycina 4.7D. Pomiar kąta lordozy lędźwiowej – pozycja końcowa z odczytaniem kąta lordozy lędźwiowej na wysokości Th12/L1.
- Rycina 4.7E. Pomiar kąta kifozy piersiowej - pozycja początkowa z ustawieniem plurimetru w pozycji „zerowej” na wysokości Th12/L1.
- Rycina 4.7F. Pomiar kąta kifozy piersiowej - pozycja końcowa z odczytaniem wartości kifozy piersiowej na wysokości C7/Th1.
- Rycina 4.8. Ustawienie aparatu na wypoziomowanym statywie w odległości 300 cm od stanowiska badania i na wysokości 90 cm od podłoża.

- Rycina 4.9. Wypoziomowanie aparatu na statywie z użyciem skoliometru Bunnella.
- Rycina 4.10. Stanowisko badania, na którym dziecko ustawiało stopy podczas badania fotograficznego.
- Rycina 4.11. Zdjęcie wykonane dziecku ustawionemu prawym bokiem do aparatu na stanowisku do badania fotograficznego.
- Rycina 4.12. Zdjęcie wykonane dziecku ustawionemu lewym bokiem do aparatu na stanowisku do badania fotograficznego.
- Rycina 4.13. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt kifozy piersiowej (KP_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.
- Rycina 4.14. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt lordozy lędźwiowej (LL_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.
- Rycina 4.15. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt nachylenia kości krzyżowej (KK_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.
- Rycina 4.16. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.
- Rycina 4.17. Sposób wyznaczenia linii z zaznaczeniem punktów tworzących fotograficzny kąt protrakcji głowy (PG_F). A – rozmiar rzeczywisty, B – widok w powiększeniu.
- Rycina 4.18. Sposób zaznaczenie punktów w celu obliczenia przez program fotograficznego kąta lordozy lędźwiowej (LL_F).
- Rycina 4.19. Sposób zaznaczenia punktów w celu obliczenia przez program fotograficznego kąta protrakcji głowy (PG_F).
- Rycina 5.1. Podział grupy badanej ($N=7782$) pod względem stanu odżywienia według Cole'a na trzy podgrupy: ze wskaźnikiem Cole'a w normie, poniżej normy oraz powyżej normy.
- Rycina 5.2. Siatka centylowa fotograficznego kąta kifozy piersiowej (KP_F) – płeć żeńska
- Rycina 5.3. Siatka centylowa fotograficznego kąta kifozy piersiowej (KP_F) – płeć męska
- Rycina 5.4. Siatka centylowa fotograficznego kąta lordozy lędźwiowej (LL_F) – płeć żeńska
- Rycina 5.5. Siatka centylowa fotograficznego kąta lordozy lędźwiowej (LL_F) – płeć męska

- Rycina 5.6. Siatka centylowa fotograficznego kąta nachylenia kości krzyżowej (KK_F) – płęć żeńska
- Rycina 5.7. Siatka centylowa fotograficznego kąta nachylenia kości krzyżowej (KK_F) – płęć męska
- Rycina 5.8. Siatka centylowa fotograficznego kąta nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) – płęć żeńska
- Rycina 5.9. Siatka centylowa fotograficznego kąta nachylenia otworu górnego klatki piersiowej (KLP_F) – płęć męska
- Rycina 5.10. Siatka centylowa fotograficznego kąta protrakcji głowy (PG_F) – płęć żeńska
- Rycina 5.11. Siatka centylowa fotograficznego kąta protrakcji głowy (PG_F) – płęć męska
- Rycina 6.1. Zaznaczone kontury stóp na stanowisku do wykonywania badania techniką fotografii cyfrowej - widok z góry.
- Rycina 6.2. Zaznaczone przecinające się linie na stanowisku do wykonywania badania techniką fotografii cyfrowej: A – widok z góry, B – widok ustawienia stóp, C - widok z przodu.
- Rycina 6.3. Ruch elewacji i protrakcji barków podczas ustawiania kończyn górnych zasłania kontury ciała w miejscu połączenia szyi z klatką piersiową.
- Rycina 6.4. Nieprawidłowo skierowany wzrok – dziecko nie patrzy przed siebie na wysokości oczu.
- Rycina 6.5. Nieprawidłowo skierowany wzrok – dziecko nie patrzy przed siebie na wysokości oczu.
- Rycina 6.6. Nieprawidłowe ustawienie kończyn górnych, które swobodnie zwisając wzdłuż tułowia zasłaniają krętarze większe kości udowych lub kolce biodrowe.
- Rycina 6.7. Nieprawidłowe ustawienie kończyn górnych, które zasłaniają kolce biodrowe.
- Rycina 6.8. Włosy zasłaniają otwór słuchowy zewnętrzny i kontury ciała.
- Rycina 6.9. Opaska założona na głowę zasłania otwory słuchowe zewnętrzne oraz część tułowia.
- Rycina 6.10. Chusta ochronna osłaniająca odcinek szyjny kręgosłupa zasłania kontury ciała; założona w związku ze złamaniem przedramienia.
- Rycina 6.11. Pompa insulinowa zasłaniająca okolice przejścia lędźwiowo-krzyżowego.

