

MORA PROJEKCYJNA WSPÓŁCZESNYM NARZĘDZIEM DIAGNOSTYCZNYM POSTAWY CIAŁA

PROJECTION MOIRÉ AS A MODERN TOOL FOR DIAGNOSIS OF BODY POSTURE

Mirosław Mrozkowiak*, Mariusz Strzecha**

* dr, Firma „Akton”, ul. Krasickiego 22/6, 65-512 Zielona Góra

** mgr, Laboratorium Diagnostyki Zdrowia „KOORDYNACJA”, Wydział Nauk o Zdrowiu, Wyższa Szkoła Nauk Społecznych i Technicznych w Radomiu, ul. Wodna 13/21, Radom

Słowa kluczowe: mora projekcyjna, postawa ciała

Key words: projection moiré, body posture

STRESZCZENIE • SUMMARY

Orzekanie o postawie powinno opierać się na ścisłych kryteriach znamienych dla danej metody. Każda metoda obarczona jest błędem, wynikającym z czasowej i jednoznacznej wartości osobniczej. W trakcie pomiaru wartości cechy należy wziąć pod uwagę i taką możliwość, że ocena będzie odbiegała od jej wartości w drugim pomiarze. Przy założeniu trafności i rzetelności metody diagnozującej postawę, różnice wynikać mogą z błędów i różnej dokładności pomiarów, braku standaryzacji warunków i postawy badanego, permanentnie adoptującej się do stresorów środowiska zewnętrznego i wewnętrznego organizmu.

Przypadający na koniec XX wieku dynamiczny postęp w naukach technicznych umożliwił wykorzystanie elektroniki do pomiaru krzywizn kręgosłupa. Po rozwiązaniu wielu problemów natury technicznej i metodologicznej ocenę postawy ciała oparto między innymi na odkrytym w 1935 roku zjawisku mory projekcyjnej. W artykule dokonano przeglądu walorów i niedoskonałości tej metody, zestawiono również na rycinach zakresy normatywne opracowane przez Iwanowskiego, Łubkowską, Mrozkowiaka, Nowotnego, Wolańskiego, Zeyland-Malawkę i Żołyńskiego, a także określono wielkości kąta kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej, odpowiadające typom postawy ciała wg Wolańskiego.

Diagnosis of body posture should be based on a set of strict criteria typical of a particular method. Each method is subject to an error which results from temporal and unequivocal individual values. Taking measurements of a particular characteristic should be based on an assumption that the measurement will differ from its value during the second measurement. Assuming the reliability and validity of a method used for body posture diagnosis, the difference results from errors and accuracy of measurements, lack of standard conditions and the patient's posture which is continuously adapting to the stressors present in the external and internal environment human body is exposed to.

The end of the 20th century saw dynamic progress in technical sciences. This allowed for utilization of electronics for measuring spinal curvatures. After solving a variety of problems of technical and methodological nature, the assessment of body posture was rested on the phenomenon of projection moiré discovered in 1935. This study discusses the advantages and drawbacks of this method. The normative ranges developed by Iwanowski, Łubkowska, Mrozkowiak, Nowotny, Wolański, Zeyland-Malawka i Żołyński were also presented. The authors of the present study determined angles of thoracic kyphosis and lumbar lordosis and the types of body posture according to Wolański.

Wprowadzenie

W literaturze przedmiotu, zarówno polskiej, jak i obcojęzycznej, często spotyka się źródłowe publikacje o wykorzystaniu mory projekcyjnej w badaniu postawy ciała [2–22]. W Polsce metoda ta została opracowana przez dr D. Zawieską i zespół naukowców z Politechniki Warszawskiej przy znaczącym współudziale prof. J. Nowotnego [23]. Zasadniczym celem działania sprzętu jest uzyskanie obiektywnego, miarodajnego i udokumentowanego obrazu sylwetki ciała. Fotogrametria lub fotopografia jest działem nauk technicznych, który zajmuje się odtwarzaniem kształtu i położenia oraz mierzeniem obiektów przestrzennych na podstawie specjalnych zdjęć fotograficznych, fotogramów. Podstawą fizyczną jest zjawisko mory projekcyjnej, odkryte i opisane w 1935 roku.

W diagnostyce postaw ciała stosuje się następujące metody [24]:

- 1) metody oglądowe: badanie wg uproszczonego schematu badania ortopedycznego, metody opisowe i sylwetkowe;
- 2) metody diagnostyki manualno-czynnościowej: badanie manualne, np. ocena statyki miednicy, wybrane testy kliniczne, ocena siły mięśniowej, badanie przykurczy mięśniowo-powięziowo-więzadłowych, testy posturologiczne;
- 3) metody wykorzystujące proste przyrządy pomiarowe: inklinometria, skoliometria, planokonturografia;
- 4) współczesne metody fotometryczne: Biotonix, system Ventura, Chiro Vision, Posturocheck;
- 5) zaawansowane metody trójwymiarowej (3D) analizy postawy ciała: posturometria, topografia Moire'a, system Quantec, Formetrics, system Kleopatra;
- 6) inne: badanie EMG, USG, stabilometria, podometria, analiza ruchu, np. Vicon.

Tokarczyk i Mazur [25] zadali kluczowe pytanie: Jakie warunki należałoby spełnić, aby fotogrametryczny system pomiarowy był powszechnie stosowany? Analiza literatury związanej z tym zagadnieniem, na którą w znacznie mierze składają się publikacje zamieszczone w Archiwach Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji (ISPRS) od Kongresu w Hamburgu (1980 r.), aż po Kongres w Istambule (2004 r.), a także wykaz publikacji internetowych, pozwalają warunki te sformułować następująco:

1. System pomiarowy musi działać tam, gdzie jest wykorzystywany do diagnostyki wynik pomiaru, a więc

w przychodni lekarskiej lub też powinien być przenośny, dostosowany do przeprowadzenia badań profilaktycznych (np. wykrywanie skoliozy wśród dzieci w szkołach i przedszkolach).

2. Pozyskanie obrazów oraz wykonanie pomiaru musi być procesem na tyle szybkim, aby można było wyniki uzyskać już w czasie wizyty u lekarza.
3. Wyniki pomiarów powinny być przedstawione w formie zrozumiałej przede wszystkim dla lekarza, ale także dla pacjenta, a równocześnie powinny być porównywane z normą ujmującą pewien model lub modele określone wiedzą medyczną; preferowana jest postać graficzna wyników (obrazy i wykresy).
4. Procedury związane z wykonaniem pomiaru powinny być na tyle proste, aby system mógł być obsługiwany przez personel medyczny, szczególnie pożądana jest jego automatyzacja.
5. System musi być niezawodny, tzn. niewymagający interwencji specjalisty fotogrametrii oraz odporny na ewentualne błędy operatora.

Walory mory projekcyjnej

Stanowisko pomiarowe składa się z komputera i karty, programu, monitora, drukarki i układu nadawczo-odbiorczego. Uzyskanie przestrzennego obrazu możliwe jest dzięki wbudowanemu w rzutnik rastrowi, emitującemu na plecy dziecka światło żarówki, które padając na plecy ulega zniekształceniu zależnie od konfiguracji ich powierzchni. Obraz badanego odbierany jest przez specjalny układ optyczny i przekazywany na monitor komputera. Zniekształcenia obrazu linii, rejestrowane w pamięci komputera, algorytm numeryczny przetwarza na mapę warstwicową badanej powierzchni. Obraz powierzchni pleców umożliwia wieloaspektową interpretację postawy ciała. Poza oceną asymetrii tułowia w płaszczyźnie czołowej, w tym asymetrycznego przebiegu linii wyrostków kolczystych kręgosłupa, tzn. odległości odchylenia szczytowego wyrostka kolczystego kręgu od linii C7-S1, istnieje możliwość określenia wielkości strzałkowych i poprzecznych cech kątowych i liniowych opisujących miednicę i krzywizny fizjologiczne. Dokładność pomiaru i analiza rejestrowanych przestrzennych parametrów powoduje, że formułowane wnioski mogą różnić się od dotąd publikowanych. Krótki czas rejestrowania sylwetki badanego pozwala na uniknięcie zmęczenia mięśni posturalnych, pojawiającego się podczas badań dokonywanych metodami somatoskopowymi. Najistotniejsza w tej metodzie jest jednoczesność pomiaru wszystkich rzeczywistych war-

tości przestrzennego usytuowania poszczególnych odcinków ciała. Pomiar metodą tradycyjną, prowadzany często na różnych stanowiskach, w różnych porach dnia, a czasami nawet w ciągu kilku dni powoduje, że uzyskane wyniki mogą dotyczyć odmiennych postaw badanego i być obciążone stosunkowo dużym błędem. Permanentna zmienność postawy sugeruje, że postaw habitualnych jest wiele, z czego wynikają znaczne niedokładności oceny różnych stosunków przestrzennych, które są pochodnymi pomiarów przeprowadzonych w odmiennych pozycjach [26].

Pomimo wielu opracowanych metod oceny, prześwietlenie promieniami Roentgena jest nadal metodą najbardziej popularną. Chirurdzy, porównując różne metody leczenia, mają tendencję do formułowania wniosków tylko na podstawie prześwietlenia promieniami X. Należy zauważyć, że badanie z wykorzystaniem mory projekcyjnej nie zastępuje diagnostyki postawy RTG, która oparta jest na innej zasadzie działania, wykorzystując między innymi analizę układu kostnego, a przy tym wykonywane zdjęcie nie rejestruje postawy habitualnej, bowiem zalecana pozycja w czasie zdjęcia to wyklucza.

