

Joanna Chowańska

**Wykorzystanie metody topografii powierzchni ciała
oraz skoliometru do badań przesiewowych dzieci szkolnych
w kierunku wykrywania skoliozy idiopatycznej**

Rozprawa doktorska

**z Katedry i Kliniki Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej
Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu
Kierownik: prof. dr hab. Andrzej Szulc**

Promotor: dr hab. med. Tomasz Kotwicki

Poznań 2011

SPIS TREŚCI

<u>1. WPROWADZENIE</u>	1
1.1. Skolioza idiopatyczna a wada postawy	1
1.1.1. Definicja	1
1.1.2. Następstwa skoliozy	2
1.1.3. Patogeneza skoliozy idiopatycznej	3
1.1.4. Występowanie skolioz idiopatycznych	4
1.1.5. Objawy kliniczne skoliozy idiopatycznej	6
1.2. Metody badania skoliozy	6
1.2.1. Wywiad i badanie kliniczne	6
1.2.2. Badanie radiologiczne	7
1.2.3. Komputerowa analiza radiogramów kręgosłupa	9
1.2.4. Tomografia komputerowa	9
1.2.5. Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego	10
1.2.6. Pomiar KRT skoliometrem Bunnella	11
1.2.7. Topografia powierzchni ciała	14
1.2.7.1. Technika mory (prążków interferencyjnych)	14
1.2.7.2. Stereografia rastrowa Formetric	17
1.2.7.3. Metoda ISIS	18
1.2.7.4. Metoda ORTEN	19
1.2.7.5. Ocena ukształtowania powierzchni ciała przy użyciu aparatury firmy CQ Elektronik System	20
1.2.7.5.1. Rozwinięcie możliwości pomiarowych aparatury firmy CQ Elektronik System	21
1.2.7.5.2. Uzupełnienie możliwości pomiarowych dokonane w trakcie realizacji bieżącego projektu badawczego	24
1.2.7.5.3. Błąd pomiaru w metodach TPC	24
1.2.7.5.4. Pozycje badania w metodzie TPC	25
1.3. Badania przesiewowe w kierunku skoliozy idiopatycznej	26
<u>2. ZAŁOŻENIA I CELE PRACY</u>	28
<u>3. MATERIAŁ</u>	30
<u>4. METODYKA</u>	31
4.1. Uwagi ogólne	31
4.2. Formularz zgody na przeprowadzenie badania	31
4.3. Metodyka badania klinicznego	32
4.3.1. Pomiar masy ciała i wzrostu, wyznaczenie wskaźników BMI i Cole'a	32
4.3.1.1. Pomiar masy ciała i wzrostu	32
4.3.1.2. Obliczenie wskaźnika BMI	32
4.3.1.3. Obliczenie wskaźnika Cole'a	33
4.3.2. Test palce-podłoga	34
4.3.3. Badanie kompensacji tułowia przy użyciu pionu	34
4.3.4. Ocena przebiegu wyrostków kolczystych kręgów piersiowych i lędźwiowych	34
4.3.5. Ocena położenia wybranych punktów anatomicznych tułowia	35
4.3.6. Ocena wysklepienia klatki piersiowej	36
4.3.7. Sposób opracowania wyników badania klinicznego	36
4.4. Metodyka badania przy użyciu skoliometru Bunnella	36
4.4.1. Pomiar kąta rotacji tułowia (KRT)	36
4.4.2. Wykonanie pomiaru KRT w dwóch pozycjach	37
4.4.3. Wykonanie pomiaru KRT na trzech poziomach tułowia	37
4.4.4. Obliczenie Sumy Trzech Rotacji (STR)	38
4.4.5. Sposób analizy wyników badania skoliometrem	39

5.5. Przydatność stanowiska stabilizującego pozycję siedzącą w badaniach przy użyciu techniki topografii powierzchni ciała	66
5.5.1. Wykonalność badania TPC w pozycji siedzącej na krześle, zalety i wady stosowania tej pozycji	66
5.5.2. Sprawdzenie dokładności ustawienia dziecka do badania TPC w odniesieniu do przyjętej pozycji	67
5.5.3. Porównanie wyników rotacji tułowia dla pozycji siedzącej na krześle z pozycją siedzącą niską i stojącą obliczonych metodą TPC w odniesieniu do badania skoliometrem Bunnella	67
5.5.4. Porównanie liczby łuków wykrytych w badaniu klinicznym oraz w badaniu TPC w trzech pozycjach pomiarowych	69
5.5.5. Korelacja parametrów klinicznych i topograficznych w zależności od stanu odżywienia dziecka	70
5.6. Analiza odpowiedzi rodziców na pytania zawarte w kwestionariuszu	71
5.6.1. Skolioza lub nadmierna kifoza piersiowa u badanych i członków ich rodzin	71
5.6.2. Ciężar plecaka w przeciętnym dniu szkolnym	71
5.6.3. Czas poświęcany przez dzieci szkolne na zajęcia sportowe oraz czas spędzany przed komputerem lub telewizorem	71
<u>6. DYSKUSJA</u>	72
6.1. Dobór materiału	72
6.2. Czas trwania badania	73
6.3. Ocena stanu odżywienia dziecka	73
6.4. Możliwości organizacyjne badań przesiewowych w szkołach	73
6.5. Dobór parametrów badania klinicznego w celu wykrywania dzieci ze skoliozą idiopatyczną	74
6.6. Wartość KRT a wynik badania przesiewowego	75
6.7. Pozycja dziecka w trakcie wykonywania badania TPC	75
6.8. Przeliczenie wartości rotacji tułowia według ustawienia miednicy	77
6.9. Najczęściej występujące wzory rotacji tułowia w badaniu TPC	77
6.10. Korelacja wartości rotacji tułowia między TPC a skoliometrem	78
6.11. Porównanie wartości parametrów topograficznych Suma Rotacji oraz Maksymalna Rotacja w badaniach przesiewowych skolioz	79
6.12. Wartość metody TPC w badaniach przesiewowych skolioz	79
6.13. Wartość parametru POTSI w badaniach przesiewowych skolioz	80
6.14. Racjonalność prowadzenia badań przesiewowych skolioz	80
6.15. Dane uzyskane od rodziców dzieci na temat ciężaru plecaka szkolnego i sposobu spędzania czasu wolnego	82
<u>7. WNIOSKI</u>	84
<u>8. STRESZCZENIE</u>	85
SUMMARY	88
PIŚMIENNICTWO	91
WYKAZ SKRÓTÓW I DEFINICJE PRZYJĘTE W PRACY	98
ZAŁĄCZNIKI	100

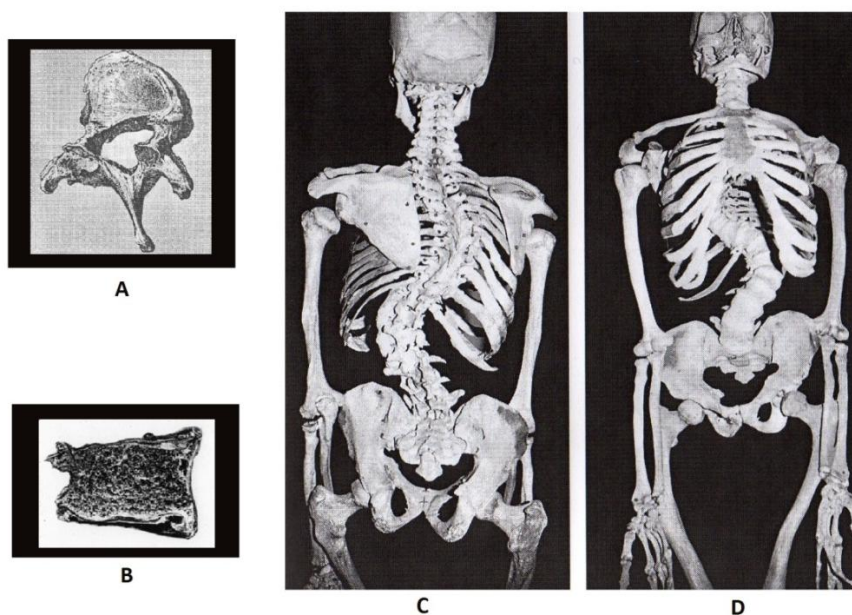
1. Wprowadzenie

1.1. Skolioza idiopatyczna a wada postawy

1.1.1. Definicja

W wieku rozwojowym występują różnego typu odchylenia od prawidłowej postawy ciała, dotyczące zaburzeń w zakresie szkieletu osiowego wraz z systemem więzadłowo-torebkowo-mięśniowym, jak i w zakresie kończyn, obejmowane ogólnym pojęciem wadliwej postawy. Spośród licznych wadliwych postaw spotykanych u dzieci i młodzieży największym problemem leczniczym jest skolioza idiopatyczna.

Skolioza jest deformacją kręgosłupa zachodzącą jednocześnie w trzech płaszczyznach przestrzeni. W płaszczyźnie czołowej występuje wygięcie boczne, którego kąt mierzony na radiogramie metodą Cobba [15] wynosi co najmniej 10° . W płaszczyźnie strzałkowej występuje zaburzenie fizjologicznej kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej, w płaszczyźnie poprzecznej - osiowa rotacja kręgów. Deformacja rozwija się w czasie, głównie w okresie szybkiego wzrastania dziecka - jest to więc czwarty wymiar charakteryzujący skoliozę [26, 90]. Większość skrzywień kręgosłupa (80 - 90%) to skoliozy idiopatyczne, posiadające nie wyjaśnioną, uwarunkowaną wieloczynnikowo etiologię [26, 44, 45, 106]. Pogłębianie deformacji ma charakter trójwymiarowy i powoduje powstanie zmian wzrostowych o charakterze torsji, rycina 1.1. Zmiany te zachodzą zarówno w obrębie kręgosłupa, jak i całego tułowia pod wpływem modelujących sił obciążania i pociągania przez mięśnie oraz więzadła [5, 20, 26, 58, 70, 106].



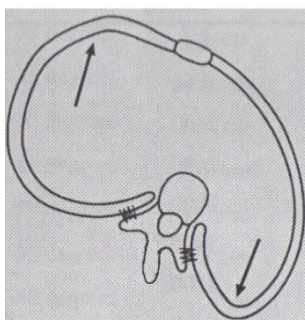
Rycina 1.1. Deformacja skoliotyczna szkieletu: A - deformacja kręgu w płaszczyźnie poprzecznej, B - szlif kostny wykonany w płaszczyźnie czołowej przez trzon kręgu szczytowego skoliozy, C - szkielet chorego ze skoliozą, widok z tyłu, D - szkielet chorego ze skoliozą, widok z przodu [A,C,D - 70; B - 106].

Najpoważniejszym zagrożeniem jakie niesie choroba jest ryzyko progresji. Zdaniem Bunnela u dzieci, których skrzywienie osiąga 10° na początku okresu dojrzewania, ryzyko progresji wynosi 20%, dla skrzywień 20° wynosi 60%, natomiast w skoliozach 30° ryzyko pogłębiania deformacji wzrasta do 90% [26]. Uważa się, że po osiągnięciu dojrzałości kostnej dobrze rokują skrzywienia nie przekraczające 30° kąta Cobba. Trudno ocenić ryzyko postępu w przedziale $30^\circ - 50^\circ$, natomiast skoliozy przekraczające 50° postępują pomimo osiągnięcia dojrzałości kostnej [5, 26, 106].

1.1.2. Następstwa skoliozy

Jakość życia i funkcjonowanie w społeczeństwie osób ze skoliozą idiopatyczną jest uzależnione od wielu czynników, głównie wielkości skrzywienia i sposobu leczenia. Badania dowodzą, że skrzywienia powyżej 40° kąta Cobba mogą powodować trudności związane z aktywnością fizyczną i ograniczać zdolność do wykonywania niektórych zawodów [5, 26, 91].

U pacjentów ze skoliozą idiopatyczną dochodzi do zmniejszenia ruchomości klatki piersiowej i zmiany toru oddychania, rycina 1.2. Zmniejszenie pojemności życiowej płuc oraz natężonej jednosekundowej pojemności wydechowej koreluje z wielkością kąta Cobba [5, 70]. Występowanie duszności jest wynikiem zmian strukturalnych jakie zachodzą w obrębie klatki piersiowej i płuc u osób ze skrzywieniem kręgosłupa o dużej wartości kątowej, powyżej 80° w odcinku piersiowym [5, 26, 60, 70].



Rycina 1.2. Przekrój poprzeczny klatki piersiowej z zaznaczeniem wzorca oddechowego typowego dla skoliozy (kierunek strzałek oznacza kierunek ruchu żeber w trakcie wdechu) [70].

Wśród chorych na skoliozę idiopatyczną nie stwierdza się istotnego statystycznie zwiększenia śmiertelności, jednak w nielicznych przypadkach, u osób z dużymi wartościami skrzywienia może dojść do rozwoju niewydolności krążenia na skutek zmian w układzie oddechowym, które prowadzą do powstania tak zwanego serca płucnego i zgonu [5].

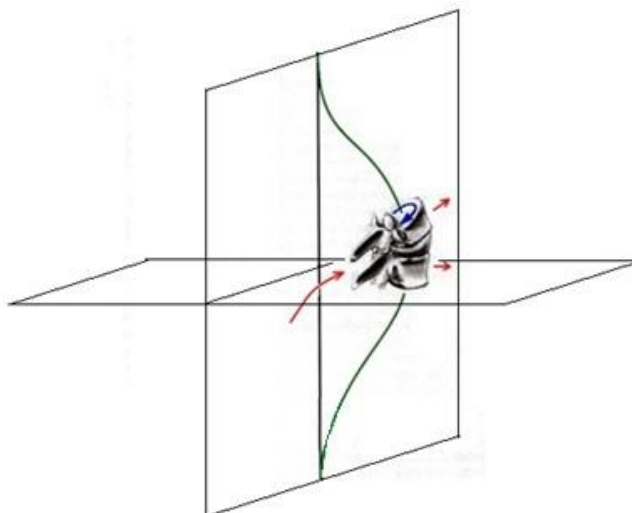
Najczęstszym następstwem skoliozy idiopatycznej w wieku dorosłym, a czasem również w wieku dorastania, są bóle grzbietu, zwłaszcza krzyża. Dolegliwości te są spowodowane przede wszystkim przeciążeniem mięśniowo-powięziowym, zmianami zwyrod-

nieniowymi stawów międzywyrstkowych oraz patologią krążków międzykręgowych [5, 26, 91, 98].

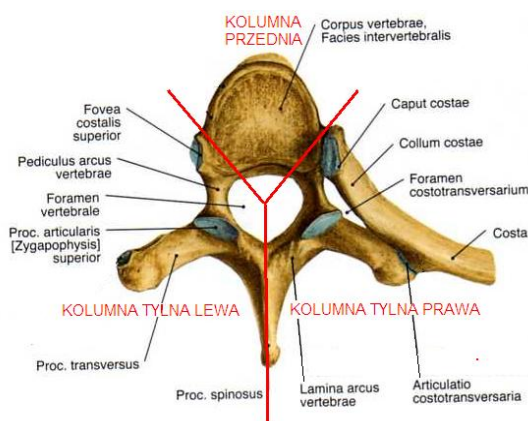
Postrzeganie samego siebie u pacjentów ze skoliozą jest znacząco gorsze w porównaniu z osobami zdrowymi, jednak nie stwierdza się częstszego, niż w populacji, występowania zaburzeń natury psychicznej wymagających leczenia specjalistycznego. Deformacja tułowia jest lepiej tolerowana w grupie osób w wieku średnim niż u nastolatków [5]. Osoby ze skoliozą dwukrotnie częściej, niż osoby bez tego schorzenia, doświadczają ograniczeń w życiu seksualnym wynikających głównie z obniżonej samooceny [16]. Częstość zawierania małżeństw i liczba dzieci u kobiet ze skoliozą nie wykazuje istotnej statystycznie różnicy w porównaniu z grupą kontrolną [16]. Mała lub średniego stopnia skolioza nie powoduje trudności w odbyciu porodu drogami naturalnymi [16, 26].

1.1.3. Patogeneza skoliozy idiopatycznej

W związku z faktem, że najbardziej typowe przemieszczenia kręgów w skoliozie dokonują się w płaszczyźnie poprzecznej ciała (rotacja osiowa, rycina 1.3.), w celu opisu mechaniki powstawania skoliozy Dubousset wprowadził podział kręgosłupa w przekroju poprzecznym na trzy kolumny: przednią - zbudowaną z trzonów, krążków międzykręgowych, więzadła podłużnego przedniego i tylnego oraz dwie symetryczne kolumny tylne - złożone z wyrostków kręgów, stawów międzywyrstkowych, zespołu więzadeł tylnych i mięśni głębokich grzbietu (rycina 1.4.) [20].



Rycina 1.3. Trójwymiarowa deformacja kręgosłupa w skoliozie idiopatycznej według Dubousseta. Kręgi skrzywienia piersiowego przemieszczają się do przodu, do boku oraz rotują wokół własnej osi, a pociągając żebra powodują powstanie tak zwanego garbu żebrowego [20].



Rycina 1.4. Budowa kręgu piersiowego z oznaczeniem kolumn kręgosłupa według Dubousseta [92].

Według Tylmana zaburzenie równowagi ciała, wywołane pierwotnym skrzywieniem, wywołuje odruch obronny, zwany ortostatycznym. Polega on na zwiększeniu napięcia nieuszkodzonych mięśni znajdujących się proksymalnie oraz dystalnie w stosunku do skrzywienia pierwotnego, po stronie jego wypukłości. Wynikiem zaistnienia tych dodatkowych, wzmożonych napięć mięśniowych jest powstanie skrzywień wyrównawczych: górnego i dolnego [106].

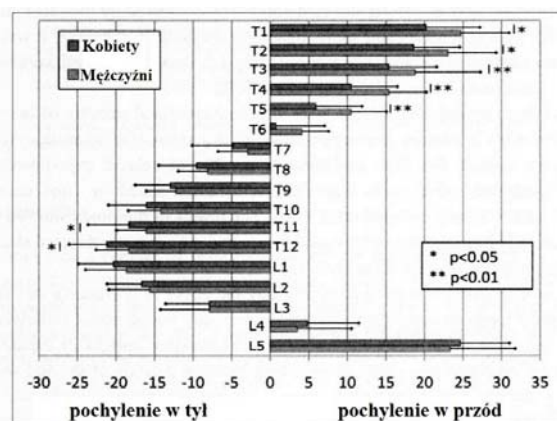
1.1.4. Występowanie skolioz idiopatycznych

Skolioza idiopatyczna występuje u około 2,5% populacji, a deformacje wymagające leczenia specjalistycznego szacuje się na około 1% [5, 26, 89]. Choroba może pojawić się w różnym wieku, niezależnie od statusu socjo-ekonomicznego [5, 80], jednak najczęściej pierwsze objawy pojawiają się w wieku dorastania. Skoliozy o małym kącie skrzywienia stwierdza się podobnie często u obu płci. Progresja występuje jednak znacznie częściej u dziewcząt (D) niż u chłopców (Ch) [2, 26, 89, 106, 108, 111]:

- kąt Cobba $\geq 10^\circ$: 2 - 3 % (stosunek D do Ch: 1,4 - 2,4 do 1)
- kąt Cobba $\geq 20^\circ$: 0,3 - 0,5 % (stosunek D do Ch: 5,4 do 1)
- kąt Cobba $\geq 30^\circ$: 0,1 - 0,3 % (stosunek D do Ch: 10 do 1)
- kąt Cobba $\geq 40^\circ$: $\leq 0,1\%$.

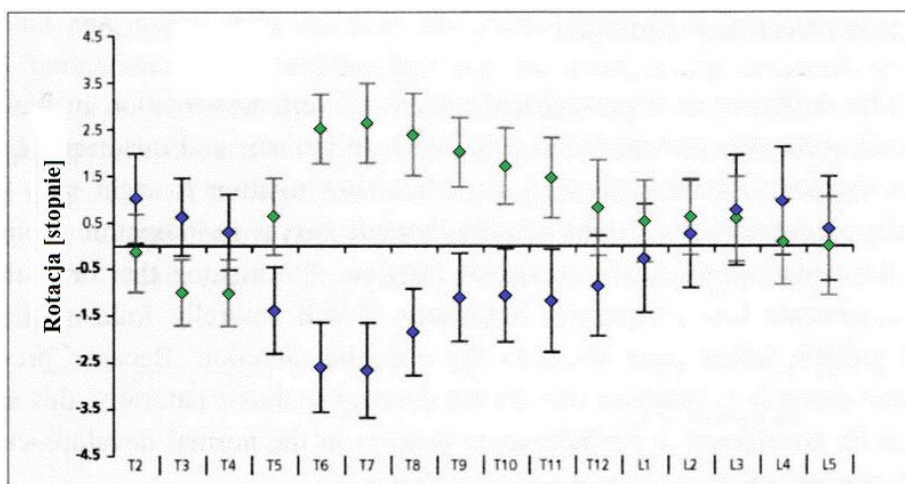
Próbę wyjaśnienia tego zjawiska podejmowało wielu badaczy. Hipotezy na temat częstszego występowania skoliozy idiopatycznej u dziewcząt oraz przewagi skrzywień prawostronnych kręgosłupa piersiowego przedstawiał już Adams w roku 1865, wymieniając między innymi: wpływ praworęczności, wykonywanie czynności codziennych, asymetryczne położenie narządów wewnętrznych w klatce piersiowej i jamie brzusznej [2].

Interesujące badania kręgosłupa z wykorzystaniem otwartego rezonansu magnetycznego wykonane w pozycji stojącej, przeprowadzili Janssen i wsp. [44, 45]. Wykazano, że u kobiet w pewnych segmentach kręgosłupa poszczególne kręgi są bardziej pochylone do tyłu niż u mężczyzn (rycina 1.5.). Wpływa to na zmniejszenie stabilności rotacyjnej kręgosłupa u płci żeńskiej.



Rycina 1.5. Średnie wartości pochylenia kręgow (w stopniach) na poziomie od Th1 do L5 w płaszczyźnie strzałkowej oceniane w otwartym rezonansie magnetycznym w grupie 15 zdrowych kobiet oraz 15 zdrowych mężczyzn [45].

Wykazano ponadto, że u osób zdrowych (bez skoliozy) występuje niewielka rotacja kręgow (wartość do 3°) o charakterystycznym wzorze: w stronę prawą w odcinku piersiowym środkowym, a w stronę lewą w odcinku piersiowym proksymalnym i lędźwiowym (rycina 1.6.) [44, 45]. Na tej podstawie podejrzewa się, że pewne niewielkie wartości rotacji kręgow są zjawiskiem fizjologicznym. Ponadto, u chorych ze skoliozą progresywną, jest bardziej prawdopodobne, że pogłębianie deformacji będzie przebiegało zgodnie z pierwotnym wzorcem niż w stronę przeciwną. Za przyczynę takiego układu rotacji kręgow w prawidłowo ukształtowanym kręgosłupie badacze uważają asymetryczne rozmieszczenie narządów wewnętrznych klatki piersiowej, a w szczególności przebieg aorty piersiowej w pobliżu kręgosłupa. Tę hipotezę znacznie wzmocniły badania w otwartym rezonansie magnetycznym w grupie osób z zespołem całkowitego odwrócenia trzewi. U tych osób wzorzec rotacji kręgow był przeciwieństwem wzorca rotacji u osób z prawidłowym rozmieszczeniem narządów wewnętrznych (rycina 1.6.). W obu grupach 90% stanowiły osoby praworęczne (rozkład odpowiadający normalnej populacji), co sugeruje, że prawo- lub leworęczność nie determinuje wzorca rotacji kręgow [44].

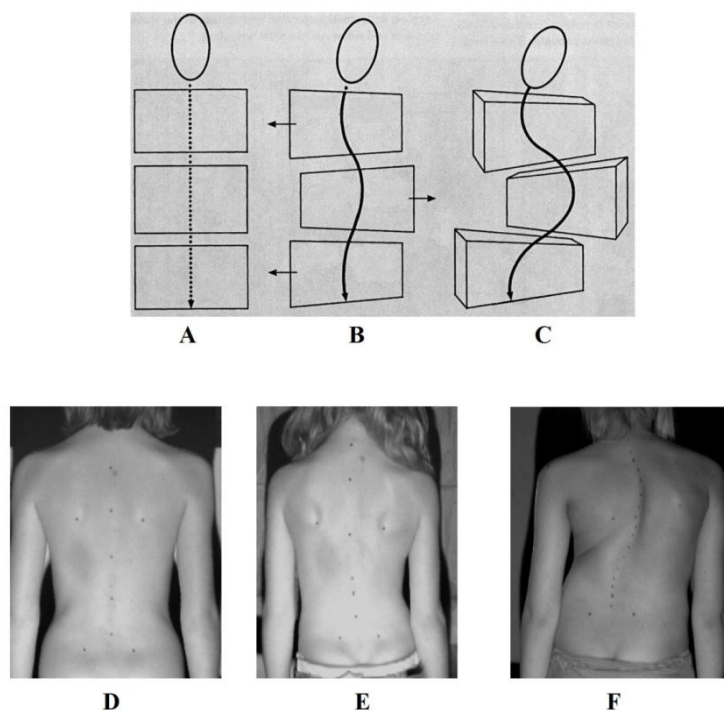


Rycina 1.6. Rotacja kręgow od Th2 do L5 w płaszczyźnie poprzecznej w grupie 50 zdrowych osób bez skoliozy (zielone czworokąty) oraz w grupie 37 osób z zespołem całkowitego odwrócenia trzewi bez skoliozy (niebieskie czworokąty) [44].

1.1.5. Objawy kliniczne skoliozy idiopatycznej

Początkowe objawy skoliozy idiopatycznej są subtelne, nie towarzyszy im ból, co sprawia, że stanowi jednostkę chorobową trudną do wykrycia przez rodziców [23]. Charakterystycznym dla skoliozy idiopatycznej jest występowanie nieprawidłowości we wszystkich płaszczyznach przestrzeni [26, 48].

W płaszczyźnie czołowej obserwuje się odchylenie osi wyrostków kolczystych kręgosłupa do boku. Towarzyszy temu często asymetria ustawienia wyrostków barkowych łopatek, kątów dolnych łopatek, trójkątów talii, miednicy oraz przesunięcie klatki piersiowej (najczęściej w stronę wypukłą), rycina 1.7. W płaszczyźnie strzałkowej dochodzi do zaburzenia ukształtowania krzywizn fizjologicznych kręgosłupa, objawiające się klinicznie jako spłaszczenie kręgosłupa piersiowego. W płaszczyźnie poprzecznej objawem klinicznym rotacji kręgów jest garb żebrowy tylny - po stronie wypukłej skrzywienia oraz garb żebrowy przedni - na przedniej części klatki piersiowej po stronie wklęsłej skrzywienia, a także wał mięśniowy w odcinku lędźwiowym [26, 48, 70].



Rycina 1.7. Schematy i przykłady przedstawiające prawidłowy wygląd tułowia u dziecka zdrowego (A i D), wczesne objawy skoliozy (B i E), zaburzenia statyki tułowia w rozwiniętej skoliozie idiopatycznej (C i F) [70].

1.2. Metody badania skoliozy

1.2.1. Wywiad i badanie kliniczne

Z wywiadu uzyskać należy dane dotyczące występowania skoliozy w najbliższej rodzinie, a także dotyczące rozwoju dziecka oraz przebytych chorób (w tym ortopedycznych). U dziewcząt odnotowuje się datę wystąpienia pierwszej miesiączki, co ma bezpo-

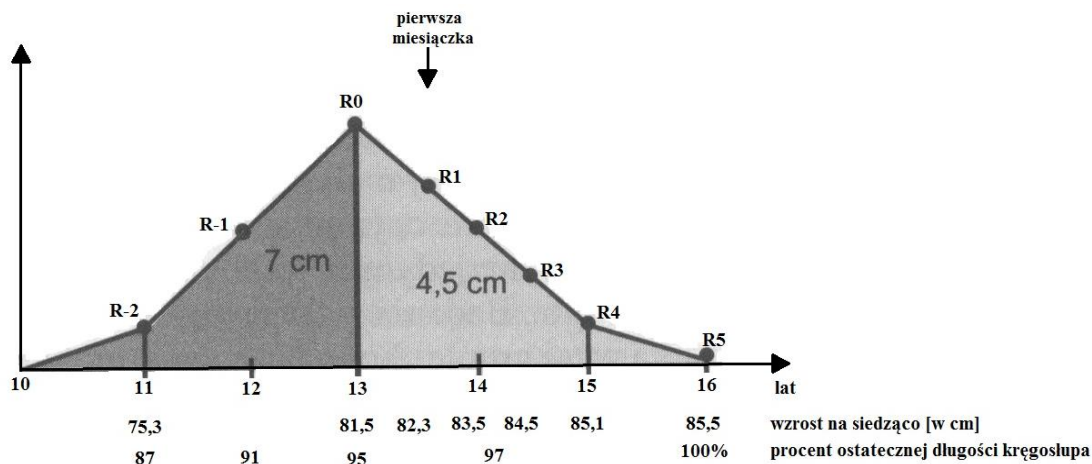
średni związek z przebiegiem fizjologicznych procesów wzrastania i kostnienia szkieletu, rycina 1.8. [26].

Podstawową metodą wykrywania skoliozy idiopatycznej jest badanie kliniczne, obejmujące ocenę postawy ciała, kręgosłupa i tułowia w trzech płaszczyznach przestrzeni. Patrząc na badanego z przodu, z tyłu i z boku ocenia się symetrię oraz proporcje poszczególnych odcinków i części ciała [26].

Powszechnie wykonuje się test Adamsa. Badany, po złączeniu rąk, wykonuje powolny skłon tułowia w przód kierując palce rąk między swoje stopy. W tej pozycji lepiej uwidoczniają się wyrostki kolczyste. Wykrywa się również rotację kręgów w postaci garbu żebrowego oraz lędźwiowego wału mięśniowego [2, 10, 26]. Czułość i swoistość testu zgięciowego Adamsa dla poszczególnych wielkości kąta Cobba są następujące [89]:

- skolioza piersiowa, kąt Cobba $\geq 10^\circ$ — czułość 74 do 84%, swoistość 78 do 93%
- skolioza piersiowa, kąt Cobba $\geq 20^\circ$ — czułość 92 do 100%; swoistość 60 do 91%
- skolioza lędźwiowa, kąt Cobba $\geq 20^\circ$ — czułość 73%; swoistość 68%
- skolioza lędźwiowa, kąt Cobba $\geq 40^\circ$ — czułość 83%; swoistość 99%.

Istotny jest pomiar kompensacji liniowej tułowia przy użyciu pionu opuszczonego z wysokości siódmego kręgu szyjnego. Wykonywanie systematycznych pomiarów wzrostu i ciężaru ciała dziecka oraz wysokości dziecka w pozycji siedzącej, obejmujących długość tułowia, szyi i głowy bez kończyn dolnych ma na celu uchwycenie skoku wzrostowego kręgosłupa, który następuje tuż po szybkim przyroście długości kończyn dolnych.

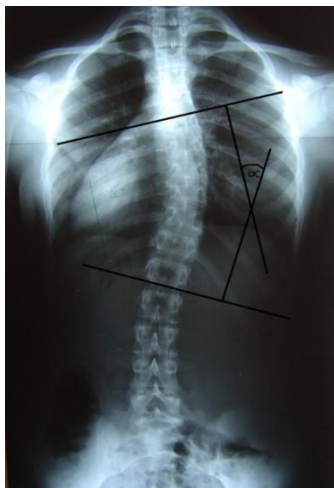


Rycina 1.8. Zestawienie procesów wzrostowych kręgosłupa u dziewcząt w okresie dojrzewania według Dimeglio. Między wiekiem kostnym 11 a 13 lat długość szkieletu osiowego wzrasta o 7 cm, a w następnych latach o kolejne 4,5 cm. Oznaczenia: R-2 do R5 - wartość testu Rissera [26].

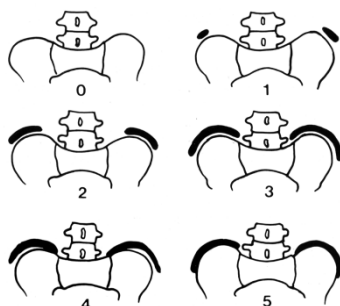
1.2.2. Badanie radiologiczne

Badanie radiologiczne to najważniejsze badanie dodatkowe w skoliozach. Radiogramy powinny być wykonane na długiej kliszy z objęciem kręgosłupa szyjnego aż do miednicy i stawów biodrowych w projekcji przednio-tylnej i bocznej. Wyznaczenie kąta

skrzywienia metodą Cobba stanowi złoty standard w rozpoznaniu skoliozy i w ocenie deformacji (rycina 1.9.). Na podstawie radiogramu ocenia się między innymi stopień rotacji kręgów (według Perdrille'a [26, 69], Raimondiego [109] lub Nasha i Moe [46, 69], ryzyko progresji skoliozy wczesnodziecięcej (kąąt żebrowo-kręgowy według Mehty [26], wiek kostny (test Rissera [61], rycina 1.10.), wielkość krzywizn strzałkowych kręgosłupa, obecność patologicznej kifozy połączeniowej na granicy kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego [26, 115].



Rycina 1.9. Wyznaczenie kąta skrzywienia metodą Cobba: kąąt zawarty między prostą styczną do górnej powierzchni trzonu kręgu krańcowego górnego oraz prostą styczną do powierzchni dolnej kręgu krańcowego dolnego.



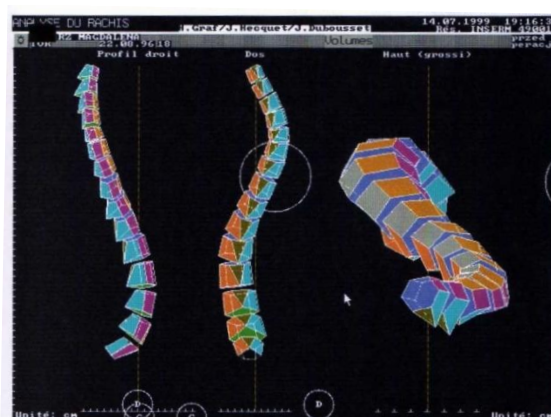
Rycina 1.10. Test Rissera: 0-brak cienia jądra kostnienia grzebienia biodrowego; 1-widoczny cień kostnienia, najczęściej w okolicy kolca biodrowego przedniego górnego; 2- cień kostnienia sięga do połowy długości grzebienia biodrowego, 3- cień kostnienia sięga do kolca tylnego, 4- cień kostnienia zlewa się z obrysem talerza biodrowego; 5-całkowite połączenie cienia kostnienia z talerzem biodrowym [26].

Wykonanie badania radiologicznego wiąże się z narażeniem na promieniowanie jonizujące. Pomimo wprowadzenia udoskonaleń metody umożliwiających zmniejszenie dawki ekspozycyjnej przy jednoczesnym zwiększeniu czułości zdjęcia, między innymi poprzez zastosowanie ekranów z tak zwanych ziem rzadkich, badanie to nie jest wykonywane jako przesiewowe dla skolioz (screening) [115]. Badania Doody i wsp. [19], przeprowadzone na grupie osób ze skoliozą objętych kontrolą przez okres 40 lat, wykazały zwiększony współczynnik śmiertelności z powodu raka piersi, wynoszący 1,69.

Zwiększone ryzyko zgonu z powodu tego rodzaju nowotworu wykazano szczególnie wśród osób często badanych radiologicznie w młodym wieku (wśród 5466 pacjentek ze skoliozą stwierdzono 77 zgonów spowodowanych nowotworem piersi, w porównaniu ze śmiertelnością populacyjną wynoszącą 45,6 zgonów w identycznej liczebnie grupie) [19].

1.2.3. Komputerowa analiza radiogramów kręgosłupa

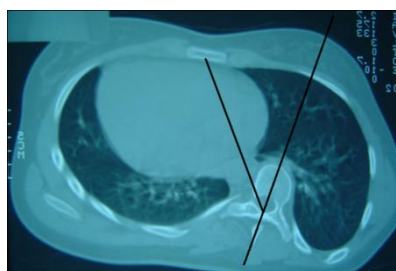
Komputerowa analiza radiogramów kręgosłupa jest nowoczesną metodą umożliwiającą uzyskanie trójwymiarowej rekonstrukcji kręgosłupa i klatki piersiowej na podstawie radiogramów wykonanych w projekcji przednio-tylnej i bocznej. Specjalny program (Rachis) dokonuje rekonstrukcji przestrzennej obrazu w oparciu o zasadę transformacji liniowej bezpośredniej, rycina 1.11. [62].



Rycina 1.11. Komputerowa rekonstrukcja prawostronnej skoliozy piersiowej w programie Rachis. Widok kręgosłupa z boku, z tyłu, z góry [62].

1.2.4. Tomografia komputerowa

Tomografia komputerowa (CT - ang. *computed tomography*) wykorzystuje promieniowanie rentgenowskie w celu wykonania przekrojowych zdjęć badanej części ciała. W skoliozie umożliwia obserwację rotacji i torsji kręgów w sposób bezpośredni na poziomie całego kręgosłupa. Ze względu na dążenie do ograniczenia napromieniowania, przekroje dokonywane są zwykle na poziomie kręgów granicznych, kręgu szczytowego oraz miednicy [26, 46, 115], rycina 1.12.

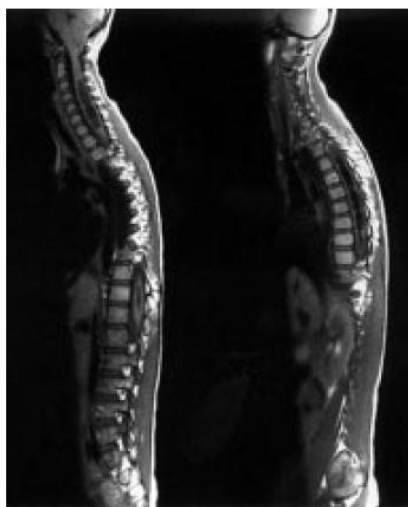


Rycina 1.12. Przekrój poprzeczny klatki piersiowej w badaniu tomografii komputerowej u dziecka ze skoliozą. Na rycinie zaznaczono kąt rotacji kręgu według Aaro i Dahlborna [1].

Możliwe jest wzbogacenie metody CT za pomocą trójwymiarowej obróbki obrazu. Umożliwia to obrazowanie kręgosłupa w sposób przestrzenny, wykrycie zniekształceń w obrębie kanału kręgowego, wad wrodzonych kręgosłupa, uwidocznienie położenia implantów kręgosłupowych oraz ocenę jakości spondylodezy. Badanie to odgrywa istotną rolę w wyborze techniki operacyjnej [26, 115].

1.2.5. Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego

Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego (MRI - ang. *magnetic resonance imaging*) jest nieinwazyjną metodą uzyskiwania obrazów odpowiadających przekrojom przez określoną strukturę lub część ciała, rycina 1.13. Obrazowanie opiera się na zjawisku jądrowego rezonansu magnetycznego dla jąder atomów wodoru zawartych w cząsteczkach wody w tkankach. Badanie wiąże się z oddziaływaniem silnego pola magnetycznego, z tego powodu nie jest wskazane u osób mających wszczepione metalowe implanty. Zagrożenia dla zdrowia wynikające z badania są bardzo małe, związane z możliwością wystąpienia reakcji alergicznej w przypadku konieczności podania środka cieniującego [26, 115].



Rycina 1.13. Wybrane przekroje kręgosłupa w badaniu MRI w projekcji strzałkowej u dziewczynki z niewielką skoliozą. U dziecka stwierdzono asymetrię odruchów brzusznych w badaniu klinicznym. Na obrazach widoczna jamistość rdzenia kręgowego oraz wgłobienie migdałków mózdzku wskazujące na zespół Arnolda i Chiariego I [115].

MRI ma zastosowanie w diagnostyce pacjentów ze skoliozą, głównie w celu oceny struktur nerwowych i kształtu kanału kręgowego. Badanie to jest wskazane w przypadku skolioz o nietypowym wzorze (na przykład skolioza piersiowa lewostronna), w diagnostyce skrzywień wrodzonych kręgosłupa oraz współistniejących zaburzeń neurologicznych w celu wykrycia wad układu nerwowego [26, 50, 115].

1.2.6. Pomiar KRT skoliometrem Bunnella

W 1984 roku Bunnell przedstawił w Stanach Zjednoczonych specjalny rodzaj inklinometru umożliwiający obiektywne określenie wartości rotacji tułowia w sposób prosty i szybki [10, 73]. Przyrząd ten, nazwany skoliometrem, jest wykonany z tworzywa sztucznego z wtopioną centralnie rurką wypełnioną cieczą, w której porusza się - jak w poziomiccy - wskaźnik. Wyrysowana podziałka służy do odczytu kąta rotacji tułowia (KRT), rycina 1.14. Pośrodku dolnej krawędzi znajduje się wgłębienie dla wyrostka kolczystego kręgu.