- Rycina 6.12. Zewnętrzne urządzenie medyczne (rurka tracheostomijna) zasłania kontury ciała.
- Rycina 6.13. Założone na bieliznę krótkie spodenki uniemożliwiają ocenę krętarzy większych kości udowych.
- Rycina 6.14. Nieodpowiednio założony stanik zasłania kontury ciała w miejscu połączenia szyi z klatką piersiową.
- Rycina 6.15. Zbyt luźny stanik zasłania kontury ciała.
- Rycina 6.16. Dziecko ubrane w jednoczęściowy strój kąpielowy zasłaniający kontury ciała
- Rycina 6.17. Nieprawidłowe ustawienie głowy w rotacji.
- Rycina 6.18. Nieprawidłowe ustawienie stóp – jedna ze stóp ustawiona w innej pozycji niż druga stopa.
- Rycina 6.19. Dziecko stojące na jednej kończynie dolnej podczas wykonania badania fotograficznego.
- Rycina 6.20. Brak komunikacji z dzieckiem podczas przyjęcia swobodnej pozycji – dziecko zgarbiło się w ramach żartu.
- Rycina 6.21A. Różne ustawienie kończyn górnych na dwóch zdjęciach wykonanych dziecku stojącemu bokiem do aparatu.
- Rycina 6.21B. Różne ustawienie kończyn górnych na dwóch zdjęciach wykonanych dziecku stojącemu bokiem do aparatu.
- Rycina 6.22. Brak wypoziomowania aparatu na statywie.
- Rycina 6.23. Brak ostrości zdjęcia.

12. Spis tabel

| | |
|--------------|--|
| Tabela 1.1. | Tabela zestawienia błędów postawy według profesora Degi [6] |
| Tabela 1.2. | Zmodyfikowana tabela zestawienia błędów postawy w oparciu o kryteria profesora Degi [35,36] |
| Tabela 3.1. | Uczniowie ZSSO z podziałem na wiek i płeć |
| Tabela 3.2. | Wysokość i masa ciała badanych dzieci obu płci (N = 91) |
| Tabela 3.3. | Wskaźniki odżywienia wszystkich badanych dzieci obu płci (N = 91) |
| Tabela 5.1. | Wyniki badania powtarzalności pomiarów plurimetrem |
| Tabela 5.2. | Wyniki badania powtarzalności pomiarów fotografii wykonanych prawym bokiem |
| Tabela 5.3. | Wyniki badania powtarzalności pomiarów fotografii wykonanych lewym bokiem |
| Tabela 5.4. | Wyniki badania powtarzalności pomiarów dla wartości średniej fotografii wykonanych prawym i lewym bokiem |
| Tabela 5.5. | Wyniki badania odtwarzalności pomiarów plurimetrem |
| Tabela 5.6. | Wyniki badania odtwarzalności pomiarów fotografii wykonanych prawym bokiem |
| Tabela 5.7. | Wyniki badania odtwarzalności pomiarów fotografii wykonanych prawym bokiem |
| Tabela 5.8. | Wyniki badania odtwarzalności pomiarów dla średniej wartości fotografii wykonanych prawym i lewym bokiem |
| Tabela 5.9. | Wartość badanych parametrów zmierzonych plurimetrem dla wszystkich dzieci (N = 91) |
| Tabela 5.10. | Wartość badanych parametrów fotograficznych dla wszystkich dzieci (N = 91) |
| Tabela 5.11. | Wyniki badania zgodności pomiarów plurimetrem Rippsteina i fotografii cyfrowej |
| Tabela 5.12. | Wysokość i masa ciała wszystkich badanych dzieci obu płci (N = 7782) |
| Tabela 5.13. | Wysokość [cm] dziewcząt z podziałem na grupy wiekowe (N = 3804) |
| Tabela 5.14. | Wysokość [cm] chłopców z podziałem na grupy wiekowe (N = 3978) |