Spośród wszystkich metod testujących zaburzenia autorzy zalecają przede wszystkim zastosowanie dynamicznych platform nacisku, dostarczających informacji o różnych składowych systemu kontroli postawy ciała w warunkach dynamicznych i umożliwiających wykrycie nawet niewielkich zmian w zdolności utrzymania równowagi. Podjęto już próby oceny kontroli postawy ciała przez ocenę zaburzeń równowagi w postawie stojącej [27].

Wspólną niedogodnością wszystkich metod są jednak rozbieżności w interpretacji i brak standardów umożliwiających porównywanie wyników pomiarów. Trudność leży w różnym sposobie oceny postawy, metodzie rejestracji wyników, użyciu narzędzi pomiarowych o odmiennej konstrukcji i definiowaniu mierzonych parametrów. Niezbędna staje się więc standaryzacja warunków pomiarów, unifikacja narzędzi pomiarowych i typizacja definicji mierzonych cech postawy do pokonania barier terminologicznych.

Strzecha i wsp. [28, 29] zaproponowali niezależny pomiar i analizę parametrów obu kończyn dolnych, stosując współcześnie metodę fotogrametryczną i wagę dwuplatformową, jako dodatkowe narzędzie, umożliwiające obiektywizację uzyskanych wyników badań. Dwuplatformowa waga – skonstruowana w tym celu – pokazuje i rejestruje m.in. procentowe obciążenie kończyny prawej oraz lewej. Zdaniem autorów, na tej

podstawie można wybrać z całej sekwencji klatek filmu, właściwą do dalszej analizy.

Rozkład sił nacisku kończyn na płaszczyznę podparcia nie jest stabilny, a widoczny poprzez zmianę punktów przyłożenia wypadkowych sił reakcji podłoża, pochodzących od kończyn dolnych: prawej (*center of pressure leg right* – COPLR) oraz lewej (*center of pressure leg left* – COPLL). W dalszych badaniach Strzecha i wsp. [30, 31] skwantyfikowali zjawisko balansowania, proponując pomiar/wyliczenie istotnego zdaniem autorów parametru: zakresu balansowania. Opisano je jako różnicę pomiędzy wartością minimalną a maksymalną procentowego obciążenia kończyn dolnych, przy czym pomiar może obejmować częstotliwość i amplitudę zmian wielkości sił nacisku przy przenoszeniu ciężaru ciała z kończyny na kończynę. Z przeprowadzonych badań [32] wynika, że zakres balansowania u niektórych badanych wynosił zaledwie 1%, zaś u innych – aż 7%. Inne badania wykazały [33] przedział między 1% a 12%, jeszcze inne [34] 19% masy ciała. Zachowania te, mające wpływ na postawę ciała i zasadniczo różniące poszczególnych badanych, nie są możliwe do zmierzenia przy zastosowaniu posturografów jednopłytowych. Autorzy wskazali na konieczność wykonywania współbieżnych pomiarów odrębnego zachowania się każdej z kończyn dolnych podczas badań równowagi i postawy ciała [28]. Daje to możliwość wykrywania asymetrii obciążania kończyn dolnych i pomiarów ich wielkości. Możliwość odrębnego badania, zachowania się każdej z kończyn dolnych jest istotną przesłanką dla trafności oceny zjawisk: równowagi, stabilności oraz symetrii obciążania kończyn dolnych, a co za tym idzie zespołu kręgosłupa i miednicy. Rozszerzenie możliwości pomiarowych, jakie daje połączenie posturografii dwupłytowej z morą projekcyjną może się przyczynić do weryfikacji wielu istniejących już w tej dyscyplinie poglądów [34]. Kwestię symetrii i asymetrii rozwiązuje metoda oceny tego zjawiska przez pomiar analogicznych cech obu stron oraz ich właściwe porównanie. Asymetrie te są bardziej widoczne, gdy obliczy się dla nich Wskaźnik Asymetrii Funkcjonalnej (WAF). Knapik [35] uważa, że punktem odniesienia jest zawsze strona bardziej rozwinięta. Wskaźnik ma znak (+), gdy wielkość pomiaru strony prawej (P) jest wyższa od pomiaru strony lewej (L), a znak (–), gdy wielkość pomiaru strony lewej jest wyższa od pomiaru strony prawej. W przypadku analizy równowagi zaproponowano [33] Współczynnik Asymetrii Równowagi (BAQS), który może znaleźć praktyczne zastosowanie nie tylko w odniesieniu do układu równowagi w aspek-

cie posturograficznym, ale również do oceny postawy ciała. Zastosowanie maty tensometrycznej pozwala natomiast, jak należy sądzić, na analizę postawy ciała dynamiczną reakcją podłoża na obciążenie kończyn dolnych, masą ciała oraz biomechanicznego wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp. Uzyskany obraz plantokonturogramu wysklepienia podłużnego tylko z podoskopu i wyliczony np. wskaźnik Wejsfloga lub kąt gamma, opisujący wysklepienie poprzeczne, jak należy przypuszczać, nie jest rzetelnym odbiciem stanu biomechanicznego wysklepienia. Pozwala jedynie uzyskać obraz obciążanych i przyległych struktur do podłoża, a nie stanu układu kostnego i mięśniowego [36].

Zastosowany arsenał narzędzi oraz ściśle zdefiniowana przez autorów metodologia badania umożliwiają osobie interpretującej uzyskane wyniki na określenie prawdopodobieństwa wystąpienia błędu, a później wady, jeszcze zanim wystąpi. Przy założeniu, że u siedmiolatka nie wykazano żadnych niepokojących asymetrii w płaszczyźnie czołowej i pozanormalnych wielkości w cechach płaszczyzny poprzecznej i strzałkowej, w trakcie interpretacji asymetrii obciążenia kończyn dolnych, które wykazało obciążenie lewej stopy w 60%, a prawej w 40%, należy domniemywać, że konsekwencją tej dysproporcji może być skolioza, a reakcja podłoża – po jej wykształceniu w procesie dążenia układu do ogólnego zrównoważenia – wykaże symetryczne obciążenie stóp [34].

Autorzy – w ramach rozpoczętego w listopadzie br. trzyletniego programu badawczego – podjęli próbę określenia stopnia profilaktycznej skuteczności „Dobrego Krzesła” konstrukcji Garbaszewskiego. Strzecha zaproponował zastosowanie 5 metod diagnostycznych: fotogrametrii, posturografii dwupłytkowej, podoskopii komputerowej, videografii i podobarografii. Jak należy wnioskować, takie podejście pozwoli na wieloaspektową ocenę postawy, uwzględniając nie tylko zmiany anatomiczne, ale także biomechaniczne, właściwe postawie habitualnej.

Żołyński i wsp. [37] zaobserwowali, że graficzne przedstawienie pleców dziecka za pomocą komputerowo opracowanej mapy oraz matematycznie wyliczone parametry postawy są bardziej przekonujące dla rodziców i nauczycieli niż inne słowne opisy tej samej materii, umożliwiając lepsze prowadzenie leczenia dziecka. Badanie komputerowe postawy ciała pozwala badającemu na obiektywną ocenę postawy pacjenta, a w konsekwencji umożliwia bardzo wczesne wykrycie wszelkich zmian postawy ciała, jak również daje spo-

sobność dokładnego monitorowania przebiegu leczenia. Autorzy stwierdzają dalej, że wyniki są porównywalne i powtarzalne, a ocena postawy ciała tą metodą jest bardzo trudna, bowiem wymaga bardzo wysokich kwalifikacji fachowych od badającego oraz dodatkowego wyposażenia technicznego. Autor konkluduje: „w związku z tym, że publikowane w piśmiennictwie tematycznym wyniki badań metodą mory projekcyjnej są często wycinkowe [...] wydaje się, że kompleksowa analiza obszernego materiału klinicznego wzbogaci wiedzę w aspekcie klinicznym i poznawczym, pozwoli też opracować standardy normy dla poszczególnych populacji polskich dzieci młodzieży w masowych badaniach przesiewowych”. Nie bez znaczenia jest także możliwość drukowania karty badania, która zawiera do 121 różnych parametrów opisujących przestrzennie postawę dziecka. Umożliwia to także porównanie wyników i ciągłą obserwację przebiegu procesu posturogenyzy w badaniach longitudinalnych.

Badania Bibrowicza [13], dotyczące postawy ciała z wykorzystaniem mory projekcyjnej w populacji 32 dziewcząt i 34 chłopców, dały odpowiedź na dwa podstawowe pytania:

1. Jaka jest powtarzalność uzyskiwanych wyników przy kilkukrotnym badaniu tej samej grupy badawczej w określonym odstępie czasu?
2. Czy występują różnice w uzyskiwanych wynikach i czy są one statystycznie istotne w przypadku powtórnej analizy zarejestrowanego uprzednio w pamięci komputera fotogramu?

Na powyższe pytania uzyskano w pracy [13] następujące odpowiedzi:

Ad 1. Wyniki uzyskiwane przy wykorzystaniu metody fotogrametrii są rzetelne i powtarzalne, a przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że nie ma istotnie statystycznych różnic między wielkościami uzyskiwanymi po dwóch niezależnych analizach zarejestrowanego fotogramu. Autor zaznacza dalej, że pewną wątpliwość budzą jedynie istotne różnice między asymetrią ułożenia barków (KLB) oraz wielkością odchylenia wyrostków kolczystych kręgosłupa od linii $C_7 - S_1$, UK. Biorąc jednak pod uwagę znaczne zróżnicowanie osobnicze badanych cech, o czym świadczą wartości odchylenia standardowych oraz minimalne różnice między średnimi, wynoszące odpowiednio dla (kąta linii barków) KLB = 2,4 mm i (maksymalne odchylenie wyrostka kolczystego kręgu od linii $C_7 - S_1$) UK = 1,2 mm z dużą dozą prawdopodobieństwa można przyjąć, że mają one charakter przypadkowy.