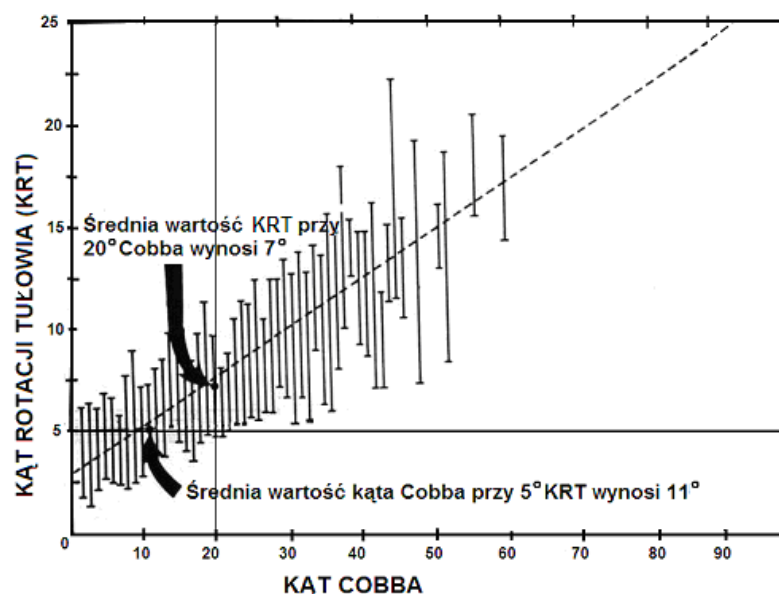
Rycina 1.14. Kąt rotacji tułowia (KRT) - kąt zawarty między płaszczyzną poziomą a płaszczyzną styczną do grzbietu badanego w miejscu występowania największej deformacji.

Pomiaru KRT dokonuje się w miejscach największej rotacji kręgów przykładając skoliometr, bez dociskania, w poprzek osi długiej kręgosłupa. W warunkach idealnej symetrii przyrząd wskazuje zero stopni. W skoliozie wartość ta wzrasta proporcjonalnie do wielkości deformacji [10, 51, 55, 63, 85]. Pomiaru KRT dokonać można na różnych poziomach kręgosłupa, zwykle co najmniej na trzech: piersiowym proksymalnym, piersiowym głównym i lędźwiowym, zgodnie z najczęstszą lokalizacją skolioz [71]. Poprzez zsumowanie wartości kąta rotacji tułowia dla poszczególnych poziomów uzyskuje się parametr Suma Trzech Rotacji (STR), charakteryzujący globalną deformację rotacyjną tułowia [54, 14].

Udowodniono wysoki stopień powtarzalności (otrzymanie takich samych wyników przez tego samego badacza) i odtwarzalności (otrzymanie takich samych wyników przez innych badaczy) badania z użyciem skoliometru, w tym wykonanych zarówno przez doświadczonego badającego i przez początkujących badających [51, 53, 55, 89, 111]. Z tego powodu skoliometr znalazł zastosowanie w badaniach przesiewowych skolioz. Błąd pomiaru kształtuje się następująco:

- błąd międzygrupowy (ang. *inter-rater error*): dla odcinka piersiowego: $2,0^{\circ}$, dla odcinka lędźwiowego: $2,2^{\circ}$,
- błąd wewnątrzgrupowy (ang. *intra-rater error*): dla odcinka piersiowego: $1,2^{\circ}$, dla odcinka lędźwiowego: $1,6^{\circ}$ [89].

W badaniach na grupie 1065 pacjentów Bunnell zaobserwował pewną prawidłowość: wielu pacjentów (52%) z niewielkim skrzywieniem ($< 20^\circ$ kąta Cobba) miało większy niż spodziewany KRT (powyżej 5°). Odwrotne zjawisko zachodziło bardzo rzadko – zaobserwował tylko 1,2% przypadków skolioz o wartości $20^\circ - 35^\circ$ kąta Cobba, mających równocześnie KRT poniżej 5° . Świadczy to o istotnej roli pomiaru KRT w wykrywaniu skolioz u dzieci. Uśrednione wartości kąta Cobba w zależności od KRT według Bunnella przedstawia rycina 1.15. [10]. Wynika z niej, że 5° kąta rotacji tułowia na skoliometrze odpowiada 11° kąta Cobba, natomiast 7° KRT odpowiada 20° Cobba.



Rycina 1.15. Zależności wartości kąta rotacji tułowia i kąta Cobba na podstawie pomiarów 1065 dzieci, według Bunnella [10].

Niektórzy badacze podejmują się opracowania matematycznego wzoru umożliwiającego obliczenie kąta Cobba na podstawie wartości KRT [51]. Badania wskazują, że korelacja wielkości garbu żeberowego i kąta Cobba jest wysoka, jednak niecałkowita [28]. Sam twórca skoliometru twierdzi, iż pomimo istotnej statystycznie wysokiej korelacji pomiędzy pomiarem klinicznym i radiologicznym, nie jest możliwe przewidzenie w sposób dokładny stopnia skrzywienia kręgosłupa żadną z dostępnych metod pomiarowych powierzchni ciała, ze względu na stosunkowo wysokie wartości odchylenia standardowego [12].

Badania Grivasa i wsp. [30, 31, 32, 33] wskazują na większą korelację pomiędzy KRT i kątem Cobba u starszych dzieci (14 -18 lat) niż u dzieci młodszych (7 - 13 lat). W badaniach Krawczyńskiego [64], a także w badaniach Pearsaliego i wsp. [85] stwierdzono silną zależność kąta rotacji tułowia i kąta Cobba w skoliozach piersiowych, natomiast siła zależności (wartość współczynnika korelacji) była znacznie niższa w skoliozach lędźwiowych.

W dostępnym piśmiennictwie spotkać można wiele doniesień na temat wpływu różnicy długości kończyn dolnych na wynik pomiaru rotacji tułowia, głównie w odcinku lędźwiowym kręgosłupa [30, 56]. Wielu badaczy uważa, że dla oceny wartości rotacji tułowia przy użyciu skoliometru właściwą jest pozycja siedząca z pochyleniem tułowia do przodu [14, 30, 32, 34, 52, 56, 57, 72, 107].

Pozycja ta umożliwia wyeliminowanie skośnego ustawienia miednicy, wpływu różnicy długości kończyn dolnych, a także ułatwia zgięcie tułowia dzieciom ze skróconymi mięśniami kulszowo-goleniowymi. Ponadto jest mniej podatna na wychwiania posturalne niż pozycja stojąca. Ma to szczególne znaczenie w badaniach przesiewowych mających na celu wykrycie dzieci ze skoliozą idiopatyczną.

Początkowo (1984 rok) proponowaną wartością KRT, na podstawie której zalecano kierowanie dzieci do konsultacji ortopedycznej, było 5° [10]. Obecnie proponuje się następujące wartości progowe KRT [11, 12, 34, 79, 93]:

- od 0° do 3° - fizjologiczna asymetria tułowia
- od 4° do 6° - konieczność powtórzenia badania po 3 - 4 miesiącach
- 7° lub więcej - upoważnia do skierowania do ortopedy i wykonania badania radiologicznego.

Zmiana wartości odcięcia w badaniu przesiewowym z użyciem skoliometru była wynikiem wielu analiz i badań nad czułością i swoistością metody [6, 11, 12, 40]. Ashworth [6] wykazał, że badanie przesiewowe oparte na kryterium odcięcia dla $KRT \geq 5^\circ$ charakteryzowało się 100% czułością i 47,2% swoistością. Takie kryteria przesiewu powodowały wysyłanie zbyt dużej liczby dzieci, często nie wymagających poszerzenia diagnostyki, do lekarzy specjalistów. Postępowanie to generowało zbyt duże koszty i niepotrzebnie narażało na promieniowanie rentgenowskie. Obecnie proponowana wartość odcięcia w badaniu skoliometrem wynosząca 7° odznacza się zarówno wysoką czułością (83,3%) jak i swoistością (86,8%) w wykrywaniu skoliozy [6, 11, 12, 73]. Zaleca się, by dzieci z mniejszą asymetrią tułowia (KRT od 4° do 6°) były okresowo kontrolowane (co 3 do 6 miesięcy) przez pielęgniarkę szkolną lub lekarza rodzinnego [12, 34].

Skoliometr jest powszechnie uznanym przyrządem służącym zarówno w badaniach klinicznych jak i przesiewowych. Pomaga w wykryciu, prowadzeniu oraz obserwacji pacjenta ze skoliozą. Przyczynia się do ograniczenia częstości wykonywania badań radiologicznych. Metoda pomiaru rotacji tułowia skoliometrem jest łatwa, niedroga i efektywna. Charakteryzuje się brakiem szkodliwości i uzyskaniem natychmiastowego wyniku, dlatego jest powszechnie polecana i stosowana w badaniach przesiewowych na całym świecie [3, 9, 12, 30, 32, 36, 51, 55, 57, 73, 79, 85, 93, 111].

W Polsce znajomość skoliometru jest dalece niewystarczająca, jednak stopniowo wiedza o jego przydatności rozszerza się wśród osób zajmujących się rozpoznawaniem i leczeniem skoliozy.

1.2.7. Topografia powierzchni ciała

Topografia powierzchni ciała należy do technik fotogrametrycznych, czyli zajmujących się odtwarzaniem kształtów, rozmiarów i wzajemnego położenia obiektów na podstawie zdjęć fotogrametrycznych (fotogramów) [81]. Techniki te stosowane są w geodezji, geologii, architekturze, archeologii, meteorologii, leśnictwie oraz w medycynie. Pierwsze zdjęcia fotogrametryczne wykonano w 1858 roku w Paryżu z balonu na uwięzi. W 1970 roku Takasaki jako pierwszy zastosował fotogrametrię, wykorzystując technikę mory, w celu wykrycia wczesnych objawów skoliozy u dzieci [100, 101, 103].

Topografia powierzchni ciała (TPC) jest techniką polegającą na obrazowaniu i analizie zewnętrznych obrysów tułowia, najczęściej od strony grzbietu badanego. W ocenie zniekształcenia tułowia u dzieci ze skoliozą wykorzystuje się zależność pomiędzy kątem skrzywienia kręgosłupa a deformacją powierzchniową [48, 81, 104]. Uzyskanie obrazu, z fizycznego punktu widzenia, opierać się może na różnych technikach, które podlegają ciągłym modyfikacjom i udoskonaleniom [48, 81, 104].

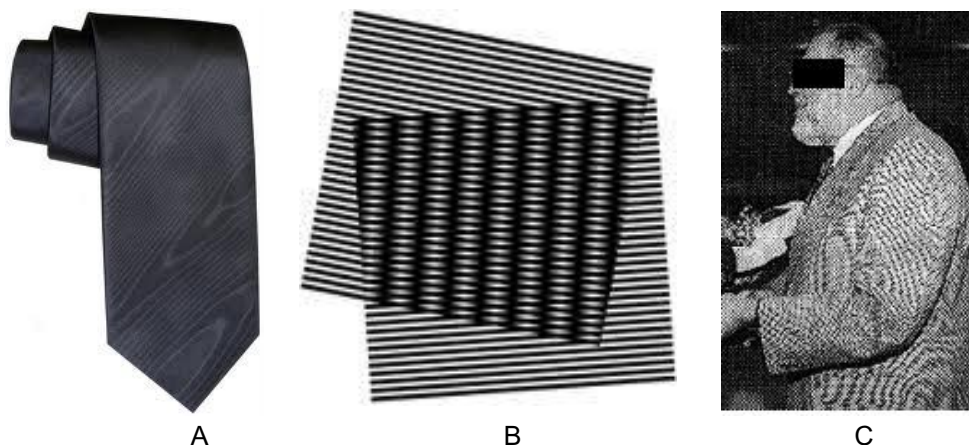
Do niewątpliwych zalet TPC należą: nieinwazyjność i bezpieczeństwo wykonania badania, możliwość szybkiej i dokładnej oceny postawy ciała w trzech płaszczyznach przestrzeni, możliwość przechowywania danych na nośnikach pamięci oraz akceptowanie badania przez dzieci i młodzież w wieku szkolnym [38, 47, 74, 81, 84, 118]. Poniżej omówione zostaną najważniejsze techniki topografii powierzchni ciała.

1.2.7.1. Technika mory (prążków interferencyjnych)

Pojęciem mory (lub też moire) określa się zjawisko nakładania na siebie dwóch układów linii zniekształconych lub obróconych względem siebie o pewien kąt. Interferencja linii daje w efekcie obraz prążków, których układ może być bardzo złożony.

Nazwa wywodzi się z od arabskiego określenia *mukhayya*. Słowo to oznacza "wybrany" i odnosi się do ubrania szytego z prawdziwego moheru, wykonanego z wełny kozy angora o długim jedwabistym włosiu. W wersji anglojęzycznej słowo to przybrało najpierw formę *mohair*, następnie we francuskiej formie *mouaire*, po czym przekształciło się w swoim francuskim brzmieniu na *moiré*, w angielskim na *moire*, a w wersji polskiej powstała *mora* [110].

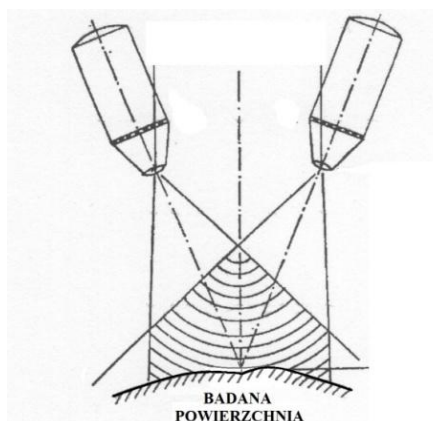
Układ prążków mory można zaobserwować na różnego rodzaju strukturach, na przykład na jedwabnym materiale, krzyżujących się siatkach, a także jako niepożądany efekt pojawiający się w filmografii, grafice komputerowej i poligrafii podczas drukowania oraz skanowania obrazów, rycina 1.16.



Rycina 1.16. Przykłady występowania prążków mory: A - jedwabny krawat, B - nałożone na siebie dwie siatki, C - mora w poligrafii (zdjęcie pochodzące z gazety) [76].

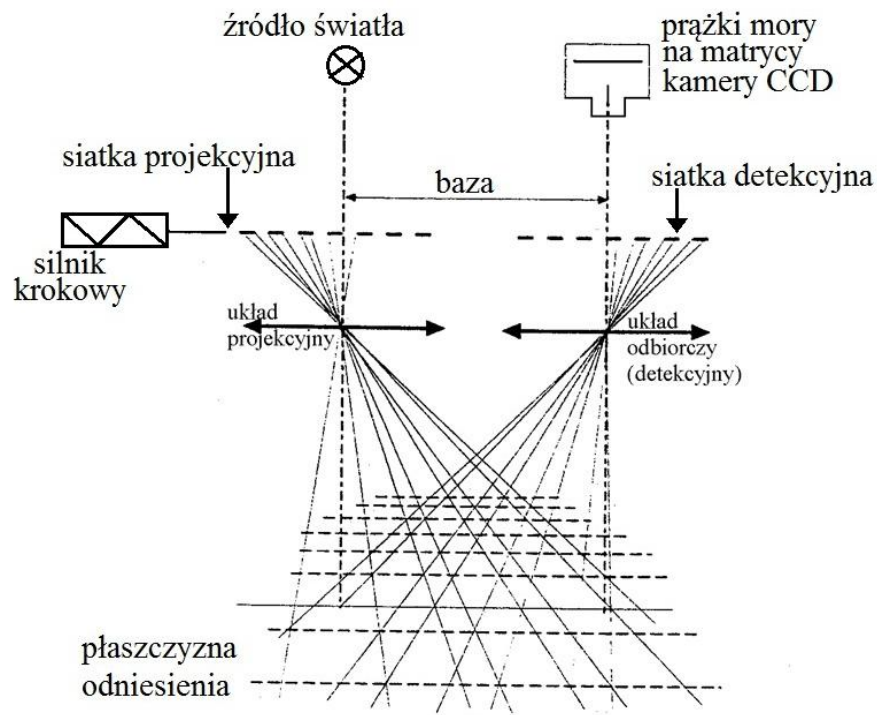
Zjawisko mory stosowane do analizy kształtu badanej powierzchni można rozważać trojako [8, 78, 117]:

- 1) mora odbiciowa - analiza obrazu mory powstałego po nałożeniu dwóch obrazów siatki: siatki odbitej od obiektu nie odkształconego i po jego odkształceniu; metoda ta jest stosowana na przykład do pomiaru odkształceń płyt;
- 2) mora cieniowa - analiza obrazu mory powstałego w ten sposób, że cień siatki jest rzutowany na badaną powierzchnię i obserwowany po przejściu przez tę samą siatkę;
- 3) mora projekcyjna:
 - bezpośrednia - równoczesne rzutowanie na badaną powierzchnię dwóch siatek liniowych za pomocą dwóch projektorów; obraz mory powstaje w wyniku superpozycji (sumowania fal) obu siatek, rycina 1.17.;



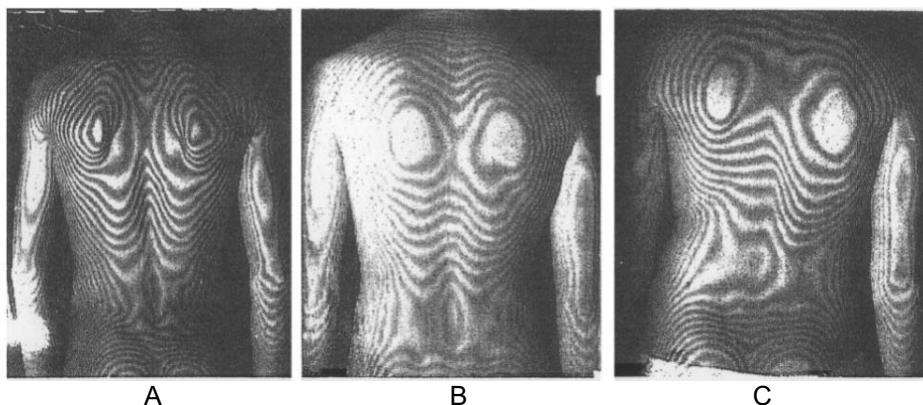
Rycina 1.17. Schemat badania powierzchni techniką mory projekcyjnej bezpośredniej [8].

- pośrednia - siatka projekcyjna (struktura rastra) jest rzutowana przez układ optyczny projekcyjny na badaną powierzchnię. Układ optyczny detekcyjny rejestruje obraz powierzchni wraz z rzutowaną strukturą rastra w płaszczyźnie, w której znajduje się drugi raster (siatka detekcyjna), zwany strukturą odniesienia, na której powstają prążki mory, rycina 1.18.



Rycina 1.18. Schemat układu mory projekcyjnej pośredniej [78].

Ogólna zasada uzyskiwania informacji dotyczącej ukształtowania powierzchni za pomocą mory opiera się na analizie obrazu siatki liniowej (rastra) przemieszczonej drogą optyczną na badaną powierzchnię [8, 81]. U chorego ze skoliozą występuje charakterystyczna różnica pomiędzy liniami konturowymi dwóch połówek ciała. Na podstawie prac Willnera wielkość asymetrii tułowia ocenia się na podstawie różnicy położenia prążków mory po prawej i lewej stronie kręgosłupa na wybranym poziomie tułowia [113], rycina 1.19.



Rycina 1.19. Układ prążków mory: A - symetryczny, w badaniu klinicznym wynik prawidłowy, B - nieznaczna asymetria (różnica 1,5 prążka), co u tej osoby odpowiada 10° kąta Cobb'a w odcinku piersiowym w stronę prawą, C - znaczna asymetria tułowia (różnica 4 prążków mory), co u tego pacjenta odpowiada 27-stopniowej skoliozie piersiowo-lędźwiowej prawostronnej [113].

Znając niezbędne parametry techniczne (między innymi: odległość pomiędzy źródłem światła a rastrem, odległość pomiędzy tym źródłem a aparatem fotograficznym, od-

ległość badanego od aparatu, strukturę i układ rastra) można obliczyć wysokość każdej warstwy, a w praktyce wysokość garbu żebrowego oraz przestrzenne położenie wybranych punktów ciała leżących na różnych warstwach [48, 113]. Dawniej pomiary te przeprowadzano ręcznie, co było zajęciem czasochłonnym oraz wymagało dużej precyzji w wykonaniu rastra o idealnej powierzchni. Obecnie dąży się do uproszczenia i automatyzacji metod pomiarowych, stąd wykorzystanie rastra optycznego (diapozytyw prążków rzutowanych na ciało badanego) oraz analizy komputerowej uzyskanego obrazu [48, 78, 81].

1.2.7.2. Stereografia rastrowa Formetric

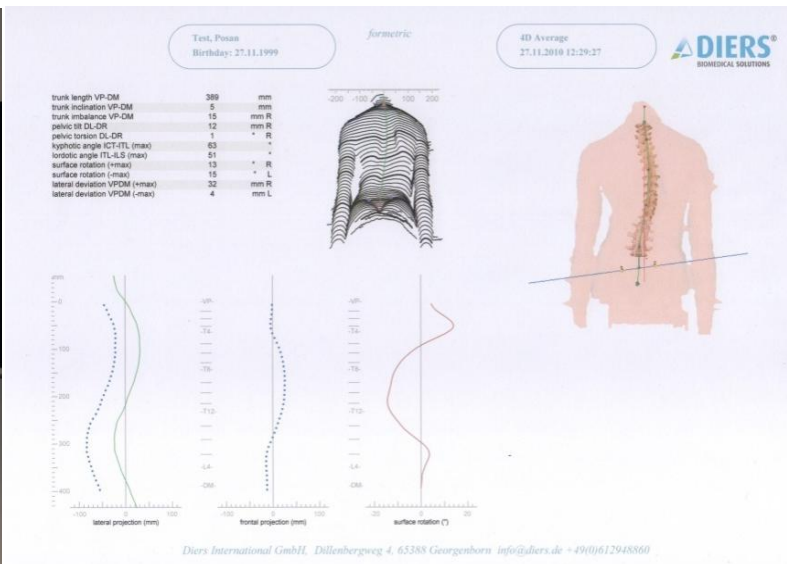
Do metod stereografii rastrowej zaliczyć można system obrazowania Formetric niemieckiej firmy DIERS [18]. W metodzie tej osoba badana przyjmuje swobodną pozycję stojącą w odległości 2 metrów od urządzenia składającego się z kamery cyfrowej i projektora umieszczonych na jednej kolumnie w odległości minimum 80 centymetrów od siebie. Po zautomatyzowanym dostosowaniu wysokości położenia kamery do wzrostu badanego, projektor wyświetla równoległe linie pomiarowe na powierzchni pleców wykorzystując bezpieczne dla organizmu światło białe. W tym samym czasie następuje rejestracja obrazu, a następnie automatyczne przesłanie danych do komputera oraz ich analiza. W większości przypadków program automatycznie znajduje na powierzchni grzbietu anatomiczne punkty odniesienia (między innymi wyrostek kolczysty siódmego kręgu szyjnego oraz tak zwane dołeczki Wenus), w wyjątkowych sytuacjach konieczne jest naklejenie specjalnego markera na powierzchnię skóry przed wykonaniem badania.

W celu wykonania pojedynczego ujęcia prezentacja pacjenta trwa 40 milisekund. Technologia 4D łączy trójwymiarową rekonstrukcję obrazu kręgosłupa i tułowia z komponentą czasu. W trakcie 6-sekundowej prezentacji pacjenta kamera rejestruje 12 ujęć. Wynikiem ostatecznym jest automatycznie obliczona przez program średnia wyników wszystkich ujęć, których nieznaczne różnice są wynikiem ruchów oddechowych klatki piersiowej oraz chwiejności postawy ciała badanego.

Program umożliwia dokładne (margines błędu wynosi ≤ 1 milimetr), trójwymiarowe określenie ukształtowania powierzchni grzbietu, przebiegu linii kręgosłupa oraz ustawienia miednicy, rycina 1.20. [18, 24, 25].



A

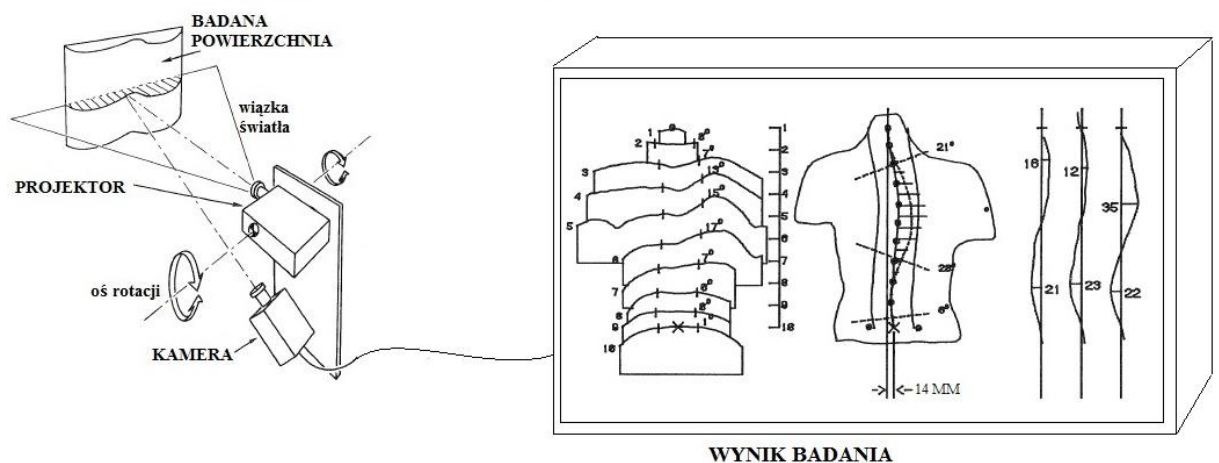


B

Rycina 1.20. Badanie tułowia metodą stereografii rastrowej FORMETRIC (A); przykładowy wynik badania dziecka ze skoliozą (B) [18].

1.2.7.3. Metoda ISIS

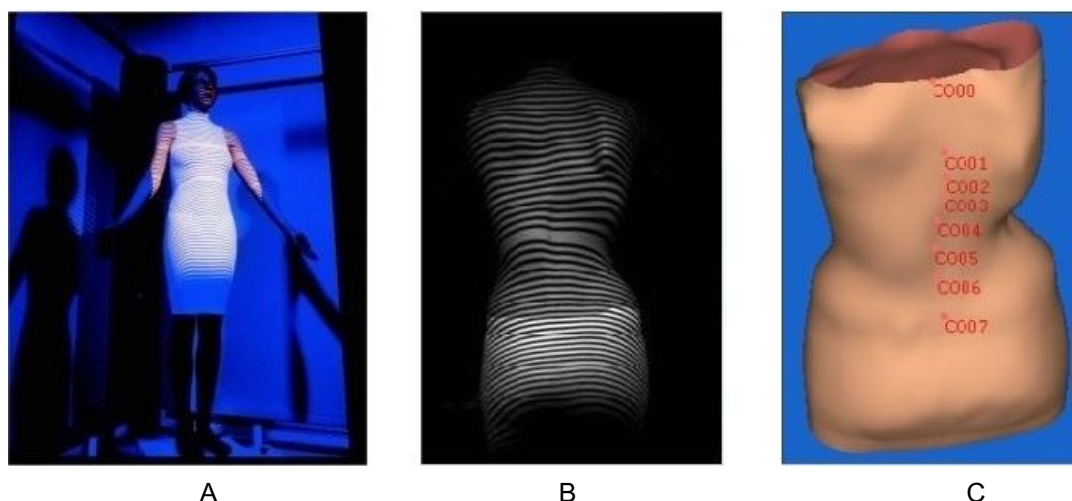
Metoda ISIS (*Integrated Shape Investigation System*) to stereofotogrametryczny system obrazowania stworzony w Oxfordzie w 1980 roku. Metoda polega na skanowaniu badanej powierzchni poprzeczną wiązką światła, co trwa około 1 sekundę. Zniekształcona przez nierówności powierzchni ciała wiązka jest rejestrowana przez kamerę. Obraz zostaje w sposób automatyczny przetworzony przez komputer. Badanie umożliwia uzyskanie trójwymiarowej analizy powierzchni grzbietu, rycina 1.21. [48, 73, 105].



Rycina 1.21. Schemat aparatury ISIS według Turner-Smith'a i Harris'a [105].

1.2.7.4. Metoda ORTEN

Aparatura produkowana przez francuską firmę ORTEN umożliwia przestrzenne odwzorowanie ukształtowania sylwetki osoby badanej lub poszczególnych części ciała, jak tułów i kończyny. System ORTEN-3D Scanner pracuje w oparciu o program ComfOR-TAC, który umożliwia wykonanie trójwymiarowego cyfrowego modelu badanego obiektu na podstawie 4 ujęć z zespolonych kamer. Dokonuje pomiaru parametrów tułowia i kończyn dolnych w zakresie 360° w wyniku analizy zniekształcenia ustrukturyzowanej wiązki światła padającej na badaną powierzchnię. Czas pomiaru wynosi mniej niż 2 sekundy. Metoda jest nieinwazyjna, bezpieczna i dokładna (błąd pomiaru wynosi 1 mm). Zainstalowanie aparatury jest możliwe w standardowych pomieszczeniach (70x70x83 cali), rycina 1.22. [82].



Rycina 1.22. Badanie tułowia w systemie ORTEN 3-D Scanner. A-pozycja do badania. B i C- trójwymiarowy cyfrowy model tułowia [82].

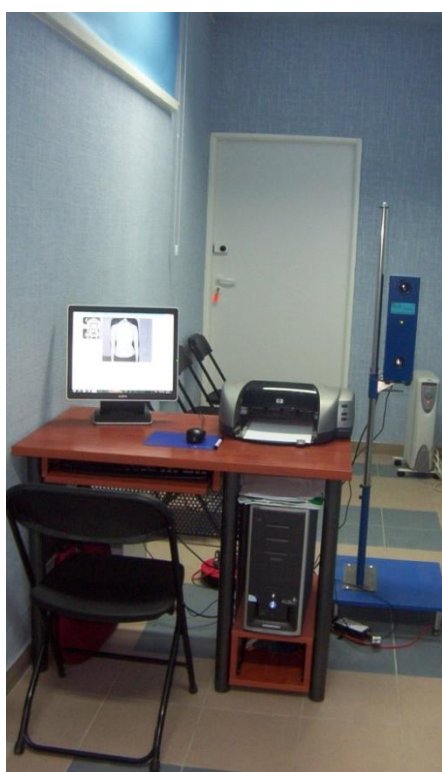
System pozwala nie tylko na wykonywanie pomiarów i obrazowanie przestrzenne tułowia, ale również umożliwia zautomatyzowane utworzenie modelu tułowia bez konieczności wykonywania odlewu gipsowego, rycina 1.23. Znajduje przez to zastosowanie w wykonywaniu ortez kręgosłupa [82].



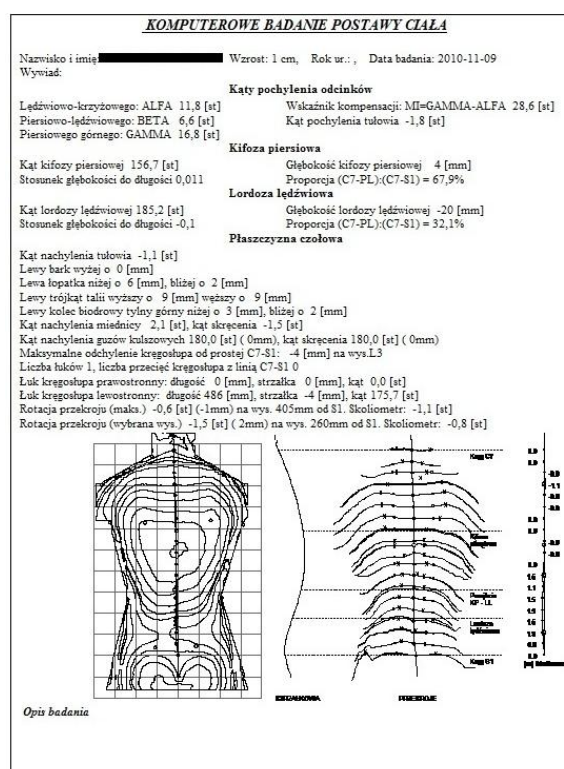
Rycina 1.23. Automatyczne rzeźbienie modelu tułowia [82].

1.2.7.5. Ocena ukształtowania powierzchni ciała na przyżyciu aparatury firmy CQ Elektronik System

W Polsce badaniami nad oceną powierzchni ciała zajmowali się Śliwiński i Orman [96]. Teoretyczne założenia i możliwości stosowania klinicznego badań Nowotny [81]. Obecnie najczęściej wykorzystywana jest aparatura do badania topografii powierzchni ciała firmy *CQ Elektronik System* z Wrocławia, stosowana również w niniejszej pracy. Ocena ukształtowania powierzchni ciała dokonywana jest w oparciu o analizę zniekształceń linii wyświetlanych na badanej powierzchni (grzbiet dziecka). Stanowisko badawcze składa się z urządzenia projekcyjno-odbiorczego połączonego z komputerem za pomocą złącza USB i umieszczonego zwykle na specjalnie skonstruowanym statywie (tak zwana "winda"), który umożliwia dopasowanie wysokości położenia aparatu projekcyjno-odbiorczego do wysokości badanego, rycina 1.24. A.



A



B

Rycina 1.24. Stanowisko badawcze topografii powierzchni ciała firmy CQ Elektronik System (A) oraz przykładowy wydruk wyniku badania (B).

Obraz rejestrowany przez kamerę CCD zostaje przetworzony na sygnał cyfrowy. W oparciu o algorytmy numeryczne zawarte w oprogramowaniu komputerowym sygnał cyfrowy zostaje przekształcony na mapę warstwicową (obraz mory). Po opracowaniu fotogramu program automatycznie oblicza szereg parametrów dotyczących trzech płaszczyzn przestrzeni. Możliwe jest wydrukowanie wyniku badania (rycina 1.24.B), zachowanie go w pamięci komputera, a także przeniesienie danych do programu kalkulacyjnego typu Microsoft Excel [99].

Dane techniczne aparatury:

- napięcie: 230V, 50Hz
- moc znamionowa: 160W lub 60W (zależnie od egzemplarza)
- oświetlenie: żarówka halogenowa: 24V-150W lub 12V-50W
- wymiary: 300 x 420 x 120 cm
- ciężar: około 6 kg
- wymagania sprzętowe: PENTIUM 1500; RAM.512 MB; 80 MB wolne na HDD; karta graficzna (1024 x 768, High Color)
- system operacyjny: WINDOWS XP
- czas wykonywania jednego ujęcia: 0,03 sekundy
- pole badania: 450 x 550 mm
- rozdzielczość izolinii: <10 mm
- rozdzielczość obrazu: 480 x 570 punktów.

Dokładność wykonania pomiarów przez aparaturę pod względem rozdzielczości obrazu i wartości liczonych parametrów jest podana przez producenta i wynosi 1 milimetr lub 0,1 stopnia [99].

Dla płaszczyzny strzałkowej rozdzielczość wynikająca z gęstości izolinii jest nie mniejsza niż 1 centymetr, jednak w trakcie obróbki danych (normalizacja płaszczyzny strzałkowej) program wykorzystuje funkcje aproksymujące, co daje możliwość zwiększenia dokładności obliczeń do 1 milimetra.

1.2.7.5.1. Rozwinięcie możliwości pomiarowych aparatury firmy CQ Elektronik System

W Katedrze Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu w latach 2001-2004 zrealizowano projekt badawczy (Kotwicki: Standaryzacja metody komputerowego badania postawy ciała u dzieci, grant KBN 3PO5D03123) mający na celu ocenę przydatności badania topografii powierzchni ciała w skoliozach, jego standaryzację oraz wprowadzenie nowych parametrów, specyficznych dla skoliozy idiopatycznej, takich jak parametr POTSI i parametr Hump Sum. Potrzeba modyfikacji badania wyniknęła z faktu, że początkowo zostało ono opracowane głównie dla oceny postawy ciała, a nie dla skoliozy idiopatycznej. W szczególności pominięto okoliczność, że najbardziej charakterystyczne zmiany morfologiczne kręgosłupa i tułowia zachodzą w płaszczyźnie poprzecznej ciała (rotacja osiowa kręgów, garb żebrowy, wał lędźwiowy).

Z uwagi na zastosowanie w pracy współczynnika POTSI i zmodyfikowanej wersji parametru Suzuki Hump Sum (HS), niedawno opisanych w polskim piśmiennictwie [54], podaję sposób ich wyznaczenia.

Parametr POTSI (ang. *Posterior Trunk Symmetry Index*, tylny współczynnik symetrii tułowia), opisany przez Suzuki i wsp. [14, 41, 54, 94], dotyczy pomiaru zniekształcenia tułowia w płaszczyźnie czołowej (rycina 1.25.). POTSI uwzględnia położenie ośmiu punktów anatomicznych: wyrostek kolczysty C7, szczyt tylnego fałdu pachy prawej i lewej, wyrostek barkowy łopatki prawy i lewy, największe wcięcie w tali po stronie prawej i lewej, początek szpary pośladkowej. Program wyznacza położenie centralnej pionowej linii krzyżowej (CPLK), wyprowadzając ją ze szczytu szpary pośladkowej, a następnie mierzy odległości punktów od tej linii oraz względem siebie. POTSI obliczany jest według wzoru:

$$\text{POTSI} = \text{FAI(C7)} + \text{FAI(a)} + \text{FAI(t)} + \text{HDI(s)} + \text{HDI(a)} + \text{HDI(t)}$$

POTSI stanowi sumę wartości sześciu parametrów (rycina 1.25.):

- ❖ trzech współczynników asymetrii w płaszczyźnie czołowej (frontal asymmetry index, FAI):

- współczynnik asymetrii wyrostka kolczystego siódmego kręgu szyjnego - FAI(C7) - obliczany na podstawie odległości wyrostka kolczystego C7 od CPLK (i) podzielonej przez wartość sumy odległości fałdów pachowych tylnych od CPLK po stronie lewej (c) i prawej (d):

$$\text{FAI(C7)} = \frac{i}{c + d} \times 100$$

- współczynnik asymetrii pachy (axillar) - FAI(a) – obliczany na podstawie odległości tylnych fałdów pachowych lewego (c) i prawego (d) od CPLK:

$$\text{FAI(a)} = \frac{|c - d|}{c + d} \times 100$$

- współczynnik asymetrii talii (trunk) - FAI(t) - obliczany na podstawie odległości wcięć talii lewej (a) i prawej (b) od CPLK:

$$\text{FAI(t)} = \frac{|a - b|}{a + b} \times 100$$

- ❖ trzech współczynników różnicy wysokości (high difference index, HDI):

- współczynnik wysokości barku (shoulder) - HDI(s) - stosunek różnicy wysokości barków (h) do wysokości tułowia (e) wyznaczonej jako linia poprowadzona od C7 do szpary pośladkowej:

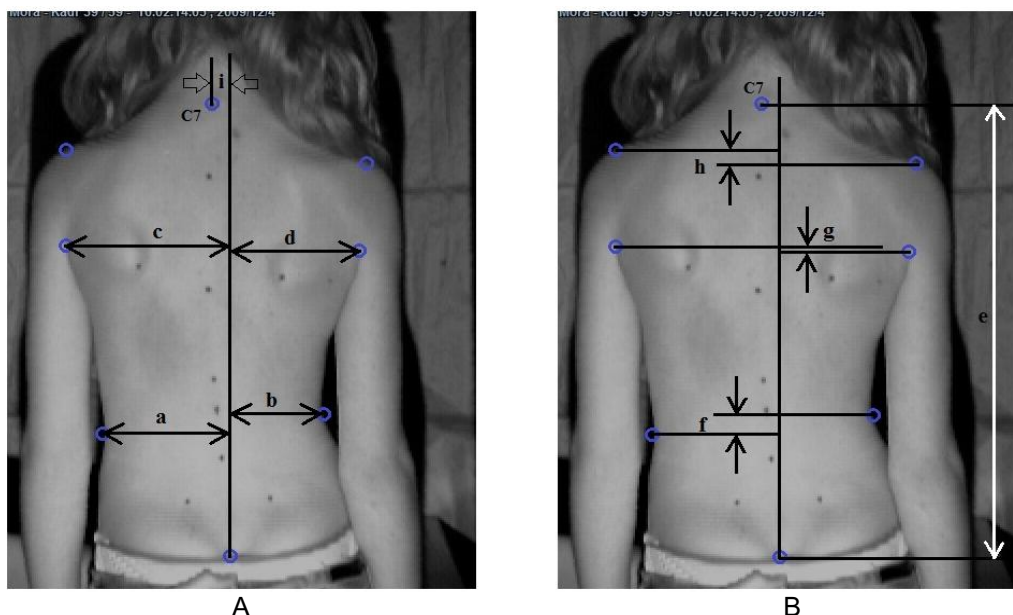
$$\text{HDI(s)} = \frac{h}{e} \times 100$$

- współczynnik wysokości pachy (axillar) - HDI(a) – stosunek różnicy wysokości fałdu pachowego prawego i lewego (g) do wysokości tułowia (e):

$$\text{HDI(a)} = \frac{g}{e} \times 100$$

- współczynnik wysokości talii (trunk) - HDI(t) - stosunek różnicy wysokości wcięć talii prawej i lewej (f) do wysokości tułowia (e):

$$\text{HDI(t)} = \frac{f}{e} \times 100$$

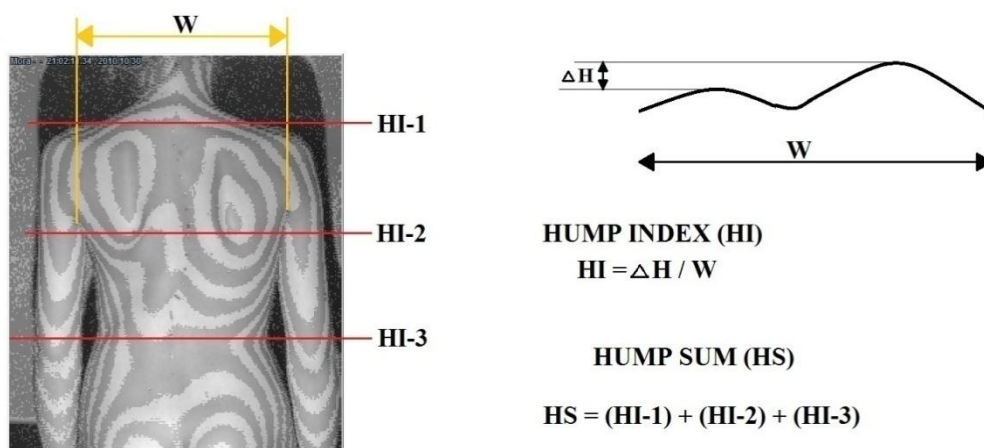


Rycina 1.25. Sposób wyznaczenia parametrów do obliczeń współczynników asymetrii (A) w płaszczyźnie czołowej (FAI) oraz (B) współczynników różnicy wysokości (HDI).