| | |
|--------------|---|
| Tabela 5.15. | Masa ciała [kg] dziewcząt z podziałem na grupy wiekowe (N = 3804) |
| Tabela 5.16. | Masa ciała [kg] chłopców z podziałem na grupy wiekowe (N=3978) |
| Tabela 5.17. | Wskaźniki odżywienia badanych dzieci obu płci (N = 7782) |
| Tabela 5.18. | Wskaźnik BMI wyznaczony dla dziewcząt z podziałem na grupy wiekowe (N=3804) |
| Tabela 5.19. | Wskaźnik BMI wyznaczony dla chłopców z podziałem na grupy wiekowe (N=3978) |
| Tabela 5.20. | Wskaźnik Cole'a wyznaczony dla dziewcząt z podziałem na grupy wiekowe (N=3804) |
| Tabela 5.21. | Wskaźnik Cole'a wyznaczony dla wszystkich chłopców z podziałem na grupy wiekowe (N=3978) |
| Tabela 5.22. | Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 7-letnich dziewcząt (N = 1083) |
| Tabela 5.23. | Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 8-letnich dziewcząt (N = 915) |
| Tabela 5.24. | Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 9-letnich dziewcząt (N = 936) |
| Tabela 5.25. | Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 10-letnich dziewcząt (N = 870) |
| Tabela 5.26. | Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 7-letnich chłopców (N = 1167) |
| Tabela 5.27. | Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 8-letnich chłopców (N = 990) |
| Tabela 5.28. | Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 9-letnich chłopców (N = 929) |
| Tabela 5.29. | Wartości centylowe parametrów fotograficznych w stopniach dla 10-letnich chłopców (N = 892) |
| Tabela 5.30. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla 7-letnich chłopców i 7-letnich dziewcząt |
| Tabela 5.31. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla 8-letnich chłopców i 8-letnich dziewcząt |
| Tabela 5.32. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla 9-letnich chłopców i 9-letnich dziewcząt |
| Tabela 5.33. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla 10-letnich chłopców i 10-letnich dziewcząt |

| | |
|--------------|--|
| Tabela 5.34. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 7- i 8-letnich |
| Tabela 5.35. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 7- i 9-letnich |
| Tabela 5.36. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 7- i 10-letnich |
| Tabela 5.37. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 8- i 9-letnich |
| Tabela 5.38. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 8- i 10-letnich |
| Tabela 5.39. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla chłopców 9- i 10-letnich |
| Tabela 5.40. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 7- i 8-letnich |
| Tabela 5.41. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 7- i 9-letnich |
| Tabela 5.42. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 7- i 10-letnich |
| Tabela 5.43. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 8- i 9-letnich |
| Tabela 5.44. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 8- i 10-letnich |
| Tabela 5.45. | Porównanie wartości parametrów fotograficznych w stopniach dla dziewcząt 9- i 10-letnich |

Załączniki:

Załącznik 1

FORMULARZ ŚWIADOMEJ ZGODY NA UDZIAŁ W PROJEKCIE BADAWCZYM

Wyrażam zgodę, aby moje dziecko uczestniczyło w badaniach zatytułowanych:

„Ocena postawy ciała z wykorzystaniem fotografii cyfrowej: opracowanie metody wraz z normami dla wieku 7-10 lat”.

1. Potwierdzam, że przeczytałem/am i zrozumiałem/am arkusz informacyjny zamieszczony na odwrocie formularza dotyczący powyższych badań i miałem możliwość zadawania pytań.
2. Rozumiem, że mój udział jest dobrowolny i że mogę się wycofać w każdej chwili, bez podawania przyczyny, przy czym nie będzie to miało wpływu na opiekę medyczną nad moim dzieckiem.
3. W ramach powyższego badania wszelkie dane dotyczące mojej rodziny będą podawane anonimowo (bez podania nazwiska). dane powyższe będą wykorzystywane przez badaczy wyłącznie do celów naukowych.
4. Aby zapewnić poprawne prowadzenie badania wyrażam zgodę na udostępnianie danych mojej rodziny upoważnionemu przedstawicielowi organu nadzorującego badanie. Pozwolenie jest wiążące wyłącznie w odniesieniu dla danych istotnych dla powyższego badania.
5. Badacz i przedstawiciel organu nadzorującego są zobowiązani do tajemnicy zawodowej.
6. W przypadku opublikowania wyników badania poufność danych personalnych mojej rodziny zostanie zagwarantowana.
7. Wyniki badania zostaną przesłane na podany niżej adres.
8. Wyrażona przeze mnie zgoda obejmuje udział mojego dziecka we wszystkich przewidzianych (opisanych na odwrocie formularza zgody) w projekcie badawczym procedurach.