Ad 2. Brak statystycznie istotnych różnic uwidocznił się również między wielkościami badanych parametrów w losowo wybranej grupie, w której przeprowadzono niezależne badania postawy ciała. Uwagę zwraca, znaczna osobnicza zmienność parametrów dotyczących płaszczyzny czołowej.

Wyniki badań Adaira [11], w których porównano wyniki trzech niezależnych metod diagnostycznych: mory projekcyjnej, zdjęć radiologicznych i badania klinicznego, wykazują, że aż 94% skolioz zdiagnozowanych metodą rentgenografii wykryto również metodą mory projekcyjnej. Natomiast tylko 46% skrzywień badaniem klinicznym. Badania Rogali wykazały dokładność badania fotogrametrycznego na poziomie 94%, natomiast ewentualne błędy oceny radiogramu przy wyznaczaniu kąta Cobba na poziomie 5–6% [35]. Zdaniem innych autorów [14, 39] mora projekcyjna jest dokładna, pozwala na szybką rejestrację obrazu postawy ciała i jednoczasowość pomiaru. Podobne wyniki uzyskali inni badacze [40, 41, 42]. Również Saulicz [43], Szczygieł i wsp. [44], Kołodziej i wsp. [45], Olszewska i Trzcinińska [46] doszli do wniosku, że badanie fotogrametryczne w pełni potwierdza walory diagnostyczne badania funkcjonalnego, przydatnego do oceny stopnia zaburzonej statyki ciała u dzieci i młodzieży z niskostopniowymi skoliozami. Ruggerone i Austin [47] oraz Stokes [48, 49], zgłębiając możliwości diagnostyczne mory projekcyjnej, proponują własne metody analizy fotogramów. Publikują wyniki, które świadczą o wysokiej zależności między wielkością kąta Cobba, określającego wielkość skrzywienia na podstawie zdjęcia radiologicznego, a asymetrią tułowia. Według innych badaczy, stereografia rastrowa w praktyce klinicznej stosowana jest z powodzeniem u chorych z bocznym skrzywieniem kręgosłupa oraz badaniach przesiewowych postawy ciała [50, 51, 52].

Badania Przysady i wsp. [53] nad wykorzystaniem mory projekcyjnej w ocenie postawy ciała u 24 pacjentów i 29 pacjentek z zespołem bólowym dolnego odcinka kręgosłupa wykazały, że metoda pozwala ocenić postawę wielokierunkowo i wielopłaszczyznowo, a zmierzone parametry są przydatne w ocenie zmienności postawy ciała i efektów rehabilitacji w chorobie dyskowej odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa.

Mankamenty mory projekcyjnej

Analizując obiektywizm i rzetelność badania należy zwrócić uwagę na błędy pomiarów wynikające z konstrukcji narzędzia badawczego, specyfiki ciała ludz-

kiego i postawy habitualnej, będącej przedmiotem badania. W praktyce nie jest możliwe idealnie statyczne utrzymanie habitualnej postawy ciała przy tak dokładnej i czulej na każdą asymetrię metodzie badawczej oraz oznaczenie na skórze dziecka ośmiu najbardziej znaczących punktów antropometrycznych z dokładnością większą niż 2 mm. Postawa habitualna jest jednak do pewnego stopnia dynamiczna i zmienia się permanentnie z każdym minimalnym zaburzeniem ogólnego środka ciężkości ciała badanego. Z doświadczenia diagnostycznego autorów wynika, że nierówność rozkładu tkanki tłuszczowej na powierzchni pleców, rodzi trudności w rzetelnej ocenie postawy u dzieci szczególnie ze wskaźnikiem BMI powyżej 25,0–30,0. U osób tych znacznie trudniej jest oznaczyć wybrane punkty antropometryczne wykorzystywane w obliczeniach.

W każdej metodzie pomiarowej występuje zbiór przyczyn, których skutki manifestują się niepewnościami przypisanymi procedurze, a ich wpływ na końcową niedokładność pomiaru jest zróżnicowany i zależny od wielu trudnych do oszacowania zależności. Na dokładność pomiaru wynikającą z konstrukcji technicznej urządzenia mają wpływ niżej wymienione czynniki [26]:

1. Gęstość warstwic prążków mory, która bezpośrednio zależy od parametrów optycznych i geometrycznych układu projekcyjno-odbiorczego:
 - a) pole badania 450 × 550 mm,
 - b) maksymalna głębokość badanej powierzchni 40 cm,
 - c) maksymalne nachylenie badanej powierzchni 35 stopni,
 - d) ogniskowa układu $f = 8$ mm,
 - e) odległość badanego od systemu nadawczo-odbiorczego: 2,5 m,
 - f) rozdzielczość linii < 10 mm.
2. Stała siatek stosowanych w układzie. Względny błąd pomiaru podany przez producenta kształtuje się na poziomie 2%.
3. Błędy układu projekcyjnego i odwzorującego, które przy niezachowaniu osiowej pracy układu optycznego mogą mieć znaczne wartości. Ich minimalizacja zależy od standaryzacji badania, a zachowana jest przez realizację zdjęcia w ściśle określonych warunkach, którymi są: stała odległość badanego od kamery, jednakowe parametry układu optycznego, dokładne wypoziomowanie kamery i powierzchni podstawy badanego. Prostopadłe zorientowanie linii utworzonej przez paluchy stóp i osi długiej kamery oraz źródła światła.

Nowotny i wsp. [21] uważają, że do uzyskania rzetelnych, powtarzalnych i nieobarczonych błędem danych konieczne jest posługiwanie się urządzeniem wyposażonym w dobry układ optyczny z przestrzennym rastrem oraz silnik krokowy, umożliwiający wykonanie w krótkim czasie kilku zdjęć. Do uzyskania wiarygodnych pomiarów konieczne jest także dokładne oznaczenie punktów na powierzchni ciała badanego i dokładne opracowanie zdjęcia na ekranie monitora. Autorzy formułują dalej przemyślenia na temat dodatkich i ujemnych aspektów metody:

1. Wyniki pomiarów nie zastępują badania lekarskiego, ale mogą być cennym uzupełnieniem badania somatoskopowego.
2. Metoda nie zastępuje badania radiologicznego, bowiem jest to pomiar zewnętrzny, który nie informuje o ewentualnych zmianach strukturalnych i stopniu dojrzałości układu kostnego. Zdjęcie rentgenowskie całego ciała jest w praktyce wykonywane na dwóch mniejszych kasetach. Wyklucza to uzyskanie identycznych warunków projekcji i niezmienny w kolejnych projekcjach układ ciała, a konieczność przylegania ciała do kasety klóci się z definicją habitualnej postawy.
3. Diagnostyka fotogrametryczna jest nieinwazyjnym (wykorzystujący światło widzialne) przestrzennym pomiarem postawy ciała. Badanie może być powtarzane w różnych warunkach, bez ograniczeń i w przypadkach, gdy nie ma jeszcze wskazań do badania radiologicznego. Ponadto może być wykonywane tak w habitualnej, jak i skorygowanej postawie ciała. Jest to bardzo dobre urządzenie, nadające się do permanentnego monitorowania modyfikacji wady.
4. W diagnozowaniu zaawansowanej skoliozy występuje niedokładność w określeniu przesunięcia wyrostków kolczystych względem ich rzeczywistej osi.
5. Podnoszona mała wiarygodność i powtarzalność wyników badania najprawdopodobniej spowodowana jest niską jakością wieloelementowego zestawu pomiarowego, nieprzestrzeganiem zasad techniki i metodyki procedury. Pewna graniczna rozbieżność wartości otrzymanych wyników kolejnych pomiarów tego samego osobnika jest normą, bowiem postawę cechuje „stabilność dynamiczna”, wynikająca między innymi z czynników fizjologicznych, zmienności dobowej, emocjonalnej itp.

Śliwiński [54], prowadząc badania postawy ciała z wykorzystaniem metody projekcyjnej w populacji 737

dziesięcio- i jedenastolatków wykazał, że tylko u 10% dzieci postawa ciała mieści się w granicach przyjętej normy, a 90% z nich ma wady w płaszczyźnie czołowej bądź strzałkowej. Autor zastanawia się, czy tak wysoki stwierdzony wskaźnik może być konsekwencją złej interpretacji pojęcia „postawa”, czy też błędów popełnianych przez badającego. Zwraca uwagę, iż na rzetelność oceny postawy ciała dziecka metodą fotogrametryczną może wywierać znaczący wpływ szereg zestawionych poniżej czynności.

1. Oznaczenie dermatografem punktów antropometrycznych rejestrowanych przez kamerę i wprowadzanie do analizy komputerowej jest bardzo niedokładne, a często wręcz punkty oznaczone na skórze nie odpowiadają punktom antropometrycznym.
2. Nieuwzględnienie czynnościowych zaburzeń segmentalnych kręgosłupa i stawów krzyżowo-biodrowych i niebadanie dystrybucji stawów biodrowych, może deformować osiągnięte rezultaty oceniające postawę.
3. Błędem jest brak oceny asymetrii wad w obrębie stóp i kolan. Wad, które z pewnością przyczyniają się do odchylenia przestrzennego osi kręgosłupa.
4. Brak oceny u dziecka emocji, które wpływają na napięcie tkanek miękkich, modulujących krzywizny kręgosłupa.
5. Jednorazowe badanie przyjętej postawy habitualnej. Dziecko kilkakrotnie stając w postawie habitualnej, zawsze staje inaczej.
6. Nietestowanie długości mięśni przed badaniem, gdy przykurcz zaburza statykę miednicy i deformuje kręgosłup.
7. Niewyrównanie skrótów kończyn dolnych i analizowanie postawy przy skośnej miednicy.