W warunkach idealnej symetrii w płaszczyźnie czołowej POTSI wynosi 0, im wartość parametru jest większa, tym większa jest asymetria tułowia.

Drugim istotnym parametrem wprowadzonym do programu jest Suma Rotacji, będąca zmodyfikowanym parametrem Suzuki Hump Sum (HS) [94, 95]. HS jest sumą wskaźników (Hump Index, HI) stanowiących różnicę wartości rotacji między prawą a lewą stroną tułowia na trzech poziomach kręgosłupa, rycina 1.26:

- HI-1 - wskaźnik rotacji tułowia na poziomie wyrostka kolczystego Th1,
- HI-2 - wskaźnik rotacji tułowia na poziomie kąta dolnego bardziej odstającej łopatki,
- HI-3 - wskaźnik rotacji tułowia wyznaczony na najgłębszym poziomie lordozy lędźwiowej [29, 94, 95].



Rycina 1.26. Sposób wyznaczenia parametru Suzuki Hump Sum.

1.2.7.5.2. Uzupelnienie możliwości pomiarowych dokonane w trakcie realizacji bieżącego projektu badawczego

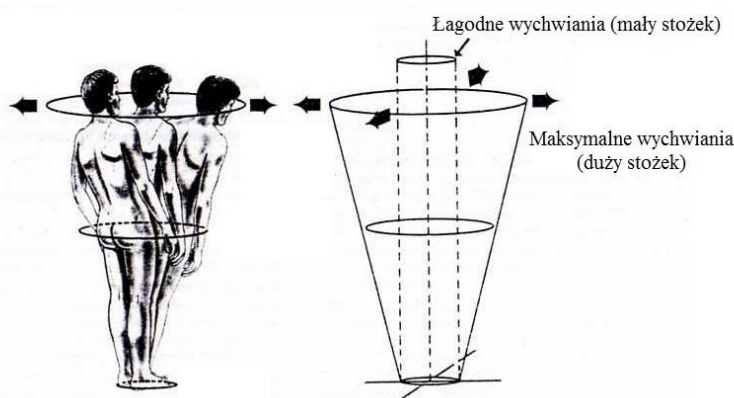
Na podstawie badań własnych i danych z piśmiennictwa wprowadzono, we współpracy z producentem aparatury, dodatkowe możliwości analizy fotogramu:

- 1) stworzenie wykresu przedstawiającego wartości rotacji tułowia na 19 poziomach kręgosłupa (od C7 do S1); pomiar rotacji wykonany jest w równej odległości od linii wyrostków kolczystych,
- 2) wprowadzenie automatycznej korekcji wartości rotacji tułowia o wartość rotacji na poziomie miednicy,
- 3) uwidocznienie trzech maksymalnych wartości rotacji, po jednej na każdym z trzech zdefiniowanych poziomów: (a) od Th 1 do Th 4, (b) od Th 5 do Th 12, (c) od L1 do L5,
- 4) wprowadzenie parametru Suma Rotacji - suma wartości maksymalnych rotacji tułowia na trzech poziomach,
- 5) wprowadzenie parametru: Całkowita Suma Rotacji (suma 12 wartości bezwzględnych rotacji dla odcinka piersiowego i 5 dla odcinka lędźwiowego).

1.2.7.5.3. Błąd pomiaru w metodach TPC

Uwzględniając, że dokładność wyznaczenia punktów anatomicznych na skórze badanego jest nie większa niż 5 milimetrów, producent określił błąd przypadkowy metody na 1 centymetr [99]. Możliwe jest wystąpienie dodatkowych trudności przy oznaczeniu punktów kostnych, szczególnie u osób otyłych [78, 97, 99].

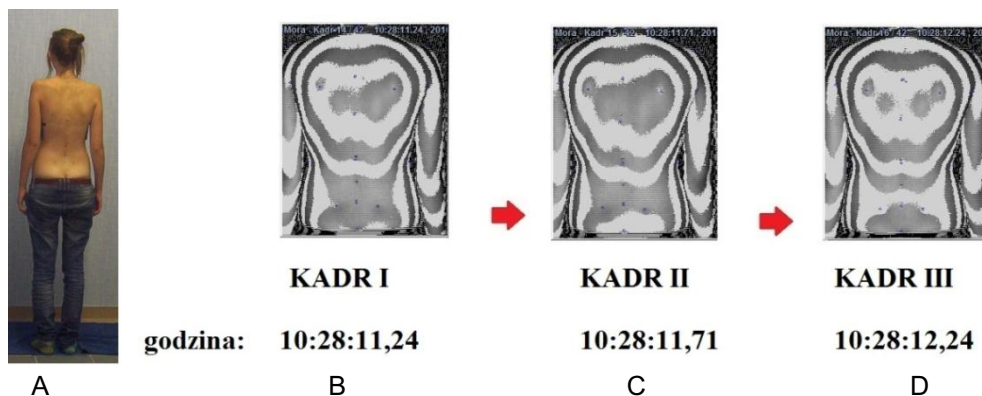
Jednym z czynników wpływających negatywnie na powtarzalność metody i zwiększającym wartość błędu pomiaru metodą TPC jest typ postawy ciała przyjętej w trakcie badania oraz jej chwiejność, która z punktu widzenia biomechanicznego jest zjawiskiem fizjologicznym, rycina 1.27.



Rycina 1.27. Wchwywania postawy ciała człowieka [20].

W celu zmniejszenia błędu pomiaru należy zadbać, by do badania dziecko przyjęło postawę typową, czyli swobodną i nie skorygowaną [7, 28, 78, 97, 99]. W obszarze marginesu stabilności, ciało oscyluje wówczas w sposób przypadkowy w promieniu około 5

milimetrów (łagodne wychwiania postawy ciała), co odbywa się poza świadomością człowieka [20, 114]. W związku z tym, na etapie opracowania badania, z serii kilkunastu fotografów należy wybrać jeden, odpowiadający optymalnemu ustawieniu miednicy (dążąc do osiągnięcia 0° rotacji na poziomie odpowiadającym S1) oraz odzwierciedlający najczęściej pojawiającą się postawę ciała badanego (rycina 1.28.).



Rycina 1.28. Wychwiania postawy ciała widoczne w badaniu TPC w pozycji stojącej w ciągu 1 sekundy. A: pozycja stojąca w badaniu TPC, B - D: widok tułowia z naniesionymi prążkami mory. Do analizy wybrano kadr III.

1.2.7.5.4. Pozycje badania w metodzie TPC

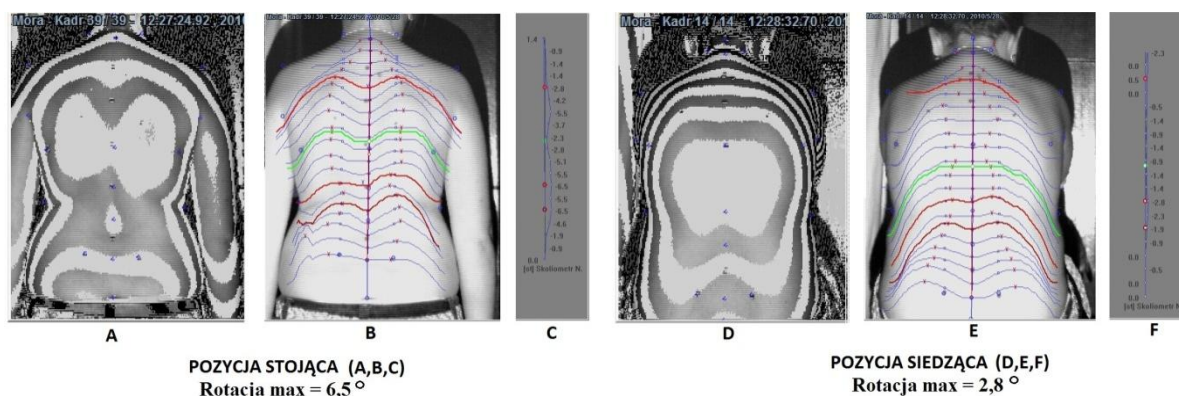
Zalecaną przez producenta aparatury i najczęściej stosowaną jest swobodna pozycja stojąca (ST), rycina 1.28. W swojej pracy magisterskiej wykazałam zasadność stosowania pozycji siedzącej z kifotyzacją tułowia (pozycja siedząca niska: SN), rycina 1.29. [14], patrz rozdział Metodyka.



Rycina 1.29. Pozycja siedząca stosowana do badania metodą TPC: A- widok z boku, B- widok z tyłu z naniesionymi prążkami mory.

Poprzez zgięcie tułowia (kifotyzacja kręgosłupa) uzyskałam zwiększenie wartości parametrów rotacji, a przez to zwiększenie czułości badania [14]. Podobną zależność wykorzystuje się w teście Adamsa, który stanowi najdokładniejszą metodę klinicznej oceny asymetrii, o większej czułości i swoistości niż badanie grzbietu w pozycji stojącej wyprostowanej. W badaniach własnych pomiar rotacji tułowia metodą TPC w pozycji siedzącej wykazywał silniejszą korelację z badaniem przy użyciu skoliometru ($r = 0,71$, $p < 0,05$) niż przy zastosowaniu pozycji stojącej ($r = 0,49$, $p < 0,05$) [14]. Objęcie ramionami kolan powoduje rozejście się łopatek na bok, co odsłania grzbiet. Pozycja siedząca niska

ze zgięciem tułowia jest łatwa do przyjęcia przez dziecko oraz bardziej stabilna niż pozycja stojąca, powoduje lepsze uwidocznienie wyrostków kolczystych. Eliminuje ponadto wpływ nierównej długości kończyn dolnych, przykurczy mięśniowych oraz wad stóp na wynik badania tułowia, rycina 1.30. Ogranicza wychwiania posturalne charakterystyczne dla pozycji stojącej.



Rycina 1.30. Badanie TPC w pozycji stojącej (ryciny A, B i C) oraz siedzącej ze zgięciem tułowia (ryciny D, E i F) wykonane u tej samej dziewczynki. Widoczna w pozycji stojącej skolioza funkcjonalna spowodowana skróceniem kończyny dolnej nie zawiera w sobie elementów skoliozy strukturalnej, co potwierdza brak deformacji rotacyjnej w pozycji siedzącej ze zgięciem tułowia.

1.3. Badania przesiewowe w kierunku skoliozy idiopatycznej

Badanie przesiewowe (skryning z ang. *screening*) to zastosowanie w populacji (lub w grupie osób o największym narażeniu) testu, który z dużym prawdopodobieństwem wyodrębnia osoby z wysokim ryzykiem wystąpienia danej choroby. Osoba z nieprawidłowym wynikiem przesiewu powinna być poddana szczegółowemu badaniu specjalistycznemu [34, 47, 73, 77, 112].

Warunki efektywnego prowadzenia badań przesiewowych skolioz w oparciu o wytyczne WHO wyszczególniłam poniżej [13, 34, 47, 73, 77, 87, 91, 102, 112]:

- 1) badanie bezpieczne i nieinwazyjne,
- 2) szybkie w wykonaniu,
- 3) rzetelne: wysoka czułość i swoistość,
- 4) proste,
- 5) dostępne,
- 6) tanie,
- 7) możliwe do wykonania przez średni personel medyczny po przeszkoleniu,
- 8) obiektywne,
- 9) o ściśle określonych "wartościach odcięcia",
- 10) prowadzone w grupie dzieci o największym ryzyku progresji skoliozy.

Wczesne rozpoznanie skoliozy stanowi najlepsze rozwiązanie zarówno dla pacjenta jak i budżetu ochrony zdrowia, ponieważ [34, 35, 43, 113]:

- 1) leczenie skolioz na wczesnym etapie (ćwiczenia, gorset) jest skuteczniejsze i tańsze niż leczenie dużych i późno wykrytych skrzywień (operacja),

- 2) minimalizuje potrzebę leczenia powikłań skoliozy (poradnie leczenia bólu, ortopedyczne, rehabilitacyjne, kardiologiczne, pulmonologiczne, wsparcie psychologiczne),
- 3) późno wykryte, duże skrzywienia wiążą się z ograniczeniami w wyborze zawodu, trudnościami z odnalezieniem się na rynku pracy, zwiększają liczbę osób bezrobotnych, pobierających zasiłki i rentę.

W Polsce do tej pory brak było uregulowań prawnych dotyczących prowadzenia badań przesiewowych w kierunku wykrywania skoliozy. Od 2009 roku ujęto w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia obowiązek prowadzenia przez pielęgniarki szkolne takiego badania u dzieci w wieku 6 albo 7 lat oraz 10, 12, 13 i 16 lat [21].

Na świecie skryning w kierunku skoliozy jest obowiązkowy w Japonii oraz w 21 stanach USA (w części pozostałych stanów USA badania prowadzone są przez wolontariuszy). Regularne badania kręgosłupa dzieci prowadzone są w: Kanadzie, Szwecji, Niemczech i Singapurze. Mniej regularnie, bez umocowań prawnych i opłacane z różnych źródeł (z budżetu państwa, regionu, miasta, szpitala, wolontaryjne) badania przesiewowe prowadzone są w: Izraelu, Francji, Grecji, Włoszech, Norwegii, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii [3, 23, 34, 36, 86, 93, 102]. W Australii wprowadzono narodowy program wykrycia skolioz w warunkach domowych. Spine Society of Australia przy poparciu Royal Australian College of General Practitioners stworzyło broszurę rozdawaną w szkołach dzieciom w wieku od 11 do 13 lat. Na podstawie zawartych w niej informacji rodzic jest w stanie określić obecność zewnętrznych oznak skoliozy i udać się do lekarza [34].

2. ZAŁOŻENIA I CELE PRACY

Założenia pracy

Wykrycie wczesnych objawów skoliozy jest możliwe poprzez ocenę symetrii prawej i lewej strony ciała w badaniu klinicznym [20, 26]. Progresja wczesnie wykrytej skoliozy może być w większości przypadków powstrzymana przez zastosowanie gorsetu korekcyjnego uzupełnionego ćwiczeniami [9, 37, 43], a w razie konieczności operacji lepsze wyniki uzyskuje się przy mniejszych wartościach kąta skrzywienia [34]. Wczesne wykrycie skoliozy jest wartościowym celem zdrowotnym dla populacji wieku rozwojowego. Od 2009 roku wprowadzono, w ramach polityki zdrowotnej państwa polskiego, obowiązkowe badania w szkołach w kierunku wykrywania skrzywień kręgosłupa [21], nie określono natomiast sposobu ich wykonania.

Zasadnym wydaje się popularyzacja w Polsce badania klinicznego z użyciem skoliometru oraz sprawdzenie możliwości użycia badania topografii powierzchni ciała. Skoliometr Bunnella jest przyrządem uznanym i powszechnie stosowanym w badaniach przesiewowych w kierunku wykrywania skoliozy w wielu krajach Europy i w USA [34]. Dlatego w niniejszej pracy badanie z użyciem skoliometru zostało potraktowane jako referencyjne. Natomiast metoda topografii powierzchni ciała nie została wystandaryzowana w kierunku przesiewu skolioz. Niestety, mimo słabych podstaw merytorycznych, metoda ta jest systematycznie proponowana przez różne firmy w szkołach Wielkopolski jako mogąca wykryć skoliozę.

Podjęmując się prowadzenia badań założyłam, że za pomocą metody topografii powierzchni ciała możliwe będzie wyodrębnienie z populacji szkolnej grupy dzieci ze skoliozą idiopatyczną o małej wartości kątowej. Założyłam również, że badania powinny być prowadzone na docelowej dla przesiewu grupie dzieci, to znaczy tych, które są najmocniej narażone na wystąpienie progresji skoliozy idiopatycznej. Oznaczało to skoncentrowanie badań na dziewczętach będących w początkowej fazie pokwitaniowego skoku wzrostowego (10-12 lat).

Główny cel pracy

Celem pracy było sprawdzenie przydatności badania z wykorzystaniem techniki topografii powierzchni ciała, w odniesieniu do wymagań badania przesiewowego w kierunku wykrywania skoliozy idiopatycznej, przy uwzględnieniu badania z użyciem skoliometru jako badania referencyjnego.

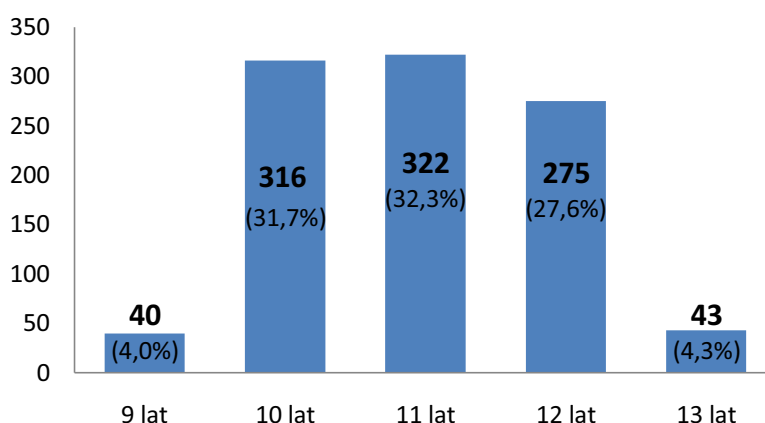
Szczegółowe cele pracy

Główny cel pracy postanowiłam osiągnąć przez realizację celów szczegółowych:

1. Wykonanie w grupie dziewcząt w wieku 10-12 lat pomiarów kąta rotacji tułowia skoliometrem Bunnella, z wyodrębnieniem dzieci, u których był on większy lub równy 7° .
2. Wykonanie w tej grupie badania metodą topografii powierzchni ciała i pomiar deformacji tułowia w taki sposób, aby uzyskać parametry umożliwiające porównanie z badaniem skoliometrem.
3. Określenie warunków organizacyjnych prowadzenia badania topografii powierzchni ciała w szkołach jako przesiewowego.
4. Zbadanie powtarzalności i odtwarzalności badania topografii powierzchni ciała.
5. Określenie odsetka wyników fałszywie dodatnich i fałszywie ujemnych oraz czułości i swoistości dla badania topografii powierzchni ciała w odniesieniu do badania skoliometrem.
6. Zbadanie, czy stopień odżywienia dziecka wpływa na wynik badania topografii powierzchni ciała.

3. MATERIAŁ

Przebadalam 996 dziewcząt w wieku od 9 do 13 lat, średnia $11,0 \pm 1,0$ lat, uczęszczających do klas IV, V i VI szkół podstawowych Poznania i powiatu poznańskiego. Liczebność dzieci w każdej z grup wiekowych przedstawia rycina 3.1. Badania przeprowadziłam w 15 szkołach (6 szkół podstawowych na terenie Poznania oraz 9 w miejscowościach powiatu poznańskiego), w dniach zajęć szkolnych, w terminie ustalonym z dyrektorem placówki.



Rycina 3.1. Liczebność dzieci w poszczególnych grupach wiekowych.

Wzrost badanych dziewcząt wynosił od 123 do 176 cm, średnia $150,9 \pm 9,4$ cm, wysokość ciała mierzona w pozycji siedzącej od 66 do 92 cm, średnia $79,0 \pm 4,9$ cm, masa ciała od 21 do 88 kg, średnia $43,7 \pm 11,3$ kg. 809 dziewcząt (81,2%) było przed pierwszą miesiączką, a 187 (18,8%) po pierwszej miesiączce.

Analizę wyników badania klinicznego wykonałam dla 996 osób. Do analizy wyników uzyskanych metodą topografii powierzchni ciała (TPC) wykorzystałam 975 badań, 21 (2,1%) pomiarów wykluczyłam, ponieważ na obrazie topografii powierzchni ciała stwierdziłam artefakty uniemożliwiające wykonanie dokładnych obliczeń. Analizę badania TPC w pozycji siedzącej niskiej (SN) wykonałam w oparciu o materiał liczący 975 osób. W tym w grupie liczącej 195 osób badanie TPC przeprowadziłam w dwóch pozycjach: siedzącej niskiej ze zgięciem tułowia (SN) i stojącej swobodnej (ST), a u 41 osób badanie TPC przeprowadziłam w trzech pozycjach: siedzącej niskiej ze zgięciem tułowia (SN), siedzącej na krześle ze zgięciem tułowia (SK) i stojącej swobodnej (ST).

4. METODYKA

4.1. Uwagi ogólne

Badanie przeprowadziłam w oparciu o zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, uchwała numer 1112/08 z dnia 13 listopada 2008 roku.

Praca jest realizacją grantu badawczego promotorskiego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. "Wykorzystanie metody topografii powierzchni ciała oraz skoliometru do badań przesiewowych dzieci szkolnych w kierunku wykrywania skoliozy idiopatycznej", numer grantu: N N403 142337.

Badanie odbywało się w gabinecie pielęgniarki szkolnej lub innym wyznaczonym przez dyrektora szkoły pomieszczeniu i składało się z trzech części:

- 1) kliniczna ocena kręgosłupa i postawy ciała,
- 2) pomiar KRT za pomocą skoliometru w pozycji stojącej i siedzącej, wraz z obliczeniem parametru Suma Trzech Rotacji,
- 3) badanie tułowia metodą topografii powierzchni ciała (TPC) w trzech pozycjach: (1) w pozycji stojącej (ST), (2) pozycji siedzącej niskiej (SN) oraz (3) pozycji siedzącej na krześle (SK).

Zarówno kliniczną ocenę kręgosłupa, pomiar kąta rotacji tułowia przy użyciu skoliometru Bunnella jak i badanie topografii powierzchni ciała wykonałam u wszystkich dzieci samodzielnie. Do zapisywania wyników badania, transportu sprzętu i przygotowania pomieszczeń korzystałam z pomocy drugiej osoby, znającej przebieg i metodykę badania. W niektórych szkołach obecna była również pielęgniarka szkolna pomagająca w organizacji badań: wyznaczała kolejność badanych klas według planu lekcji, przyprowadzała dzieci do gabinetu itp.

Kryteriami wyłączającymi z badania były :

- brak pisemnej zgody rodziców lub opiekunów dziecka
- współistniejące choroby uniemożliwiające przeprowadzenie badania (na przykład urazy, złamania kończyn dolnych)
- nieobecność w szkole w dniach prowadzenia badań w danej placówce.

4.2. Formularz zgody na przeprowadzenie badania

Do szkół dostarczyłam formularz zgody dla rodziców uczennic danej szkoły [Załącznik 1]. Wychowawcy klas rozdawali uczennicom formularze dla rodziców i w wyznaczonym terminie (minimum 1 tydzień od dostarczenia) zbierali podpisane zgody oraz sprawdzali liczbę zgłoszonych dzieci.

Formularz dla rodziców zawierał informację na temat skoliozy idiopatycznej oraz

przebiegu badania, a także pytania dotyczące: występowania skoliozy lub nadmiernej kifozy piersiowej u członków rodziny, ciężaru plecaka w przeciętnym dniu szkolnym oraz ilości czasu spędzanego przez dziecko dziennie przed komputerem lub telewizorem oraz na zajęciach sportowych (trzy przedziały czasowe: a/ od 0 do 1 godziny na dobę, b/ od 1 do 2 godzin na dobę oraz c/ powyżej 2 godzin na dobę).

4.3. Metodyka badania klinicznego

Badanie kliniczne obejmowało [Załącznik 2]:

- pomiar masy ciała, pomiar wysokości ciała w pozycji stojącej oraz siedzącej, z wyznaczeniem wskaźnika BMI i wskaźnika Cole'a,
- test palce-podłoga,
- badanie kompensacji tułowia przy użyciu pionu,
- ocenę przebiegu wyrostków kolczystych kręgów piersiowych i lędźwiowych
- ocenę położenia wybranych punktów anatomicznych tułowia:
 - wyrostków barkowych i kątów dolnych łopatek,
 - trójkątów talii,
 - kolców biodrowych przednich górnych i tylnych górnych,
 - krętarzy większych kości udowych,
- ocenę wysklepienia klatki piersiowej.

Dziewczynki pytałam o pojawienie się pierwszej miesiączki.

4.3.1. Pomiar masy ciała i wzrostu, wyznaczenie wskaźników BMI i Cole'a

4.3.1.1. Pomiary masy ciała i wzrostu

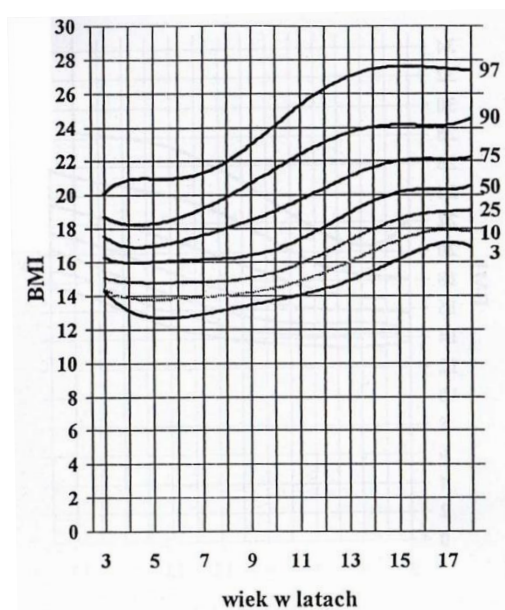
Pomiary masy ciała i wzrostu wykonywałam z dokładnością odpowiednio do 0,5 kilograma i 0,5 centymetra. Do pomiaru wysokości ciała w pozycji siedzącej użyłam miary centymetrowej przymocowanej do ściany od poziomu taboretu, na którym siedziało dziecko.

4.3.1.2. Obliczenie wskaźnika BMI

Na podstawie wyniku badania wysokości oraz masy ciała, obliczyłam współczynnik masy ciała (BMI, Body Mass Index):

$$\text{BMI} = \frac{\text{masa ciała} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]}{\text{wzrost}^2}$$

Do oceny wartości współczynnika BMI u dzieci od 3. do 18. roku życia wykorzystuje się siatki centylowe, rycina 4.1.



Rycina 4.1. Siatka centylowa BMI dziewcząt w Poznaniu [67].

Dokonałam porównania średnich wartości wskaźnika BMI przebadanych dziewcząt w poszczególnych grupach wiekowych z wartościami średnimi BMI dla danego wieku i płci uzyskanymi z siatek centylowych (50. centyl).

4.3.1.3. Obliczenie wskaźnika Cole'a

Dla osób poniżej 18. roku życia, zamiast wskaźnika BMI, proponuje się ocenę stanu odżywienia według Cole'a [66]. Parametr ten obliczałam na podstawie wzoru:

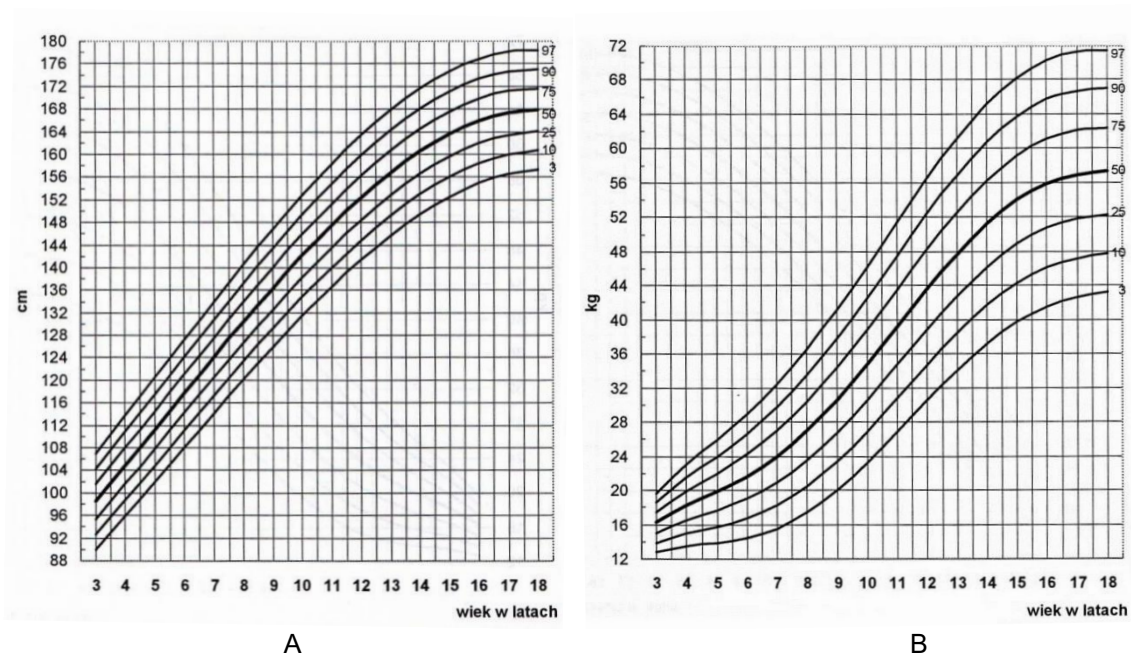
$$\text{Wskaźnik Cole'a} = \frac{\text{masa ciała} \times \text{wysokość ciała}(50. \text{centyl})}{\text{masa ciała}(50. \text{centyl}) \times \text{wysokość ciała}} \times 100\%$$

gdzie: wysokość ciała (50. centyl) - średnia wysokości ciała dla danego wieku i płci,
masa ciała (50. centyl) - średnia masy ciała dla danego wieku i płci.

Do obliczenia wskaźnika Cole'a masę ciała wyraża się w kilogramach a wzrost w centymetrach. Średnią wysokości ciała i średnią masy ciała odczytałam z aktualnych siatek centylowych populacji dziewcząt poznańskich [65], rycina 4.2.

Wartości wskaźnika Cole'a wyrażone w procentach pozwalają na następującą interpretację wyniku [66]:

- powyżej 110% → odżywienie nadmierne
- 90 % – 110 % → norma
- 85 % – 90 % → nieznaczne niedożywienie
- 75 % – 85 % → niedożywienie
- poniżej 75% → wyniszczenie.



Rycina 4.2. Siatka centylowa wysokości ciała (A) oraz masy ciała (B) dziewcząt poznańskich [65].

Dla potrzeb pracy grupę badaną podzieliłam na trzy podgrupy, pod względem stanu odżywienia według Cole'a: (1) wskaźnik Cole'a w normie, (2) wskaźnik poniżej normy oraz (3) wskaźnik powyżej normy. Obliczyłam liczbę oraz odsetek dzieci w każdej podgrupie.

4.3.2. Test palce-podłoga

Pomiar odległości końców palców środkowych obu rąk od podłogi w pozycji stojącej z pochyleniem tułowia w przód z zachowaniem wyprostu w stawach kolanowych wykonałam z dokładnością do 0,5 centymetra.

4.3.3. Badanie kompensacji tułowia przy użyciu pionu

Oceniałam odległość pionu opuszczonego z wyrostka kolczystego siódmego kręgu szyjnego od szpary pośladkowej. Dekompensację tułowia oznaczałam w centymetrach z zaznaczeniem, czy jest ona prawo- czy lewostronna, z dokładnością do 0,5 centymetra.

4.3.4. Ocena przebiegu wyrostków kolczystych kręgów piersiowych i lędźwiowych

Ocena przebiegu wyrostków kolczystych kręgów piersiowych i lędźwiowych w płaszczyźnie czołowej, wykonana w swobodnej pozycji stojącej, posłużyła do wykrycia odchylenia przebiegu wyrostków kolczystych od płaszczyzny pośrodkowej ciała. Na tej podstawie wyznaczyłam liczbę łuków: 0, 1, 2 lub 3 łuki.

Ocena przebiegu wyrostków kolczystych kręgów piersiowych i lędźwiowych w

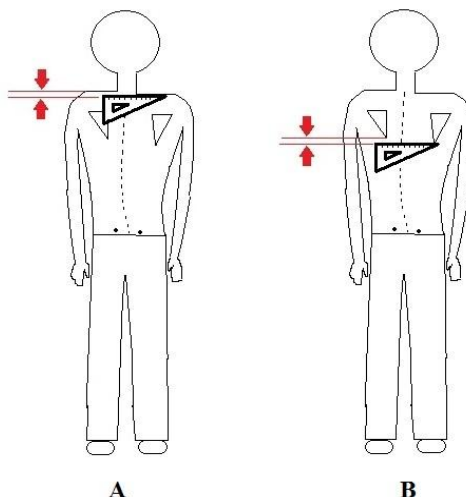
płaszczyźnie strzałkowej, wykonana w swobodnej pozycji stojącej, posłużyła do oceny fizjologicznych krzywizn strzałkowych kręgosłupa (fizjologicznej kifozy piersiowej i fizjologicznej lordozy lędźwiowej), z wyodrębnieniem dwóch grup: krzywizny strzałkowe prawidłowe albo nieprawidłowe.

4.3.5. Ocena położenia wybranych punktów anatomicznych tułowia

Ocenę położenia opisanych niżej punktów anatomicznych przeprowadziłam z dokładnością do 0,5 centymetra.

Ustawienie wyrostków barkowych oceniłam pod względem ich wysokości: lewy wyżej, oba równe, prawy wyżej (rycina 4.3.A).

Ustawienie kątów dolnych łopatek oceniłam również pod względem ich wysokości: lewy wyżej, oba równe, prawy wyżej (rycina 4.3.B).



Rycina 4.3. Schemat przedstawiający sposób oceny punktów anatomicznych tułowia: wyrostki barkowe łopatek (A), kąty dolne łopatek (B).

Różnica odstawiania kątów dolnych łopatek: odstaje lewa, równe, odstaje prawa.

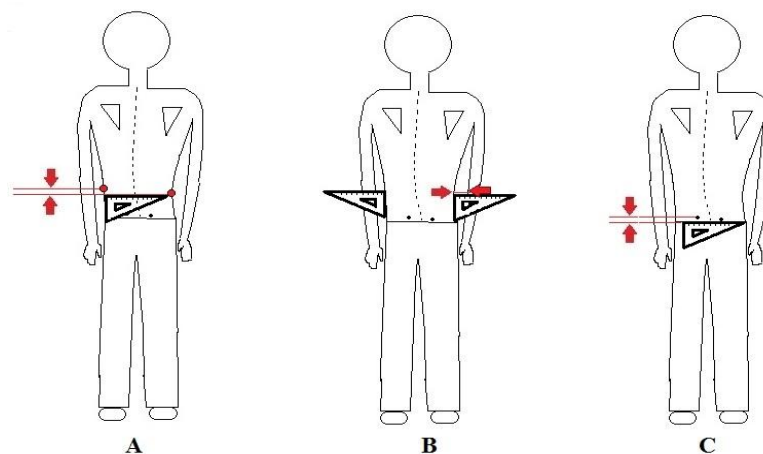
Różnica wysokości wcięć talii: lewa wyżej, równe, prawa wyżej (rycina 4.4.A).

Różnica głębokości wcięć talii: pogłębiona lewa, równe, pogłębiona prawa (rycina 4.4.B).

Ustawienie kolców biodrowych przednich górnych i tylnych górnych w płaszczyźnie czołowej: lewy wyżej, równe, prawy wyżej (rycina 4.4.C).

Ustawienie kolców biodrowych przednich górnych i tylnych górnych w płaszczyźnie poprzecznej: wysunięty w przód lewy, równe, wysunięty w przód prawy.

Ustawienie krętarzy większych kości udowych: lewy wyżej, równe, prawy wyżej.



Rycina 4.4. Schematy przedstawiające ocenę ustawienia wybranych punktów anatomicznych tułowia: trójkąty talii: wysokość (A) i głębokość (B), kolce biodrowe tylne górne (C).

4.3.6. Ocena wysklepienia klatki piersiowej

Kształt klatki piersiowej oceniłam jako: (1) prawidłowy, (2) klatka lejkowata, (3) klatka kurza, (4) klatka asymetryczna w formie typowej dla skoliozy piersiowej, to znaczy wysunięcie ku przodowi jednego łuku żebrowego.

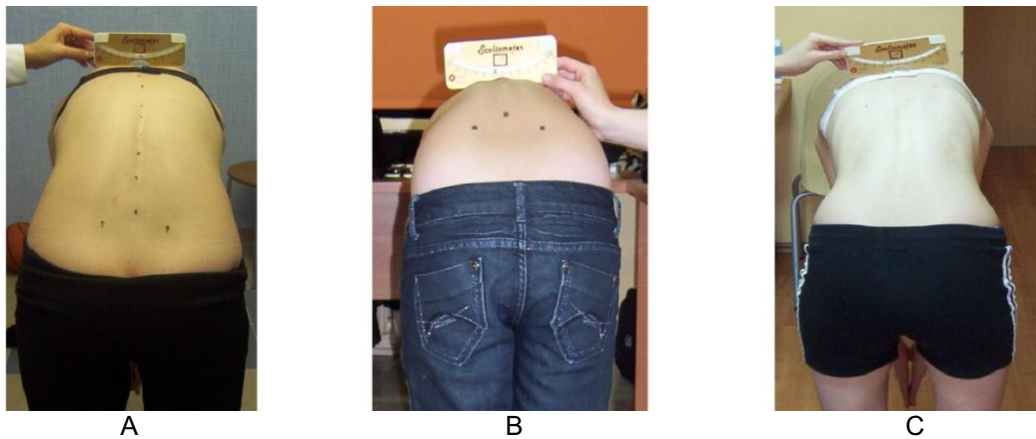
4.3.7. Sposób opracowania wyników badania klinicznego

Dla wyżej zdefiniowanych parametrów liczbowych obliczyłam minimum, maksimum, średnią oraz odchylenie standardowe. Określiłam liczbę oraz odsetek dzieci, u których stwierdziłam nieprawidłowości. Wyniki badania klinicznego opracowałam na trzy sposoby: (1) wyniki dla wszystkich badanych, (2) wyniki z rozbiciem na podgrupy wiekowe (roczniki) oraz (3) wyniki z podziałem na trzy podgrupy w zależności od wartości KRT: podgrupa od 0 do 3°, podgrupa od 4° do 6° oraz podgrupa $\geq 7^\circ$.

4.4. Metodyka badania przy użyciu skoliometru Bunnella

4.4.1. Pomiar kąta rotacji tułowia (KRT)

W celu wykonania pomiaru KRT skoliometr przykładałam, bez dociskania, w poprzek osi długiej kręgosłupa. Stopień pochylenia tułowia był taki, by umożliwić prostopadłe, w stosunku do podłoża, przyłożenie przyrządu na trzech poziomach: piersiowym górnym, piersiowym środkowym i lędźwiowym, zapisując wartości maksymalnej rotacji dla poszczególnych odcinków. Pochylenie tułowia w przód wynosiło od około 45° do 90° i było większe przy badaniu KRT w odcinku lędźwiowym niż przy badaniu części piersiowej [10, 14]. Zmierzoną wartość KRT interpretowałam zgodnie z zaleceniami Bunnella [11, 12] jako: w granicach normy (0° - 3°), wynik wątpliwy (4° - 6°) lub skoliozę ($\geq 7^\circ$), rycina 4.5.

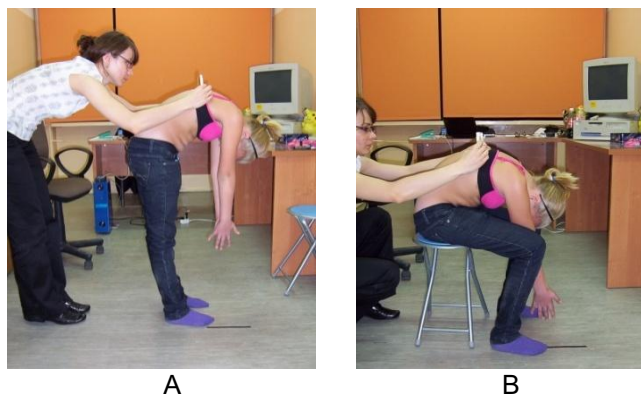


Rycina 4.5. Pomiar kąta rotacji tułowia przy użyciu skoliometru: A - norma, B - nieznaczna asymetria, C - znacząca asymetria tułowia u dziewczynki ze skoliozą idiopatyczną.