-wyrażam zgodę na wykonanie dziecku badania klinicznego oraz badania plurimetrem Rippstein'a;

-wyrażam zgodę na wykonanie dziecku zdjęć cyfrowym aparatem fotograficznym;

-wyrażam zgodę na rozebranie się dziecka do bielizny podczas powyższych czynności.

Miejscowość i data:

Podpis prawnego opiekuna dziecka:

Załącznik 2

Informacja dla rodzica na temat metod badania

Badanie plurimetrem Rippsteina

Za pomocą plurimetru Rippsteina zmierzone zostaną wielkości krzywizn w płaszczyźnie strzałkowej:

1. kąt kifozy piersiowej,
2. kąt lordozy lędźwiowej
3. kąt nachylenia kości krzyżowej.

Technika badania:

Badanie wykonywane jest w swobodnej pozycji stojącej z równo ustawionymi stopami. Plurimetr ustawiany jest tak, aby wskazówka pokazywała wartość zera stopni (ustawienie zerowe) przy ułożeniu go prostopadle do podłogi. Następnie plurimetr przykładany jest do kręgosłupa tak, aby środek jego podstawy ustawiony był na wysokości górnej części grzebienia kości krzyżowej. Odczytywana jest wartość kąta pochylenia kości krzyżowej. Następnie plurimetr w pozycji zerowej ustawiany jest na wysokości kości krzyżowej (Rycina 1). Odczytana jest wartość kąta lordozy lędźwiowej na wysokości przejścia piersiowo – lędźwiowego (Rycina 2). Kolejny pomiar dotyczy dolnego odcinka piersiowego kręgosłupa. Plurimetr w pozycji „zerowej” ustawiany jest na wysokości przejścia piersiowo-lędźwiowego. Następna wartość odczytana z plurimetru, który przyłożony zostaje na wysokości C7/Th1 ukazuje kątową wielkość kifozy kręgosłupa piersiowego.



Rycina 1. Pomiar kąta lordozy lędźwiowej – pozycja początkowa z ustawieniem „zerowym” plurimetru na wysokości L5/S1.

PRZYKŁAD



Rycina 2. Pomiar kąta lordozy lędźwiowej – pozycja końcowa z odczytaniem kąta lordozy lędźwiowej.

Badanie fotograficzne

Dziecko do badania zdejmuje ubranie pozostając w samej bieliźnie. Badając osobę o dłuższych włosach, sięgających poniżej małżowiny usznej, należy związać włosy gumką lub spiąć spinką. Małżowiny uszne z otworem słuchowym zewnętrznym włącznie powinny być widoczne podczas badania fotograficznego.

Badanie fotografii cyfrowej będzie składało się z dwóch zdjęć wykonanych cyfrowym aparatem fotograficznym firmy CANON model POWER SHOT A590 IS o matrycy CCD 1/2,5 cala o łącznej liczbie pikseli ok. 8,3 miliona i ogniskowej 35 – 140 mm. Aparat umieszczony będzie na stabilnym statywie na wysokości i w odległości 300 cm od badanej osoby. Badanie wykonane zostanie w swobodnej pozycji stojącej z równomiernie obciążonymi stopami. Dziecko będzie patrzyło na wyznaczony wcześniej punkt, który będzie znajdował się przed nim na wysokości jego oczu. Stopy badanego ustawione będą w pozycji pośredniej, bez rotacji, na zaznaczonych, przecinających się liniach. W celach pracy wykonane zostaną następujące boczne fotografie w płaszczyźnie strzałkowej:

- zdjęcie dziecka ustawionego prawym bokiem do aparatu (Rycina 3A).
- zdjęcie dziecka ustawionego lewym bokiem do aparatu (Rycina 3B).