Badania Kotwickiego i wsp. [55] nad wartością diagnostyczną oceny postawy ciała metodą stereografii rastrowej, przeprowadzone na 98 pacjentach w wieku 5–22 lat ze skoliozą o wartości kąta Cobba od 10 do 18 stopni wykazały, że obliczony kąt skoliozy we wszystkich grupach chorych był mniejszy niż na zdjęciach radiologicznych, a rozbieżność ta rosła wraz ze wzrostem wartości kąta skoliozy. Autorzy analizują źródła błędów, dzieląc je na trzy rodzaje:

1. Błędy na etapie wykonywania badania: ustawienie pacjenta nierównoległe do płaszczyzny badania, niestabilność postawy, wybór z pośród zarejestrowanych zdjęć, zdjęcia nieoddającego typowego ustawienia i brak uwidocznienia szpary pośladowej.

2. Błędy na etapie opracowania zarejestrowanego zdjęcia: wybór punktów zaznaczonych ręcznie na monitorze, wytyczenie linii wyrostków kolczystych, brak dodatkowych okien umożliwiających jednoczesowe uwidocznienie kilku ujęć.
3. Błędy na etapie obliczania przez program parametrów: odniesienie translacji skrzywienia do linii łączącej C7 i S1, zamiast do linii pionowej wystawionej z S1, stosowanie kątovej miary dekompenсации liniowej zamiast powszechnie przyjętej wartości w milimetrach, stosowanie kątów nachylenia kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej zamiast kąta kifozy i lordozy, brak parametru oddającego wielkość garbu żebrowego, brak linii pomocniczej do wyznaczenia S1, automatyczne dzielenie przez program odległości C7-S1 na 17 równych części, co nie odpowiada rzeczywistej odległości między wyrostkami kolczystymi kręgów.

Autorzy uważają, że metoda może być użyta do obiektywizacji oceny kształtu kręgosłupa i tułowia po korekcie powyższych zastrzeżeń. Badania Lewandowskiego [56] nad sposobami pomiaru krzywizn kręgosłupa i oceną ich rzetelności wykazały, że analizując nieinwazyjne metody pomiarowe stwierdzono wysokie współczynniki integracji w badaniach krzywizn arcometrem i inklinometrem. Natomiast inklinometr Myrina, kifometr Debrunera, pantograf kręgosłupowy oraz raster stereograficzny wykazywały znacznie niższy stopień powtarzalności i porównywalności wyników badań niż opisywany system tensometryczny.

Badania porównawcze parametrów fizjologicznych krzywizn kręgosłupa, mierzonych metodą wykorzystującą morę projekcyjną i inklinometrem wykazały, że uzyskane wyniki w tej samej populacji młodzieży wykazują istotne różnice statystycznie. Analiza wykazała, że na wyniki mają wpływ głównie warunki zewnętrzne związane z wykonywaniem pomiaru. Do najistotniejszych czynników należy: powtarzalność przyjęcia postawy habitualnej, a w przypadku inklinometru mechanicznego – poprawność lokalizacji miejsca pomiaru i poprawność odczytu mierzonego parametru [57].

Problematyczna jest także interpretacja kąta nachylenia miednicy w płaszczyźnie czołowej (KNM), nie można bowiem jednoznacznie rozgraniczyć tegoż kąta od kąta rotacji talerza biodrowego względem kości krzyżowej w płaszczyźnie strzałkowej.

Najczęściej popełniane błędy w technice badania, które wywierają znaczący wpływ na dokładność uzyskiwanych wartości to [58]:

1. Oznaczanie punktów antropometrycznych zbyt grubym lub mało wysyconym czernią dermatografem. Oznaczenie ich niedokładnie w skłonie, a nie w postawie habitualnej. Wpływ tego parametru na niepewność pomiaru uzależniony jest od długości poszczególnych odcinków kręgosłupa, na podstawie których obliczane są kąty. Niedokładność pomiaru zmienia się ze względu na długość mierzonych odcinków, dlatego w pomiarach krzywizn małych dzieci, u których występują krótkie odcinki pomiędzy punktami pomiarowymi, niedokładność jest większa niż u osób dorosłych.
2. Nieprzestrzeganie postawy habitualnej podczas rejestracji obrazu i indywidualnie subiektywnie równomiernego obciążenia masą ciała kończyn dolnych. Jest to ważne szczególnie w przypadku osób, które mają tendencję do nawykowego obciążania jednej kończyny.
3. W kalibracji poziomu odniesienia, poziomowania systemu diagnostycznego. Błąd zależy od staranności wykonania, jest trudny do oszacowania. Nieprzestrzeganie układu: kamera – powierzchnia pleców. Wysyłana wiązka światła z urządzenia projekcyjno-odbiorczego i oś długa kamery muszą być prostopadłe do linii utworzonej przez paluchy stóp.
4. Pozycjonowanie kursorem na ekranie monitora punktów charakterystycznych. Ważna jest staranność definiowania zarejestrowanych obrazów. Opracowanie jest dokładniejsze, gdy badany stoi na bardzo słabo oświetlonym tle, a wykonane zdjęcie emitowane jest na dużym monitorze. Błąd zależy od doświadczenia badającego, rozdzielczości ekranu, wielkości plamki świetlnej, kontrastu zaznaczonych punktów, niedostatecznego zaciemnienia pomieszczenia, w którym odbywa się badanie.

Celem zminimalizowania ryzyka popełnienia błędów i rzetelnej diagnostyki autorzy proponują przestrzeganie następującej procedury:

1. Postawa habitualna badanego (postawa swobodna, niewymuszona, ze stopami rozstawionymi w sposób właściwy dla badanego, stawami kolanowymi i biodrowymi w wyproście, ramionami zwisającymi wzdłuż tułowia i wzrokiem skierowanym prosto przed siebie) tyłem do kamery w odpowiedniej od niej odległości na dwupłytowym posturografie.
2. Oznaczenie na skórze pleców badanego punktów: szczytu wyrostka kolczystego ostatniego kręgosłupa szyjnego (C7), wyrostka kolczystego będącego szczytem kifozy piersiowej (KP), wyrostka kolczy-

- stego będącego szczytem lordozy lędźwiowej (LL), miejsce przejścia kifozy piersiowej w lordozę lędźwiową (PL), dolnych kątów łopatek (Łl i Łp), kołców biodrowych tylnych górnych (Ml i Mp), kręgu S1.
3. Po wpisaniu niezbędnych danych o badanym (imię i nazwisko, rok urodzenia, masa i wysokość ciała, a także uwag o stanie kolan i pięt, klatki piersiowej, przebytych urazach, zabiegach chirurgicznych, chorobach narządu ruchu, o chodzie itd.) następuje rejestracja w pamięci komputera cyfrowego obrazu pleców.
 4. Badany powinien wchodzić z pozycji na wprost na dwupłytkowy posturograf i stać w postawie habitualnej. Szerokość rozstawu stóp oraz kąt ich rozwarcia nie może być wymuszony. Przy czym wybór musi być podyktowany nie tyle jak najbardziej symetrycznym obciążeniem kończyn dolnych, ile najczęściej powtarzającym się ich obciążeniem. Nie jest istotne, czy będzie to symetria, czy asymetria, bowiem ważne jest to, aby była to postawa habitualna. Komputer należy tak zaprogramować, aby sam proponował do analizy zdjęcie, na którym dziecko najczęściej we właściwy sobie sposób obciąża stopy.
 5. Opracowanie zarejestrowanych obrazów odbywa się bez udziału badanego.
 6. Po zapisaniu w pamięci komputera charakterystyki matematycznej zdjęć, następuje druk wartości parametrów opisujących przestrzennie postawę ciała badanego.
 7. Porównanie zakresów normatywnych z innymi autorami.

Wyniki i ich interpretacja

Badanie postawy ciała z wykorzystaniem mory projekcyjnej przeprowadzono w losowo wybranych przedszkolach i szkołach środowiska miejskiego i wiejskiego, Regionu Warmińsko-Mazurskiego i Pomorskiego: 10 przedszkolach, 20 szkołach podstawowych, 6 gimnazjach, 1 szkole ponadgimnazjalnej. Badania realizowano w okresie od 04.09.2000 r. do 03.04.2003 r. Ogólne kryteria kwalifikowania dzieci do badań opierały się na wyłonieniu w czasie badania odpowiednio dużej liczby podobnych postaw ciała u dzieci zdrowych, bowiem w trakcie badań mogą być podane inne typy budowy jako prawidłowe. Związane jest to z toczącą się posturogenezą i zróżnicowaniem oceny postawy na habitualną oraz wymuszoną, przy czym postawa habitualna rozumiana jest tu jako postawa nawykowa uwa-