4.4.2. Wykonanie pomiaru KRT w dwóch pozycjach

Badanie wykonywałam w skłonie tułowia w przód z uwzględnieniem dwóch pozycji: stojącej (jak w teście Adamsa) oraz siedzącej [32, 34, 56, 72, 107].

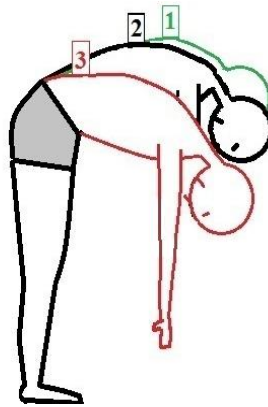
W trakcie badania wykonywanego w pozycji stojącej kończyny dolne pozostawały wyprostowane w stawach kolanowych, natomiast w pozycji siedzącej kończyny dolne dziecka były zgięte w stawach kolanowych i biodrowych, a wysokość krzesła (44,5 cm) umożliwiała oparcie całych stóp na podłożu. W obu pozycjach stopy ustawione były równo i lekko rozstawione. Ruch zgięcia tułowia w przód rozpoczynał się od przyciągnięcia brody do klatki piersiowej, złączone dłonie kierowane były między stopy, rycina 4.6.



Rycina 4.6. Badanie KRT w kręgosłupie piersiowym przy użyciu skoliometru w pozycji stojącej (A) i siedzącej (B).

4.4.3. Wykonanie pomiaru KRT na trzech poziomach tułowia

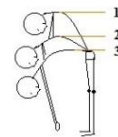
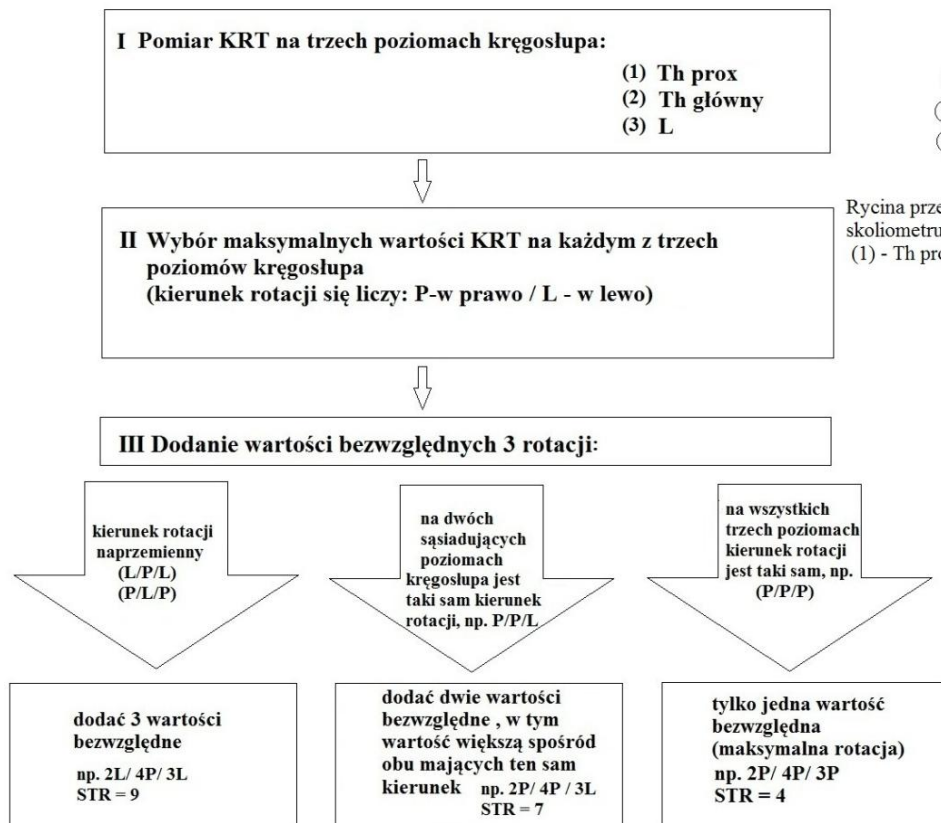
Za pomocą skoliometru Bunnella, w obu pozycjach, zmierzyłam kąt rotacji tułowia (KRT) na trzech poziomach: piersiowym proksymalnym (Th1-Th4), piersiowym głównym (Th5-Th12) i lędźwiowym. Wybór poziomów odpowiadał obowiązującej klasyfikacji skolioz idiopatycznych według Lenke [71]. Zgodnie z nią, w obrębie kręgosłupa występować mogą skrzywienia jedno-, dwu- i trójłukowe, przy czym dla każdego z nich dokonuje się pomiaru rotacji, rycina 4.7.



Rycina 4.7. Pomiar kąta rotacji tułowia przy użyciu skoliometru na trzech poziomach: 1- piersiowym górnym, 2- piersiowym głównym, 3- lędźwiowym.

4.4.4. Obliczenie Sumy Trzech Rotacji (STR)

Parametr STR [54] obliczyłam poprzez zsumowanie maksymalnych wartości kąta rotacji tułowia, zmierzonych na trzech poziomach kręgosłupa: (1) piersiowym proksymalnym, (2) piersiowym głównym i (3) lędźwiowym. Stwierdziłam, że parametr STR, mający określać globalną deformację tułowia, nie w każdym przypadku mógł być prostą sumą trzech rotacji, ponieważ występowały skrzywienia, w których jeden łuk skoliozy rozciągał się na dwa sąsiadujące odcinki kręgosłupa, a ponadto występowały asymetrie tułowia polegające na rotacji w tę samą stronę wzdłuż całego kręgosłupa (na trzech poziomach). Chcąc uzyskać informację o globalnej deformacji rotacyjnej grzbietu posłużyłam się algorytmem (rycina 4.8.).



Rycina przedstawiająca miejsca przyłożenia skoliometru na 3 poziomach kręgosłupa: (1) - Th prox, (2) - Th gl, (3) - L

Rycina 4.8. Algorytm obliczania parametru Suma Trzech Rotacji (STR).

4.4.5. Sposób analizy wyników badania skoliometrem

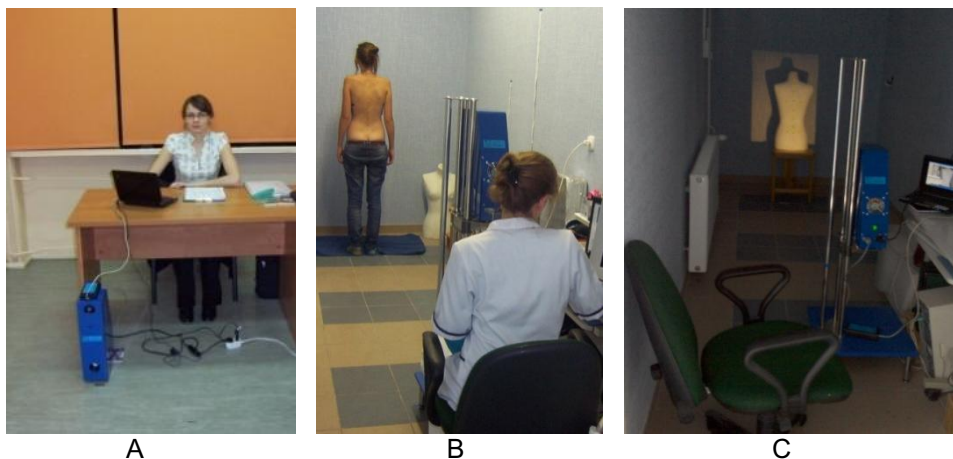
Obliczyłam minimum, maksimum, średnią oraz odchylenie standardowe dla wartości KRT mierzonego w pozycji stojącej oraz siedzącej na trzech poziomach kręgosłupa: piersiowym proksymalnym, piersiowym głównym i lędźwiowym oraz parametru Suma Trzech Rotacji (STR). Badaną grupę podzieliłam na trzy podgrupy pod względem maksymalnej wartości KRT zmierzonej na dowolnym poziomie tułowia i w dowolnej pozycji: (1) dzieci z KRT od 0 do 3°, (2) dzieci z KRT od 4° do 6°, (3) dzieci z KRT $\geq 7^\circ$. Dodatkowo, w grupie 996 przebadanych dziewcząt dokonałam wyodrębnienia podgrupy z KRT $\geq 5^\circ$.

4.5. Metodyka badania przy użyciu topografii powierzchni ciała (TPC)

4.5.1. Aparatura do badań

W badaniach wykorzystywałam aparaturę do badania kształtu powierzchni grzbietu z zastosowaniem metody fotogrametrycznej i efektu mory projekcyjnej, produkowaną przez polską firmę CQ Elektronik System z Wrocławia [99]. W celu wykonania badania topografii powierzchni ciała konieczne było zaciemnienie pomieszczenia. Wykorzystywałam nie prześwitujący czarny materiał mocowany do ramy okna. Oświetlenie sztuczne wyłączałam na czas rejestracji obrazu.

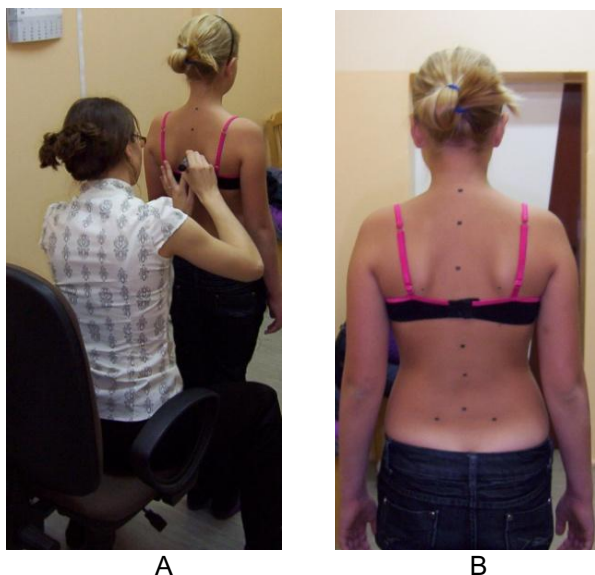
Przygotowanie aparatury obejmowało: wyznaczenie odległości 2,6 metra między kamerą a miejscem badania, ustawienie sprzętu, pozycjonowanie jednostki centralnej poprzez korekcję wysokości nóg w oparciu o wskazanie poziomicy przedniej i bocznej, sprawdzenie jakości obrazu na monitorze komputera. Do badania w pozycji stojącej i siedzącej na krześle kamerę umieszczałam na statywie, a do badania w pozycji siedzącej niskiej kamera znajdowała się na statywie w najniższym położeniu lub bezpośrednio na podłodze, rycina 4.9.



Rycina 4.9. Stanowiska do wykonania badań topografii powierzchni ciała - kamera bez statywu dla badania w pozycji SN(A) lub kamera zamontowana na statywie do badania w pozycji ST (B), badanie TPC manekina (C).

4.5.2. Zaznaczenie punktów anatomicznych na tułowiu

Przed przystąpieniem do badania na tułowiu dziecka zaznaczałam wybrane punkty anatomiczne: wyrostki kolczyste kręgów od C7 do S1, kolce biodrowe tylne górne oraz kąty dolne łopatek. W tym celu stosowałam zmywalny wodą marker przeznaczony do skóry, rycina 4.10.



Rycina 4.10. Zaznaczanie wybranych punktów anatomicznych na tułowiu (A), widok tułowia z naniesionymi punktami (B).

4.5.3. Pozycjonowanie dziecka

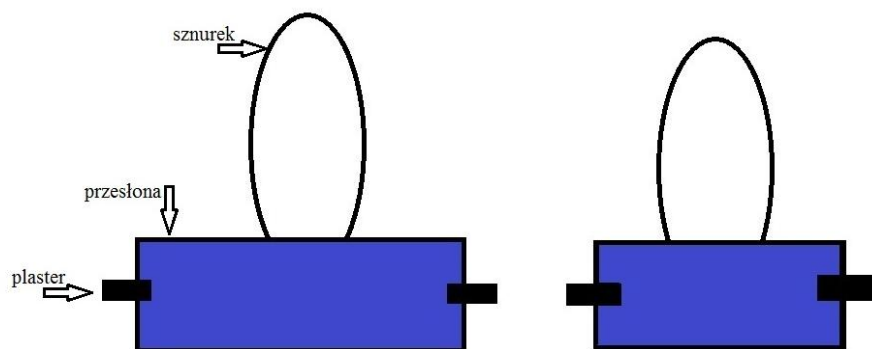
Ustawiając dziecko do badania we wszystkich trzech pozycjach starałam się uzyskać równoległe do kamery położenie miednicy – to znaczy takie, by oba kolce biodrowe tylne górne znajdowały się w równej odległości od aparatu, czyli tak zwany kąt skręcenia miednicy wynosił 0° . Poprawność ustawienia sprawdzałam na ekranie obserwując linię prążków mory na wysokości kolców biodrowych tylnych górnych, dążąc do uzyskania jej przebiegu równoległego do krawędzi obrazu.

Ze względu na bardzo krótki (1/30 sekundy) czas uzyskania pojedynczego obrazu w technice TPC, dla każdej pozycji rejestrowałam od kilku do kilkunastu ujęć, z których następnie wybierałam jedno – spełniające warunek prawidłowego ustawienia miednicy i jednocześnie odzwierciedlające najczęściej pojawiającą się postawę pacjenta.

4.5.4. Wykorzystanie osłony na klatkę piersiową

W początkowych badaniach, które prowadziłam w sposób typowy u dziewczynek rozebranych do pasa, zaobserwowałam przyjmowanie postawy nieswobodnej. Z tego powodu wykonałam i zastosowałam osłonę na piersi własnego pomysłu, wykonaną z papieru jednorazowego użycia (miękkiej bibuły), zawieszoną na szyi za pomocą cienkiego

sznurka i przyklejoną po obu stronach w linii pachowej za pomocą plastra dopuszczonego do kontaktu ze skórą [49], rycina 4.11. i 4.12.



ROZMIAR:	DUŻA	MAŁA
WYMIARY PROSTOKĄTNEJ OSŁONY:	55 cm / 15 cm	35 cm / 14 cm
DŁUGOŚĆ SZNURKA:	50 cm	45 cm

Rycina 4.11. Osłona na klatkę piersiową w dwóch rozmiarach: dużym i małym.



Rycina 4.12. Dziewczynka przygotowana do badania kręgosłupa - zastosowano jednorazową osłonę na klatkę piersiową: widok z przodu (A) i z boku (B).

4.5.5. Opis pozycji zastosowanych w badaniu TPC

Badanie wykonałam w trzech pozycjach:

- pozycja siedząca niska ze zgięciem tułowia (SN),
- pozycja stojąca (ST),
- pozycja siedząca na krześle ze zgięciem tułowia (SK).

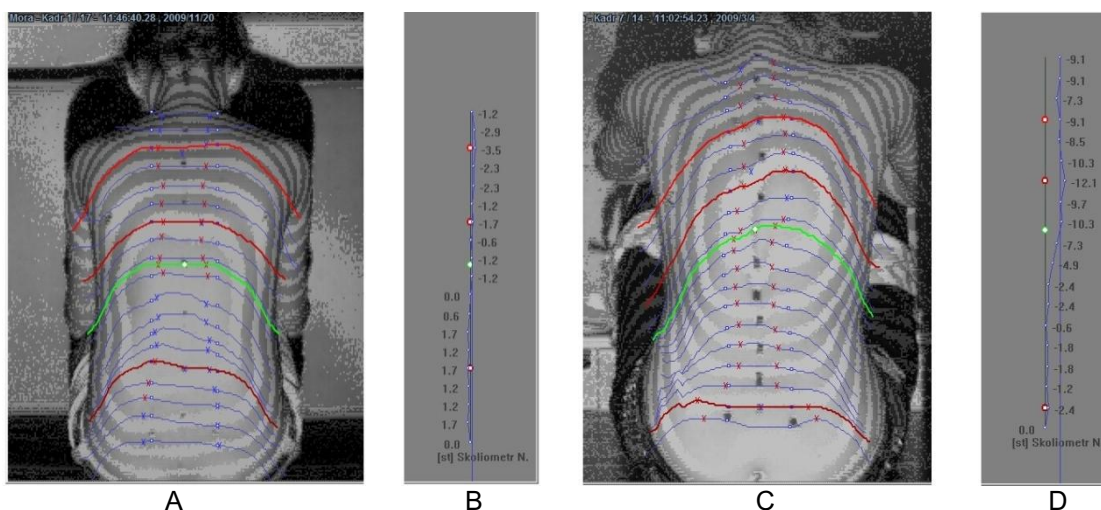
W pozycji stojącej stosowałam postawę swobodną, a w pozycjach siedzących stosowałam postawę wymuszoną polegającą na kifotyzacji tułowia.

4.5.5.1. Badanie w pozycji siedzącej niskiej (SN)

Do badania w pozycji SN dzieci siadały na macie lub na niewielkim podwyższeniu, z kończynami dolnymi zgiętymi w stawach kolanowych pod kątem 90° i stopami opartymi o podłoże. Barki ustawione były ponad miednicą, głowa swobodnie opuszczona, kończyny górne obejmowały kolana. Tułów wygięty był ku tyłowi tworząc „koci grzbiet”. Pełniejsze zgięcie tułowia dziecka (kifotyzację) uzyskiwałam poprzez dotknięcie okolicy mostka, wskazując kierunek ruchu. Na podstawie wcześniejszych obserwacji [14] przyjąłam, że okolicą najbardziej wysuniętą w stronę kamery powinien być środek grzbietu (ryciny 4.13. i 4.14.).



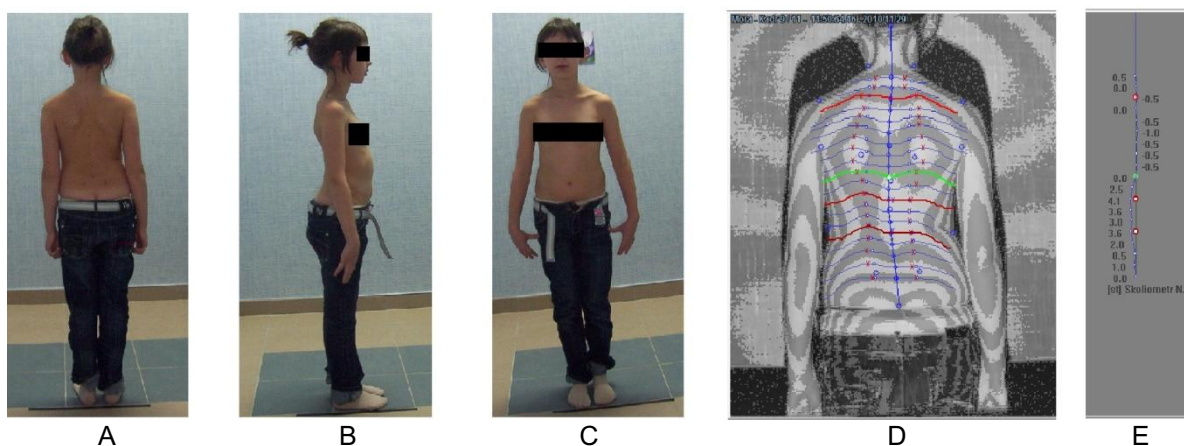
Rycina 4.13. Pozycja siedząca niska do badania topografii powierzchni ciała - widok z boku: A- siad na podłodze; B- siad na niskim stołku.



Rycina 4.14. Badanie przy użyciu topografii powierzchni ciała w pozycji siedzącej niskiej: A - obraz prawidłowy, B - prawidłowe wartości rotacji tułowia; C - dziecko ze skoliozą, D - wartości rotacji tułowia dziecka ze skoliozą.

4.5.5.2. Badanie w swobodnej pozycji stojącej (ST)

Do badania w pozycji stojącej dzieci stawały swobodnie, w niewielkim rozkroku, z piętami ustawionymi na wyznaczonej wcześniej linii w odległości 2,6 metra od kamery. Kończyny górne spoczywały wzdłuż tułowia, wzrok skierowany był na wprost, rycina 4.15.

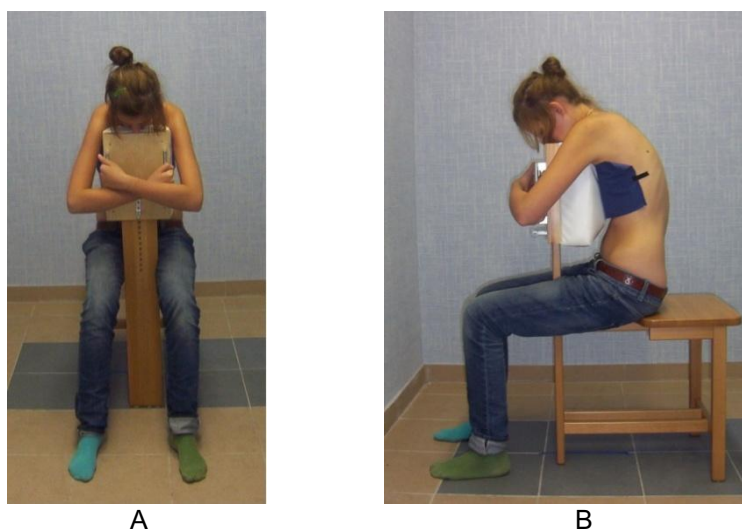


Rycina 4.15. Pozycja stojąca do badania topografii powierzchni ciała: (A) widok z tyłu, (B) widok z boku, (C) widok z przodu, (D) badanie TPC - obraz warstwiczny, (E) wartości rotacji tułowia na poszczególnych poziomach.

Jeśli ustawienie zerowej rotacji w okolicy SIPS było trudne do osiągnięcia, stabilizowałam najlepszą uzyskaną pozycję miednicy poprzez delikatne jej przytrzymanie, hamując wychwiania pozycji ciała w przód-tył i na boki. Druga osoba zapisywała wówczas badanie na komputerze.

4.5.5.3. Badanie w pozycji siedzącej na krześle (SK)

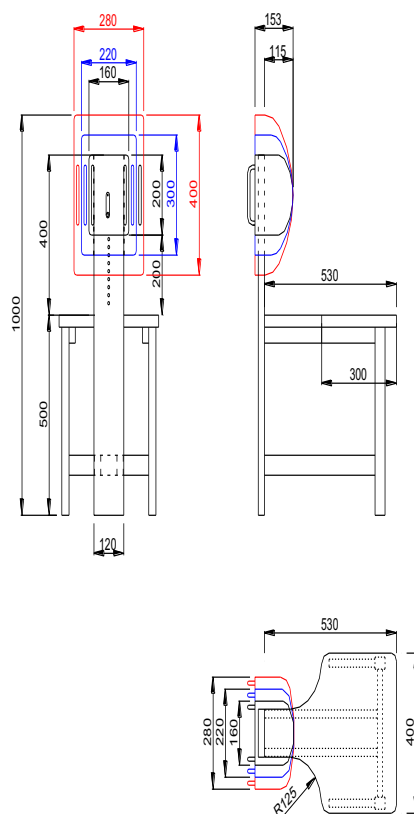
W celu poprawy jakości wykonywania badania TPC w pozycji siedzącej podjęłam próbę zaprojektowania krzesła wymuszającego stabilne przyjęcie pozycji zgięciowej (pozycja siedząca na krześle: SK), rycina 4.16. oraz 4.19. Podniesienie poziomu na jakim ustawione jest dziecko (z SN do SK) ma na celu likwidację zdarzającego się niekiedy niepożądanego efektu odbicia światła projektora od podłogi.



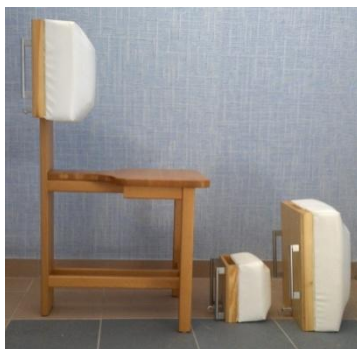
Rycina 4.16. Pozycja siedząca na krześle do badania TPC: A - widok z przodu, B - widok z boku.

4.5.5.3.1. Projekt krzesła własnego pomysłu do badania TPC

Stanowisko do badań kręgosłupa w pozycji siedzącej (krzesło) składa się ze stojaka z siedziskiem stabilizującym pozycję siedzącą i ruchomego podparcia klatki piersiowej z uchwytami dla rąk służącego do wymuszenia kifotyzacji tułowia (rycina 4.17. i 4.18.). Stojak z siedziskiem wykonano z tarcicy bukowej lakierowanej. Na pionową górną część stojaka nasuwa się podporę dla klatki piersiowej z możliwością przesuwania w pionie co 20 mm, blokowaną zatrzaskiem kołkowym. Podparcie klatki piersiowej wykonano w trzech rozmiarach, wypełniono sztywną gąbką i pokryto skajem, a do każdego zamocowano uchwyty do rąk.



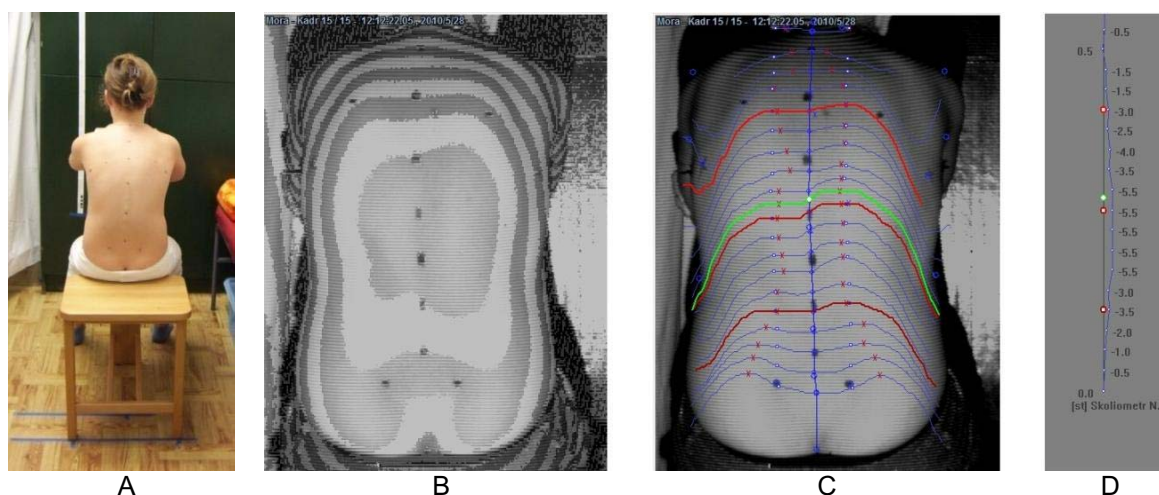
Rycina 4.17. Projekt krzesła służącego do stabilizacji pozycji siedzącej ze zgięciem tułowia.



Rycina 4.18. Własnego pomysłu krzesło do stabilizacji pozycji siedzącej oraz wymuszenia zgięcia tułowia z zamontowaną podpórką dla klatki piersiowej (rozmiar średni); obok położono najmniejszą i największą podpórkę.

4.5.5.3.2. Wykonanie badania TPC w pozycji siedzącej na krześle

Przed wykonaniem badania wybierałam i mocowałam do krzesła odpowiednie pod względem wielkości podparcie dla klatki piersiowej (rycina 4.18.). Dziecko siadało na krześle tyłem do kamery z kończynami dolnymi po obu stronach stojaka, delikatnie ściskając go przyśrodkowymi powierzchniami ud, co zapewniało równy rozstaw kończyn dolnych i ograniczało rotację miednicy. Stopy były oparte na podłodze, a klatka piersiowa oparta na podpórce, której wysokość regulowałam tak, by szczyt znajdował się w okolicy mostka. Dziecko, krzyżując ręce, chwytalo oba uchwyty, jakby obejmując podpórkę (lewą ręką za prawy uchwyt, prawą ręką za lewy). Głowa dziecka była nieznacznie opuszczona, broda mogła być oparta o podpórkę, a wzrok skierowany na środkowy punkt podpórki, co ułatwiało równe ustawienie głowy na czas badania (rycina 4.16. i 4.19.). W tej pozycji dokonywałam rejestracji obrazów jak opisano wyżej.



Rycina 4.19. Pozycja siedząca na krześle stosowana w badaniu topografii powierzchni ciała: widok z tyłu (A), badanie TPC - obraz morza (B), wykres rotacji tułowia na fotografii (C) i wartości rotacji tułowia przedstawione na grafie (D).

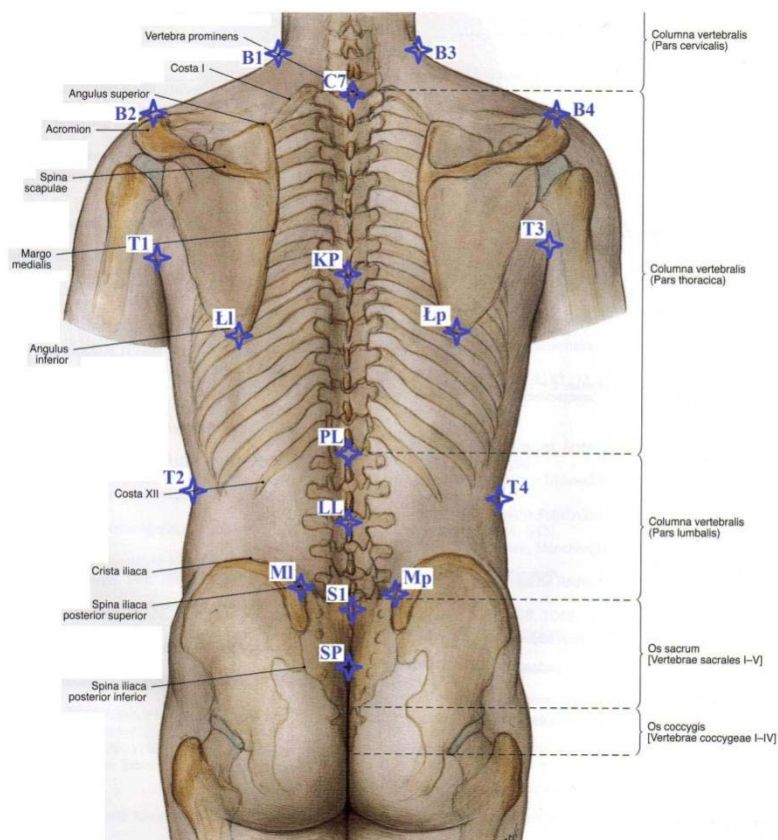
4.5.6. Opracowanie badania TPC

Na obrazie widocznym na monitorze ustawiałam 19 punktów służących do obliczenia poszczególnych parametrów (tabela 4.1., rycina 4.20., rycina 4.21.A).

Tabela 4.1. Wykaz punktów anatomicznych wykorzystanych do opracowania fotogramu TPC

WSKAŹNIK	ZNACZENIE WSKAŹNIKA
C7	wyrostek kolczysty siódmego kręgu szyjnego
KP	środek kifozy piersiowej
PL	przejście piersiowo-lędźwiowe
LL	środek lordozy lędźwiowej
S1	wyrostek kolczysty pierwszego kręgu krzyżowego
Łl	kąt dolny łopatki lewej
Łp	kąt dolny łopatki prawej

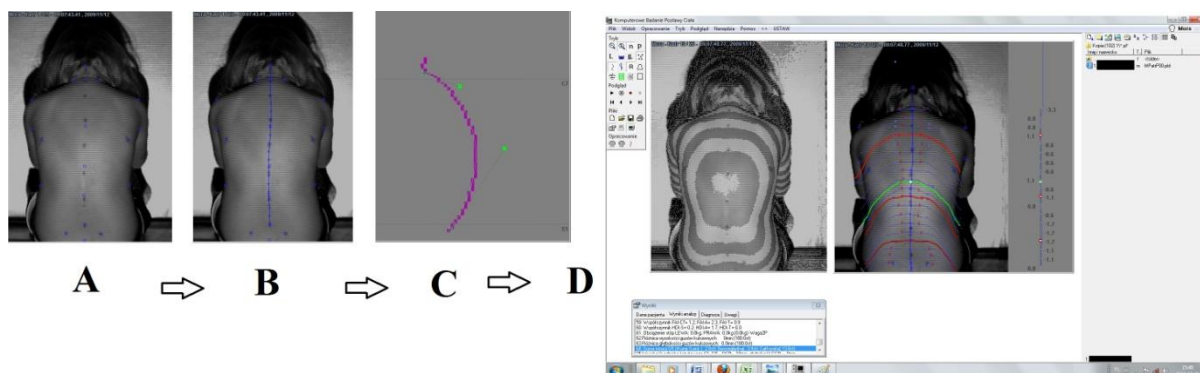
MI	kolec biodrowy tylny górny lewy
Mp	kolec biodrowy tylny górny prawy
T1	szczyt fałdu pachowego tylnego lewego
T2	wcięcie talii po stronie lewej
T3	szczyt fałdu pachowego tylnego prawego
T4	wcięcie talii po stronie prawej
B1	punkt łączący linię ramion z szyją po stronie lewej
B2	wyrostek barkowy łopatki lewej
B3	punkt łączący linię ramion z szyją po stronie prawej
B4	wyrostek barkowy łopatki prawej
SP	najwyższy punkt szpary pośladkowej



Rycina 4.20. Szkielet tułowia z oznaczeniem punktów topograficznych odpowiadających wskaźnikom w badaniu TPC [92].

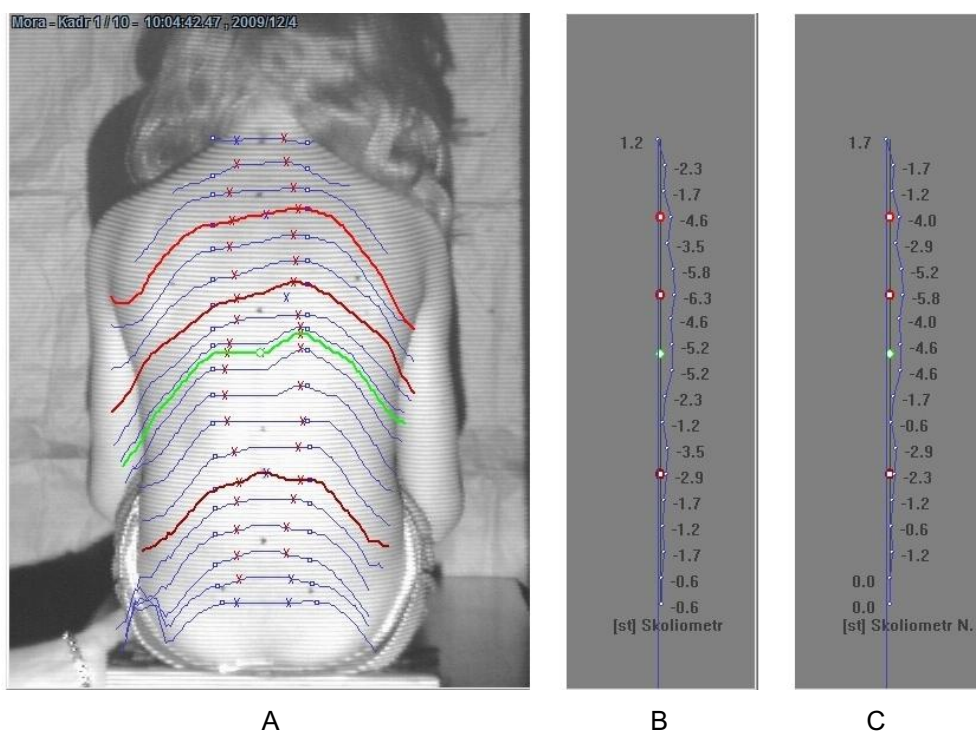
Wyznaczałam linię łączącą wyrostki kolczyste kręgow (rycina 4.21.B). Zgodnie z instrukcją producenta [99] wyznaczałam krzywą kręgosłupa dla płaszczyzny strzałkowej, to znaczy na podstawie wygenerowanej przez program linii "schodkowej" nanosiłam na nią krzywą gładką (rycina 4.21.C).

Po wykonaniu powyższych czynności program dokonywał obliczenia parametrów dotyczących płaszczyzn: czołowej, strzałkowej i poprzecznej. Następnie generował mapę warstwicową grzbietu oraz graf prezentujący wartości rotacji tułowia na osiemnastu poziomach kręgosłupa od C7 do S1, rycina 4.21.D. [14, 99].



Rycina 4.21. Etapy opracowania obrazu topografii powierzchni ciała przy użyciu programu do analizy firmy CQ Elektronik System: A- zaznaczenie punktów anatomicznych tułowia, B- wyznaczenie linii kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej, C- wyznaczenie linii kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, D - prezentacja wyników.

W przypadkach, gdy ustawienie miednicy na poziomie SIPS nie było równe 0° , program automatycznie obliczał skorygowane wartości rotacji tułowia dla każdego z dziewiętnastu poziomów od C7 do S1. Przykładowy wynik badania bez korekcji i z korekcją rotacji miednicy przedstawiono na rycinie 4.22.



Rycina 4.22. Fotogram z naniesionymi przekrojami rotacji tułowia na 19 poziomach kręgosłupa (A), graf przedstawiający wartości rotacji tułowia bez korekcji (B) oraz graf przedstawiający wartości rotacji z automatyczną korekcją o wartość rotacji z poziomu S1(C).

4.5.7. Parametry badania TPC poddane analizie

Na podstawie piśmiennictwa [17, 28, 29, 41, 59, 74, 78, 83, 84, 88, 94, 101, 107, 113, 118], doświadczeń własnych [14] oraz przez analogię z badaniem klinicznym dokonałam wyboru parametrów topografii powierzchniowej.

Dla wszystkich pozycji analizowałam pięć parametrów: (1) liczba łuków skrzywienia, (2) POTSI [41], (3) Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym, (4) Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, (5) Suma Rotacji (SR) to znaczy parametr Hump Sum według Suzuki w modyfikacji własnej [54].

4.5.7.1. Liczba łuków

Na podstawie położenia linii wyrostków kolczystych i liczby przecięć z prostą C7-S1 program wyznaczał liczbę łuków skrzywienia: 0, 1 lub 2 łuki.

4.5.7.2. POTSI

Posterior Trunk Symmetry Index wyznaczyłam zgodnie z opisem podanym w rozdziale 1.2.7.5.1.

4.5.7.3. Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym

Z grafu rotacji odczytywałam wartość stanowiącą największą rotację tułowia na poziomie piersiowym głównym, czyli pomiędzy 5. a 12. kręgiem piersiowym.

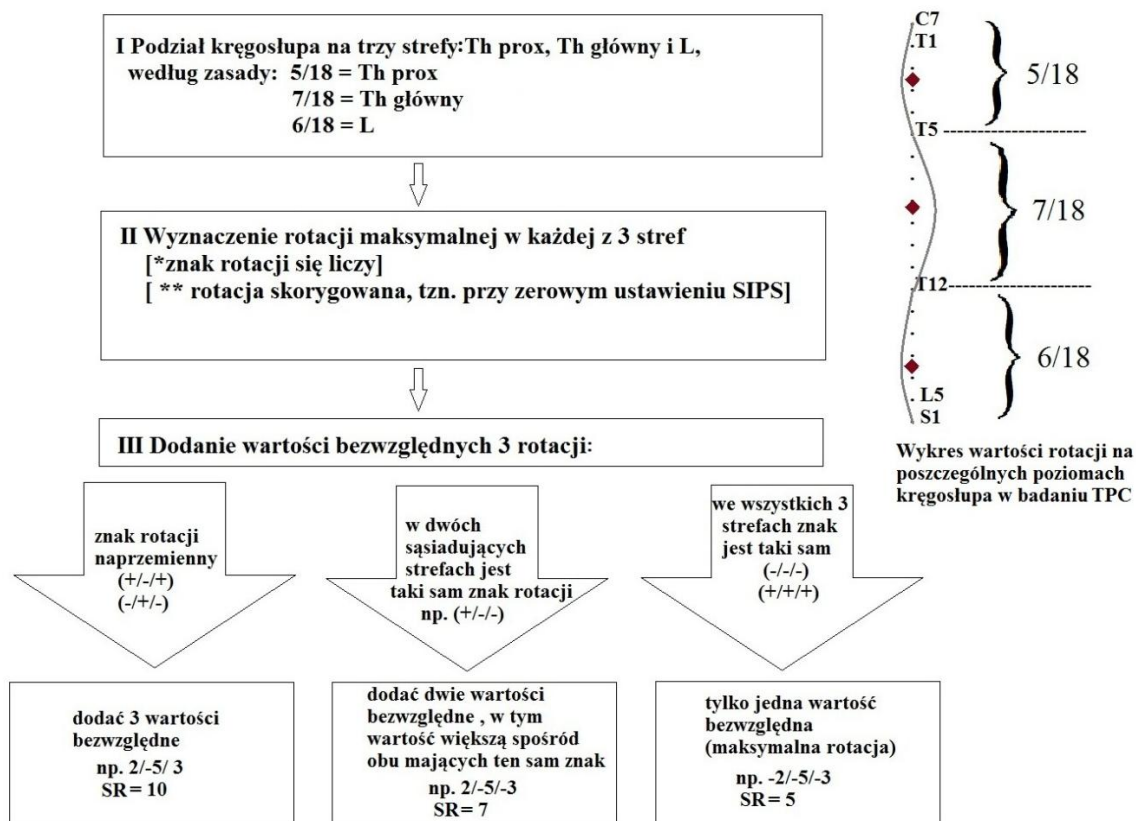
4.5.7.4. Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie

Z grafu rotacji odczytywałam wartość stanowiącą największą rotację tułowia dla kręgosłupa od poziomu Th1 do L5.