A

B

Rycina 3. Sposób wykonania fotografii cyfrowej dziecka: A – zdjęcie dziecka ustawionego prawym bokiem do aparatu, B – zdjęcie dziecka ustawionego lewym bokiem do aparatu

Na badania uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, nr decyzji 832/11.

Załącznik 3

Informacja dla pacjenta

Ocena postawy ciała z wykorzystaniem fotografii cyfrowej: opracowanie metody wraz z normami dla wieku 7-10 lat

Niniejszy formularz dostarcza informacji o badaniach, o ich celach, stosowanych procedurach a także zagrożeniach i korzyściach związanych z udziałem w badaniach.

Proszę uważnie przeczytać poniższe informacje i w razie jakichkolwiek pytań zwracać się do terapeuty prowadzącego badania.

1) Dlaczego te badania są prowadzone?

Obecnie istnieją metody oceny sylwetki dziecka i sugerowanie się małoznaczącymi określeniami jakościowymi. W ostatnich latach przeprowadzono badania ukazujące możliwości oceny poszczególnych parametrów postawy ciała na podstawie zdjęć fotograficznych, natomiast brak jest takich danych w polskim piśmiennictwie. Badacze oczekują, że przeprowadzone badania umożliwią określenie norm parametrów fotograficznych podczas oceny sylwetki na podstawie zdjęcia fotograficznego, jak również ukażą dostępność nieinwazyjnej i taniej metody oceny postawy ciała oraz dokumentacji terapeutycznej.

2) Jaki jest cel tego badania?

Celem badania jest opracowanie algorytmu wykonywania dokumentacji postawy ciała dziecka za pomocą fotografii cyfrowej, zaproponowanie parametrów fotograficznych oceniających ilościowo postawę i jej wady w płaszczyźnie strzałkowej oraz opracowanie norm parametrów fotograficznych dla dzieci w wieku 7-10 lat.

3) Jakie procedury obejmuje projekt badawczy?

- Wykonanie dziecku badania klinicznego polegającego na manualnej ocenie orientacyjnych punktów kostnych układu kostno-szkieletowego;
- Wykonanie dziecku klinicznego badania plurimetrem Rippstein'a w celu określenia ilościowych wielkości kątowych poszczególnych krzywizn kręgosłupa;
- Analizę poszczególnych parametrów postawy ciała w płaszczyźnie strzałkowej podczas badania fotogrametrycznego na podstawie fotografii cyfrowych;
- Sprawdzenie zgodności dwóch metod pomiaru: fotogrametrycznej oraz plurimetrycznej;
- Zaproponowanie nowych parametrów w fotogrametrycznej metodzie oceny postawy ciała.

4) Pacjentka nie może uczestniczyć w takich badaniach jeśli nie wyraziła świadomej zgody na piśmie

5) Jakie możliwe zagrożenia wiążą się z udziałem w tych badaniach?

Badania te nie wiążą się z żadnymi dodatkowymi niedogodnościami dla pacjenta/ki. Fizjoterapeuta wyśle krótką informację na temat Pana/Pani stanu zdrowia do koordynatora badań. Informacja ta będzie wykorzystana w warunkach pełnej poufności przez osoby pracujące przy tych badaniach i w żadnych okolicznościach nie zostanie ujawniona. Z prowadzonymi badaniami nie wiążą się żadne zagrożenia dla zdrowia pacjenta/pacjentki.

6) Jakie możliwe korzyści wiążą się z udziałem w tych badaniach?

Zakłada się, że prowadzone badania umożliwią ocenę ilościowych parametrów postawy ciała na podstawie zdjęć fotograficznych. Dzięki wykonywanym zdjęciom ukazana zostanie możliwość dokumentacji sylwetki dziecka za pomocą zdjęć wykonanych cyfrowym aparatem fotograficznym. Da to możliwość zmniejszenia kosztów wykonywania badań przesiewowych u dzieci, jak również

ukáže možnosti uzyskania dokładnych danych dotyczących postawy w celach diagnostycznych. Będzie również możliwa ocena sylwetki dziecka w każdej chwili bez konieczności ponownego stawiania się dziecka na badanie.

7) Do kogo możesz zatelefonować jeśli będziesz miał/a jakiegokolwiek pytania i problemy?