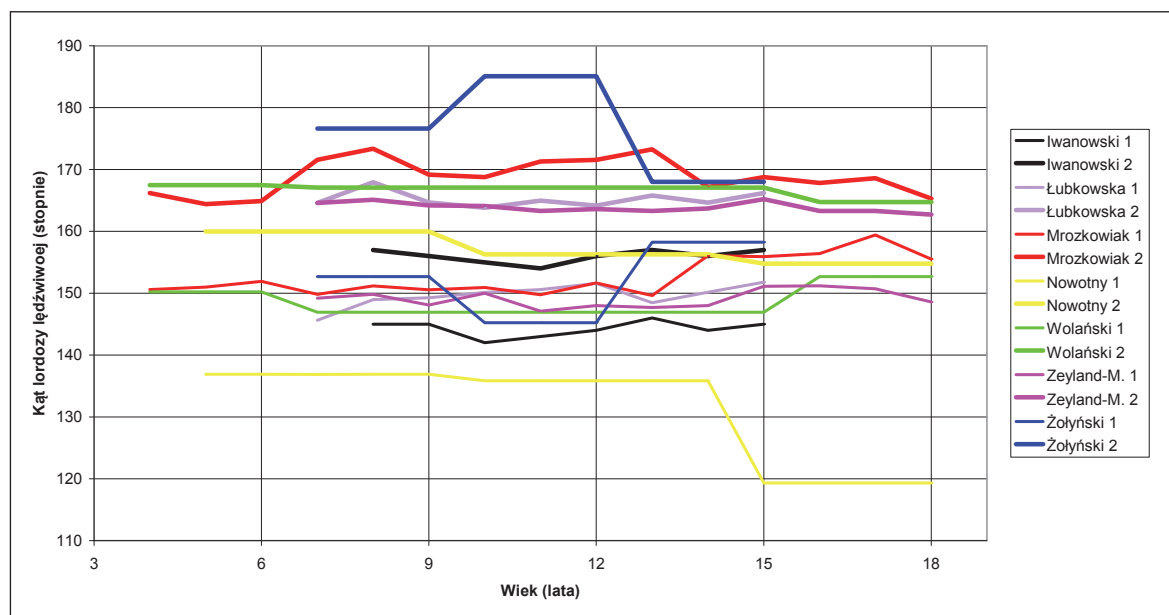
runkowana grą napięć mięśni tonicznych i fazowych, utrzymujących ciało pionowo o swobodnie ułożonych kończynach w indywidualny i optymalny sposób, w równowadze statycznej i dynamicznej. Biorąc pod uwagę tempo prawdopodobnych przemian rozwojowych w obranym wycinku ontogenezy, pomiarów dokonowano w sześciu półrocznych edycjach, z zachowaniem terminów, pory dnia, kolejności szkół i dbając o standaryzację warunków badań. Na podstawie wywiadów z rodzicami i szkolnych kart zdrowia wykluczono wszystkich uczniów z udokumentowanymi nieprawidłowościami budowy w obrębie narządu ruchu. W pierwszym dniu badań, w świetle diagnozy lekarskiej, dzieci były zdrowe w sensie ogólnym, dlatego przyjęto, że wyniki i wszelkie później stwierdzone błędy postawy będą mieściły się w granicach odchyłań fizjologicznych właściwych dla reprezentowanej populacji i przedziału wiekowego. Dotyczyło to niewielkich funkcjonalnych odchyłań linii wyrostków kręgowych od anatomicznej osi kręgosłupa i kąta zgięcia tułowia w płaszczyźnie czołowej, kąta zgięcia i wyprostowania w płaszczyźnie strzałkowej, wysklepienia podłużnego stopy. Badający zwracał uwagę na kształt klatki piersiowej, koślawość lub szpotawość kolan oraz pięt. Ostatecznie do ogólnej analizy zakwalifikowano 3806 dzieci i młodzieży. W badaniach uczestniczyło 48,14% chłopców (1832 osoby) i 50,82% dziewcząt (1972 osoby). Przewaga dziewcząt kształtowała się na poziomie 140 osób, co stanowi 3,67%. Badani rekrutowali się w 61,61% (2345 osób) ze środowiska miejskiego, 51,17% dziewcząt (1200 osób) i 48,82% chłopców (1145 osób), z wiejskiego 38,38% (1461 osoby), 52,97% dziewcząt (774 osoby), 47,02% chłopców (687 osób).

W trakcie badania należy zdawać sobie sprawę z tego, że wykonane zdjęcie rejestruje obraz sylwetki widocznej na skórze dziecka. Ponadto jest to dokładne określenie stanu przestrzennego układu różnych punktów, a od interpretującego dokonane pomiary zależy, czy zakwalifikuje je do fizjologicznego zaburzenia statyki, błędu czy wady postawy. Uzyskane wyniki badań pozwoliły opracować zakresy normatywne zgodnie z zasadami konstrukcji norm rozwojowych [59], które odniesiono do wieku kalendarzowego. Za wielkość zakresu normatywnego przyjęto przedział odchylenia standardowego od wartości średniej osobników określonej płci z tego samego przedziału wiekowego. Jest to przedział, do którego należy większość osobników posiadających najczęściej występujące w populacji wielkości badanych cech. Pozwoliło to dalej opracować klasyfikację wartości opisujących kształt kręgosłupa

na prawidłowy i nieprawidłowy. Za Iwanowskim [60] przyjęto, że nieprawidłowości występujące w jednym z kątów krzywizn fizjologicznych kręgosłupa alfa, beta lub gamma, można uznać za objaw zmian przejściowych, wynikających niejednokrotnie z szeregu przyczyn, a nawet ze stanu psychicznego. W przypadku stwierdzenia wielkości pozanormalnych w dwóch i więcej kątach cząstkowych przypadek eliminowano ze zbioru obserwacji. W związku z tym osobników, u których stwierdzono zakres zmienności w obrębie dwóch z trzech mierzonych kątów zaklasyfikowano do zbioru o prawidłowym kształcie fizjologicznych krzywizn kręgosłupa.

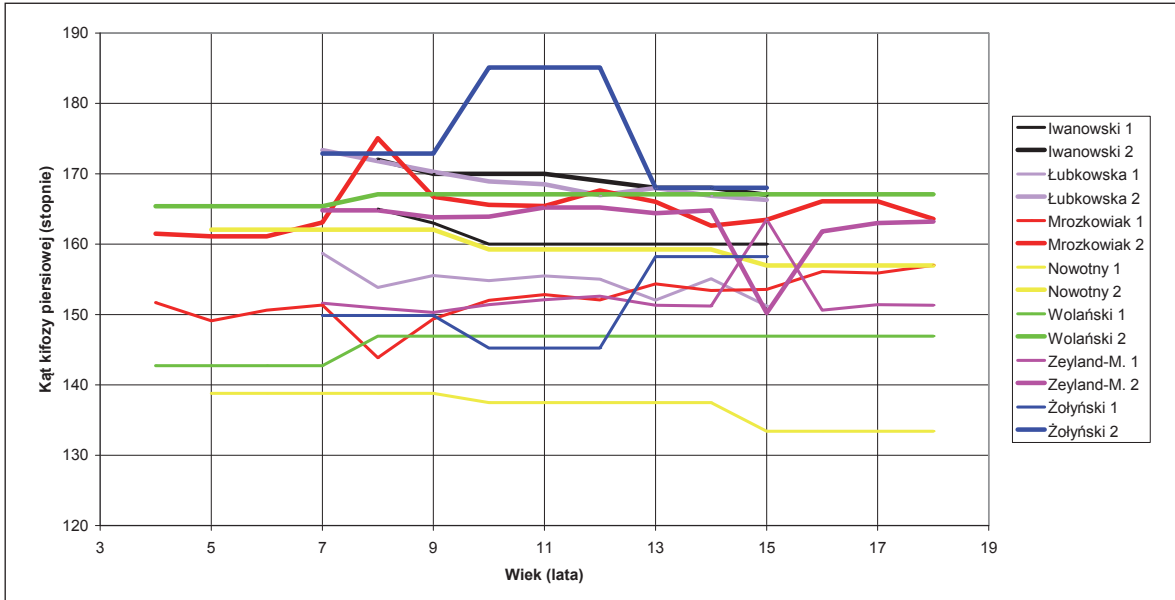
Publikacji wyników badań w przyjętym do analizy wycinku ontogenezy w dużej, kilkutyśycznej populacji w świetle mory projekcyjnej nie znaleziono zbyt wiele. Z tego powodu konfrontacja będzie ograniczona do wyników uzyskanych przez Łubkowską [4], Iwanowskiego [14], Saulicz i wsp. [61], Wolańskiego [62], Zeyland-Malawki [63] i Żołyńskiego i wsp. [37]. Dywergencja wartości granicznych skłania do wniosku, że istotne znaczenie ma wielkość populacji, co nie neguje rzetelności i precyzji przytoczonych zakresów innych autorów. Z porównania opracowanych przez autora zakresów normatywnych kąta kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej z podobnymi zakresami opracowanymi przez innych badaczy wynika, że rozbieżności mogą

być konsekwencją trwających burzliwych przemianach ontogenetycznych okresu objętego penetracją, trendem sekularnym, wielkością badanej populacji, regionalną odmiennością postawy ciała i technicznymi parametrami stosowanego instrumentarium pomiarowego. Nie bez znaczenia jest także doświadczenie metodologiczne badającego, co daje podstawę do wykluczenia znaczących niedokładności w pomiarach. Paralela zakresów normatywnych ustalonych przez Iwanowskiego [14], Łubkowską [4], Saulicz i wsp. [61], Wolańskiego [62], Zeyland-Malawkę [63] oraz Żołyńskiego i wsp. [37] i innych z wytyczonymi przez autora ujawnia, że w każdym przypadku wartości graniczne są bardzo zbliżone do górnego i dolnego ekstremum zakresu normatywnego (ryc. 1–4). Różnice wynikające z technicznych aspektów urządzeń pomiarowych i metod badania nie determinują znaczącego kontrastu w wytyczonych zakresach normatywnych. Należy sądzić, że badanie postawy ciała z wykorzystaniem mory projekcyjnej, sferosomatografu, kyfologdozometru i przyrządu koleczkowego pomimo dużego zaawansowania technologicznego tego pierwszego, określają parametry przestrzenne zespołu miednica – kręgosłup w bardzo zbliżonej skali dokładności. Zbieżność wyników świadczy o znaczącej wiarygodności uzyskanych rezultatów badań, a zaistniałe odchylenia wynikają raczej z wielkości kohorty niż z popełnianych niedokładności i błędów



Rycina 1. Zakresy normatywne kąta lordozy lędźwiowej populacji dziewcząt w wieku 4–18 lat. Porównanie między ustaleniami autorów: Iwanowskiego, Łubkowskiej, Mrozkowiaka, Nowotnego, Wolańskiego, Zeyland-Malawki, Żołyńskiego

Figure 1. Normative ranges of the angle lumbar lordosis in the population of girls aged 4 to 18 years. Comparison between the authors: Iwanowski, Łubkowska, Mrozkowiak, Nowotny, Wolański, Zeyland-Malawka, Żołyński