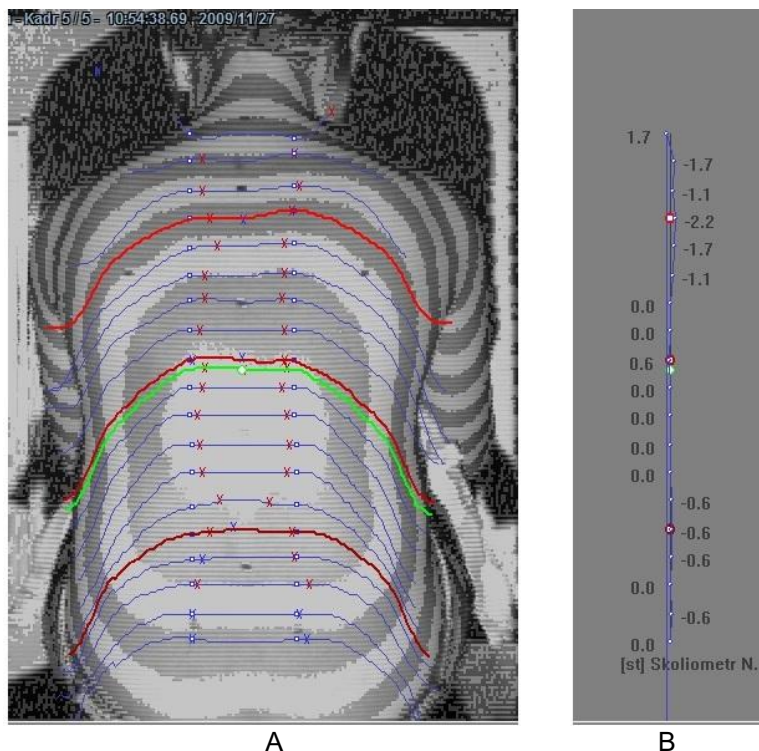
4.5.7.5. Suma Rotacji

Parametr Suma Rotacji (SR) mierzony metodą topografii powierzchni ciała jest odpowiednikiem parametru Suma Trzech Rotacji (STR), otrzymanego przez pomiar skolio-metrem Bunnella i stanowi modyfikację parametru Suzuki Hump Sum (HS). Sumę Rotacji obliczałam poprzez dodanie wartości maksymalnych rotacji tułowia na szczycie każdego łuku skrzywienia [14, 54], rycina 4.23. oraz rycina 4.24. Modyfikacja parametru polegała na zastosowaniu analogicznego, jak przy skoliometrze, sposobu sumowania trzech rotacji, zgodnie z algorytmem podanym poniżej.

ALGORYTM WYLICZANIA PARAMETRU SUMA ROTACJI (SR)



Rycina 4.23. Algorytm wyliczania parametru Suma Rotacji (SR).



Rycina 4.24. Pomiar rotacji tułowia metodą TPC: A - fotogram, B - graf rotacji tułowia.

Sposób obliczania parametru SR na podstawie przykładu:

- w odcinku C-Th: rotacja prawostronna (max = -2,2°)
- w odcinku Th: rotacja lewostronna (max = 0,6°)
- w odcinku Th- L: rotacja prawostronna (max = -0,6°)

Wartość SR wynosi: 3,4°.

4.6. Sprawdzenie wykonalności badania metodą topografii powierzchni ciała w warunkach szkolnych

Na podstawie piśmiennictwa [34, 78, 91, 93] oraz wcześniej nabytych doświadczeń [13, 14] przyjąłam, że warunki niezbędne do prowadzenia badań przesiewowych w kierunku wykrycia skoliozy idiopatycznej w szkołach są następujące:

- 1) zgoda dyrektora szkoły oraz pisemna zgoda rodziców dzieci na przeprowadzenie badania,
- 2) wyznaczenie na terenie szkoły osobnego pomieszczenia zapewniającego:
 - odpowiednie oświetlenie i temperaturę (pokojową),
 - warunki prywatności osób badanych: dzieci wchodzi do pomieszczenia pojedynczo (lub po 2 - 3 osoby, jeśli wyrażą zgodę), dodatkowo wskazane jest ustawienie parawanu przy miejscu badania,
 - bezpieczeństwo dzieci przychodzących na badania i wracających do klas (osoba nadzorująca dzieci; celowe jest wyznaczenie dodatkowego pomieszczenia znajdującego się obok, w którym dzieci w niewielkich grupach mogą oczekiwać na badanie),
- 3) badania prowadzone są od rana do wczesnych godzin popołudniowych, gdy dzieci przebywają w szkole.

Natomiast, jeśli badanie przesiewowe miałyby być prowadzone z użyciem techniki TPC, powstają dwa dodatkowe wymagania:

- konieczność zaciemnienia pomieszczenia,
- wielkość pomieszczenia - przestrzeń minimalna: około 7 m² (1,5 m szerokości na 4,5 m długości) potrzebna na rozmieszczenie sprzętu z zachowaniem odległości 2,6 m od badanego do kamery,

Dokonałam oceny przeprowadzonych badań w poszczególnych szkołach pod kątem ich zgodności z wyżej opisaną procedurą.

4.7. Sposób analizy wyników badania TPC

Obliczyłam minimum, maksimum, średnią i odchylenie standardowe dla analizowanych parametrów badania TPC wykonanego u 975 dzieci w pozycji siedzącej niskiej.

Dokonałam podziału 975 dzieci przebadanych w pozycji siedzącej niskiej na trzy podgrupy, według wartości KRT: (1) 0° - 3°, (2) 4° - 6°, (3) ≥7°. W każdej podgrupie obliczyłam minimum, maksimum, średnią i odchylenie standardowe dla analizowanych parametrów badania TPC.

W grupie 41 osób badanie wykonałam we wszystkich trzech pozycjach: SN, ST i SK. Porównałam wartości analizowanych parametrów zależnie od przyjętej pozycji.

4.7.1. Ocena powtarzalności wyników badania TPC

Dla oceny powtarzalności (zgodność wewnętrzną, zgodność wewnątrzgrupowa, ang. *intra-observer agreement*) [75] wyników uzyskanych metodą topografii powierzchni ciała wykonałam samodzielnie następujące badania:

- 10-krotne badanie obiektu nieruchomego (manekin),
- 10-krotne badanie manekina z każdorazowym ponownym ustawieniem go do badania,
- 2-krotne badanie pięćdziesięciorga dzieci w pozycji ST oraz SN.

Powtarzalność oceniałam obliczając odchylenie standardowe i współczynnik zmienności dla parametrów: POTSI, "Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym", "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie w badaniu TPC" oraz Suma Rotacji.

Ocenę wewnątrzgrupowego błędu pomiaru przeprowadziłam na podstawie dwukrotnie wykonanego badania w pozycji stojącej oraz dwukrotnie wykonanego badania w pozycji siedzącej niskiej u pięćdziesięciorga dzieci w oparciu o definicję i wzór przedstawiony w "Wykazie skrótów i definicji stosowanych w pracy" [39]. Pomędzy poszczególnymi ujęciami dzieci wykonywały ruchy tułowia i kończyn (skłony, przysiady, krążenie ramion).

4.7.2. Ocena odtwarzalności wyników badania TPC

W celu oceny odtwarzalności badania TPC (zgodność międzygrupowa, ang. *inter-observer agreement*), dziesięciorgo dzieci w wieku od 8 do 14 lat zostało przebadanych metodą TPC w dwóch pozycjach: stojącej (ST) oraz siedzącej na krześle (SK) przez trzech badaczy (doktorantka, lekarz specjalista ortopedii i lekarz rezydent ortopedii), którzy wyznaczyli parametry: POTSI, "Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym", "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie w badaniu TPC" oraz Suma Rotacji.

Ocenę międzygrupowego błędu pomiaru dla pozycji stojącej oraz siedzącej na krześle przeprowadziłam w oparciu o definicję i wzór przedstawiony w "Wykazie skrótów i definicji stosowanych w pracy" [39].

4.7.3. Analiza trafności (czułości i swoistości) badania topografii powierzchni ciała w odniesieniu do badania skoliometrem Bunnella

Zakładając rozpoznanie skoliozy w badaniu klinicznym z użyciem skoliometru przy wartości KRT Bunnella $\geq 7^\circ$ na dowolnym poziomie kręgosłupa [11], przeprowadziłam obliczenia uwzględniające topograficzny parametr "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie w badaniu TPC" (Max. Rot. TPC). Obliczenia wykonałam czterokrotnie, dla czterech różnych wartości x tego parametru wynoszących odpowiednio: $x=4^\circ$, $x=5^\circ$, $x=6^\circ$ i $x=7^\circ$.

W związku z tym przyjęłam następujące kategorie wyników:

- a – wyniki prawdziwie dodatnie: równocześnie wystąpił $KRT \geq 7^\circ$ i $Max. Rot. TPC \geq x^\circ$ (skoliozę stwierdzono w badaniu klinicznym i w badaniu TPC)
- b – wyniki fałszywie dodatnie: wystąpił $KRT < 7^\circ$ i $Max. Rot. TPC \geq x^\circ$ (brak skoliozy w badaniu klinicznym a skoliozę stwierdzono w badaniu TPC)
- c – wyniki fałszywie ujemne: wystąpił $KRT \geq 7^\circ$ i $Max. Rot. TPC < x^\circ$ (skoliozę stwierdzono w badaniu klinicznym, a nie stwierdzono w badaniu TPC)
- d – wyniki prawdziwie ujemne: wystąpił $KRT < 7^\circ$ i $Max. Rot. TPC < x^\circ$ (brak skoliozy w badaniu klinicznym i brak skoliozy w badaniu TPC).

Wyliczenia czułości i swoistości badania TPC dokonałam dla pozycji siedzącej niskiej oraz stojącej w oparciu o definicje przedstawione w "Wykazie skrótów i definicji stosowanych w pracy".

4.7.4. Obliczenie wartości predykcyjnej dodatniej i wartości predykcyjnej ujemnej badania TPC

Obliczenia wartości predykcyjnej dodatniej i wartości predykcyjnej ujemnej badania TPC dokonałam w oparciu o definicje przedstawione w "Wykazie skrótów i definicji stosowanych w pracy" dla pozycji siedzącej niskiej oraz stojącej.

4.7.5. Ocena przydatności pozycji siedzącej na krześle

Oceeniłam przydatność stanowiska własnego pomysłu, zaprojektowanego i wykonanego w celu poprawy jakości badań przy użyciu techniki TPC, poprzez stabilizację pozycji siedzącej oraz wymuszenie kifotyzacji tułowia. Przeanalizowałam wykonalność badania TPC, zalety i wady stosowania takiego rozwiązania.

4.7.6. Zależność badania TPC od stanu odżywienia dziecka

Celem sprawdzenia czy pomiar zniekształcenia tułowia metodą TPC odpowiada pomiarowi klinicznemu u osób otyłych, normalnie odżywionych oraz niedożywionych dokonałam analizy korelacji pomiędzy parametrem topograficznym "Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym" a parametrem klinicznym „KRT na poziomie piersiowym głównym”.

4.7.7. Obliczenia statystyczne

Dla danych w skali interwałowej sprawdzono normalność rozkładu przy użyciu testu Kołmogorova-Smirnova. Dla określenia istotności różnic pomiędzy dwiema średnimi zastosowano test t-Studenta w przypadku rozkładu normalnego oraz test Manna-

Whitneya w przypadku braku normalności rozkładu. Dla zbadania istotności różnic pomiędzy trzema średnimi użyto testu ANOVA lub Kruskalla-Wallisa, zależnie od normalności rozkładu; w przypadku stwierdzenia różnic istotnych statystycznie wykonano testy post hoc. Korelację między zmiennymi oceniono przy użyciu współczynnika korelacji liniowej Pearsona lub korelacji rang Spearmana, w zależności od normalności rozkładu. Poziomą istotności przyjęto jako $p < 0,05$.

5. Wyniki

5.1. Wyniki badania klinicznego

5.1.1. Masa ciała i wzrost

Minimum, maksimum, średnią i odchylenie standardowe dla masy ciała, wzrostu w pozycji stojącej i wysokości tułowia w pozycji siedzącej przedstawia tabela 5.1.

Tabela 5.1. Masa ciała i wzrost dzieci (N = 996)

Parametr	Minimum	Maksimum	Średnia	Odchylenie standardowe
Masa ciała [kg]	21,0	88,0	43,7	11,3
Wzrost w pozycji stojącej [cm]	123,0	176,0	150,9	9,4
Wzrost w pozycji siedzącej [cm]	66,0	92,0	79,0	4,9

5.1.2. Wartości wskaźników odżywienia

Minimum, maksimum, średnią oraz odchylenie standardowe dla wskaźników odżywienia dziecka: BMI i wskaźnika Cole'a przedstawia tabela 5.2.

Tabela 5.2. Wskaźniki odżywienia dzieci (N = 996)

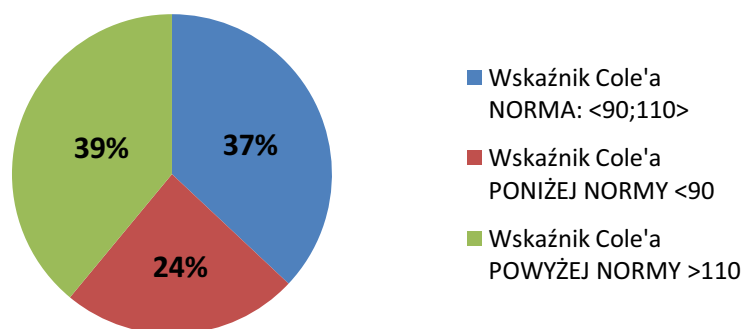
Parametr	Minimum	Maksimum	Średnia	Odchylenie standardowe
BMI	11,7	32,3	19,0	3,5
Wskaźnik Cole'a	59,9	188,5	107,0	21,9

Średnią wartości wskaźnika BMI zbadanych dziewcząt w każdej z grup wiekowych oraz średnie wartości BMI dla płci i wieku uzyskane z siatek centylowych BMI dziewcząt w Poznaniu [67] przedstawia tabela 5.3.

Tabela 5.3. Porównanie wartości wskaźnika BMI przebadanych dziewcząt z wartościami średnimi BMI dla danego wieku i płci uzyskanymi z siatek centylowych z podziałem na grupy wiekowe

Wiek [lata]	Średnia wartości BMI zbadanych dziewcząt	Średnia wartości BMI dziewcząt w Poznaniu (50. centyl)	Różnica
9	18,0	16,5	+1,5
10	18,1	17,0	+1,1
11	19,0	17,5	+1,5
12	19,9	18,0	+1,9
13	19,7	19,0	+0,7

Rycina 5.1. przedstawia podział grupy badanej (N=996) pod względem stanu odżywienia według Cole'a na trzy podgrupy: ze wskaźnikiem Cole'a w normie, poniżej normy oraz powyżej normy.



Rycina 5.1. Odsetek dzieci ze wskaźnikiem Cole'a w granicach normy, poniżej oraz powyżej normy.

5.1.3. Symetria położenia wybranych punktów anatomicznych

Wyniki przedstawiłam w trzech częściach: (1) wyniki dla wszystkich badanych (tabela 5.4. i 5.5.), (2) wyniki z rozbiciem na pięć podgrup wiekowych (tabela 5.6.) oraz (3) wyniki z podziałem na trzy podgrupy w zależności od wartości KRT (tabela 5.7. i 5.8.).

5.1.3.1. Wyniki dla wszystkich badanych

Minimum, maksimum, średnią oraz odchylenie standardowe dla parametrów opisanych w formie liczbowej w badaniu klinicznym dla grupy badanej przedstawia tabela 5.4.

Tabela 5.4. Wyniki badania klinicznego (w centymetrach)

Parametr	N	Wyniki
Test palce-podłoga	996	6,5 ± 8,2 (0,0 - 35,0)
Badanie kompensacji tułowia przy pomocy pionu opuszczonego z C7	996	0,2 ± 0,5 (0,0 - 4,0)
Różnica wysokości ustawienia wyrostków barkowych łopatek	996	0,4 ± 0,5 (0,0 - 3,0)
Różnica wysokości ustawienia kątów dolnych łopatek	996	0,4 ± 0,6 (0,0 - 5,0)
Różnica odstawania kątów dolnych łopatek	706	0,0 ± 0,2 (0,0 - 1,5)
Różnica ustawienia trójkątów talii:		
• wysokość wcięć talii	706	0,1 ± 0,3 (0,0 - 3,0)
• głębokość wcięć talii	706	0,3 ± 0,4 (0,0 - 2,5)
Różnica wysokości ustawienia kołców biodrowych tylnych górnych w płaszczyźnie czołowej	996	0,1 ± 0,3 (0,0 - 2,0)

Różnica wysokości ustawienia kół biodrowych przednich górnych w płaszczyźnie czołowej	996	0,1 ± 0,3 (0,0 - 3,0)
Różnica wysokości ustawienia krętarzy większych kości udowych	996	0,1 ± 0,2 (0,0 - 2,0)

N- liczba dzieci. Wyniki badania podano jako średnia ± odchylenie standardowe, w nawiasie podano wartości od minimum do maksimum.

Wyniki badania klinicznego: ustawienie miednicy w płaszczyźnie poprzecznej, przebieg wyrostków kolczystych kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej, wysklepienie klatki piersiowej przedstawiłam w tabeli 5.5.

Tabela 5.5. Pozostałe parametry badania klinicznego. Wyniki przedstawiono w formie liczby i odsetka dzieci spełniających dane kryterium

Oceniany parametr	Grupa badana (N)	Liczba dzieci	Procent
Ustawienie miednicy w płaszczyźnie poprzecznej:			
▪ Norma	996	951	95,5
▪ Asymetria (wysunięty w przód prawy lub lewy SIAS)	996	45	4,5
Przebieg wyrostków kolczystych kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej:			
▪ Norma	996	641	64,4
▪ Skrzywienie	996	355	35,6
Przebieg wyrostków kolczystych kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej:			
▪ krzywizny strzałkowe prawidłowe	996	664	66,7
▪ krzywizny strzałkowe nieprawidłowe	996	332	33,3
Wysklepienie klatki piersiowej:			
▪ Prawidłowe	706	689	97,6
▪ Klatka piersiowa lejkowata	706	9	1,3
▪ Klatka piersiowa kurza	706	2	0,3
▪ Klatka piersiowa asymetryczna	706	6	0,8

SIAS - kołec biodrowy przedni górny.

5.1.3.2. Wyniki z podziałem na grupy wiekowe

Wyniki badania klinicznego z podziałem na grupy wiekowe przebadanych dzieci przedstawia tabela 5.6.

Tabela 5.6. Wyniki badania klinicznego z podziałem na grupy wiekowe

Parametr	Wiek [lat]	Liczba [N]	Wyniki [cm]
Test palce-podłoga	9	40	7,3 ± 8,0 (0,0 - 24,0)
	10	316	6,7 ± 7,9 (0,0 - 35,0)
	11	322	6,4 ± 8,3 (0,0 - 30,0)
	12	275	6,4 ± 8,3 (0,0 - 34,0)
	13	43	4,8 ± 7,8 (0,0 - 26,0)

Badanie kompensacji tułowia przy pomocy pionu opuszczonego z C7	9	40	0,1 ± 0,3 (0,0 - 1,0)
	10	316	0,2 ± 0,5 (0,0 - 3,5)
	11	322	0,2 ± 0,4 (0,0 - 2,0)
	12	275	0,3 ± 0,6 (0,0 - 4,0)
	13	43	0,3 ± 0,7 (0,0 - 3,0)
Różnica wysokości ustawienia wzrostów barkowych łopatek	9	40	0,2 ± 0,4 (0,0 - 1,0)
	10	316	0,3 ± 0,5 (0,0 - 2,0)
	11	322	0,3 ± 0,5 (0,0 - 3,0)
	12	275	0,4 ± 0,5 (0,0 - 2,5)
	13	43	0,5 ± 0,6 (0,0 - 2,0)
Różnica wysokości ustawienia kątów dolnych łopatek	9	40	0,3 ± 0,5 (0,0 - 2,0)
	10	316	0,4 ± 0,5 (0,0 - 2,0)
	11	322	0,4 ± 0,6 (0,0 - 3,0)
	12	275	0,5 ± 0,6 (0,0 - 2,5)
	13	43	0,7 ± 0,9 (0,0 - 5,0)
Różnica odstawiania kątów dolnych łopatek	9	40	0,0 ± 0,1 (0,0 - 0,5)
	10	246	0,0 ± 0,1 (0,0 - 1,0)
	11	224	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,5)
	12	183	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,0)
	13	13	0,0 ± 0,0 (0,0 - 0,0)
Różnica ustawienia trójkątów talii: <ul style="list-style-type: none"> • wysokość wcięć talii • głębokość wcięć talii 	9	40	0,1 ± 0,4 (0,0 - 2,5)
	10	246	0,1 ± 0,2 (0,0 - 2,0)
	11	224	0,1 ± 0,3 (0,0 - 1,5)
	12	183	0,1 ± 0,4 (0,0 - 3,0)
	13	13	0,0 ± 0,0 (0,0 - 0,0)
	9	40	0,2 ± 0,4 (0,0 - 2,0)
	10	246	0,3 ± 0,4 (0,0 - 2,5)
	11	224	0,3 ± 0,4 (0,0 - 2,0)
	12	183	0,3 ± 0,5 (0,0 - 2,0)
	13	13	0,5 ± 0,6 (0,0 - 2,0)
Różnica wysokości ustawienia kół biodrowych tylnych górnych w płaszczyźnie czołowej	9	40	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,0)
	10	316	0,1 ± 0,3 (0,0 - 1,0)
	11	322	0,1 ± 0,3 (0,0 - 2,0)
	12	275	0,1 ± 0,3 (0,0 - 1,0)
	13	43	0,2 ± 0,3 (0,0 - 1,0)
Różnica wysokości ustawienia kół biodrowych przednich górnych w płaszczyźnie czołowej	9	40	0,1 ± 0,3 (0,0 - 1,0)
	10	316	0,1 ± 0,3 (0,0 - 2,0)
	11	322	0,1 ± 0,3 (0,0 - 2,0)
	12	275	0,1 ± 0,3 (0,0 - 1,0)
	13	43	0,2 ± 0,5 (0,0 - 3,0)
Różnica wysokości ustawienia krętarzy większych kości udowych	9	40	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,0)
	10	316	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,0)
	11	322	0,1 ± 0,2 (0,0 - 2,0)
	12	275	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,0)
	13	43	0,1 ± 0,3 (0,0 - 1,0)

N- liczba dzieci. Wyniki badania podano jako średnia ± odchylenie standardowe, w nawiasie podano wartości od minimum do maksimum.

5.1.3.3. Wyniki badania klinicznego z uwzględnieniem podziału na trzy grupy według wartości kąta rotacji tułowia

Wyniki badania klinicznego z podziałem na trzy grupy dzieci, u których maksymalna wartość KRT wyniosła: (a) od 0 do 3 stopni, (b) od 4 do 6 stopni oraz (c) powyżej lub równe 7 stopni, przedstawiają tabele 5.7. i 5.8.

Tabela 5.7. Wyniki badania klinicznego (w cm) z podziałem na podgrupy według wartości KRT

Parametr	A podgrupa KRT 0° - 3°	B podgrupa KRT 4°-6°	C podgrupa KRT ≥ 7°	p	Istotność statystyczna między podgrupami
Test palce-podłoga	6,3 ± 8,1 (0,0 -35,0) N = 801	6,8 ± 8,4 (0,0 -30,0) N = 150	8,0 ± 9,1 (0,0 -30,0) N = 45	p = 0,6	NS NS NS
Badanie kompensacji tułowia przy pomocy pionu opuszczonego z C7	0,1 ± 0,4 (0,0 - 3,5) N = 801	0,5 ± 0,6 (0,0 - 4,0) N = 150	0,9 ± 0,9 (0,0 - 3,0) N = 45	A vs B p<0,001 A vs C p<0,001 B vs C p<0,05	*** *** *
Różnica wysokości ustawienia wyrostków barkowych łopatek	0,3 ± 0,5 (0,0 - 2,0) N = 801	0,6 ± 0,6 (0,0 - 3,0) N = 150	0,9 ± 0,6 (0,0 - 2,0) N = 45	A vs B p<0,001 A vs C p<0,001 B vs C p<0,01	*** *** **
Różnica wysokości ustawienia kątów dolnych łopatek	0,3 ± 0,5 (0,0 - 2,0) N = 801	0,7 ± 0,7 (0,0 - 3,0) N = 150	1,2 ± 0,8 (0,0 - 5,0) N = 45	A vs B p<0,001 A vs C p<0,001 B vs C p<0,001	*** *** ***
Różnica odstawiania kątów dolnych łopatek	0,0 ± 0,1 (0,0 - 1,0) N = 586	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,0) N = 91	0,2 ± 0,4 (0,0 - 1,5) N = 29	A vs B p<0,01 A vs C p<0,001 B vs C p>0,05	** *** NS
Różnica ustawienia trójkątów talii:					
• wysokość wcięć talii	0,1 ± 0,3 (0,0 - 3,0) N = 586	0,1 ± 0,4 (0,0 - 2,0) N = 91	0,4 ± 0,6 (0,0 - 2,0) N = 29	A vs B p<0,05 A vs C p<0,001 B vs C p<0,001	* *** ***
• głębokość wcięć talii	0,2 ± 0,4 (0,0 - 2,5) N = 586	0,6 ± 0,5 (0,0 - 2,0) N = 91	0,8 ± 0,5 (0,0 - 2,0) N = 29	A vs B p<0,001 A vs C p<0,001 B vs C p>0,05	*** *** NS
Różnica wysokości ustawienia kolców biodrowych tylnych górnych w płaszczyźnie czołowej	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,5) N = 801	0,2 ± 0,4 (0,0 - 1,0) N = 150	0,3 ± 0,5 (0,0 - 2,0) N = 45	A vs B p<0,001 A vs C p<0,001 B vs C p>0,05	*** *** NS
Różnica wysokości ustawienia kolców biodrowych przednich górnych w płaszczyźnie czołowej	0,1 ± 0,2 (0,0 - 2,0) N = 801	0,3 ± 0,4 (0,0 - 3,0) N = 150	0,3 ± 0,4 (0,0 - 2,0) N = 45	A vs B p<0,001 A vs C p<0,001 B vs C p>0,05	*** *** NS
Różnica wysokości ustawienia krętarzy większych kości udowych	0,1 ± 0,2 (0,0 - 1,5) N = 801	0,2 ± 0,3 (0,0 - 1,0) N = 150	0,2 ± 0,4 (0,0 - 2,0) N = 45	A vs B p<0,001 A vs C p<0,001 B vs C p>0,05	*** *** NS

Wyniki badania podano jako średnia ± odchylenie standardowe, w nawiasie podano wartości od minimum do maksimum. N-liczba dzieci w danej grupie, p- poziom istotności: */**/** - różnica istotna statystycznie: słabo /mocno/ bardzo mocno, NS - nieistotna statystycznie różnica.

Tabela 5.8. Pozostałe parametry badania klinicznego w poszczególnych przedziałach według wartości KRT. Wyniki przedstawiono w formie liczby i odsetka dzieci spełniających dane kryterium. Poniżej każdego wyniku uwzględniono liczbę dzieci w danej grupie (N)

Parametr	A podgrupa KRT 0°- 3°	B podgrupa KRT 4°- 6°	C podgrupa KRT ≥ 7°
Ustawienie miednicy w płaszczyźnie poprzecznej:			
▪ Norma	771 (96,3%) N = 801	141 (94,0%) N = 150	39 (86,7%) N = 45
▪ Asymetria (wysunięty w przód prawy lub lewy SIAS)	30 (3,7%) N = 801	9 (6,0%) N = 150	6 (13,3%) N = 45
Przebieg wyrostków kolczystych kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej:			
▪ Norma:	611 (76,3%) N = 801	29 (19,3%) N = 150	1 (2,2%) N = 45
▪ Skrzywienie:	190 (23,7%) N = 801	121 (80,7%) N = 150	44 (97,8%) N = 45
Przebieg wyrostków kolczystych kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej:			
▪ krzywizny strzałkowe prawidłowe	578 (72,2%) N = 801	71 (47,3%) N = 150	15 (33,3%) N = 45
▪ krzywizny strzałkowe nieprawidłowe	223 (27,8%) N = 801	79 (52,7%) N = 150	30 (66,7%) N = 45
Wysklepienie klatki piersiowej:			
▪ Prawidłowe	579 (98,8%) N = 586	87 (95,6%) N = 91	23 (79,3%) N = 29
▪ Klatka piersiowa lejkowata	4 (0,7%) N = 586	3 (3,3%) N = 91	2 (6,9%) N = 29
▪ Klatka piersiowa kurza	2 (0,3%) N = 586	0 (0,0%) N = 91	0 (0,0%) N = 29
▪ Klatka piersiowa asymetryczna	1 (0,2%) N = 586	1 (1,1%) N = 91	4 (13,8%) N = 29

SIAS - kołec biodrowy przedni górny, N - liczba dzieci w danej grupie.

5.2. Wyniki KRT dla pomiarów skoliometrem Bunnella

Wartość KRT dla pomiarów skoliometrem w dwóch pozycjach: stojącej oraz siedzącej dla całej grupy badanej przedstawia tabela 5.9. Na każdym poziomie średnia wartości KRT w pozycji siedzącej była mniejsza niż w pozycji stojącej.

Tabela 5.9. Wartość KRT zmierzona skoliometrem w dwóch pozycjach (N = 996)

Cała grupa badana N = 996	A: pozycja stojąca	B: pozycja siedząca	p	Istotność statystyczna między podgrupami
KRT - Th prox.	0,4 ± 0,9 (0 - 8)	0,3 ± 0,8 (0 - 6)	p < 0,001	*** (A > B)
KRT - Th gł.	1,4 ± 1,9 (0 - 20)	1,0 ± 1,8 (0 - 20)	p < 0,001	*** (A > B)
KRT - L	1,3 ± 1,8 (0 - 10)	0,9 ± 1,7 (0 - 14)	p < 0,001	*** (A > B)
KRT max	2,0 ± 2,1 (0 - 20)	1,5 ± 2,1 (0 - 20)	p < 0,001	*** (A > B)
STR	2,3 ± 2,5 (0 - 20)	1,6 ± 2,5 (0 - 20)	p < 0,001	*** (A > B)

Th prox. - odcinek proksymalny kręgosłupa piersiowego, Th gł. - odcinek piersiowy główny, L - odcinek lędźwiowy kręgosłupa, KRT max - maksymalna wartość rotacji tułowia, STR - suma trzech rotacji, p- poziom istotności: */**/** - różnica istotna statystycznie: słabo /mocno/ bardzo mocno.

5.2.1. Liczba dzieci z KRT ≥ 7° w zależności od pozycji badania

Liczbę oraz odsetek dzieci, u których maksymalna wartość KRT dla przynajmniej jednego z trzech poziomów kręgosłupa (piersiowy proksymalny, piersiowy główny, lędźwiowy) w pozycji stojącej lub pozycji siedzącej jest równa lub przekracza 7° przedstawiam w tabeli 5.10.

Tabela 5.10. Liczba i odsetek dzieci z wartością KRT ≥ 7° na poszczególnych poziomach (N = 996)

	Pozycja stojąca lub siedząca	Pozycja stojąca	Pozycja siedząca	Pozycja stojąca i siedząca jednocześnie
Ogółem	45 (4,5%)	39 (3,9%)	32 (3,2%)	24 (2,4%)
Th główny	24 (2,4%)	18 (1,8%)	20 (2,0%)	12 (1,2%)
L	13 (1,3%)	17 (1,7%)	8 (0,8%)	10 (1,0%)
Th i L	7 (0,7%)	3 (0,3%)	4 (0,4%)	2 (0,2%)
Th główny i Th prox.	1 (0,1%)	1 (0,1%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)

Th - odcinek piersiowy kręgosłupa, Th prox. - odcinek proksymalny kręgosłupa piersiowego, L - odcinek lędźwiowy kręgosłupa.

5.2.2. Liczba dzieci z KRT $\geq 5^\circ$ w zależności od pozycji badania

Liczbę oraz odsetek dzieci, u których maksymalna wartość KRT dla jednego z trzech poziomów kręgosłupa (piersiowy proksymalny, piersiowy główny, lędźwiowy) w pozycji stojącej lub pozycji siedzącej jest równa lub przekracza 5° przedstawiłam w tabeli 5.11.

Tabela 5.11. Liczba dzieci z wartością KRT max $\geq 5^\circ$ (N = 996)

	Pozycja stojąca lub siedząca	Pozycja Stojąca	Pozycja Siedząca	Pozycja stojąca i siedząca jednocześnie
Ogółem	157 (15,8%)	139 (14,0%)	91 (9,1%)	71 (7,1%)

5.3. Ocena wykonalności badań przesiewowych z wykorzystaniem topografii powierzchniowej w warunkach szkolnych

Warunki dotyczące miejsca prowadzenia badań przesiewowych były możliwe do spełnienia we wszystkich szkołach. Wyznaczone pomieszczenia były ogrzewane, posiadały sztuczne oświetlenie oraz przestrzeń umożliwiającą rozstawienie sprzętu i zachowanie odpowiedniej odległości dziecka od aparatu. Były to oddzielne pomieszczenia, w których w trakcie trwania badań nie odbywały się inne zajęcia. W dziesięciu szkołach udostępniono gabinet pielęgniarki szkolnej, w trzech szkołach badanie odbyło się w gabinecie psychologa i logopedy szkolnego, w jednej szkole - na sali do gimnastyki korekcyjnej, w jednej szkole - w harcówce. W pięciu szkołach udostępnione było drugie, osobne pomieszczenie, w którym dzieci w małych grupach oczekiwały na badanie. Czas potrzebny na przygotowanie pomieszczenia do badań był uzależniony głównie od liczby i wielkości okien, które należało zakryć czarnym materiałem i wynosił 30 do 45 minut.

W trakcie badania w gabinecie obecne były dwie lub trzy osoby dorosłe (osoba badająca, osoba pomagająca oraz, w siedmiu szkołach, pielęgniarka szkolna). W trzech szkołach organizacją badań zajmowałam się we własnym zakresie, na podstawie planu lekcji udostępnionego przez dyrektora szkoły. W dwunastu pozostałych placówkach dzieci były przyprowadzane przez pracowników szkoły (w 7 szkołach przez pielęgniarkę, w 2 szkołach przez nauczyciela wychowania fizycznego, w 2 szkołach przez woźnego i w 1 szkole przez pedagoga szkolnego).

Dziewczynki wchodziły do gabinetu pojedynczo lub po dwie - trzy osoby, zależnie od preferencji. Wykonanie badania klinicznego jednego dziecka zajmowało około 5 minut, wykonanie badania TPC w jednej pozycji dla jednego dziecka zajmowało około 4 minuty (od 3 do 7 minut). W sumie czas badania wynosił około 9 minut na jedno dziecko. Opracowanie fotogramów badania TPC odbywało się bezpośrednio po zbadaniu wszystkich dzieci w szkole i zajmowało od 2 do 7 minut na jedno badanie (średnia 3 minuty). Wykonanie pełnego badania: klinicznego, badania TPC z opracowaniem fotogramu wymagało

około 12 minut (od 10 do 19 minut) na jedno dziecko.

W jednej szkole badania nie odbyły się z powodu zebrania zbyt małej liczby zgód podpisanych przez rodziców dzieci (7 zgód na około 100 dziewczynek w klasach IV, V, VI uzyskanych po 3 tygodniach od rozdania kart informacyjnych). Sześć szkół w obrębie Poznania zrezygnowało z przeprowadzenia badań przesiewowych. Powodem były zaplanowane lub wcześniej przeprowadzone podobne badania (organizowane "akcyjnie", to znaczy nie w sposób regularny, przez firmy prywatne lub w ramach badań naukowych).

5.4. Wyniki pomiarów topografii powierzchni ciała (TPC)

Tabela 5.12. przedstawia średnią, odchylenie standardowe oraz minimum i maksimum dla następujących parametrów badania TPC: (1) POTSI, (2) Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym, (3) Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie oraz (4) Suma Rotacji. Wartość parametru "liczba łuków" wynosiła od 0 do 2, mediana 1.

Tabela 5.12. Wyniki badania TPC w pozycji siedzącej niskiej (SN), N = 975

Parametry TPC	Wyniki
POTSI	10,8 ± 6,1 (0,8 - 43,3)
Max. Rot. Th gł.	3,0 ± 1,6 (0,5 - 12,6)
Max. Rot. TPC	3,4 ± 1,6 (0,5 - 12,7)
SR	4,3 ± 1,9 (0,7 - 18,1)

POTSI - tylny współczynnik symetrii tułowia, Max. Rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. TPC - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, SR - Suma Rotacji. Wyniki badania podano jako średnia ± odchylenie standardowe, w nawiasie podano wartości od minimum do maksimum.

Wyniki badania TPC w pozycji siedzącej niskiej w trzech podgrupach, według wartości KRT: (1) od 0° do 3°, (2) od 4° do 6° oraz (3) ≥7°, przedstawia tabela 5.13.

Tabela 5.13. Wyniki badania TPC w pozycji siedzącej niskiej, podział według wartości KRT, N=995

	KRT 0° - 3°	KRT 4° - 6°	KRT ≥ 7
POTSI	10,7 ± 6,0 (0,8 - 39,6)	11,1 ± 6,2 (1,4 - 43,3)	13,4 ± 7,3 (5,5 - 29,5)
Max. Rot. Th gł.	2,8 ± 1,4 (0,5 - 8,7)	3,4 ± 1,5 (0,6 - 7,0)	5,8 ± 3,0 (1,7 - 12,6)
Max. Rot. TPC	3,2 ± 1,3 (0,5 - 9,2)	4,0 ± 1,6 (1,2 - 11,4)	6,6 ± 3,0 (1,7 - 12,7)
SR	4,1 ± 1,7 (0,7 - 12,7)	5,2 ± 2,0 (1,7 - 12,0)	7,6 ± 3,5 (2,2 - 18,1)

KRT - kąt rotacji tułowia, POTSI - tylny współczynnik symetrii tułowia, Max. Rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. TPC - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, SR - Suma Rotacji. Wyniki badania podano jako średnia ± odchylenie standardowe, w nawiasie podano wartości od minimum do maksimum.

Wyniki badania TPC w trzech pozycjach przedstawia tabela 5.14.

Tabela 5.14. Wyniki badania TPC w trzech pozycjach: stojącej (ST), siedzącej niskiej (SN) i siedzącej na krześle (SK), N = 41

Parametry	Wyniki			P	Istotność statystyczna
	ST	SN	SK		
POTSI	13,9 ± 8,0 (2,3 - 37,0)	10,6 ± 5,6 (2,6 - 30,1)	10,6 ± 4,9 (2,5 - 26,8)	ST vs SN p<0,05 ST vs SK p<0,05 SN vs SK p>0,05	* * NS
Max. Rot. Th gł.	3,5 ± 1,8 (1,0 - 9,0)	3,0 ± 1,6 (1,0 - 8,7)	2,9 ± 1,8 (0,6 - 7,5)	p = 0,9	NS
Max. Rot. TPC	4,0 ± 1,8 (1,4 - 9,0)	3,4 ± 1,6 (1,2 - 9,2)	3,5 ± 1,6 (1,2 - 7,5)	p = 0,7	NS
SR	5,2 ± 2,6 (1,9 - 15,3)	4,4 ± 2,0 (1,4 - 12,0)	4,3 ± 2,0 (2,0 - 10,4)	p = 0,2	NS

POTSI - tylny współczynnik symetrii tułowia Max. Rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. TPC - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, SR - Suma Rotacji. Wyniki badania podano jako średnia ± odchylenie standardowe, w nawiasie podano wartości od minimum do maksimum, p- poziom istotności: * - słabo istotna statystycznie różnica pomiędzy wynikami, NS - różnica nieistotna statystycznie.

5.4.1. Określenie powtarzalności badania TPC (zgodności wewnątrzgrupowej)

5.4.1.1. Badanie TPC obiektu nieruchomego

Średnią, odchylenie standardowe, minimum, maksimum oraz współczynnik zmienności dla parametrów: (1) POTSI, (2) Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym, (3) Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie oraz (4) Suma Rotacji, obliczonych dla 10-krotnie powtórnego badania obiektu nieruchomego (manekin) przedstawiłam w tabeli 5.15.