Jeśli ma Pan/Pani jakiegokolwiek pytania proszę skontaktować się z prof. UM dr hab. med. Tomaszem Kotwickim telefonując pod nr tel.:602 613 054 lub mgr Łukaszem Stolińskim telefonując pod nr tel.: 500 771 470.

8) Jakie informacje traktujemy jako poufne?

Wszystkie informacje o Pani/Pana stanie zdrowia będą traktowane jako poufne. Jedynymi, którzy będą mieli wgląd do tych informacji będą lekarze kierujący badaniami oraz personel Pracowni Chorób Kręgosłupa, Kliniki Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu uczestniczący w badaniach. Wyniki tych badań mają być opublikowane w czasopiśmie medycznym, dzięki czemu inni lekarze i fizjoterapeuci będą mogli skorzystać z tej wiedzy, jednak informacje osobiste nie będą tam umieszczone i nie będzie mogła być Pan/Pani zidentyfikowana w żaden sposób.

9) Co jeszcze powinien Pan/Pani wiedzieć?

Badania koordynuje:

Prof. UM dr hab. med. Tomasz Kotwicki

Pracownia Chorób Kręgosłupa, Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego,61 – 545 Poznań, ul 28 Czerwca 1956r 135/147;Tel 602613054, fax 0618310173, kotwicki@ump.edu.pl

Załącznik 4

Zgoda Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu



UNIwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

KOMISJA BIOETYCZNA PRZY UNIwersytecie Medycznym
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Collegium Maius
ul. Fredry 10
61-701Poznań

tel. (+48 61) 854 62 51, 854 60 60
fax. (+48 61) 854 61 07
www.bioetyka.ump.edu.pl

Uchwała nr 832/11

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentystry (Dz. U. 1997, Nr 28, poz. 152); Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych (Dz. U. Nr 47, poz. 480); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 marca 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2005, Nr 57, poz. 500); Ustawy z dnia 6 września 2001r. Prawo farmaceutyczne (Dz. U. z 2004r. Nr 53, poz. 533 ze zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 2004 nr 101, poz. 1034 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 18 maja 2005r. zmieniające rozporządzenie w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. Nr 101, poz. 845); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie sposobu prowadzenia badań klinicznych z udziałem małoletnich (Dz. U. 2004 Nr 104, poz. 1108); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie zgłaszania niespodziewanego ciężkiego niepożądanego działania produktu leczniczego (Dz. U. Nr 104, poz. 1107); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 4 listopada 2008r. w sprawie wzorów dokumentów przedkładanych w związku z badaniem klinicznym produktu leczniczego oraz w sprawie wysokości i sposobu uiszczania opłat za rozpoczęcie badania klinicznego (Dz. U. Nr 201, poz. 1247), kierując się Zasadami Prawidłowego Prowadzenia Badań Klinicznych – GCP – opracowanymi w oparciu o Deklarację Helsińską.

Komisja, na posiedzeniu w dniu: 06 października 2011 r.

rozpatrzyła wniosek, który przedstawił Pan:

dr hab. Tomasz Kotwicki prof. UM

w sprawie prowadzenia badań w

Katedrze i Klinice Ortopedii i Traumatologii UM w Poznaniu

Główny badacz: mgr Łukasz Stoliński

Członkowie zespołu

badawczego:

dr hab. Tomasz Kotwicki prof. UM

Temat

badań: "Ocena postawy ciała z wykorzystaniem fotografii cyfrowej:

opracowanie metody wraz z normami dla wieku 8-11 lat".

Komisja wyraża zgodę na prowadzenie badań

Przewodniczący Komisji

Prof. zw. dr hab. med. Zygmunt Przybylski

OŚWIADCZENIE

Ja, niżej podpisany Łukasz Stoliński oświadczam, że przedkładaną pracę doktorską pod tytułem "Ocena postawy ciała z wykorzystaniem fotografii cyfrowej: opracowanie metody wraz z normami dla wieku 7-10 lat" napisałem samodzielnie. Oświadczam również, że przy pisaniu pracy, poza niezbędnymi konsultacjami, nie korzystałem z pomocy innych osób, ani nie zlecałem opracowania rozprawy lub jej części innym osobom, ani nie odpisywałem tej rozprawy lub jej części z innych prac. Jednocześnie przyjmuję do wiadomości, że złożenie nieprawdziwego oświadczenia będzie skutkowało decyzją o nie wydaniu mi dyplomu.

Poznań, dnia 22.10.2015 r.

.....