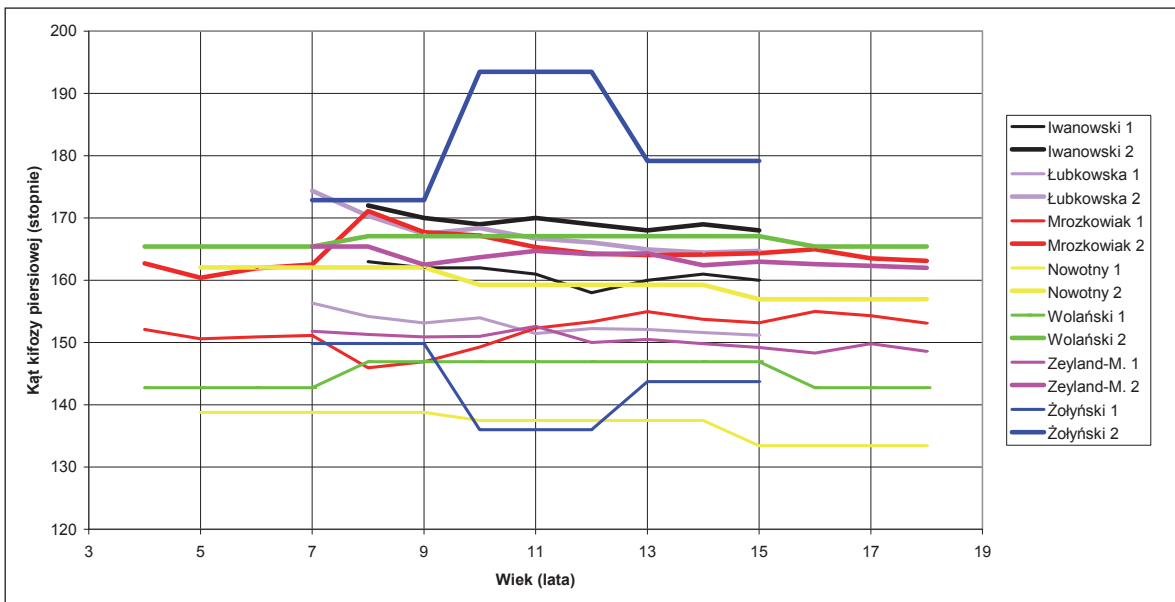
Rycina 2. Zakresy normatywne kąta kifozy piersiowej populacji dziewcząt w wieku 4–18 lat. Porównanie między ustaleniami autorów: Iwanowskiego, Łubkowskiej, Mrozkowiaka, Nowotnego, Wolańskiego, Zeyland-Malawki, Żołyńskiego

Figure 2. Normative ranges of the angle of thoracic kyphosis in the population of girls aged 4 to 18 years. Comparison between the authors: Iwanowski, Łubkowska, Mrozkowiak, Nowotny, Wolański, Zeyland-Malawka, Żołyński

metodologicznych. Nie można arbitralnie stwierdzić, który z autorów podaje najbardziej wiarygodne zakresy normatywne, bowiem ich podawane granice obarczone są dużą ilością zmiennych bezpośrednio wpływających na uzyskiwane rezultaty pomiarów. Należy przyjąć,

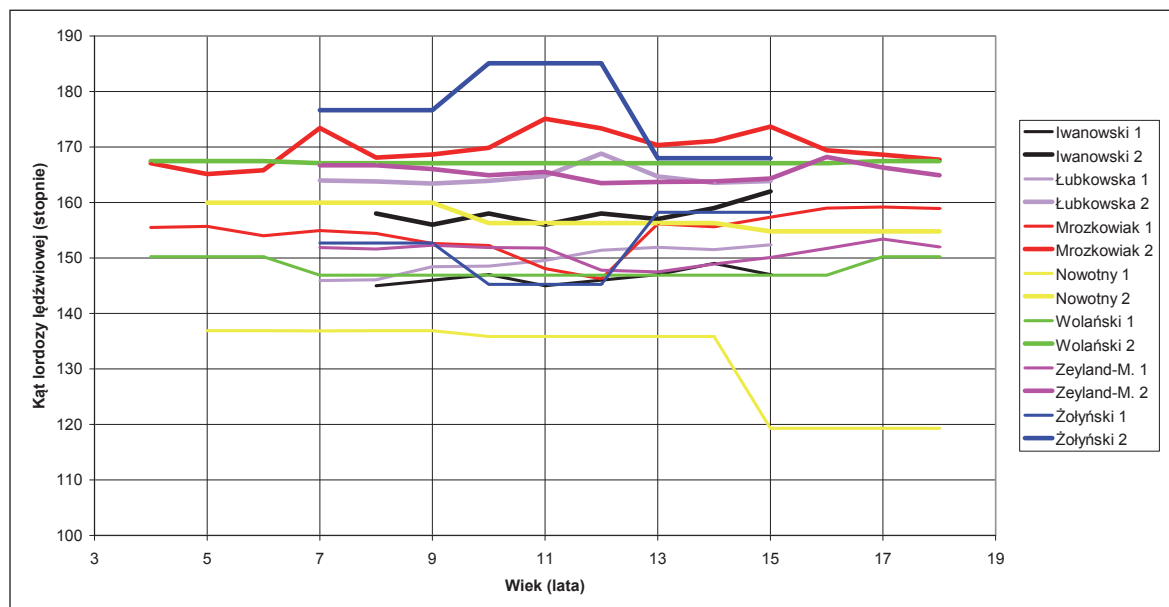
że im większy materiał ludzki, biegłość w procedurze badawczej i doświadczenie badającego, tym wyniki są bardziej wiarygodne.

Powstaje pytanie: Jak opracowane przez autora [58, 59] zakresy normatywne kąta kifozy piersiowej



Rycina 3. Zakresy normatywne kąta lordozy lędźwiowej populacji chłopców w wieku 4–18 lat. Porównanie między ustaleniami autorów: Iwanowskiego, Łubkowskiej, Mrozkowiaka, Nowotnego, Wolańskiego, Zeyland-Malawki, Żołyńskiego

Figure 3. Normative ranges of the angle lumbar lordosis in the population of boys aged 4 to 18 years. Comparison between the authors: Iwanowski, Łubkowska, Mrozkowiak, Nowotny, Wolański, Zeyland-Malawka, Żołyński



Rycina 4. Zakresy normatywne kąta kifozy piersiowej populacji chłopców w wieku 4–18 lat. Porównanie między ustaleniami autorów: Iwanowskiego, Łubkowskiej, Mrozkowiaka, Nowotnego, Wolańskiego, Zeyland-Malawki, Żołyńskiego

Figure 4. Normative ranges of the angle of thoracic kyphosis in the population of boys aged 4 to 18 years. Comparison between the authors: Iwanowski, Łubkowska, Mrozkowiak, Nowotny, Wolański, Zeyland-Malawka, Żołyński

i lordozy lędźwiowej dzieci i młodzieży wieku od 4 do 18 lat obojga środowisk odnoszą się do typów postawy ciała wg Wolańskiego, określonych na podstawie badań 8500 dzieci w wieku od 2 do 21 lat, także obojga środowisk [62]? Zostało przyjęte, że postawa ciała o kącie kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej w granicach zakresu normatywnego będzie nosiła znamiona postawy równoważnej, najbardziej prawidłowej (RII), a wielkości powyżej lub poniżej zakresu normatywnego to odpowiednio RI i RIII. Jeśli kifoza piersiowa jest pogłębiona, a kąt lordozy lędźwiowej w granicach normy, będzie to KI, gdy kifoza piersiowa będzie pogłębiona o wielkość powyżej dwóch odchyień standardowych (SD), a lordoza lędźwiowa spłycona, będzie to postawa KIII. Postawę LI będzie cechowała spłycona kifoza piersiowa i pogłębiona lordoza lędźwiowa, a LIII – pogłębiona kifoza piersiowa i lordoza lędźwiowa, przy czym lordoza lędźwiowa – powyżej dwóch odchyień standardowych (tab. 1). Jeśli np. zakres normatywny kąta kifozy piersiowej dla 10-letniego chłopca wynosi $149,26^{\circ}$ – $167,16^{\circ}$, a jego kąt ma wartość 150° , to krzywna piersiowa jest w granicach normy. Jeśli natomiast miałaby wartość 130° , to kifoza piersiowa jest pogłębiona, a wartość 170° sprawiłaby, że byłaby spłycona. Przy czym należy zaznaczyć, że postawa ciała ogólnie przyjęta jako optymalna (RII) w poszczególnych klasach wieku, płciach i środowiskach nie musi być

uznana za najbardziej pożądaną, bowiem różne typy postawy w każdym z etapów posturogenezy są jak najbardziej właściwe. Z badań przekrojowych przeprowadzonych przez Wolańskiego [65] wynika zmienność cech opisujących prawidłową postawę w następujących po sobie kategoriach wiekowych. I tak: dla 15-letniego chłopca postawą prawidłową będzie postawa kifotyczna I i II, w wieku 16 lat, będzie nieprawidłową, w 17. roku życia – prawidłową, w wieku 18,5 lat – ponownie nieprawidłową. Postawę równoważną uznano za wzorzec [66]: to postawa, do jakiej należy dążyć, jednocześnie zdając sobie sprawę dzięki znajomości posturogenezy, że w pewnych okresach życia, np. w okresie dojrzewania, występowanie nieprawidłowej postawy jest zjawiskiem fizjologicznym. Nie jest to jednak jednoznaczne z akceptowaniem jej – przeciwnie, postawę taką należy korygować. Nie wolno dopuścić do wytworzenia się nieprawidłowego nawyku, bowiem nie korygowany toczący się proces adaptacyjny, po osiągnięciu dojrzałości kostnej będzie nieodwracalny.