Tabela 5.15. Wyniki badania TPC obiektu nieruchomego (manekina)

Parametry badania TPC - manekin bez zmian pozycji	Wyniki	Współczynnik zmienności [%]
POTSI	6,2 ± 1,2 (4,2 - 7,9)	20,2
Max. Rot. Th gł.	4,2 ± 0,3 (3,8 - 4,7)	7,2
Max. Rot. TPC	4,2 ± 0,3 (3,8 - 4,7)	7,2
SR	4,3 ± 0,3 (3,8 - 4,7)	6,3

POTSI - tylny współczynnik symetrii tułowia, Max. Rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. TPC - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, SR - Suma Rotacji. Wyniki badania podano jako średnia ± odchylenie standardowe, w nawiasie podano wartości od minimum do maksimum.

5.4.1.2. Badanie TPC obiektu nieruchomego, poruszanego między badaniami

Średnią, odchylenie standardowe, minimum, maksimum oraz współczynnik zmienności dla parametrów: (1) POTSI, (2) Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym, (3) Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie oraz (4) Suma Rotacji, zmierzonych 10-krotnie na manekinie, z każdorazowym ponownym ustawieniem go do badania przedstawiłam w tabeli 5.16.

Tabela 5.16. Wyniki badania TPC manekina z każdorazowym ustawieniem pomiędzy poszczególnymi ujęciami

Parametry badania TPC - manekin ze zmianą pozycji	Wyniki	Współczynnik zmienności [%]
POTSI	5,1 ± 0,7 (3,9 - 6,0)	20,2
Max. Rot. Th gł.	3,8 ± 0,5 (3,0 - 4,4)	7,2
Max. Rot. TPC	3,8 ± 0,5 (3,0 - 4,4)	7,2
SR	4,0 ± 0,5 (3,1 - 4,9)	6,3

POTSI - tylny współczynnik symetrii tułowia, Max. Rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. TPC - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, SR - Suma Rotacji. Wyniki badania podano jako średnia ± odchylenie standardowe, w nawiasie podano wartości od minimum do maksimum.

5.4.1.3. Badanie TPC pięćdziesięciorga dzieci powtórzone 2-krotnie w pozycji stojącej i siedzącej niskiej

Wartość wewnątrzgrupowego błędu pomiaru badania TPC dla parametrów: (1) POTSI, (2) Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym, (3) Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie oraz (4) Suma Rotacji w pozycji ST i SN obliczonego na podstawie dwukrotnie wykonanego badania TPC u pięćdziesięciorga dzieci przedstawia tabela 5.17.

Tabela 5.17. Błąd pomiaru wewnątrzgrupowego dla badania topografii powierzchni ciała w pozycji stojącej i siedzącej niskiej (N = 50)

Parametr	Błąd pomiaru
I Pozycja stojąca:	
▪ POTSI	2,1
▪ Max. Rot. Th gł.	1,5
▪ Max. Rot. TPC	2,0
▪ SR	0,6
II Pozycja siedząca niska:	
▪ POTSI	3,2
▪ Max. Rot. Th gł.	0,9
▪ Max. Rot. TPC	1,9
▪ SR	0,5

POTSI - tylny współczynnik symetrii tułowia, Max. Rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. TPC - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, SR - Suma Rotacji.

5.4.2. Ocena odtwarzalności wyników badania TPC (zgodność międzygrupowa)

Wartość międzygrupowego błędu pomiaru badania TPC dla parametrów: (1) POTSI, (2) Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym, (3) Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie oraz (4) Suma Rotacji w dwóch pozycjach: ST i SK na podstawie badania przeprowadzonego w grupie dziesięciorga dzieci przez trzech badaczy przedstawiam w tabeli 5.18.

Tabela 5.18. Porównanie średniej wyników badania TPC dziesięciorga dzieci wykonanego przez trzech badaczy oraz wynik międzygrupowego błędu pomiaru dla pozycji stojącej i siedzącej na krześle

Parametr	Średnia			Błąd pomiaru
	Badacz 1 (doktorantka)	Badacz 2 (lekarz specjalista ortopedii)	Badacz 3 (lekarz rezydent ortopedii)	
I Pozycja stojąca:				
▪ POTSI	21,9	22,3	24,6	10,1
▪ Max. Rot. Th gł.	5,1	5,8	5,1	1,3
▪ Max. Rot. TPC	5,4	6,0	5,6	1,3
▪ SR	6,7	6,6	6,4	1,7
II Pozycja siedząca na krześle:				
▪ POTSI	15,9	19,5	23,9	6,4
▪ Max. Rot. Th gł.	5,1	4,4	4,8	0,8
▪ Max. Rot. TPC	5,3	4,8	5,0	0,8
▪ SR	6,5	6,2	6,2	1,1

POTSI - tylny współczynnik symetrii tułowia Max. Rot. Th gł. - maksymalna rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. TPC - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, SR - Suma Rotacji.

5.4.3. Określenie trafności, wartości predykcyjnej dodatniej i ujemnej badania TPC

Wyniki badania TPC: prawdziwie dodatnie, prawdziwie ujemne, fałszywie dodatnich, fałszywie ujemne, a także: czułość, swoistość, wartość predykcyjną dodatnią (WPD) i ujemną (WPU) w odniesieniu do badania skoliometrem Bunnella, przy założeniu rozpoznania skoliozy, gdy KRT max w pozycji siedzącej jest większe lub równe 7° przedstawiłam w tabelach 5.19., 5.20, 5.21. i 5.22. Wartość KRT max w pozycji siedzącej porównałam z parametrem "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie" w badaniu TPC w pozycji siedzącej niskiej (Max. Rot. TPC - SN: tabele 5.19. oraz 5.20.) oraz w pozycji stojącej (Max. Rot. TPC - ST: tabele 5.21. oraz 5.22.), dla wartości Max. Rot. TPC wynoszącej odpowiednio, równo lub powyżej: 4°, 5°, 6° i 7°.

Tabela 5.19. Wyniki prawdziwie dodatnie i ujemne oraz fałszywie dodatnie i ujemne dla Max.Rot.TPC w pozycji siedzącej niskiej o wartości minimalnej: 4°, 5°, 6° lub 7° w odniesieniu do KRT max wynoszącej na minimum jednym poziomie $\geq 7^\circ$ (N = 975)

KRT Max	Max.Rot. TPC - SN	A: prawdziwie dodatnie	B: fałszywie dodatnie	C: fałszywie ujemne	D: prawdziwie ujemne
$\geq 7^\circ$	$\geq 7^\circ$	12	13	19	931
$\geq 7^\circ$	$\geq 6^\circ$	15	42	16	902
$\geq 7^\circ$	$\geq 5^\circ$	20	113	11	831
$\geq 7^\circ$	$\geq 4^\circ$	24	273	7	671

KRT max- maksymalna wartość kąta rotacji tułowia(pomiar skoliometrem), Max. Rot. TPC - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie.

Tabela 5.20. Czulość, swoistość, wartość predykcyjna dodatnia i ujemna dla Max.Rot.TPC w pozycji siedzącej niskiej o wartości minimalnej: 4°, 5°, 6° lub 7° w odniesieniu do KRT max wynoszącej na minimum jednym poziomie ≥ 7° (N = 975)

KRT Max	Max.Rot. TPC- SN	CZUŁOŚĆ [%]	SWOISTOŚĆ [%]	WPD [%]	WPU [%]
≥ 7°	≥ 7°	38,7	98,6	48,0	98,0
≥ 7°	≥ 6°	48,4	95,6	26,3	98,3
≥ 7°	≥ 5°	64,5	88,0	15,0	98,7
≥ 7°	≥ 4°	77,4	71,1	8,1	99,0

KRT max- maksymalna wartość kąta rotacji tułowia(pomiar skoliometrem), Max. Rot. TPC-SN - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie w pozycji siedzącej niskiej, WPD-wartość predykcyjna dodatnia, WPU- wartość predykcyjna ujemna.

Tabela 5.21. Wyniki prawdziwie dodatnie i ujemne oraz fałszywie dodatnie i ujemne dla Max.Rot.TPC w pozycji stojącej o wartości minimalnej: 4°, 5°, 6° lub 7° w odniesieniu do KRT max wynoszącej na minimum jednym poziomie ≥ 7° (N = 195)

KRT max	Max.Rot. TPC - ST	A: prawdziwie dodatnie	B: fałszywie dodatnie	C: fałszywie ujemne	D: prawdziwie ujemne
≥ 7°	≥ 7°	2	10	7	176
≥ 7°	≥ 6°	5	26	4	160
≥ 7°	≥ 5°	6	47	3	139
≥ 7°	≥ 4°	7	90	2	96

KRT max- maksymalna wartość kąta rotacji tułowia(pomiar skoliometrem), Max. Rot. TPC-ST - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie w pozycji stojącej.

Tabela 5.22. Czulość, swoistość, wartość predykcyjna dodatnia i ujemna dla Max.Rot.TPC w pozycji stojącej o wartości minimalnej: 4°, 5°, 6° lub 7° w odniesieniu do KRT max wynoszącej na minimum jednym poziomie ≥ 7° (N = 195)

KRT max	Max.Rot. TPC - ST	CZUŁOŚĆ [%]	SWOISTOŚĆ [%]	WPD [%]	WPU [%]
≥ 7°	≥ 7°	22,2	94,6	16,7	96,2
≥ 7°	≥ 6°	55,6	86,0	16,1	97,6
≥ 7°	≥ 5°	66,7	74,7	11,3	97,9
≥ 7°	≥ 4°	77,8	51,6	7,2	98,0

KRT max- maksymalna wartość kąta rotacji tułowia(pomiar skoliometrem), Max. Rot. TPC-ST - Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie w pozycji stojącej, WPD- wartość predykcyjna dodatnia, WPU- wartość predykcyjna ujemna.

5.5. Przydatność stanowiska stabilizującego pozycję siedzącą w badaniach przy użyciu techniki topografii powierzchni ciała

5.5.1. Wykonalność badania TPC w pozycji siedzącej na krześle, zalety i wady stosowania tej pozycji

Wykorzystanie krzesła w badaniu topografii powierzchniowej daje możliwość szybkiego i stabilnego przyjęcia przez dziecko pozycji do badania. Pozycja siedząca ułatwia uzyskanie równego ustawienia miednicy w stosunku do kamery, ogranicza do minimum wpływ wad, deformacji i różnego rodzaju asymetrii występujących w obrębie kończyn dolnych i miednicy na położenie kręgosłupa i tułowia. "Podpórka dla klatki piersiowej" umożliwia uzyskanie, pożądaną w przypadku wykrywania dzieci ze skoliozą, kifotyzacji tułowia.

Objęcie rękami podpórki powoduje oddalenie łopatek od kręgosłupa i lepsze uwidocznienie kręgosłupa. Pozycja wyższa (od siedzącej niskiej) zmniejsza częstość występowania artefaktów na fotogramie wynikających prawdopodobnie z odbicia światła projektora od podłogi.

5.5.2. Sprawdzenie dokładności ustawienia dziecka do badania TPC w odniesieniu do przyjętej pozycji

Porównanie ustawienia miednicy w pozycji stojącej, siedzącej niskiej oraz w pozycji siedzącej na krześle przedstawia tabela 5.23.

Tabela 5.23. Liczba oraz odsetek dzieci, u których w badaniu TPC stwierdzono określoną wartość rotacji na poziomie S1 w trzech pozycjach pomiarowych (N = 41)

Rotacja na poziomie S1	ST	SN	SK
0	21 (51%)	16 (39%)	25 (61%)
(0, 1>	11 (27%)	7 (17%)	7 (17%)
(1, 3>	9 (22%)	14 (34%)	8 (20%)
(3, 5)	0 (0%)	4 (10%)	1 (2%)
≥ 5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

S1 - wyrostek kolczysty pierwszego kręgu krzyżowego, ST- pozycja stojąca, SN- pozycja siedząca niska, SK- pozycja siedząca na krześle.

5.5.3. Porównanie wyników rotacji tułowia dla pozycji siedzącej na krześle z pozycją siedzącą niską i stojącą obliczonych metodą TPC w odniesieniu do badania skoliometrem Bunnella

Wartość współczynnika korelacji dla parametrów "Suma Trzech Rotacji" i "Suma Rotacji" obliczonego dla (1) pozycji stojącej, (2) pozycji siedzącej niskiej oraz (3) pozycji siedzącej na krześle przedstawiłam w tabeli 5.24.

Tabela 5.24. Porównanie współczynnika korelacji dla wartości STR skoliometru obliczonego dla pozycji siedzącej z wartościami SR topografii powierzchni ciała obliczonej dla trzech pozycji

	ST N = 41	SN N = 41	SK N = 41
Współczynnik korelacji (r) dla parametrów STR i SR	r = 0,3 p = 0,05	r = 0,2 p = 0,18	r = 0,4 p = 0,02

STR- Suma Trzech Rotacji (pomiar skoliometrem), SR- Suma Rotacji (pomiar topograficzny), ST- pozycja stojąca, SN- pozycja siedząca niska, SK- pozycja siedząca na krześle, p- poziom istotności statystycznej dla różnicy pomiędzy wynikami.

Wartość współczynnika korelacji dla parametru "Suma Rotacji" obliczony pomiędzy pozycjami przyjętymi do badania TPC przedstawiłam w tabeli 5.25.

Tabela 5.25. Korelacja parametru SR pomiędzy pozycjami przyjętymi w badaniu TPC

	ST - SN N = 41	ST - SK N = 41	SN - SK N = 41
Współczynnik korelacji (r) dla parametru SR badania TPC w trzech pozycjach	r = 0,5 p = 0,006	r = 0,4 p = 0,005	r = 0,5 p = 0,0004

STR- Suma Trzech Rotacji (pomiar skoliometrem), SR- Suma Rotacji (pomiar topograficzny), ST- pozycja stojąca, SN- pozycja siedząca niska, SK- pozycja siedząca na krześle.

Wartość współczynnika korelacji dla parametrów: KRT max. i Max. Rot. TPC zależnie od przyjętej pozycji przedstawiłam w tabeli 5.26.

Tabela 5.26. Korelacja wartości Rotacji Maksymalnej w pomiarach skoliometrem i TPC (N = 41)

KRT max. - Max. Rot. TPC ST	KRT max. - Max. Rot. TPC SN	KRT max. - Max. Rot. TPC SK
r = 0,1 p = 0,4	r = 0,1 p = 0,6	r = 0,4 p = 0,008

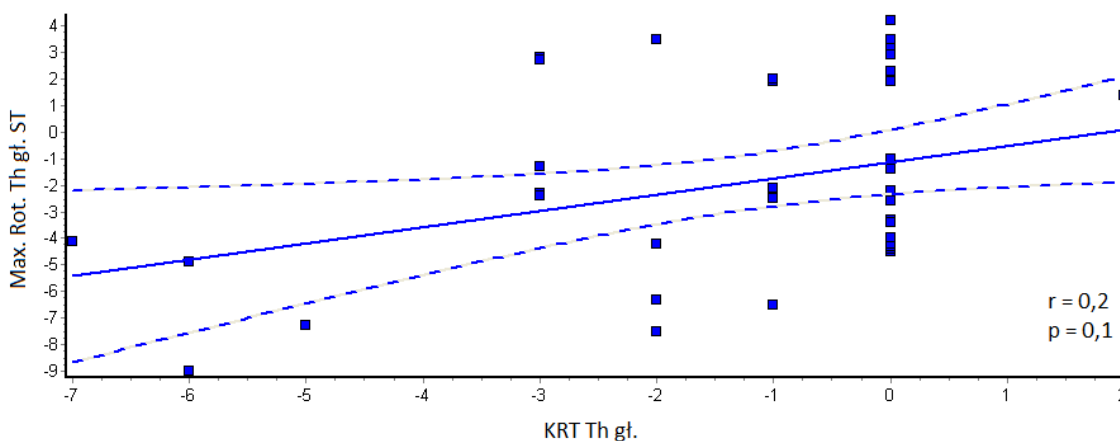
TPC- topografia powierzchni ciała, KRT Th gł. - wartość kąta rotacji tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, r - współczynnik korelacji, p - poziom istotności statystycznej, SK- pozycja siedząca na krześle, ST- pozycja stojąca, SN- pozycja siedząca niska.

Wartość współczynnika korelacji dla parametrów: KRT max(Th gł.) i Max. Rot. Th gł. w pozycji stojącej, siedzącej niskiej oraz siedzącej na krześle przedstawia tabela 5.27. oraz ryciny 5.2., 5.3. i 5.4.

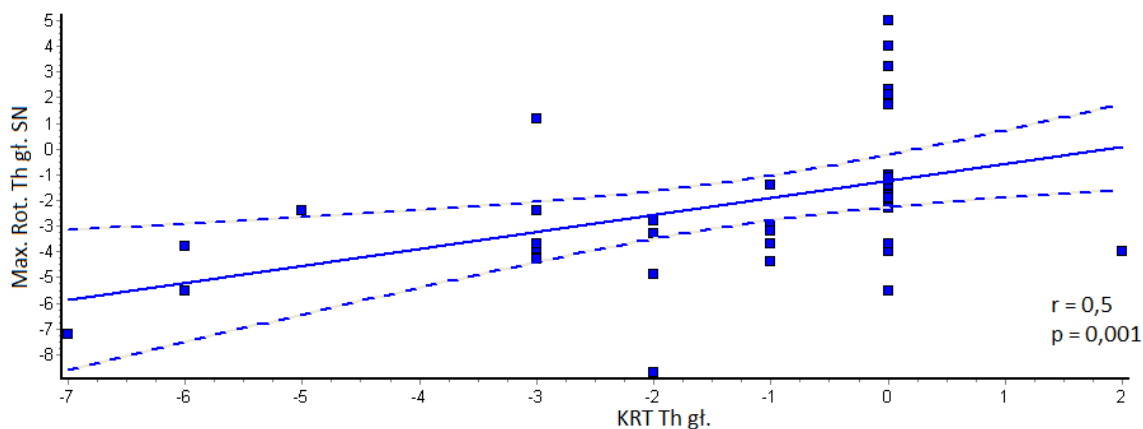
Tabela 5.27. Korelacja wartości Rotacji Maksymalnej w odcinku piersiowym głównym w pomiarach skoliometrem i TPC (N = 41)

KRT Th gł. - Max. Rot. Th gł. ST	KRT Th gł. - Max. Rot. Th gł. SN	KRT Th gł. - Max. Rot. Th gł. SK
r = 0,2 p = 0,1	r = 0,5 p = 0,001	r = 0,6 p < 0,001

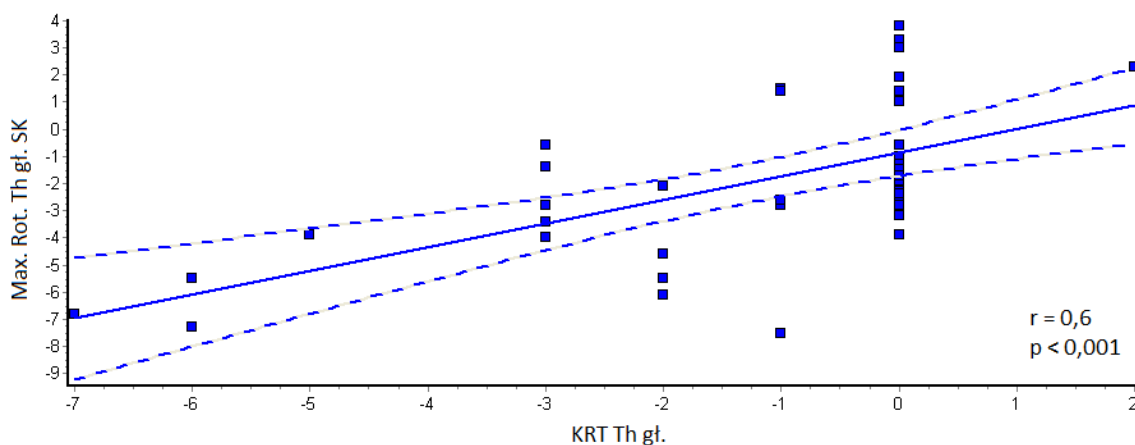
TPC- topografia powierzchni ciała, KRT Th gł. - wartość kąta rotacji tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, r - współczynnik korelacji, p - stopień istotności statystycznej, SK- pozycja siedząca na krześle, ST- pozycja stojąca, SN- pozycja siedząca niska.



Rycina 5.2. Korelacja wartości KRT na poziomie piersiowym głównym i parametru "Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym" w badaniu TPC w swobodnej pozycji stojącej (wartości ujemne oznaczają rotację tułowia w stronę prawą, wartości dodatnie - w stronę lewą).



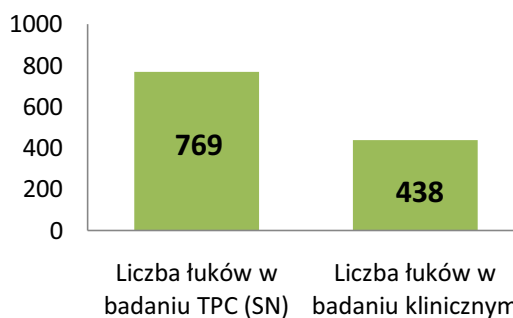
Rycina 5.3. Korelacja wartości KRT na poziomie piersiowym głównym i parametru "Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym" w badaniu TPC w pozycji siedzącej niskiej (wartości ujemne oznaczają rotację tułowia w stronę prawą, wartości dodatnie - w stronę lewą).



Rycina 5.4. Korelacja wartości KRT na poziomie piersiowym głównym i parametru "Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym" w badaniu TPC w pozycji siedzącej na krześle (wartości ujemne oznaczają rotację tułowia w stronę prawą, wartości dodatnie - w stronę lewą).

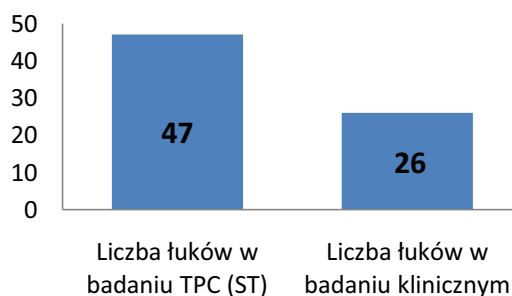
5.5.4. Porównanie liczby łuków wykrytych w badaniu klinicznym oraz w badaniu TPC w trzech pozycjach pomiarowych

Rycina 5.5. przedstawia liczbę łuków linii wyrostków kolczystych wykrytą w badaniu klinicznym (jako odniesienie) oraz liczbę łuków wykrytą w badaniu TPC w pozycji siedzącej niskiej (N = 975).

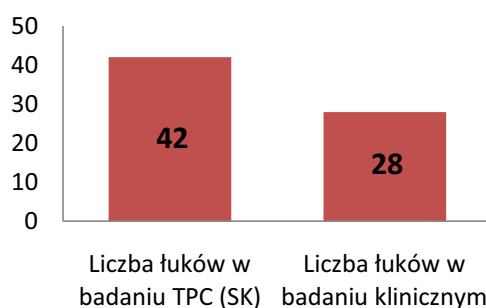


Rycina 5.5. Liczba łuków wykryta w badaniu klinicznym oraz w TPC w pozycji siedzącej niskiej (N = 975).

Ryciny 5.6. i 5.7. przedstawiają liczbę łuków w badaniu TPC: SK i ST w porównaniu z liczbą łuków wykrytą w badaniu klinicznym (N = 47).



Rycina 5.6. Liczba łuków wykryta w badaniu klinicznym oraz w badaniu TPC w pozycji stojącej (N = 47).



Rycina 5.7. Liczba łuków wykryta w badaniu klinicznym oraz w badaniu TPC pozycji siedzącej na krześle (N = 47).

5.5.5. Korelacja parametrów klinicznych i topograficznych w zależności od stanu odżywienia dziecka

Korelację pomiędzy "Maksymalną Rotacją na poziomie piersiowym głównym" (Max. Rot. Th gł.) a klinicznym pomiarem KRT na poziomie piersiowym głównym w zależności od stanu odżywienia przedstawia tabela 5.28.

Tabela 5.28. Porównanie wyniku korelacji parametrów Max. Rot. Th gł. oraz KRT Th gł. u dzieci ze wskaźnikiem Cole'a w normie, u dzieci niedożywionych i nadmiernie odżywionych

	NORMA N = 363	NIEDOŻYWIENIE N = 234	NADMIERNE ODŻYWIENIE N = 378
Współczynnik korelacji dla: Max.Rot.Th gł. oraz KRT Th gł.	r = 0,4 p < 0,001	r = 0,4 p < 0,001	r = 0,3 p < 0,001

KRT Th gł. - wartość kąta rotacji tułowia na poziomie piersiowym głównym, Max. Rot. Th gł. - Maksymalna Rotacja tułowia na poziomie piersiowym głównym, r - współczynnik korelacji, p - stopień istotności statystycznej.

5.6. Analiza odpowiedzi rodziców na pytania zawarte w kwestionariuszu

5.6.1. Skolioza lub nadmierna kifoza piersiowa u badanych i członków ich rodzin

W 145 przypadkach (14,6%) z całej grupy zbadanych dziewcząt podano, że u członków rodziny występowała skolioza lub nadmierna kifoza piersiowa. W grupie 45 dziewcząt, u których KRT przekraczał 7° , 14 rodziców (31,1%) podało, że w rodzinie występowała skolioza lub nadmierna kifoza piersiowa.

W grupie 45 dziewcząt, u których stwierdziłam $KRT \geq 7^\circ$, według wiedzy rodziców, 8 dziewcząt miało wcześniej rozpoznaną wadę postawy ciała lub skoliozę, a w 37 przypadkach podejrzenie skoliozy idiopatycznej postawiono po raz pierwszy.

5.6.2. Ciężar plecaka w przeciętnym dniu szkolnym

W 27 przypadkach rodzice nie odpowiedzieli w ankiecie na pytanie dotyczące ciężaru plecaka dziecka w przeciętnym dniu szkolnym. Analizie poddałam dane dla grupy liczącej 969 dziewcząt.

Ciężar plecaka w przeciętnym dniu szkolnym u dziewczynek z klas IV, V, VI szkół podstawowych wahał się od 1,5 kg do 15 kg, średnia 6,0 kg, co stanowi 13,7% średniej masy ciała w grupie badanej.

Tabela 5.29. przedstawia liczbę oraz odsetek badanych dziewcząt, których ciężar plecaka w przeciętnym dniu szkolnym był prawidłowy lub nadmierny, zależnie od przyjętej wartości granicznej: (1) poniżej 10%, (2) poniżej 15% lub (3) poniżej 20% masy ciała dziecka.

Tabela 5.29. Ciężar plecaka w przeciętnym dniu szkolnym w zależności od założonych wartości granicznych (N = 969)

Próg procentowy masy ciała dziecka	Liczba i odsetek dzieci, których ciężar plecaka nie przekracza założonego progu	Liczba i odsetek dzieci, których ciężar plecaka jest zbyt duży (\geq założony próg)
10% masy ciała	203 (20,9%)	766 (79,1%)
15% masy ciała	597 (61,6%)	372 (38,4%)
20% masy ciała	810 (83,6%)	159 (16,4%)

5.6.3. Czas poświęcany przez dzieci szkolne na zajęcia sportowe oraz czas spędzany przed komputerem lub telewizorem

Tabela 5.30. przedstawia ile czasu dziennie dziewczęta klas IV, V, VI szkół podstawowych spędzają: (a) przed telewizorem lub komputerem oraz (b) na zajęciach sportowych.

Tabela 5.30. Liczba i odsetek dzieci spędzających czas wolny: przed telewizorem i/lub komputerem oraz na zajęciach sportowych (N = 995)

	0 - 1 godzin na dobę (nie codziennie)	1 - 2 godzin na dobę	> 2 godzin na dobę
Telewizor i / lub komputer	221 (22,2%)	520 (52,3%)	254 (25,5%)
Sport	540 (54,3%)	329 (33,1%)	126 (12,7%)

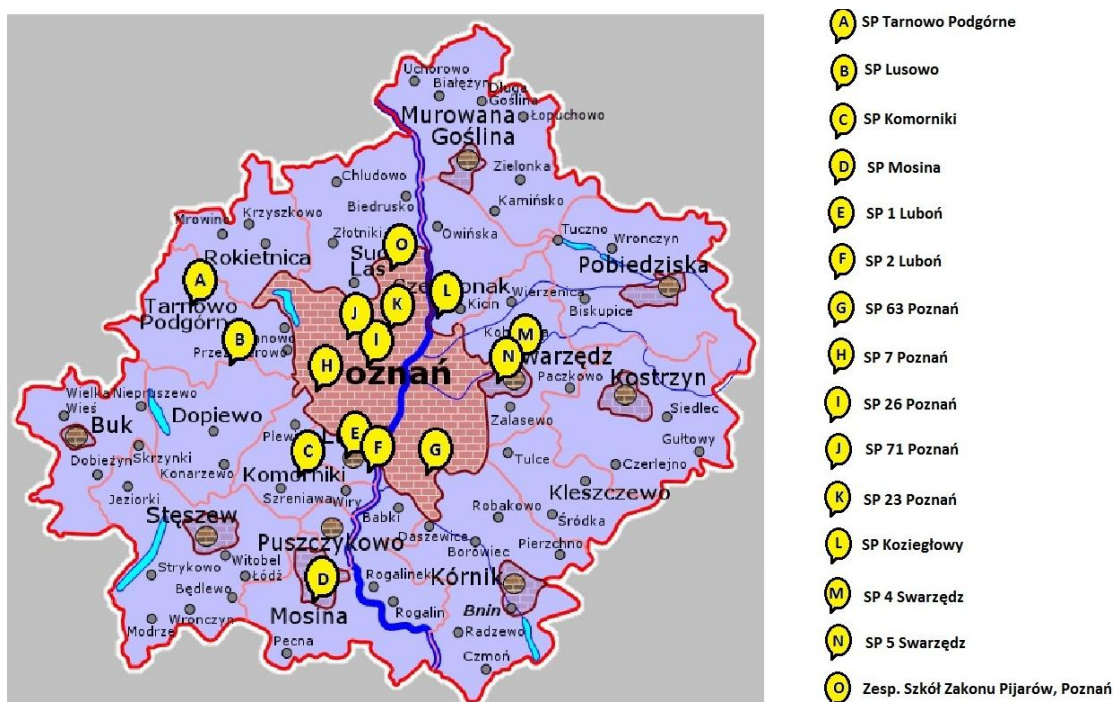
6. Dyskusja

6.1. Dobór materiału

Grupę badanych dzieci wyznaczyłam na podstawie wytypowania dzieci z największym ryzykiem wystąpienia skoliozy idiopatycznej, zakładając przebadanie około 1000 dzieci Poznania i powiatu poznańskiego. Ze względu na to, że skolioza idiopatyczna jest chorobą o charakterze rozwojowym, a progresja skrzywienia dotyczy szczególnie okresu dojrzewania oraz znacznie częściej dziewcząt niż chłopców - badaniem objęto dziewczęta w wieku od 9 do 13 lat, to znaczy uczęszczające do klas IV, V i VI szkół podstawowych.

Obliczyłam minimalną liczebność próby właściwą do oceny badanego zjawiska (częstości występowania skoliozy idiopatycznej). Znając rozprzestrzenienie skoliozy idiopatycznej w populacji dzieci szkolnych (2,5%) zastosowałam wzory, uzyskując dla zadanej dokładności odpowiednie wartości: przy założonym błędzie szacunku równym 5% minimalna liczebność próby wyniosłaby 45 osób, przy 2% - 280 osób, przy 1,5% - 500 osób, a przy 1% - 1120 osób. Przez błąd szacunku rozumiałam maksymalną różnicę pomiędzy wartością próby a rzeczywistą wartością populacyjną (margines błędu). Dla przebadanej liczby 996 dzieci wynosił on 1,06%.

Ponieważ warunki w jakich dziecko jest wychowywane: środowisko rodzinne, status ekonomiczny i miejsce zamieszkania (duże miasto, małe miasto, wieś) nie mają wpływu na powstanie skoliozy idiopatycznej, dlatego wydaje się, że dobór szkół, w których przeprowadziłam badania, może być uważany za odpowiadający doborowi losowemu. Uwzględniłam te placówki, w których zarówno dyrekcja, jak i rodzice lub opiekunowie dzieci wyrazili zgodę na przeprowadzenie badań, rycina 6.1.



Rycina 6.1. Mapa powiatu poznańskiego [110] z zaznaczonymi szkołami podstawowymi, w których przeprowadziłam badania.

6.2. Czas trwania badania

Zbadanie jednego dziecka (badanie kliniczne, pomiar KRT skoliometrem i badanie topografii powierzchni ciała, łącznie z przygotowaniem się dziecka do badania) zajmowało od 10 do 19 minut, średnia 12 minut. Przeciętny czas badania zmieniał się w trakcie dnia w związku z poprawiającą się organizacją badania i wynosił w godzinach porannych około 15 minut, a w południowych około 10 minut. Nie zaobserwowałam zmiany czasu badania w przeciągu trwania całości programu, który zajął 9 miesięcy. Brak typowej "krzywej uczenia" w zakresie skracania czasu badania można wytłumaczyć tym, że do pracy doktorskiej przystępowałam mając uprzednie doświadczenia w postaci około stu dzieci zbadanych skoliometrem i metodą TPC.

6.3. Ocena stanu odżywienia dziecka

Najbardziej popularną metodą oceny masy ciała jest wskaźnik BMI. Jednakże do 18. roku życia wartość BMI ocenia się na podstawie siatek centylowych. Dlatego do oceny statystycznej stopnia odżywienia dzieci wybrałam wskaźnik Cole'a, ponieważ otrzymany wynik jest analizowany według jednakowych wytycznych u wszystkich badanych (dane z siatek centylowych dla danego wieku i płci zawarte są we wzorze i dotyczą 50. centyla). W przypadku analizy większej liczby dzieci wydaje się to łatwiejszym rozwiązaniem niż sprawdzanie jakiemu centylowi odpowiada obliczona wartość BMI każdego dziecka.

Na podstawie wskaźnika Cole'a w badanej grupie mogłam wyróżnić trzy niemal jednakowo liczne grupy: dzieci odżywionych prawidłowo, niedożywionych oraz nadmiernie odżywionych. Natomiast wskaźnik BMI w poszczególnych przedziałach wiekowych wykazywał wartości nieznacznie wyższe niż średnie podawane dla dziewcząt w Poznaniu.

U dzieci nadmiernie odżywionych stwierdziłam słabszą korelację pomiędzy wynikami badania TPC a badania skoliometrem.

6.4. Możliwości organizacyjne badań przesiewowych w szkołach

Wiele dzieci wykazywało strach przed badaniem, pomimo uzyskania wcześniejszej informacji o jego bezinwazyjnym przebiegu. Pytania najczęściej zadawane przez dziewczęta to:

- czy badanie będzie bolało,
- czy konieczne jest rozebranie się,
- czy marker jest zmywalny.

W moim doświadczeniu można uprzedzić te obawy wyjaśniając krótko na czym polega badanie i jak będzie przebiegało. Do badania klinicznego i badania skoliometrem dziewczynki mogły pozostać w staniku, jednak w przypadku topografii powierzchni ciała wymagane jest zdjęcie bielizny. Zaobserwowałam, że rozebranie się było dla większości dziewcząt

czynek krępujące i utrudniało przyjęcie swobodnej pozycji.

Możliwości usprawnienia badania TPC jako przesiewowego w tym zakresie polegać mogłyby na:

- stworzeniu warunków umożliwiających w jak największym stopniu poszanowanie intymności osoby badanej, na przykład poprzez ustawienie parawanu oddzielającego miejsce wykonania badania od pozostałej części pomieszczenia,
- takim rozmieszczeniu sprzętu, by osoba badana była ustawiona tyłem do drzwi wejściowych,
- do gabinetu powinna wchodzić jednorazowo 1 osoba (maksymalnie 2 - 3 osoby, jeśli w pomieszczeniu dostępny jest parawan),
- prowadzeniu badań w trakcie trwania lekcji, a nie na przerwach - gdy panuje hałas i korytarze są pełne dzieci,
- stosowaniu jednorazowej osłony piersi zakładanej na klatkę piersiową (co umożliwia prosty i szybki sposób założenia z jednoczesnym uwidocznieniem całej powierzchni grzbietu).

6.5. Dobór parametrów badania klinicznego w celu wykrywania dzieci ze skoliozą idiopatyczną

Wykazałam istotną różnicę wyników badania klinicznego w grupie dziewcząt z KRT od 0° do 3° w porównaniu z grupą dziewcząt z podejrzeniem skoliozy idiopatycznej, u których KRT wyniósł $\geq 7^\circ$.

Do najistotniejszych objawów klinicznych skoliozy zaliczyć można odchylenie linii wyrostków kolczystych oraz zaburzenie krzywizn strzałkowych kręgosłupa, jednakże w toku badań objawy te stwierdziłam u około 1/3 badanych dziewcząt, co wydaje się znacznie obniżać wartość diagnostyczną obu tych objawów. Podobne obserwacje poczyniono w badaniach fotogrametrycznych przeprowadzonych na grupie 737 dzieci, opisanych przez Śliwińskiego, w których wykryto wady postawy ciała dotyczące płaszczyzny czołowej lub strzałkowej u 90% dzieci szkolnych [97].

W badaniach własnych zauważyłam, że większość skrzywień występowała w odcinku piersiowo-lędźwiowym lub lędźwiowym kręgosłupa w stronę lewą. Moje obserwacje zgadzały się z obserwacjami Łabaziewicza [68], że skrzywieniom tym zazwyczaj nie towarzyszyła rotacja kręgów lub występowała niewielka rotacja po stronie wklęsłej łuku skrzywienia. Taki obraz kliniczny świadczył o występowaniu u dziecka wady postawy, ale nie skoliozy strukturalnej. Jedynie pomiar kąta rotacji tułowia był badaniem, którego wynik przemawiał za rozpoznaniem skoliozy w takim odsetku dzieci, jaki odpowiada doniesieniom z piśmiennictwa [26].

Pomimo braku istotnego statystycznie powiązania wartości testu palce-podłoga z wartością KRT uważam, że badanie to ma duże znaczenie w skryningu. Test palce-podłoga oprócz ogólnej informacji na temat stopnia rozciągnięcia mięśni kulszowo-goleniowych i ruchomości kręgosłupa jest przydatny do wstępnej oceny zdolności dziecka do wykonania pełnego zgięcia kręgosłupa w pozycji stojącej w badaniu skoliometrem.

Stwierdziłam, że u 10,1% dzieci test palce-podłoga wyniósł 20 centymetrów lub więcej, a u 2,5% dzieci 25 centymetrów lub więcej. W moim doświadczeniu wysokie wartości tego testu przemawiały za wykonaniem badania KRT w pozycji siedzącej.

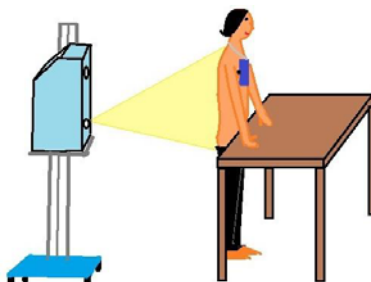
Interesujące jest, że w populacji miasta i powiatu poznańskiego aż w 37 przypadkach spośród 45 (82%) rodzice nie byli świadomi istnienia deformacji tułowia u swoich dzieci. Przemawia to za potrzebą prowadzenia badań przesiewowych w kierunku wykrywania skoliozy u dzieci.

6.6. Wartość KRT a wynik badania przesiewowego

Wyniki potwierdzają zalecenia Bunnella [11], aby stosować kryterium odcięcia dla wartości KRT w badaniu przesiewowym na poziomie 7° . W moim materiale, przy zastosowaniu kryterium wartości KRT większej lub równej 5° (jak początkowo zalecał Bunnell), liczba dzieci z dodatnim wynikiem badania przesiewowego wyniosłaby 15,8%, co jest odsetkiem niewspółmiernie wysokim biorąc pod uwagę rzeczywistą częstość występowania skoliozy: od 2 do 5%.

6.7. Pozycja dziecka w trakcie wykonywania badania TPC

Tradycyjnie przyjmowaną do badania TPC jest swobodna pozycja stojąca (ST). Pozycję tą charakteryzują wychwiania postawy ciała, które stanowią przyczynę jednego z istotnych źródeł błędu pomiaru metody. W celu wykonywania badań TPC w pozycji stojącej można rozważyć stworzenie stabilizatora, który umożliwi szybkie i stabilne, a zarazem nie wymuszone, uzyskanie pozycji stojącej, na przykład zaparcie dla pięt i przysrodkowych powierzchni stóp, oparcie na poziomie miednicy, uchwyty do rąk. W warunkach szkolnych zwiększenie stabilności prawdopodobnie można uzyskać przez oparcie dziecka o blat ławki, rycina 6.2.



Rycina 6.2. Przykład stabilizacji pozycji stojącej w warunkach szkolnych.