Przyjmując jako pierwszy stopień wielkość cechy poniżej dolnego ekstremum zakresu normatywnego, jako drugi natomiast wielkość w granicach zakresu a jako trzeci – powyżej górnego ekstremum, dokonano oszacowania częstotliwości występowania w regionie warmińsko-mazurskim najbardziej popularnej, przez

Tabela 1. Zakresy normatywne kifozy piersiowej (KKP) i lordozy lędźwiowej (KLL) w odniesieniu do typów postawy ciała wg Wolańskiego

Table 1. Normative ranges for thoracic kyphosis (KKP) and lumbar lordosis with respect to body posture types according to Wolański

Typy postawy ciała wg Wolańskiego	Zakresy normatywne kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej wg Mrozkowiaka	Nazwa typu postawy ciała
Kifotyczny		
KI	Kifoza piersiowa pogłębiona KKP – poniżej dolnego ekstremum	Plecy okrągłe
	Lordoza lędźwiowa w normie KLL – w granicach zakresu normatywnego	
KIII	Kifoza piersiowa pogłębiona KKP – poniżej dolnego ekstremum o wielkość dwóch SD	
	Lordoza lędźwiowa spłycona KLL – powyżej górnego ekstremum	
Równoważny		
RI	Kifoza piersiowa spłycona KKP – powyżej górnego ekstremum	Plecy płaskie
	Lordoza lędźwiowa spłycona KLL – powyżej górnego ekstremum	
RII	Kifoza piersiowa w normie KKP – w granicach zakresu normatywnego	Plecy optymalne
	Lordoza lędźwiowa w normie KLL – w granicach zakresu normatywnego	
RIII	Kifoza piersiowa pogłębiona KKP – poniżej dolnego ekstremum	Plecy wklęsło-okrągłe
	Lordoza lędźwiowa pogłębiona KLL – poniżej dolnego ekstremum	
Lordotyczny		
LI	Kifoza piersiowa spłycona KKP – powyżej górnego ekstremum	Plecy wklęsłe
	Lordoza lędźwiowa pogłębiona KLL – poniżej dolnego ekstremum	
LIII	Kifoza piersiowa pogłębiona KKP – poniżej dolnego ekstremum	
	Lordoza lędźwiowa pogłębiona KLL – poniżej dolnego ekstremum o wielkość dwóch SD	

Legenda/Legend: kąt lordozy lędźwiowej (stopnie) – angle of lumbar lordosis (degrees); kąt kifozy piersiowej (stopnie) – angle of thoracic kyphosis (degrees); wiek (lata) – age (years)

Źródło: Wolański [65]. Mrozkowiak [59]

to prawidłowej, wartości kąta nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego mierzonych kątem alfa w tej samej populacji, ocenianego zgodnie z opracowaną trzystopniową typologią. W każdej kategorii wiekowej i płci zawarta jest w granicach od 62,0 do 83,9% w populacji męskiej i od 58,8 do 87,1% w żeńskiej. W przypadku kąta nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego będzie to odpowiednio od 57,4 do 81,5% i od 57,4 do 95,3%, nachylenia odcinka piersiowego

górnego odpowiednio od 57,1 do 95,5% i od 58,8 do 94,3%. Częstość występowania prawidłowego kąta kifozy piersiowej rośnie do 8. r.ż., po czym sukcesywnie maleje. Najczęściej prawidłowa wartość u chłopców i dziewcząt występowała w 8. r.ż., odpowiednio 96,8% i 98,7%. W 7. r.ż. u dziewcząt występuje bardzo istotny spadek prawidłowej, a wzrost częstości spłyconej kifozy piersiowej. Odsetek prawidłowego kąta lordozy lędźwiowej nie wykazuje podobnych wahań. W populacji

chłopców występuje od 66,7 do 95,1%, u dziewcząt od 59,1 do 93,1%. Odsetek spłyconej lub pogłębionej lordozy lędźwiowej nie przekracza 35,0% [59].

Wnioski

Badanie postawy urządzeniem wykorzystującym zjawisko mory projekcyjnej pozwala na dokładne, przestrzenne, jednoczesne i wieloaspektowe odzwierciedlenie stanu rzeczywistego postawy ciała badanego. Jak należy sądzić, uzupełnione o kolejne narzędzia:

posturoografię dwupłytową, podoskopię komputerową, wideografię i podobarografię, umożliwi bardziej wnikliwą ocenę postawy niż dotychczas. Jednocześnie dzięki zachowaniu procedury badawczej i przestrzeganiu warunków technicznych uzyskane wyniki mogą służyć do diagnostyki zaburzeń statyki ciała, a od badającego, jego doświadczenia i znajomości posturogenezy zależy interpretacja uzyskanych pomiarów i kwalifikacja do typu K, R lub L wg Wolańskiego jako uniwersalnej i ogólnie przyjętej typologii, co umożliwiają opublikowane zakresy normatywne.

PIŚMIENNICTWO • LITERATURE

- [1] Świderski G, Świderska K: *Kliniczne uwarunkowania wydolności kręgosłupa a postawa ciała*; w Ślężyński J (red.): *Postawa ciała człowieka i metody jej oceny*, AWF, Katowice, 1992: 23–32.
- [2] Ślężyński J (red.): *Postawa ciała człowieka i metody jej oceny*, AWF, Katowice.
- [3] Mrozkowiak M: *Komputerowe badanie postawy ciała*, Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, 2003; 6–7: 15–20.
- [4] Łubowska W: *Ocena fizjologicznych krzywizn kręgosłupa i jej znaczenie w praktyce szkolnego wychowania fizycznego*. Rozprawa doktorska, Gdańsk, AWF, 2003.
- [5] Kutzner-Kozińska M: *Korekcja wad postawy*. Wyd. II. Warszawa, WSIP, 1986.
- [6] Kasperczyk T: *Metody oceny postawy ciała*, Kraków, AWF, 1983.
- [7] Przewęda R: *Przegląd ważniejszych metod oceny postawy ciała*. Roczniki Naukowe, AWF Warszawa, 1962; 1.
- [8] Ślężyński J: *Postawa ciała i metody jej oceny. Konferencja okrągłego stołu o postawie ciała człowieka*. Katowice, AWF, 1992; 288.
- [9] Zeyland-Malawka E: *Klasyfikacja i ocena postawy ciała w modyfikacjach metody Wolańskiego i nowojorskiego Testu Klasyfikacyjnego*, Fizjoterapia, 1999; 7: 4, 52–55.
- [10] Asamoah V: *Measuring the surface of the back*, Value, 1998; 29(6): 480–489.
- [11] Adair I i wsp.: *Moiré topography in scoliosis screening*, Clin. Ortop., 1977; 129: 165–171.
- [12] Asazume TN i in.: *Analysis of human dynamic posture in normal and scoliotic patients. Surface topography and spine formity*. Proceedings of the 3rd International Symposium. Oxford, 1984.
- [13] Bibrowicz K: *Powtarzalność wyników badań postawy ciała metodą komputerowej topografii Moiré'a i najczęstsze błędy w jej stosowaniu*. IV Międzynarodowy Dzień Fizjoterapii, Wrocław, 2003.
- [14] Iwanowski W: *Teoretyczne i praktyczne przesłanki standaryzacji krzywizn Kręgosłupa*; w Ślężyński J (red.): *Postawa ciała człowieka i metody jej oceny*, Katowice, 1992, 189–191.
- [15] Kovac V, Pecina M: *Moiré topography in measurement of the sagittal curvatures of the spine*. Coll Antropol 1999; 23(1): 153–158.
- [16] Nowotny J: *Fototopografia z wykorzystaniem rastra optycznego i komputera jako sposób oceny postawy ciała*. Postępy Rehabilitacji, 1992; 1(6): 15–23.
- [17] Prętkiewicz-Abacjew E, Wróblewska A, Zajt-Kwiatkowska J, Rogo B, Zeyland-Malawka E: *Spostrzeżenia i uwagi dotyczące oceny postawy ciała na podstawie badania metodą fotogrametryczną*. Pediaatria Polska, 2001; LXXVI, 9: 643–650.
- [18] Stokes IAF, Pekalsky JR, Moreland MS: *Surface topography and spinal deformity. Proceedings of the 4-th International Symposium*. New York, Gustaw Verlag, 1987.
- [19] Takasaki H: *Moiré topography*, Appl. Optics, 1998; 9: 1467–1472.
- [20] Wong HK: *Direct spinal curvature digitization in scoliosis screening – a comparative study with Moiré*. Spinal Disord, 1997; 10(3): 185 – 192.
- [21] Nowotny J, Gaździk T, Zawieska D, Podlasiak P: *Fotogrametria – mity i rzeczywistość*. Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja, 2002; 4, 4: 498–502.
- [22] Zawieska D: *Badanie przydatności techniki mory projekcyjnej w fotogrametrycznych pomiarach deformacji kręgosłupa*. Rozprawa doktorska, Warszawa, Politechnika Warszawska, 2003.
- [23] Zawieska D, Nowotny J, Podlasiak P: *Opis i urządzenie do diagnostyki wad postawy Człowieka*. PATENT Nr 170284, zgłoszony do Urzędu Patentowego RP dnia 16.11.1992 r.
- [24] Kasperczyk T: *Diagnostyka wad postawy*; w Ślężyński J (red.): *Postawa ciała człowieka i metody jej oceny*. Katowice, AWF, 1992: 33–43.
- [25] Tokarczyk R, Mazur T: *Fotogrametria, zasady działania i zastosowanie w rehabilitacji*. Rehabilitacja Medyczna, 2006; 10(4): 1427–1442.
- [26] Świerc A: *Komputerowa diagnostyka postawy ciała – instrukcja obsługi*, Czernica Wroclawska, 2006.
- [27] Browne JE, O'Hare NJ: *Przegląd metod badania zdolności utrzymania równowagi w pozycji stojącej*, Rehabilitacja Medyczna, 2002; 6(1).
- [28] Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pasiak J: *Człowiek zazwyczaj ma dwie nogi – ujęcie stabilografii. Czynniki ryzyka i profilaktyka w walce o zdrowie i dobrostan*; Lublin, NeuroCentrum, 2008: 155–165.
- [29] Strzecha M, Knapik H: *Projekt badawczy: Analiza powta-*