W celu ograniczenia błędu wynikającego z chwiejności postawy ciała, Goldberg proponuje czterokrotne powtórzenie badania TPC z każdorazową krótką przerwą na zmianę pozycji pomiędzy kolejnymi ujęciami. Wyznaczenie ostatecznej wartości liczonych parametrów polega na obliczeniu średniej z czterech następujących po sobie pomiarów. Autorka podkreśla jednak zasadniczy problem jakim jest czasochłonność tego sposobu badania [27].

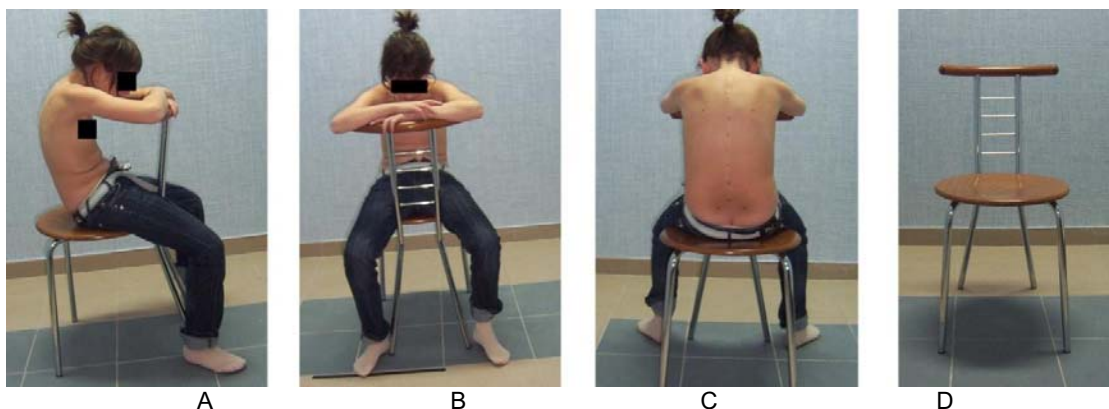
Rozwiązanie ograniczające wielkość błędu wynikającego z wyboru nie-habitualnej postawy wprowadzono w metodzie Formetric 4D. W trakcie 6-sekundowego badania rejestrowane jest 12 kolejnych ujęć. Wynikiem badania jest automatycznie obliczona przez program średnia wyników ze wszystkich pomiarów [18].

W moich badaniach, w celu zwiększenia czułości i swoistości badania TPC w wykrywaniu asymetrii rotacyjnej tułowia będącej wynikiem skoliozy idiopatycznej zastosowałam pozycję siedzącą niską z kifotyzacją tułowia (SN). Stwierdziłam, że dodatkowymi korzyściami płynącymi z wykonania badania TPC w tej pozycji były:

- brak wpływu różnicy długości kończyn dolnych, przykurczy mięśniowych oraz wad stóp na ustawienie kręgosłupa i tułowia badanego,
- zwiększenie stabilności pozycji,
- rozejście łopatek na boki, co lepiej uwidoczniało kręgosłup i klatkę piersiową,
- lepsze uwidocznienie wyrostków kolczystych kręgosłupa.

Minusem stosowania pozycji siedzącej niskiej było gorsze uwidocznienie punktów oceny symetrii tułowia w płaszczyźnie czołowej, takich jak: głębokość trójkątów talii oraz ustawienie wyrostków barkowych łopatek. Ponadto ograniczyło to możliwość analizy parametrów płaszczyzny strzałkowej ze względu na wymuszoną kifotyzację kręgosłupa. Stwierdziłam, że badanie w pozycji SN powoduje, przy pewnego rodzaju powierzchni podłogi, pojawienie się niepożądanego efektu odbicia światła projektora. Może to stanowić przyczynę występowania artefaktów i uniemożliwić poprawną analizę fotogramu. Zauważyłam, że problem ten nie występował w pozycji SN, gdy dziecko siadało na ławce szkolnej zamiast na podłodze.

W celu poprawy jakości wykonywania badania TPC w pozycji siedzącej podjęłam próbę zaprojektowania krzesła wymuszającego stabilne przyjęcie pozycji zgięciowej (pozycja siedząca na krześle: SK). Podniesienie poziomu na jakim siedzi dziecko (z SN do SK) spowodowało likwidację niepożądanego efektu odbicia światła projektora od podłogi. Wadą tego rozwiązania był koszt wykonania krzesła na zamówienie (około 1000 zł), a także konieczność transportu dodatkowego sprzętu do szkół. Rozwiązaniem może być zastosowanie zwykłego krzesła, rycina 6.3.



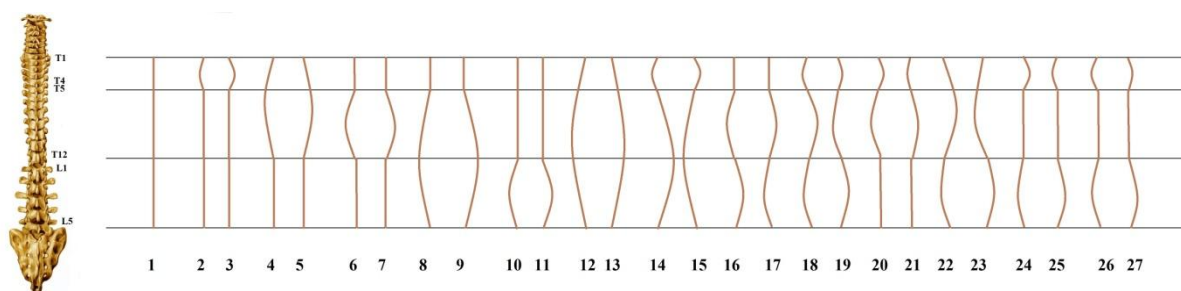
Rycina 6.3. Propozycja pozycji do badania TPC - siedząca na zwykłym krześle z kifotyzacją tułowia: A - widok z boku, B- widok z przodu, C- widok z tyłu, D- krzesło.

6.8. Przeliczenie wartości rotacji tułowia według ustawienia miednicy

Przeliczenie wartości rotacji tułowia w badaniu TPC według ustawienia miednicy (poziom S1) stanowi sposób zmniejszający błąd będący wynikiem nieprawidłowego ustawienia dziecka do badania. Należy nadmienić, że program umożliwiający korekcję rotacji kręgosłupa według rotacji miednicy został napisany specjalnie dla potrzeb naukowych Katedry Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej i nie jest w powszechnym posiadaniu przez użytkowników aparatury TPC, co moim zdaniem, grozi otrzymywaniem zafałszowanych wyników rotacji tułowia.

6.9. Najczęściej występujące wzory rotacji tułowia w badaniu TPC

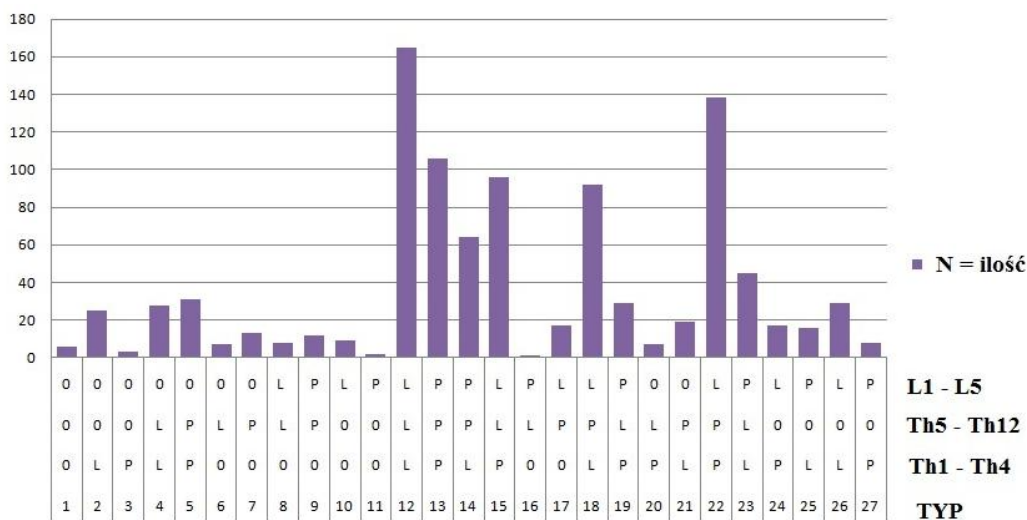
Na podstawie badania rotacji tułowia stwierdziłam, że układa się ona w pewne charakterystyczne wzory. Najczęściej punktem zmiany kierunku rotacji (z lewej na prawą lub odwrotnie) były kręgi Th5 (granica między odcinkiem piersiowym proksymalnym a piersiowym głównym) oraz Th12 (granica pomiędzy odcinkiem piersiowym głównym a lędźwiowym). Wykryłam 27 możliwych kombinacji rotacji w trzech segmentach kręgosłupa (wariancja dla 3 poziomów kręgosłupa i 3 możliwych wartości rotacji: 0°, rotacja w lewo lub rotacja w prawo), które schematycznie przedstawia rycina 6.4.



Rycina 6.4. Schematy przedstawiające różne wzory rotacji tułowia przypadające na poszczególne segmenty kręgosłupa:

- piersiowy proksymalny: od Th1 do Th4,
- piersiowy środkowy: od Th5 do Th12,
- lędźwiowy: od L1 do L5.

W wyniku analizy częstości występowania poszczególnych wzorów rotacji w badaniu topografii powierzchni ciała stwierdziłam, że najczęściej występują wzory numer: 12, 13, 14, 15, 18, 22. Ilość występowania poszczególnych typów rotacji dla pozycji siedzącej niskiej przedstawia rycina 6.5.



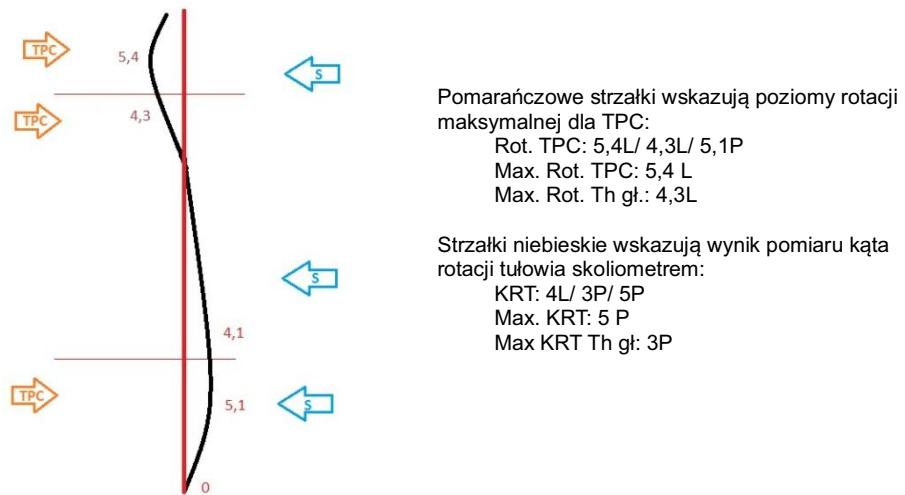
Rycina 6.5. Liczba określonych typów rotacji tułowia w badaniu TPC w pozycji siedzącej niskiej.

W wyniku analizy sumy wartości maksymalnych rotacji dla trzech poziomów kręgosłupa uzyskanych metodą topografii powierzchni ciała stwierdziłam, że istnieją takie wzory skoliozy, dla których pomiar odzwierciedla rzeczywistą rotację powierzchni ciała (302 przypadki, czyli 31%) oraz wzory, dla których istnieje rozbieżność polegająca na tym, że wartość parametru Suma Rotacji zostaje zawyżona (673 przypadki, czyli 69%). Powodem zawyżenia wartości Sumy Rotacji jest zaliczenie do sumy dwóch wartości rotacji znajdujących się w obrębie tego samego łuku skrzywienia. Moim zdaniem przemawia to za obliczaniem parametru Suma Rotacji w sposób uwzględniający kierunek rotacji, to znaczy, sumuje się wartości maksymalnej rotacji tułowia dla przeciwnych kierunków:

- w skrzywieniach jednołukowych - wartość maksymalna rotacji tułowia znajdująca się na jednym z trzech poziomów kręgosłupa;
- w skrzywieniach dwułukowych - suma wartości z dwóch poziomów o największej rotacji tułowia;
- w skrzywieniach trzyłukowych - suma maksymalnych wartości rotacji tułowia na trzech poziomach kręgosłupa).

6.10. Korelacja wartości rotacji tułowia między TPC a skoliometrem

Stwierdziłam niskie wartości korelacji wyników badania KRT i rotacji metodą TPC. Uważam, że jednym z powodów może być artefakt polegający na uwzględnieniu przypadkowej, a nie habitualnej postawy przy badaniu TPC. Natomiast badanie skoliometrem jest w zasadzie przedłużeniem badania klinicznego, to znaczy badający dokonuje wyboru pozycji, którą uzna za najbardziej odpowiadającą postawie nawykowej. Zaobserwowałam także, że w niektórych przypadkach pomiar rotacji tułowia metodą TPC był dokonywany na wysokości innego kręgu niż w badaniu skoliometrem. Kolejnym powodem niskiej korelacji między obiema metodami było, w mojej obserwacji, wystąpienie sytuacji, gdy punktem zmiany kierunku rotacji ze strony lewej na prawą była środkowa część kręgosłupa piersiowego głównego, rycina 6.6.



Rycina 6.6. Przykładowy wynik rotacji tułowia w metodzie TPC; punktem zmiany rotacji ze strony prawej na lewą jest środkowa część poziomu Th głównego.

6.11. Porównanie wartości parametrów topograficznych Suma Rotacji oraz Maksymalna Rotacja w badaniach przesiewowych skolioz

Parametr topograficzny Suma Rotacji (SR) jest proponowany w przypadkach, gdy leczone jest dziecko z rozpoznaną skoliozą [54], gdyż ocenia globalną deformację rotacyjną tułowia. Jednakże dla celów badania przesiewowego istotniejszy wydaje się parametr "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie". Porównując znaczenie kliniczne rotacji tułowia wynoszącej 6° na jednym poziomie oraz po 2° na trzech poziomach (w obu przypadkach $SR = 6^\circ$) należy zauważyć, że w tym drugim przypadku może chodzić o fizjologiczną asymetrię rotacyjną tułowia [44, 45].

Na podstawie obliczeń czułości i swoistości za wartości odcięcia przesiewu przy zastosowaniu parametru Maksymalna Rotacja można uznać 5° dla pozycji siedzącej niskiej (czułość 64,5%, swoistość 88,0%) i 6° dla pozycji stojącej (czułość 55,6%, swoistość 86,0%). Należy stwierdzić, że podana czułość i swoistość osiągnięta badaniem TPC wydaje się niewystarczająca dla rekomendowania badania jako przesiewowego.

6.12. Wartość metody TPC w badaniach przesiewowych skolioz

Przy założeniu 7° kąta Maksymalnej Rotacji jako wartości odcięcia w badaniu TPC otrzymałam czułość 38,7% i wartość predykcyjną dodatnią 48% dla pozycji SN oraz czułość 22,2% i wartość predykcyjną dodatnią 16,7% dla pozycji ST, co należy ocenić jako wartości niewystarczające dla rozpoznania skoliozy tą metodą. Równocześnie otrzymane wartości swoistości (98,6% dla SN i 94,6% dla ST) oraz wartości predykcyjnej ujemnej (98% dla SN i 96,2% dla ST) wskazują, że metoda topografii powierzchni ciała byłaby wiarygodna dla wyodrębnienia grupy dzieci bez skoliozy. Natomiast wynik topografii powierzchniowej na poziomie kąta Maksymalnej Rotacji 7° nie upoważniałby do rozpoznania skoliozy, lecz wymagałby potwierdzenia badaniem z użyciem skoliometru. Z punktu wi-

dzenia organizacji badań przesiewowych oznaczałoby to przebadanie całej populacji metodą TPC, a następnie przebadanie dzieci z wynikiem pozytywnym metodą z użyciem skoliometru, co nie wydaje się sensowne.

Wybór pozycji siedzącej niskiej był czynnikiem prowadzącym do zwiększenia swoistości metody, co było zamierzone. Ponadto zwiększeniu swoistości służył wybór parametru rotacji, a nie innych parametrów dostępnych w badaniu TPC, jak na przykład liczba łuków skrzywienia. Mimo tak zaprojektowanego badania TPC nie udało się uzyskać satysfakcjonującej czułości i swoistości badania.

6.13. Wartość parametru POTSI w badaniach przesiewowych skolioz

W wykonanych badaniach stwierdziłam, że średnia wartości parametru POTSI dla 996 dziewczynek wynosiła 10,8 (od 0,8 do 43,3), dla dziewcząt z KRT od 0° do 3° (co oznacza normę) wartość parametru POTSI wynosiła $10,7 \pm 6,0$, natomiast dla dziewcząt z KRT $\geq 7^\circ$ (podejrzenie skoliozy) wartość ta wynosiła $13,4 \pm 7,3$. Minguez i wsp. [74] określili górny zakres normy dla parametru POTSI mierzonego metodą fotogrametryczną jako 27,5. Inami [41] podał średnie wartości parametru POTSI dla dzieci zdrowych: POTSI = $16,5 \pm 8,2$ oraz dla dzieci ze skoliozą: POTSI = $28,1 \pm 12,8$. Należy stwierdzić, że w przypadku parametru POTSI brak jest wyraźnego kryterium odcięcia pomiędzy dziećmi zdrowymi i dziećmi ze skoliozą, co utrudnia jego użycie w badaniu przesiewowym. W moich badaniach stwierdziłam, że parametr POTSI cechował się stosunkowo wysokim błędem pomiaru. Biorąc powyższe pod uwagę mogę wyrazić opinię, że POTSI nie nadaje się do zastosowania w badaniach przesiewowych.

6.14. Racjonalność prowadzenia badań przesiewowych skolioz

Prowadzenie rutynowych badań przesiewowych w kierunku wykrywania skoliozy jest tematem dyskusji w wielu krajach [35, 87]. Badania te są zalecane przez większość środowisk zajmujących się problematyką skolioz, między innymi American Academy of Orthopedic Surgeons, American Academy of Pediatrics, Scoliosis Research Society, Society on Scoliosis Orthopedic and Rehabilitation Treatment, a także polskie Ministerstwo Zdrowia [21, 23, 34, 79, 87, 90, 102, 112]. Natomiast oponenci idei badań przesiewowych skolioz, np. British Spine Society, podnoszą następujące argumenty: niska wartość predykcyjna stosowanych metod badania, nadmierna liczba dzieci wysyłanych do specjalistów, niebezpieczeństwo płynące z wykonania badań radiologicznych u dużej liczby dzieci, znaczne nakłady finansowe, a także stres wywołany przez badania prowadzone w szkole i w poradni specjalistycznej oraz wynikający z niepotrzebnego leczenia gorsetowego u dzieci, których skrzywienie może nie mieć charakteru progresywnego [23, 34, 87].

W moim przekonaniu cytowane powyżej krytyczne opinie mogą stanowić warto-

ściową podstawę do analizy i doskonalenia procedury skryningu skolioz, nie powinny natomiast prowadzić do jej zaniechania, ze względu na wartościowy cel zdrowotny wynikający z wczesnego wykrycia choroby. Wcześniej podjęte leczenie może umożliwić ograniczenie liczby wykonywanych operacji. W razie konieczności operacji lepsze wyniki uzyskuje się przy mniejszych wartościach kąta skrzywienia. Zapobieganie pogłębianiu skoliozy u dzieci stanowi profilaktykę odległych powikłań, które mogą wpływać na jakość życia i aktywne funkcjonowanie w społeczeństwie tych osób w społeczeństwie.

Koszty prowadzenia badań przesiewowych w szkołach są uzależnione głównie od czynników organizacyjnych:

- liczba roczników badanych dzieci,
- częstotliwość, z jaką wykonywane są badania,
- osoba wykonująca badanie: lekarz, fizjoterapeuta, pielęgniarka szkolna, nauczyciel wychowania fizycznego,
- metoda badania: wyłącznie ocena kliniczna, badanie skoliometrem, topografia powierzchni ciała - koszt zakupu lub wynajęcia oraz użytkowania aparatury,
- czas potrzebny na przebadanie jednego dziecka,
- czułość i swoistość wybranej metody badawczej, dobór parametrów i ich "wartości odcięcia" w badaniu przesiewowym, a w związku z tym liczba dzieci wysłanych na badanie specjalistyczne.

Na podstawie dostępnych doniesień, koszt prowadzenia badań przesiewowych szacowany jest od 0,06 USD do nawet 194 USD (od kilku groszy do około 580 złotych) na jedno dziecko [35, 102, 116]. Na podstawie własnych obserwacji uważam, że użycie skoliometru powodowałoby obniżenie kosztów, a użycie TPC ich podwyższenie. W warunkach polskich kalkulacja kosztów przesiewu skolioz nie była dotychczas wykonana. Z dostępnych informacji wynika, że w ramach prowadzonych programów wykrywania wad postawy i skolioz, jednostki administracji lokalnej przeznaczają kwotę około 10 złotych na zbadanie jednego dziecka. Przy takim założeniu teoretyczny koszt przesiewu skolioz prowadzonego w trzech rocznikach dla obu płci wynosiłby około 10 mln złotych rocznie w skali kraju.

W odniesieniu do stosowanych w praktyce metod przesiewowych największe znaczenie wydaje się mieć nadal podstawowe badanie kliniczne polegające na wzrokowej ocenie symetrii tułowia w trzech płaszczyznach przestrzeni. Jest to badanie subiektywne i w przypadkach wątpliwych (na przykład niewielkich deformacji tułowia) niezbędne wydaje się posiadanie doświadczenia w celu podjęcia decyzji o dalszym postępowaniu. Uzupełnienie "wzrokowego" badania klinicznego o pomiar skoliometrem Bunnella uważane jest przez wielu autorów za najprostszą, najszybszą, najtańszą oraz najbardziej rzetelną z metod pomiaru opartych na analizie ukształtowania powierzchni zewnętrznej tułowia [34, 79].

Niektórzy autorzy uważają topografię powierzchni ciała za metodę lepszą od badania klinicznego [78]. Jednak biorąc pod uwagę zasady efektywnego i powszechnego badania przesiewowego w kierunku wykrycia dzieci ze skoliozą idiopatyczną należy uwzględnić:

- a) koszt zakupu aparatury do topografii powierzchni ciała, który jest równoważny cenie około 280 skoliometrów;
- b) konieczność posiadania komputera, koszt eksploatacji urządzeń (zużycia energii elektrycznej, wydruk wyników badania);
- c) konieczność transportu aparatury do szkół, znalezienie odpowiedniego pomieszczenia i jego adaptacja (zaciemnienie) oraz pozycjonowanie aparatury;
- d) bardziej skomplikowana metodyka badania, w porównaniu z badaniem klinicznym, wymagająca dłuższego czasu przeszkolenia osób mogących wykonywać badanie TPC;
- e) czas wykonania badania TPC łącznie z jego opracowaniem jest średnio o 2 minuty dłuższy (zajmuje 7 minut) od badania klinicznego połączonego z pomiarem KRT skoliometrem (5 minut);
- f) brak jednoznacznych wytycznych dotyczących parametrów i wartości "odcięcia" charakterystycznych dla skoliozy idiopatycznej;
- g) czułość i swoistość badania metodą TPC nie jest wyższa niż w przypadku prowadzenia badania klinicznego.

Solidne podstawy naukowe metody TPC [8, 78, 81, 99, 103, 117], wykorzystanie nieszkodliwego dla zdrowia światła białego, dokładność i powtarzalność pomiarów sprawiają, że prawdopodobnie będzie ona zajmować znaczące miejsce wśród metod oceny kształtu kręgosłupa i tułowia. Biorąc jednak pod uwagę specyfikę badań przesiewowych w szkołach uważam, że największą efektywnością charakteryzuje się badanie kliniczne połączone z pomiarem kąta rotacji tułowia skoliometrem Bunnella.

6.15. Dane uzyskane od rodziców na temat ciężaru plecaka szkolnego i sposobu spędzania czasu wolnego

Na podstawie analizy danych dotyczących ciężaru plecaka szkolnego, zebranych w formularzu wypełnionym przez rodziców wnioskuję, że niekiedy mogą być one nierzetelne. Zastanawiające były na przykład sytuacje, gdy rodzic podał ciężar plecaka dziecka w przeciętnym dniu szkolnym wynoszący 15 kg, co miało miejsce w 11 przypadkach (1,1%). W celu uzyskania rzetelnych informacji wskazane wydaje się przeprowadzenie ważenia plecaków dzieci w szkołach.

Według zaleceń Instytutu Matki i Dziecka plecak nie powinien ważyć więcej niż 10 do 15 % masy ciała ucznia [42]. Amerykańska Akademia Pediatrii zajęła oficjalne stanowisko, że ciężar ten nie powinien przekraczać 10 do 20% masy ciała ucznia [4]. Przeprowa-

dzone przez mnie obliczenia wskazują, że przy zastosowaniu powyższych kryteriów (10%, 15% lub 20% masy ciała ucznia), zbyt ciężkie plecaki miało odpowiednio: 79,1%, 38,4% i 16,4% dzieci. Dla człowieka dorosłego przepisy BHP zabraniają nosić ciężary większe niż około 25% masy ciała [42].

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 31. grudnia 2002 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny w szkołach [22] - placówka powinna umożliwić uczniom zostawianie części własnych przyborów i podręczników w salach lekcyjnych. Do tego celu powinny być przygotowane szafki. Z moich obserwacji wynika, że tylko w jednej z piętnastu szkół, w których prowadziłam badania, były szafki dla uczniów. Większość szkół miało natomiast wytypowane miejsca (wieszaki), gdzie dzieci mogły zostawić strój sportowy na lekcje wychowania fizycznego.

Zaleca się, by dzieci nie spędzały przed telewizorem i komputerem więcej niż 2 godziny na dobę, a na zajęcia sportowe poświęcały minimum 1 godzinę dziennie. W grupie badanej 74,5% dziewcząt spędzało mniej niż 2 godziny dziennie przed telewizorem lub komputerem, pozostałe 25,5% poświęcało więcej niż 2 godziny dziennie na te czynności. Ponad połowa dziewcząt z grupy badanej (54,3 %) nie miało zapewnionej zalecanej codziennej aktywności fizycznej.

Wyniki badań HBSC (Zachowania Zdrowotne Młodzieży Szkolnej) z lat 2001/2002 wskazują, że w krajach Unii Europejskiej, w tym w Polsce, około 2/3 młodzieży nie osiąga zalecanego poziomu aktywności fizycznej. Według raportu z badań HBSC, przeprowadzonego przez Instytut Matki i Dziecka, warunek ten spełnia 24,2% chłopców i 18,8% dziewcząt w wieku 11 lat. Aktywność fizyczna młodzieży spada z wiekiem. Ponad 43% młodzieży w wieku 16-18 lat wykazuje bardzo małą aktywność fizyczną: od 0 do 2,5 dnia w tygodniu na zalecane 7 dni [42].

7. WNIOSKI

Odpowiadając na cele szczegółowe pracy należy stwierdzić:

1. W przebadanej grupie odsetek dzieci (4,5%), u których wartość kąta rotacji tułowia była większa lub równa 7° , odpowiadał częstości występowania skolioz podawanej w piśmiennictwie.
2. Zdefiniowanie i pomiar parametrów badania topografii powierzchni ciała odpowiadających badaniu skoliometrem (Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym, Suma Rotacji) pozwoliły na bezpośrednie porównanie wyników otrzymanych obiema metodami.
3. Badanie topografii powierzchni ciała jest wykonalne w warunkach szkolnych, jednakże jest trudniejsze organizacyjnie niż badanie skoliometrem, ponieważ trwa dłużej, wymaga specjalistycznej aparatury i umiejętności jej obsługi oraz adaptacji pomieszczenia do badania w warunkach zaciemnienia.
4. Badanie topografii powierzchni ciała cechuje się zadowalającą powtarzalnością (zgodnością wewnątrzgrupową) i odtwarzalnością (zgodnością międzygrupową).
5. Największą, jednak niezadowalającą, czułość i swoistość badania topografii powierzchni ciała jako przesiewowego do wykrywania skoliozy idiopatycznej, uzyskano dla wartości parametru "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie" wynoszącej 5° przy pomiarze w pozycji siedzącej niskiej oraz 6° przy pomiarze w swobodnej pozycji stojącej.
6. U dzieci z nadmiernym odżywieniem korelacja wyniku badania topografii powierzchni ciała ze skoliometrem jest słabsza niż u dzieci z odżywieniem prawidłowym lub zmniejszonym.

Podsumowując, należy sformułować główny wniosek końcowy, że przeprowadzone badania nie dostarczyły argumentów uzasadniających przewagę topografii powierzchni ciała jako badania przesiewowego w kierunku wykrywania skoliozy idiopatycznej w stosunku do badania klinicznego połączonego z użyciem skoliometru.

8. STRESZCZENIE

Założenia pracy. Skolioza idiopatyczna jest trójpłaszczyznowym, rozwojowym skrzywieniem kręgosłupa, które dotyczy około 2-3% populacji dorastających. Progresja skolioz dotyka częściej dziewcząt niż chłopców i dotyczy okresu pokwitania. Z tego względu uczennice ostatnich klas szkoły podstawowej i pierwszych klas gimnazjalnych są grupą dzieci najbardziej narażoną na wystąpienie i progresję skoliozy. Wcześnie wykryta skolioza może być leczona przez zastosowanie gorsetu korekcyjnego uzupełnionego ćwiczeniami. W razie konieczności wykonania operacji lepsze wyniki uzyskuje się przy mniejszych wartościach kąta skrzywienia. Wczesne rozpoznanie skoliozy jest wartościowym celem zdrowotnym na poziomie populacji wieku rozwojowego.

Podstawową metodą wykrywania skoliozy idiopatycznej jest badanie kliniczne, obejmujące pomiar kąta rotacji tułowia skoliometrem. W pracy badanie to zostało potraktowane jako referencyjne. Najważniejszym badaniem dodatkowym jest badanie radiologiczne, jednak ze względu na narażenie dzieci na promieniowanie rentgenowskie nie jest wykonywane w celach prowadzenia badań przesiewowych.

Cel pracy. Celem pracy było sprawdzenie przydatności badania z wykorzystaniem topografii powierzchni ciała (TPC) w odniesieniu do wymagań badania przesiewowego w kierunku wykrywania skoliozy idiopatycznej, przy uwzględnieniu badania z użyciem skoliometru jako badania referencyjnego.

Materiał. Badaniami objęłam grupę 996 dziewcząt w wieku od 9 do 13 lat, średnia $11,0 \pm 1,0$ lat, uczęszczających do klas IV, V i VI szkół podstawowych Poznania i powiatu poznańskiego. Klinikzną ocenę kręgosłupa, pomiar kąta rotacji tułowia przy użyciu skoliometru oraz badanie topografii powierzchni ciała wykonałam samodzielnie u wszystkich dziewcząt.

Badanie kliniczne wykonałam dla 996 osób. Do analizy metody TPC wykorzystałam 975 badań wykonanych w pozycji siedzącej z czynną kifotyzacją tułowia, 21 (2,1%) pomiarów wykluczyłam ze względu na artefakty. Dodatkowo 195 osób zbadałam w pozycji stojącej, a 41 w pozycji stojącej i siedzącej na krześle.

Metodyka. Badanie składało się z trzech części: 1) kliniczna ocena kręgosłupa i postawy ciała, 2) pomiar KRT za pomocą skoliometru w pozycji stojącej i siedzącej, wraz z obliczeniem parametru Suma Trzech Rotacji, 3) badanie tułowia metodą topografii powierzchni ciała (TPC) w trzech pozycjach: (1) w pozycji stojącej (ST), (2) pozycji siedzącej niskiej (SN) oraz (3) pozycji siedzącej na krześle (SK).

Określono parametry badania TPC podlegające porównaniu z badaniem skoliome-

trem, zbadano powtarzalność i odtwarzalność oraz czułość i swoistość badania TPC w odniesieniu do badania skoliometrem. Oceniono przydatność pozycji siedzącej oraz specjalnie skonstruowanego krzesła. Zbadano zmienność wyniku w zależności od stanu odżywienia dziecka. Określono warunki prowadzenia badania TPC w szkołach jako przesiewowego.

Wyniki. Wykonanie pełnego badania: klinicznego, skoliometrem i badania TPC łącznie z opracowaniem fotogramu trwało około 12 minut (od 10 do 19 minut) na jedno dziecko, w tym czas wykonania badania TPC to średnio 9 minut (od 5 do 14 minut).

W badaniu skoliometrem liczba dziewcząt z podejrzeniem skoliozy idiopatycznej, u których kąt rotacji tułowia (KRT) wyniósł równo lub powyżej 7° wyniosła 45, co stanowi 4,5% wszystkich zbadanych.

Przy założeniu wartości $KRT \geq 7^\circ$ jako referencyjnego dla badania TPC, czułość i swoistość parametru topograficznego: "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie" dla pozycji siedzącej niskiej wyniosła:

- (a) dla wartości równej lub przekraczającej 5° odpowiednio: 64,5% i 88,0%,
- (b) dla wartości równej lub przekraczającej 6° odpowiednio: 48,4% i 95,6%,
- (c) dla wartości równej lub przekraczającej 7° odpowiednio: 38,7% i 98,6%.

Czułość i swoistość parametru topograficznego: "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie" dla pozycji stojącej wyniosła:

- (a) dla wartości równej lub przekraczającej 5° odpowiednio: 66,7% i 74,7%.
- (a) dla wartości równej lub przekraczającej 6° odpowiednio: 55,6% i 86,0%,
- (c) dla wartości równej lub przekraczającej 7° odpowiednio: 22,2% i 94,6%.

Korelacja maksymalnej wartości kąta rotacji tułowia (KRT max.) przy użyciu skoliometru z pomiarem rotacji tułowia metodą TPC (Max. Rot. TPC), była uzależniona od pozycji przyjętej w badaniu TPC i wynosiła:

- 1) dla pozycji stojącej: $r = 0,2$; $p < 0,05$
- 2) dla pozycji siedzącej niskiej: $r = 0,5$; $p < 0,05$
- 3) dla pozycji siedzącej na krześle: $r = 0,6$; $p < 0,05$

U dzieci z nadmiernym odżywieniem korelacja wyniku rotacji tułowia mierzonej metodą topografii powierzchni ciała (Max. Rot. Th gł.) z pomiarem KRT skoliometrem na poziomie piersiowym głównym była słaba i wynosiła: 0,3, natomiast u dzieci z odżywieniem prawidłowym lub zmniejszonym była przeciętna i wynosiła 0,4.

Wartość wewnątrzgrupowego błędu pomiaru badania TPC dla rotacji tułowia, na podstawie parametru Max. Rot. TPC wynosiła $2,0^\circ$ dla pozycji stojącej i $1,9^\circ$ dla pozycji siedzącej niskiej, a dla parametru POTSI wynosiła odpowiednio $2,1$ dla pozycji stojącej oraz $3,2$ dla pozycji siedzącej niskiej.

Wartość międzygrupowego błędu pomiaru badania TPC dla rotacji tułowia, na

podstawie parametru Max. Rot. TPC wynosiła $1,3^{\circ}$ dla pozycji stojącej i $0,8^{\circ}$ dla pozycji siedzącej na krześle, a dla parametru POTSI wynosiła odpowiednio 10,1 dla pozycji stojącej oraz 6,4 dla pozycji siedzącej na krześle.

Wnioski. W przebadanej grupie odsetek dzieci (4,5%), u których wartość kąta rotacji tułowia była większa lub równa 7° , odpowiadał częstości występowania skolioz podawanej w piśmiennictwie.

Zdefiniowanie i pomiar parametrów badania topografii powierzchni ciała odpowiadających badaniu skoliometrem (Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie, Maksymalna Rotacja na poziomie piersiowym głównym, Suma Rotacji) pozwoliły na bezpośrednie porównanie wyników otrzymanych obiema metodami.

Badanie topografii powierzchni ciała jest wykonalne w warunkach szkolnych, jednakże jest trudniejsze organizacyjnie niż badanie skoliometrem, ponieważ trwa dłużej, wymaga specjalistycznej aparatury i umiejętności jej obsługi oraz adaptacji pomieszczenia do badania w warunkach zaciemnienia.

Badanie topografii powierzchni ciała cechuje się zadowalającą powtarzalnością (zgodnością wewnątrzgrupową) i odtwarzalnością (zgodnością międzygrupową).

Największą, jednak niezadowalającą, czułość i swoistość badania topografii powierzchni ciała jako przesiewowego do wykrywania skoliozy idiopatycznej, uzyskano dla wartości parametru "Maksymalna Rotacja na dowolnym poziomie" wynoszącej 5° przy pomiarze w pozycji siedzącej niskiej oraz 6° przy pomiarze w swobodnej pozycji stojącej.

U dzieci z nadmiernym odżywieniem korelacja wyniku badania topografii powierzchni ciała ze skoliometrem jest słabsza niż u dzieci z odżywieniem prawidłowym lub zmniejszonym.

Podsumowując, należy sformułować główny wniosek końcowy, że przeprowadzone badania nie dostarczyły argumentów uzasadniających przewagę topografii powierzchni ciała jako badania przesiewowego w kierunku wykrywania skoliozy idiopatycznej w stosunku do badania klinicznego połączonego z użyciem skoliometru.

SUMMARY

Background. Idiopathic scoliosis is a three-dimensional developmental deformity of the spine which affects about 2 – 3 % of adolescents' population. Progression of the scoliosis occurs more frequently among girls and during puberty. That is why young females during the last years of middle school and the first year of the junior high school are the most vulnerable to occurrence and progression of this condition. An early diagnosis of scoliosis allows treatment with the use of a corrective brace and physical exercise. In the cases where a surgical treatment is necessary the outcome is better with lower values of Cobb angle. Early detection of scoliosis is a valuable approach among adolescents.

The basic scoliosis' diagnostic method is a clinical examination which involves evaluation of a trunk's rotation degree with a scoliometer. Angle of trunk rotation (ATR) is treated as a reference point. The gold standard for diagnosis of idiopathic scoliosis is x-ray imaging, but adolescents are not exposed to this examination for screening purpose.

Purpose. The purpose of this study was to rate the usefulness of surface topography (ST) in accordance to requirements of screening in order to detect idiopathic scoliosis including scoliometric examination as a reference.

Material. Examination included 996 girls between ages of 9-13. Average age was 11.0 ± 1.0 . At the time of study they were attending 4th, 5th and 6th grades of the middle school in Poznan – the city and the district. I performed personally the clinical evaluation of the spine, ATR measurement with the means of a scoliometer and the surface topography (ST).

Out of 996 subjects analyzed, 975 studies were performed with forward sitting bending position. Twenty one (2.1 %) of the studies were withdrawn because of the artifacts. In addition, 195 girls in standing position and 41 in standing and sitting on chair position were evaluated.

Methodology. The examination was divided into three parts: 1) clinical evaluation of spine and posture, 2) ATR measurement with scoliometer in sitting and standing position with quantification of Sum of Three Rotations parameter, and 3) examination of trunk with the use of ST in three positions: standing, sitting and sitting on the chair.

The parameters of ST were compared to scoliometer results making sure that repetition, reproduction, sensitivity, and availability of ST is compared to scoliometer evaluation. Also, usefulness of sitting position in a specially constructed chair was evaluated with examination of results' changes due to children' weight. In addition, conditions of introducing ST in schools as a screening method were proposed.

Results. A full scoliometric evaluation with images assessment lasted about 12 minutes (10-19 minutes on average) per child, while ST lasted about 9 minutes (between 5-14 minutes).

In scoliometric evaluation the number of girls with suspected scoliosis and ATR of or above 7 degrees turned out to be 45 which is 4.5% of tested individuals.

The sensitivity and specificity values of the “Maximal Rotation at any level” for the low sitting position, with the setting up 7 degrees as a reference for the diagnosis of idiopathic scoliosis in the ST method, were:

- a) for the value equal or above 5 degrees: 64.5 % and 88.0%, respectively
- b) for the value equal or above 6 degrees: 48.4 % and 95.6%, respectively
- c) for the value equal or above 7 degrees: 38.7 % and 98.6%, respectively.

The sensitivity and specificity values of the “Maximal Rotation at any level” for the standing position were:

- a) for the value equal or above 5 degrees: 66.7 % and 74.7%, respectively
- b) for the value equal or above 6 degrees: 55.6 % and 86.0%, respectively
- c) for the value equal or above 7 degrees: 22.2 % and 94.6%, respectively.

The correlation of the maximal value of the angle of trunk rotation (ATR max) evaluated by the means of the scoliometer with the trunk rotation value evaluated with the surface topography method was dependent on the body position during surface topography examination and it amounted to:

- 1) for the standing position: $r = 0.2$; $p < 0.05$
- 2) for the low sitting position $r = 0.5$; $p < 0.05$
- 3) for the sitting on the chair position $r = 0.6$. $p < 0.05$

Among the overweight children the correlation of the maximal value of the angle of trunk rotation (ATR max) evaluated by the means of the scoliometer with the trunk rotation value evaluated with the surface topography method was weak and it amounted to: 0.3. Also, in the children with proper weight or underweight the trunk rotation value was moderate and it was 0.4.