- rzalności metody fotogrametrycznej stosowanej do oceny postawy ciała człowieka i próba jej optymalizacji z zastosowaniem stabilografii dwupłytkowej. Projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przeznaczonych na podstawie decyzji nr DEC-2011/01/N/N27/03578.
- [30] Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pasiak J.: *Concurrent measurement of lower limbs stability in balance examinations; Current research in motor control – from theory to clinical application*. Katowice, AWF, 2008: 113–122.
- [31] Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pasiak J.: *Stabilność i symetria obciążania kończyn dolnych w badaniu dwupłytową wagą stabilograficzną. Czynniki ryzyka i profilaktyka w walce o zdrowie i dobrostan*, Lublin, NeuroCentrum, 167–180.
- [32] Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pasiak J, Pękala A.: *Współbieżny pomiar stabilności kończyn dolnych w badaniach równowagi*. Radom, Zdrowie Dobrem Społecznym, 2010.
- [33] Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pasiak J, Pękala A, Senderowicz K.: *Balance Asymmetry Quotient (BAQS) – Separate measurements in posturography; Motor Control 2012 – from theory to clinical application*. Katowice, AWF, 2012.
- [34] Strzecha M, Knapik H, Pękala A, Senderowicz K, Baranowski P, Pasiak J.: *Częstość występowania wybranych wad postawy ciała u studentek Zdrowia Publicznego; w monografii: W trosce o zdrowsze jutro: edukacja zdrowotna dzieci i młodzieży*, Radom, 2012.
- [35] Knapik H.: *Zjawisko asymetrii funkcji kończyn dolnych z niedowładem połowicznym w procesie rehabilitacji*. Kraków, AWF, 1998.
- [36] 36. Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pasiak J, Pękala A, Senderowicz K.: *Diagnostyka stóp i równowagi – konieczność łączenia anatomii z biomechaniką. Ogólnopolska Konferencja Polskiego Towarzystwa Fizjoterapii: „Perspektywy rozwoju fizjoterapii w Polsce”*, 9–10 listopada 2012, Pabianice, 2012.
- [37] Żołyński K, Szabert J, Żołyński A, Pierściński R, Dudkiewicz P, Pawlik P.: *Badania nad obiektywizacją oceny postawy ciała dzieci wybranych szkół podstawowych w oparciu o analizę opracowania modelu komputerowego*. *Wiadomości Ortopedyczne*, 2003, 2: 114–125.
- [38] Rogala E.: *Metody wczesnego wykrywania skolioz*; w Dega W (red.): *Wczesne wykrywanie i zapobieganie progresji bocznych skrzywień kręgosłupa*, Warszawa, PZWL, 1983, 79-85.
- [39] Deacon P, Flood BM, Dickson RA.: *Idiopathic scoliosis in three dimensions*. *J.B.J.S.*, 1984; 66-B (4), August: 509.
- [40] El-Sayyad MM.: *Comparison of roentgenography and Moire topography for quantifying spinal curvature*: *Phys. Ther.* Jul., 1986; 66 (7): 1078–1082. 41.
- [41] Willner S.: *Moiré topography for the diagnosis and documentation of scoliosis*. *Acta Orthop. Scand.*, 1979; 50: 295–302.
- [42] Zarzycki D i wsp.: *Wartość topografii Moire’a w diagnostyce skolioz idiopatycznych*; w Dega W (red.): *Wczesne wykrywanie i zapobieganie progresji bocznych skrzywień kręgosłupa*. Warszawa PZWL, 1983: 93–97.
- [43] Saulicz E.: *Zaburzenia przestrzennego ustawienia miednicy w niskostopniowych skoliozach oraz możliwości ich korekcji*, Katowice, AWF, 2003.
- [44] Szczygieł A, Janusz M, Marchewka A.: *Ocena wybranych parametrów postawy ciała dzieci i młodzieży przy użyciu nowoczesnej techniki diagnostyczno-pomiarowej w aspekcie terapeutycznym*. *Medycyna Sportowa*, 2001; 17, 11: 419–423.
- [45] Kołodziej K, Kwolek A, Rusek W, Przysada G, Szpunar P.: *Ocena zmienności postawy ciała osób z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego leczonych w ramach prewencji rentowej ZUS*. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego*, 2004; 2–3: 172–177.
- [46] Olszewska E, Trzciska D.: *Postawa ciała dzieci i młodzieży w różnych okresach rozwojowych*; w Górniak K. (red.): *Korektywa i kompensacja zaburzeń w rozwoju fizycznym dzieci i młodzieży*, Warszawa – Białą Podlaska, AWF ZW WF, 2005.
- [47] Ruggerone M, Austin JH.: *Moiré topography in scoliosis. Correlations with vertebral lateral curvature as determined by radiography*. *Phys. Ther.*, 1986, Jul.; 66(7): 1072–1077.
- [48] Stokes IA, Moreland MS.: *Measurement of the shape of the back in patients with scoliosis. The standing and forward bending positions*. *J. Bone Joint Surg. Am.*, Feb., 1987; 69(2): 203–211.
- [49] Stokes IA i wsp.: *Spine and back-shape changes in scoliosis*, *Acta Orthop. Scand.*, Apr., 1988; 59(2): 128–133.
- [50] Stokes IAF, Pekalsky JR, Moreland MS.: *Surface topography and spinal deformity. Proceedings of the 4-th International Symposium*. New York, Gustaw Verlag, 1987.
- [51] Thometz JG i wsp.: *Variability In three dimensional measurements of Beck contour with raster stereography in normal subjects*. *J. Pediatr Ortop*, 2000, 20, 54 –58.
- [52] Sarnadsky BH.: *Poliklinika*, 2008; 2: 40–44.
- [53] Przysada G, Pop T, Kołodziej K, Rusek W.: *Wykorzystanie metody Mory w ocenie postawy ciała u pacjentów z zespołami bólowymi dolnego odcinka kręgosłupa*. *Postępy Rehabilitacji*, 2005; (3): 43–47.
- [54] Śliwiński Z.: *Porównanie wyników oceny postawy ciała u dzieci szkolnych uzyskanych metodą fotogrametrii i badaniem statyki miednicy*. *Medycyna Manualna*, 2001: 17–22.
- [55] Kotwicki T i wsp.: *Wartość tak zwanego komputerowego badania postawy ciała dzieci i młodzieży*, *Międzynarodowa Konferencja Naukowa nt. Rozwoju fizycznego dzieci i młodzieży oraz ich motoryczność w zdrowiu i wybranych jednostkach chorobowych*. Poznań, 2004: 68–69.
- [56] Lewandowski J i wsp.: *Tensometryczny system pomiarów krzywizn kręgosłupa. Ocena rzetelności pomiarów*; w Bulicz A (red.): *Potęgowanie zdrowia, czynniki, mechanizmy i strategie zdrowotne*. Radom, 2003, 109–113.
- [57] Walicka-Cupryś K, Stec M, Mrozkowiak M.: *Porównanie parametrów krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej mierzonych metodą fotogrametryczną z wykorzystaniem zjawiska Moire’a i inklinometryczną, XII sympozjum PTR pt. Ocena skuteczności rehabilitacji medycznej opartej na dowodach naukowych*. Kraków 22–24.09.06. Kraków, 2006

- [58] Mrozkowiak M: *Uwarunkowania wybranych parametrów postawy ciała dzieci i młodzieży oraz ich zmienność w świetle mory projekcyjnej*, Zielona Góra, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, 2010; 63–178.
- [59] Mrozkowiak M: *Modulacja, wpływ i związki wybranych parametrów postawy ciała dzieci i młodzieży w wieku od 4 do 18 lat w świetle mory projekcyjnej*. Zielona Góra, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, 2012; II: 20–36.
- [60] Iwanowski W: 1992, *Teoretyczne i praktyczne przesłanki standaryzacji krzywizn kręgosłupa*; w: Ślężyński J (red.): *Postawa ciała człowieka i metody jej oceny*, Katowice, 1992: 189–191.
- [61] Saulicz E, Nowotny J, Kokosz M i wsp.: *Wpływ autoelocacji na zachowanie się niektórych parametrów postawy ciała w płaszczyźnie strzałkowej wśród dzieci i młodzieży w różnych przedziałach wiekowych*. Fizjoterapia, 1995; 3(4): 13–17.
- [62] Wolański N: *Sferodorsimetr – własnego pomysłu przyrząd do dokonywania przestrzennych pomiarów kręgosłupa*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, 1957; 10: 241–257.
- [63] Zeyland-Malawka, Prętkiewicz-Abacjew E: *Idealny wzorzec postawy – kompensacja czy element strategii w batalii o zdrowie dziecka*; w: Górnjak K. (red.): *Korektywa i kompensacja zaburzeń w rozwoju fizycznym dzieci i młodzieży*.
- [64] Wolański N: *Znaczenie i rola antropologii w kulturze fizycznej*. Kultura Fizyczna, 2010; 9–12: 48–62.
- [65] Wolański N: *Metody kontroli i normy rozwoju dzieci i młodzieży*, Warszawa, PZWL, 1975, 34–45.
- [66] Zeyland-Malawka E: *Ćwiczenia korekcyjne*. Gdańsk, AWF, 1993, 21–23.