The value of intra-observer agreement from the surface topography method evaluation of trunk rotation (assessed on the basis of the Maximal Rotation parameter) equals 2.0° for the standing position and 1.9° for the low sitting position. Intra-observer agreement based on the POTSI parameter results are 2.1 for the standing position and 3.2 for the low sitting position.

The value of inter-observer agreement from the surface topography method evaluation of trunk rotation (assessed on the basis of the Maximal Rotation parameter) was equal to 1.3° for the standing position and 0.8° for the sitting on the chair position. Intra-observer agreement based on the POTSI parameter results were 10.1 for the standing position and 6.4 for the low sitting position.

Conclusions. In scoliometric evaluation the number of girls with suspected scoliosis and ATR of or above 7 degrees turned out to be 4.5% which corresponds with the data given in the literature.

Defining and measurements of parameters of surface topography parameters of the body with relation to scoliometric evaluation (Maximal Rotation at any level, Maximal Rotation at main thoracic level, Sum of Rotation) allowed for direct comparison of results gathered by the both methods.

The surface topography evaluation in school environment is harder than scoliometric analysis due to more time required for its performance. Also, the surface topography needs special equipment that requires appropriate skills for its operation in addition to space requirements in order to undertake evaluation in the dark.

The surface topography evaluation has good repeatability and reproducibility potential.

The highest, but not satisfactory, sensitivity and specificity of surface topography measurement of the trunk as the screening method in idiopathic scoliosis detection was acquired for the value of parameter "Maximal Rotation at any level" equal to 5° with measurement at a low sitting position. Also, a 6° angle was evaluated with the measurement of standing position.

In children with excessive nutrition a correlation of the surface topography method with scoliometer is weaker than with children with proper or lowered nutrition.

In conclusion, the following study did not deliver proper points to justify advantage of the surface topography method as a screening method in a detection of idiopathic scoliosis in relation to clinical examination with the use of scoliometer.

PIŚMIENNICTWO

1. Aaro S., Dahlborn M.: Estimation of vertebral rotation and spinal rib cage deformity in scoliosis by computer tomography. *Spine* 1981;6:460-467.
2. Adams W.: *Lectures on the Pathology and Treatment of Lateral and other Forms of Curvature of the Spine*. London, Churchill, 1865.
3. Alabama Public School Spinal Screening Program. Dokument elektroniczny: [<https://docs.alsde.edu/documents/70/ALABAMA%20PUBLIC%20SCHOOL%20SPINAL%20SCREENING%20MANUAL%20%282007%20VERSION%29.pdf>], dostęp 6.10.2010.
4. American Academy of Pediatrics: Back to school tips: [<http://www.aap.org/advocacy/releases/augschool.cfm>], dostęp 1.12.2010.
5. Asher M., Burton D.: Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects, *Scoliosis* 2006, 1:2 doi:10.1186/1748-7161-1-2. Dokument elektroniczny: [<http://www.scoliosisjournal.com/content/1/2/2>], dostęp 14.11.2010.
6. Ashworth M., Hancock J., Ashworth L., Tessier K.: Scoliosis screening. An approach to cost/benefit analysis. *Spine* 1988; 13:1187.
7. Barczyk K., Skolimowski T., Gienza C.: Zmiana postawy ciała pod wpływem bodźca słownego u dzieci w młodszym wieku szkolnym. *Medycyna Sportowa* 2001, 7: 287-289.
8. Będziński R.: *Biomechanika inżynierska zagadnienia wybrane*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997: 301-306.
9. Białek M., Kotwicki T., M'hango A., Szulc A.: Wartość kąta rotacji tułowia w obrębie skrzywienia pierwotnego i kompensacyjnego u dzieci ze skoliozą idiopatyczną poddanych intensywnej kinezyterapii metodą FITS. *Annales Academiae Medicae Silesiensis* 2007, 61:45-48.
10. Bunnell W.: An objective criterion for scoliosis screening. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1984; 66A: 1381-1387.
11. Bunnell W.: Outcome of Spinal Screening. *Spine* 1993, 18:1572-1580.
12. Bunnell W.: Selective screening for scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2005, 434:40-45.
13. Chowańska J., Kotwicki T., Krzyżaniak A., Szulc A.: Warunki i możliwości zastosowania techniki topografii powierzchniowej do wykrywania skolioz idiopatycznych u dzieci i młodzieży. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2009, 90: 1-5.
14. Chowańska J.: *Zasadność stosowania różnych pozycji przy badaniu metodą topografii powierzchniowej dla oceny zniekształcenia tułowia u dzieci ze skoliozą idiopatyczną*. Praca magisterska, Wydział Nauk o Zdrowiu UM w Poznaniu, 2007.
15. Cobb, J. R.: Outline for the study of scoliosis. In *Instructional Course Lectures*. AAOS, 1948, 5: 261-75.
16. Danielsson A., Nachemson A.: Childbearing, curve progression, and sexual function in women 22 years after treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study. *Spine* 2001, 1;26:1449-56.
17. Daruwalla J., Balasubramaniam P.: Moire topography in scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery* 67B:211-213, 1985.
18. DIERS formetric 4D: [www.diers.de], dostęp 28.11.2010.

19. Doody M., Lonstein J., Stovall M., Hacker D., Luckyanov N, Land C.: Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine* 2000 Aug 15;25: 2052-63.
20. Dubousset J.: Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity [w:] *The Pediatric Spine*, pod red. Weinstein S.L., Raven Press, New York 1994: 479-496.
21. Dziennik Ustaw Numer 139, pozycja 1139 z roku 2009: Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 sierpnia 2009 r. w sprawie świadczeń gwarantowanych z zakresu podstawowej opieki zdrowotnej.
22. Dziennik Ustaw Numer 6, pozycja 69 z roku 2003: Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 31 grudnia 2002r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny w publicznych i niepublicznych szkołach i placówkach.
23. Fazal M., Edgar M.: Detection of adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthopaedica Belgica*, 2006, 72:184-186.
24. Formetric 3D features:
[<http://www.biometrixmedica.com/en/products/formetric.3D.features.html>], dostęp 13.10.2010.
25. Gibeault J.: Rasterstereography: radiation-free technology for spine and pelvis analysis. Dokument elektroniczny: [<http://www.canadianchiropractor.ca/content/view/1003/38>], dostęp 13.10.2010.
26. Głowacki M., Kotwicki T., Pucher A.: Skrzywienie kręgosłupa [w:] *Wiktora Degi Ortopedia i Rehabilitacja*, pod red. Marciniak W., Szulc A., PZWL, Warszawa 2003: 68-111.
27. Goldberg C., Fogarty E., Moore D., Dowling F.: Scoliosis imaging and the problem of postural sway. *Research into Spinal Deformities 1*. pod red. Sevastic J., Diab K., IOS Press, Amsterdam 1997: 297-300.
28. Goldberg C., Moore D., Fogarty E., Dowling F.: Surface topography and Cobb angles in idiopathic scoliosis. *Research into spinal deformities 2*, pod red. Stokes I.A.F, IOS Press, 1999: 53-56.
29. Goldberg J., Kaliszer M., Moore D., Fogarty E., Dowling F.: Surface topography, Cobb angles and cosmetic change in scoliosis. *Spine* 2001; 26:55-63.
30. Grivas T., Vasiliadis E., Koufopoulos G., Segos D., Triantafyllopoulos G., Mouzakis V.: Study of trunk asymmetry in normal children and adolescents. *Scoliosis* 2006, 1:19.
31. Grivas T., Vasiliadis E., Mihas C., Savvidou O.: The effect of growth on the correlation between the spinal and rib cage deformity: implications on idiopathic scoliosis pathogenesis. *Scoliosis*. 2007; 2: 11.
32. Grivas T., Vasiliadis E., Mihas C., Triantafyllopoulos G., Kaspiris A.: Trunk asymmetry in juveniles. *Scoliosis* 2008, 3:13.
33. Grivas T., Vasiliadis E., Savvidou O., Dangas S., Triantafyllopoulos G., Malakasis M.: Is the rib hump (thoracic/surface deformity) always in agreement with the Cobb angle (spinal/radiological deformity)? A study in school-screening referrals, with aetiological implications. *Scoliosis* 2007, 2:30.
34. Grivas T., Wade M., Negrini S., O'Brien J., Maruyama T., Hawes M., Rigo M., Weiss H., Kotwicki T., Vasiliadis E., Neuhaus Sulam L., Neuhaus T.: Sosort consensus paper: school screening for scoliosis: Where are we today? *Scoliosis* 2007; 2: 17.
35. Grivas T.B., Vasiliadis E.S., Maziotou Ch., Savvidou O.D.: The direct cost of "Thriasio" school screening program. *Scoliosis* 2007, 2:7.

36. Guidelines for spinal screening in scoliosis. Dokument elektroniczny: [http://www.dhss.mo.gov/SchoolHealth/SpinalScreeningGuidelines.pdf], dostęp 6.10.2010.
37. Hawes M., O'Brien J.: The transformation of spinal curvature into spinal deformity: pathological processes and implication for treatment. *Scoliosis* 2006; 1: 3.
38. Hay R, Niendorf S, Wines E: Reliability and validity of a new instrument and procedures for measuring scoliosis. *Research and Writing in Physical Therapy*. Dokument elektroniczny [http://www.pneumex.com/U%20of%20MT%20study.html], dostęp 22.02.2004.
39. Hopkins W.: Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine* 2000, 30: 1-15.
40. Huang, Shier-Chieg: Cut-off Point of the Scoliometer in School Scoliosis Screening. *Spine*, 1997,22: 1985-1989.
41. Inami K., Suzuki N., Ono T., Yamashita Y., Kohno K., Morisue H.: Analysis of posterior trunk symmetry index (POTSI) in scoliosis. Part 2. *Research into Spinal Deformities* 2, pod red. Stokes I.A.F., IOS Press 1999, 59: 85-88.
42. Instytut Matki i Dziecka: (a) Stanowisko Instytutu Matki i Dziecka w sprawie zaleceń dotyczących opieki nad uczniami w zakresie bezpieczeństwa i higieny, w tym zapobiegania zakażeniom dróg oddechowych: [http://www.imid.med.pl/klient2/images/stories/aktualnosci/stanowisko_imid/stanowisko_imid.pdf]; (b) Zadbaj o kręgosłup swojego dziecka - ma tylko jeden: [http://www.imid.med.pl/klient2/index.php?option=com_content&view=article&id=421:zadbaj-o-krigosup-swojego-dziecka-ma-tylko-jeden-&catid=67:informacje-prasowe&Itemid=256], dostęp 1.12.2010.
43. Janota J., Gustowski D., Janota B., Wylenzek A.: Zastosowanie gorsetu CTM i ćwiczeń według metody Pressio w leczeniu domowym skolioz idiopatycznych. *Rehabilitacja w praktyce*, 2009,3: 23-29.
44. Janssen M., Kouwenhoven J., Castelein R.: The role of posteriorly directed shear loads acting on a pre-rotated growing spine: a hypothesis on the pathogenesis of idiopathic scoliosis. [w:] *Research into spinal deformities* 7, pod red. Aubin C., Stokes I., Labelle H., Moreau A., IOS Press 2010:112 - 117.
45. Janssen M., Vincken K., Kemp B., Obradov M., Kleuver M., Viergever M., Castelein R., Bartels L.: Pre-existent vertebral rotation in the human spine is influenced by body position. [w:] *research into spinal deformities* 7, pod red. Aubin C., Stokes I., Labelle H., Moreau A., IOS Press 2010: 67 - 71.
46. Kaczmarczyk J.: Pomiar rotacji i derotacji pooperacyjnej w skoliozach idiopatycznych z użyciem wybranych metod. System DERO: rozwój technik operacyjnego leczenia kręgosłupa. Red. D. Zarzycki, Ciupika L., Zielona Góra 1997: 283-288.
47. Karachalios T., Roidis N., Papagelopoulos P.J., Karachalios G.G.: The efficacy of school screening for scoliosis. Dokument elektroniczny: [http://www.orthobluejournal.com/CMEarticles/art017.asp], dostęp 22.02.2004.
48. Kasperczyk T.: *Wady postawy ciała – diagnostyka i leczenie*. Kasper s.c., Kraków 2002.
49. Kinesiotaping [www.kinesiotaping.com], dostęp 4.10.2010.
50. Kiwerski J.: *Schorzenia i urazy kręgosłupa*. PZWL, Warszawa 2001.
51. Korovessis P., Stamatakis M.: Prediction of scoliotic Cobb angle with the use of the scoliometer. *Spine* 1996; 21:1661–1666.
52. Kotwicki T., Chowańska J., Kinel E., Lorkowska M., Stryła W., Szulc A.: Sitting forward bending position versus standing position for studying the back shape in scoliotic children. *Scoliosis* 2007, 2:34.

53. Kotwicki T., Frydryk K., Lorkowska M., Krawczyński A., Szulc A.: Powtarzalność i zgodność pomiaru rotacji tułowia skoliometrem Bunnella u dzieci ze skoliozą idiopatyczną. *Fizjoterapia Polska* 2006; 6: 111-116.
54. Kotwicki T., Kinel E., Chowańska J., Bodnar-Nanuś A.: POTSI, Hump Sum i Suma Rotacji - nowe parametry z zakresu topografii powierzchni ciała dla opisu zniekształcenia tułowia u chorych ze skoliozą. *Fizjoterapia Polska*, 2008; 8: 231-240
55. Kotwicki T., Krawczyński A., Lorkowska M., Frydryk K., Szulc A.: Rozpoznawanie skolioz u dzieci i młodzieży przy pomocy skoliometru. Materiały Konferencji: Rozwój fizyczny dzieci i młodzieży oraz ich motoryczność w zdrowiu i wybranych jednostkach chorobowych. Poznań, 2004.
56. Kotwicki T., Kubiak A., Szulc A.: "Scoliometer measurements are sensitive to non-level pelvis: implications for scoliosis screening" [w:] *Research into spinal deformities* 7, pod red. Aubin C., Stokes I., Labelle H., Moreau A., IOS Press, 2010: 308.
57. Kotwicki T., Lorkowska M., Szulc A.: Analiza zmienności kąta rotacji tułowia w zależności od pozycji badania dzieci ze skoliozą idiopatyczną. *Annales Academiae Medicae Silesiensis* 2007, 61,1-6.
58. Kotwicki T., Napiontek M.: Intravertebral deformation in idiopathic scoliosis. A transverse plane computer tomography study. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2008, 28,2: 225-229.
59. Kotwicki T., Szulc A.: Możliwości wykorzystania metody topografii powierzchniowej w profilaktyce progresji skolioz idiopatycznych u dzieci i młodzieży. *Annales Academiae Medicae Silesiensis* 2005, 59,6: 472-475.
60. Kotwicki T., Zielińska-Kaszubowska I., Szulc A., Samborski W.: Simple technique to evaluate thorax asymmetry in scoliosis: clinical usefulness to assess deformity and mobility. [w:] *Research into spinal deformities* 7, pod red. Aubin C., Stokes I., Labelle H., Moreau A., IOS Press 2010: 24-28.
61. Kotwicki T.: Improved accuracy in Risser sign grading with lateral spinal radiography. *European Spine Journal*, 2008, 17: 1676-1685.
62. Kotwicki T.: Trójpłaszczyznowa radiologiczna analiza skolioz idiopatycznych leczonych operacyjnie. Rozprawa doktorska, Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Akademii Medycznej w Poznaniu, 1999.
63. Krawczyński A., Kotwicki T., Szulc A., Samborski W. Kliniczny i radiologiczny pomiar rotacji kręgow u chorych ze skoliozą idiopatyczną. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2006, 8: 602-607.
64. Krawczyński A.: Korelacja wybranych parametrów klinicznych i radiologicznych w skoliozach. Praca magisterska, Wydział Nauk o Zdrowiu AM w Poznaniu, 2003.
65. 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.
66. Krawczyński M.: Pojęcie normy auksologicznej (rozwojowej), jej interpretacja i wykorzystanie w praktyce. *Pediatrica Praktyczna* 2000, 8: 325-339.
67. Krzyżaniak A., Krawczyński M., Walkowiak J.: Wskaźniki proporcji wagowo-wzrostowych w populacji dzieci i młodzieży miasta Poznania. *Pediatrica Praktyczna* 2000, 8: 355-364.
68. Łabaziewicz L.: Wady postawy [w:] *Wiktora Degi Ortopedia i Rehabilitacja*, pod red. Marciniak W., Szulc A., PZWL, Warszawa 2003: 63-67.
69. Lam G., Hill D., Le L., Raso J., Lou E.: Vertebral rotation measurement: a summary and comparison of common radiographic and CT methods. *Scoliosis* 2008, 3:16. Dokument elektroniczny: [<http://www.scoliosisjournal.com/content/3/1/16>], dostęp 14.11.2010.

70. Lehnert-Schroth C.: Three-dimensional treatment for scoliosis: a physiotherapeutic method for deformities of the spine. Martindale Press Palo Alto, California 2007: 11-74.
71. Lenke L., Edwards C., Bridwell K.: The Lenke Classification of Adolescent Idiopathic Scoliosis: How it Organizes Curve Patterns as a Template to Perform Selective Fusions of the Spine. *Spine* 2003; 28:199–207.
72. Lorkowska M.: Zmienność asymetrii tułowia ocenianej skoliometrem u dzieci ze skoliozą idiopatyczną w zależności od sposobu badania. Praca magisterska, Wydział Nauk o Zdrowiu AM w Poznaniu, 2003.
73. McCarthy: Evaluation of the patient with deformity [w:] *The Pediatric Spine*, pod. red. Weinstein S., Raven Press, New York 1994: 185-224.
74. Mínguez M., Buendía M., Cibrián R., Salvador R., Laguía M., Martín A., Gomar F.: Quantifier variables of the back surface deformity obtained with a noninvasive structured light method: evaluation of their usefulness in idiopathic scoliosis diagnosis. *European Spine Journal* 2007, 16: 73–82.
75. Moczko J., Bręborowicz G., Tadiusiewicz R.: *Statystyka w badaniach medycznych*. PWN, Warszawa 1998.
76. Moire pattern: [www.google.pl], dostęp: 14.11.2010.
77. Morrissy R.: School screening for scoliosis. A statement of the problem. *Spine* 1988, 13, 10: 1195-1197.
78. Mrozkowiak M.: Uwarunkowania wybranych parametrów postawy ciała dzieci i młodzieży oraz ich zmienność w świetle mory projekcyjnej. Oficyna Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2010.
79. National Scoliosis Foundation. Outcome of spinal screening. Dokument elektroniczny: [http://www.scoliosis.org/resources/medicalupdates/screeningoutcome.php], dostęp: 14.11.2010.
80. Nowakowski A.: *Deformacje kręgosłupa: skolioza i kifoza*. Exemplum, Poznań 2009.
81. Nowotny J., Zawieska D., Saulicz E.: Fototopografia z wykorzystaniem rastra optycznego i komputera jako sposób oceny postawy ciała. *Postępy Rehabilitacji* 1992, 6:15-23.
82. Orten 3D Scanner: [www.orten.fr], dostęp 13.10.2010.
83. Oxborrow N.: Assessing the child with scoliosis: the role of surface topography. *Archives of Disease in Childhood* 2000, 83: 453-455.
84. Pazos V., Cheriet F., Song L., Labelle H., Dansereau J.: Accuracy assessment of human trunk surface 3D reconstructions from an optical digitising system. *Medical and Biological Engineering Computing* 2005, 43:11-15.
85. Pearsali D., Reid J., Hedden D.: Comparison of three noninvasive methods for measuring scoliosis. *Physical Therapy* 1992, 9: 35-44.
86. Pennsylvania School Scoliosis Screening Program. Dokument elektroniczny: [http://www.portal.state.pa.us/portal/server.pt?open=18&objID=444934&mode=2], dostęp 6.10.2010.
87. Richards S., Vitale M.: Information Statement AAOS-SRS-POSNA-AAP. Screening for idiopathic scoliosis in adolescents. Dokument elektroniczny: [www.aaos.org/about/paper/position/1122asp.], dostęp 13.10.2010.
88. Ruggerone M., Austin J.: Moire topography in scoliosis: correlations with vertebral lateral curvature as determined by radiography. *Physical Therapy* 1986, 66:1072-107.

89. Scherl S., Philips W., Torchia M.: Clinical features; evaluation; and diagnosis of adolescent idiopathic scoliosis. Dokument elektroniczny:
[http://www.uptodate.com/home/content/topic.do?topicKey=ped_orth/4271], dostęp 6.10.2010.
90. Scoliosis Research Society Educational Materials. Dokument elektroniczny:
[<http://www.srs.org>], dostęp 14.11.2010.
91. Screening for idiopathic scoliosis in adolescents: brief evidence update. U.S. Preventive Services Task Force (USPSTF). Dokument elektroniczny:
[www.ahrq.gov/clinic/3rduspstf/scoliosis/scolioup.htm], dostęp: 14.11.2010.
92. Sobotta J., (red): Putz R., Past R.: Atlas anatomii człowieka. Elsevier Urban&Partner, Wrocław 2006.
93. Spinal Screening Program in Texas. Dokument elektroniczny:
[<http://www.dshs.state.tx.us/spinal/pdf/spscnrprggd.pdf>], dostęp 6.10.2010.
94. Suzuki N., Inami K., Ono T., Kohno K., Asher M.A.: Analysis of posterior trunk symmetry index (POTSI) in scoliosis. Part 1. Research into Spinal Deformities 2, pod red. Stokes I.A.F., IOS Press 1999, 59:81-84.
95. Suzuki N., Kono K.: Super hybrid method of scoliosis correction: minimum 2-year follow up. Research Into Spinal Deformities 7, pod red. Aubin C., Stokes I., Labelle H., Moreau A., IOS Press 2010: 147- 151.
96. Śliwiński Z., Orman M.: Pojemnościowa technika badania postawy ciała. Fizjoterapia 1998, 6:51-53.
97. Śliwiński Z.: Porównanie wyników ocen postawy ciała u dzieci szkolnych uzyskanych metodą fotogrametrii i badaniem statyki miednicy. Medycyna Manualna, 1997, 1:17-22.
98. Śmigieliska M., Czernicki K., Durmała J.: Back pain in adolescent with idiopathic scoliosis. [w:] Research into spinal deformities 7, pod red. Aubin C., Stokes I., Labelle H., Moreau A., IOS Press 2010: 314.
99. Świerc A.: Komputerowa diagnostyka postawy ciała - instrukcja obsługi. Czernica Wroclawska 2005 [dostęp na: www.cq.com.pl].
100. Takasaki H.: Moiré Topography. Applied Optics, Vol. 12, Issue 4, 1973; 845-850. 55.
101. Tęsiorowski M.: Wartość metod fotogrametrycznych w diagnostyce boczego skrzywienia kręgosłupa". Praca doktorska. Akademia Medyczna im. Mikołaja Kopernika w Krakowie, 1987.
102. Thilagaratnam S.: School-based screening for scoliosis: is it cost-effective? Singapore Medical Journal 2007, 48: 1012-1017.
103. Tokarczyk R., Mazur T.: Fotogrametria, zasady działania i zastosowanie w rehabilitacji. Medical Rehabilitation 2006, 10: 30-39.
104. Tokarczyk R.: Fotogrametria cyfrowa w zastosowaniach medycznych do pomiaru ciała ludzkiego - przegląd i tendencje rozwojowe systemów pomiarowych, [w:] Automatyzacja pomiaru na obrazach cyfrowych w systemie fotogrametrycznym do badania wad postawy, pod red.: Tokarczyk R., AGH, Kraków 2007.
105. Turner-Smith A., Harris J.: Measurement and analysis of human back surface shape. Oxford Orthopaedics Engineering Centre, 1988. Dokument elektroniczny:
[http://www.isprs.org/proceedings/XXVI/part5/355_XXVI-part5.pdf], dostęp 13.10.2010.
106. Tylman D.: Patomechanika bocznych skrzywień kręgosłupa. PZWL, Warszawa 1972: 99-176.

107. Upadhyay S.S., Burwell R.G., Webb J.K.: Hump changes on forward flexion of the lumbar spine in patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 1988; 13:146-151.
108. Weinstein S.: Adolescent idiopathic scoliosis: prevalence and natural history. *Instructional Course Lectures* 1989; 38:115-28
109. Weiss H.: Measurement of vertebral rotation: Perdriolle versus Raimondi. *European Spine Journal* 1995, 4:34-38.
110. Wikipedia: (a) powiat poznański [http://pl.wikipedia.org/wiki/Powiat_pozna%C5%84ski]; (b) czułość i swoistość testu diagnostycznego [http://pl.wikipedia.org/wiki/Czu%C5%82o%C5%9B%C4%87_testu_diagnostycznego]; (c) moire pattern [http://en.wikipedia.org/wiki/Moir%C3%A9_pattern], dostęp 4.10.2010.
111. Wilde L., Plasschaert F., Cattoir H., Uyttendaele D.: Examination of the back using the Bunnell scoliometer in a Belgian school population around puberty. *Acta Orthopaedica Belgica* 1998, 64:136-43.
112. Williams J.: Criteria for screening: are the effects predictable? *Spine* 1988, 13:1178-1186.
113. Willner S.: Development of trunk asymmetries and structural scoliosis in prepubertal school children in Malmo: follow-up study of children 10-14 years of age. *Journal of Pediatric Orthopedics*, Raven Press, New York, 1984, 4:452-455.
114. Wojciechowska-Maszkowska B.: Stabilność postawy ciała osób w różnym wieku. Rozprawa doktorska, Wrocław, 2007.
115. Wright N.: Imaging in scoliosis. *Archives of Disease in Childhood* 2000, 82:38-40.
116. Yawn B., Dawn R., Hodge D., Kurland M., Shaughnessy W., Ilstrup D., Jacobsen S.: A population-based study of scoliosis screening. *Journal of American Medical Association* 1999, 282:1427-1432.
117. Zawieska D.: Topography of surface and spinal deformity. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Amsterdam 2000: 937-942.
118. Zubairi J.: Applications of computer-aided rasterstereography in spinal deformity detection. *Image and Vision Computing* 2002; 20:319-324.

Wykaz skrótów i definicje przyjęte w pracy

Definicje przyjęte w pracy

W pracy zastosowałam następujące pojęcia [75]:

Czułość badania - stosunek liczby wyników prawdziwie dodatnich do sumy prawdziwie dodatnich i fałszywie ujemnych. Jest miarą zdolności testu do prawidłowego rozpoznania choroby tam, gdzie ona występuje, określając odsetek osób chorych (skolioza idiopatyczna), u których wynik testu jest dodatni. Czułość testu wynosząca 100% oznacza, że wszystkie osoby chore zostaną rozpoznane.

$$\text{CZUŁOŚĆ} = \frac{a}{a + c} \times 100\%$$

Swoistość badania - stosunek liczby wyników prawdziwie ujemnych do sumy prawdziwie ujemnych i fałszywie dodatnich. Jest miarą zdolności testu do potwierdzenia nieobecności choroby (skoliozy idiopatycznej), określając odsetek osób zdrowych, u których wynik testu jest ujemny. Swoistość testu wynosząca 100% oznacza, że wszystkie osoby zdrowe w wykonanym teście diagnostycznym zostaną oznaczone jako zdrowe.

$$\text{SWOISTOŚĆ} = \frac{d}{d + b} \times 100\%$$

Wartość predykcyjna dodatnia (WPD, z angielskiego PPV - *positive predictive value*) - odsetek osób z dodatnim wynikiem testu, u których dana choroba (skolioza idiopatyczna) jest obecna. Określa prawdopodobieństwo, że u osoby z dodatnim wynikiem testu choroba, którą ten test wykrywa, rzeczywiście występuje.

$$\text{WPD} = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Wartość predykcyjna ujemna (WPU, z angielskiego NPV - *negative predictive value*) - odsetek osób z ujemnym wynikiem testu, u których dana choroba (skolioza idiopatyczna) jest nieobecna. Określa prawdopodobieństwo, że u osoby z ujemnym wynikiem testu choroba, którą ten test wykrywa, rzeczywiście nie występuje.

$$\text{WPU} = \frac{d}{c + d} \times 100\%$$

Tabela 1.1. Sposób określania i interpretacji pojęć: prawdziwie dodatni i prawdziwie ujemny, fałszywie dodatni i fałszywie ujemny, czułość i swoistość badania oraz wartość predykcyjna dodatnia i ujemna [110]

		JEDNOSTKA CHOROBOWA SKOLIOZA IDIOPATYCZNA zdefiniowana jako KRT ≥ 7°		
		Skolioza	Zdrowy	
WYNIK BADANIA TPC (Rot.Max.TPC ≥ X)	Dodatni	Prawdziwie dodatni (a)	Fałszywie dodatni (b)	→ Wartość predykcyjna dodatnia (WPD)
	Ujemny	Fałszywie ujemny (c)	Prawdziwie ujemny (d)	→ Wartość predykcyjna ujemna (WPU)
		↓ Czułość	↓ Swoistość	

Współczynnik zmienności (V) - miara zróżnicowania rozkładu cechy zależna od wielkości średniej arytmetycznej, obliczany według wzoru:

$$V = \frac{OS}{\bar{x}} \times 100\%$$

gdzie: OS - odchylenie standardowe
 \bar{x} - średnia arytmetyczna

Typowy błąd pomiaru (ang. typical error, S) - jest miarą błędów metody badawczej. Obliczany na podstawie wartości odchylenia standardowego dla różnic parametrów badania wykonanego u tej samej osoby, dzielonego przez $\sqrt{2}$ [39]:

$$S = \frac{OS}{\sqrt{2}}$$

Wykaz używanych określeń i skrótów

BMI - (z angielskiego Body Mass Index) współczynnik masy ciała
C7 - wyrostek kolczysty siódmego kręgu szyjnego
cm - centymetr
CPLK - centralna pionowa linia krzyżowa - linia wyznaczona w topografii powierzchniowej poprzez poprowadzenie linii prostej przebiegającej pionowo w górę z najwyższego punktu szpary pośladkowej
FAI - (z angielskiego: *frontal asymmetry index*) współczynnik asymetrii w płaszczyźnie czołowej
HBSC - (z angielskiego: *Health Behaviour in School-aged Children*) Zachowania Zdrowotne Młodzieży Szkolnej
HDI - (z angielskiego: *high difference index*) współczynnik różnicy wysokości
HI - (z angielskiego *hump index*) wskaźnik rotacji tułowia według Suzuki
HS - (z angielskiego *Hump Sum*) suma trzech współczynników rotacji tułowia obliczanych metodą topografii powierzchni ciała według Suzuki
kg - kilogram
KKD - kończyny dolne
KKG - kończyny górne
KRT - kąt rotacji tułowia mierzony skoliometrem Bunnella
L - odcinek lędźwiowy kręgosłupa
m - metr
Max Rot.Th gł.- rotacja maksymalna w badaniu topografii powierzchni ciała w odcinku piersiowym głównym
Max. Rot.TPC - Maksymalna rotacja na dowolnym poziomie w badaniu topografii powierzchni ciała
N - liczba zbadanych osób
OS - odchylenie standardowe
POTSI - (z angielskiego: *Posterior Trunk Symmetry Index*) tylny współczynnik symetrii tułowia
S1 - wyrostek kolczysty pierwszego kręgu krzyżowego
SIPS - (z łaciny: *spina iliaca posterior superior*) kołec biodrowy tylny górny
SK - pozycja siedząca na krześle
SN - pozycja siedząca niska
SR - Suma Rotacji - suma wartości maksymalnych rotacji tułowia na trzech poziomach dla każdego łuku skrzywienia, obliczana w badaniu topografii powierzchni ciała
ST - pozycja stojąca
STR - Suma Trzech Rotacji, wartość wyznaczana dla pomiarów rotacji tułowia wykonanych skoliometrem Bunnella
Th - odcinek piersiowy kręgosłupa
Th gł. - odcinek piersiowy główny kręgosłupa
Th prox.- odcinek piersiowy proksymalny kręgosłupa
Th-L - odcinek piersiowo-lędźwiowy kręgosłupa
TPC - topografia powierzchni ciała
WHO - (z angielskiego *World Health Organization*) Światowa Organizacja Zdrowia
WPD - wartość predykcyjna dodatnia
WPU - wartość predykcyjna ujemna

ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1

INFORMACJA DLA RODZICÓW I OPIEKUNÓW ODNOŚNIE PROWADZONYCH W SZKOLE BADAŃ PRZESIEWOWYCH W KIERUNKU SKOLIOZY U DZIEWCZĄT Z KLAS IV-VI

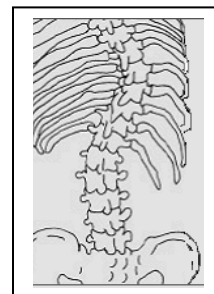
Podstawowe informacje na temat skoliozy idiopatycznej

Skolioza jest skrzywieniem kręgosłupa, dotyczącym trzech płaszczyzn przestrzeni. Najczęściej nie wiadomo co jest przyczyną skoliozy, dlatego w nazewnictwie medycznym, jest ona nazywana idiopatyczną. W zależności od lokalizacji skrzywienia mówimy o skoliozie: piersiowej, lędźwiowej, piersiowo-lędźwiowej i dwułukowej.

Choroba dotyczy ok. 2-3% dzieci, może pojawić się w różnych okresach rozwoju, jednak najbardziej niebezpieczna jest w wieku dojrzewania (10-15 lat) ze względu na szybki wzrost kręgosłupa i jego podatność na skrzywienie. Niewielkie skoliozy występują zarówno u dziewczynek jak i u chłopców, jednak ryzyko progresji (pogłębienia skrzywienia) dotyczy głównie dziewcząt.

Nieleczona skolioza może doprowadzić do zewnętrznych zniekształceń sylwetki oraz zaburzeń pracy narządów wewnętrznych, m. in. płuc i serca, a w wieku dorosłym może powodować dolegliwości bólowe kręgosłupa. Stąd tak ważna jest systematyczna ocena sylwetki dziecka. Wczesne zdiagnozowanie skoliozy umożliwia, w większości przypadków, uzyskanie lepszych wyników leczenia.

W wielu krajach, niestety nie w Polsce, regularne badania przesiewowe w kierunku skoliozy są obowiązkowe, ponieważ rodzice, nauczyciele lub znajomi zwykle nie są w stanie wykryć skrzywienia we wczesnym stadium. W tym okresie schorzenie nie powoduje dolegliwości bólowych, ani innych (oprócz dyskretnej asymetrii tułowia) niepokojących objawów skłaniających do wizyty u lekarza.



Przebieg badania

Przed przystąpieniem do badania konieczne jest, by dziewczęta zdjęły obuwie oraz górną część garderoby (mogą pozostać w staniku). Badanie przesiewowe polega na nieinwazyjnej (nieszkodliwej dla dziecka) ocenie, obejmującej: pomiar wzrostu i ciężaru ciała, ocenę symetrii podstawowych punktów anatomicznych tułowia, pomiar przy użyciu pionu, skoliometru i topografii powierzchniowej.

Badanie ma na celu wykrycie dzieci ze skoliozą lub z wysokim ryzykiem jej rozwoju. W ramach prowadzonych badań została zapewniona współpraca z poradnią wad postawy. Do niej będą kierowane dzieci, u których na podstawie badania zostanie wysunięte podejrzenie skoliozy idiopatycznej.

Badanie prowadzone będzie w szkole przez doświadczonych lekarzy i fizjoterapeutów w terminie ustalonym wspólnie z dyrektorem placówki.

W celu uzyskania bliższych informacji należy kontaktować się z mgr Joanną Chowańską, tel.: 665-248-663.

Badanie jest bezpłatne.

PROSZĘ ODCIĄĆ PONIŻSZY ODCINEK. BADANE BĘDĄ WYŁĄCZNIE TE DZIECI, KTÓRE DOSTARCZĄ PODPISANĄ ZGODĘ NA UDZIAŁ W BADANIU.



ZGODA NA UDZIAŁ W BADANIU

Wykorzystanie metody topografii powierzchni ciała oraz skoliometru do badań przesiewowych dzieci szkolnych w kierunku wykrywania skoliozy idiopatycznej

Ja niżej podpisany(a) oświadczam, że przeczytałem(am) i zrozumiałem(am) informacje dotyczące opisanego badania. Wyrażam dobrowolnie zgodę na udział mojej córki w bezpłatnym badaniu.

Wyrażam zgodę, by osoby prowadzące badanie miały wgląd w dane osobowe. Zostałem(am) poinformowany(a), że dane te są zbierane jedynie w celu naukowej analizy badania.

.....
IMIĘ I NAZWISKO DZIECKA (drukowanymi literami)

.....
DATA URODZENIA DZIECKA

Jeśli wyrażają Państwo zgodę na przeprowadzenie badania, prosimy o udzielenie odpowiedzi na poniższe pytania (przez podkreślenie lub uzupełnienie):

1. Czy ktoś z rodziny miał rozpoznaną jedną z powyższych wad kręgosłupa: TAK / NIE
2. Ile godzin dziennie dziecko spędza przed komputerem? a) 0-1 b) 1-2 c) >2
3. Ile godzin dziennie dziecko spędza przed telewizorem? a) 0-1 b) 1-2 c) >2
4. Ile godzin dziecko spędza na zajęciach sportowych (wliczając WF w szkole)?
a. Codziennie : a) 0-1 b) 1-2 c) > 2 godzin
b. Rzadziej: razy w tygodniu po godzin
5. Ile waży tornister dziecka w przeciętnym dniu szkolnym (w przybliżeniu)? :
6. Telefon kontaktowy (w razie wykrycie nieprawidłowości u dziecka) :

DATA I PODPIS RODZICA/OPIEKUNA:

ZAŁĄCZNIK 2

KARTA BADANIA

SP	Klasa:	Data badania:
Imię i nazwisko:		Data urodzenia:

1. Wystąpienie pierwszej miesiączki:	<input type="checkbox"/> NIE	<input type="checkbox"/> TAK data:
2. Masa ciała:		
3. Wysokość ciała:	w staniu:	na siedząco:
4. Test palce-podłoga:		

5. Przebieg wyrostków kolczystych kręgow:			
a) w płaszczyźnie czołowej :	<input type="checkbox"/> norma	<input type="checkbox"/> Th w prawo <input type="checkbox"/> Th w lewo	<input type="checkbox"/> Th-L lub L w prawo <input type="checkbox"/> Th-L lub L w lewo
b) w płaszczyźnie strzałkowej :	Lordoza szyjna: <input type="checkbox"/> norma <input type="checkbox"/> pogłębiona <input type="checkbox"/> spłycona	Kifoza piersiowa: <input type="checkbox"/> norma <input type="checkbox"/> pogłębiona <input type="checkbox"/> spłycona	Lordoza lędźwiowa: <input type="checkbox"/> norma <input type="checkbox"/> pogłębiona <input type="checkbox"/> spłycona
6. Pion- z C7 w stosunku do szpary pośladowej:	<input type="checkbox"/> pionowo	<input type="checkbox"/> w prawo cm	<input type="checkbox"/> w lewocm
7. Wyrostki barkowe :	<input type="checkbox"/> symetryczne	<input type="checkbox"/> prawy wyżej: cm	<input type="checkbox"/> lewy wyżej: cm
8. Kąty dolne łopatek :	<input type="checkbox"/> symetryczne	<input type="checkbox"/> prawy wyżej: cm	<input type="checkbox"/> lewy wyżej: cm
9. Odstawianie łopatek :	<input type="checkbox"/> norma	<input type="checkbox"/> odstaje prawa: cm	<input type="checkbox"/> odstaje lewa cm
10. Trójkąty talii :	<input type="checkbox"/> równej wysokości	<input type="checkbox"/> prawy wyżej: cm	<input type="checkbox"/> lewy wyżej: cm
	<input type="checkbox"/> równej głębokości	<input type="checkbox"/> pogłębiony prawy:cm	<input type="checkbox"/> pogłębiony lewy:cm
11. Kolce biodrowe tylne górne :	<input type="checkbox"/> symetryczne	<input type="checkbox"/> prawy wyżej: cm	<input type="checkbox"/> lewy wyżej: cm
12. Kolce biodrowe przednie górne :	<input type="checkbox"/> symetryczne	<input type="checkbox"/> prawy wyżej: cm	<input type="checkbox"/> lewy wyżej: cm
	<input type="checkbox"/> wysunięty w przód prawy		<input type="checkbox"/> wysunięty w przód lewy
13. Krętarze większe kości udowych :	<input type="checkbox"/> symetryczne	<input type="checkbox"/> prawy wyżej: cm	<input type="checkbox"/> lewy wyżej: cm
14. Wysklepienie klatki piersiowej :	<input type="checkbox"/> norma	<input type="checkbox"/> lejkowata	<input type="checkbox"/> kurza <input type="checkbox"/> asymetryczna

15. Badanie skoliometrem:	POZYCJA STOJĄCA	POZYCJA SIEDZĄCA
Kąt rotacji tułowia (KRT): (Th prox./ Th gł./ L)		
Suma trzech rotacji (STR):		

16. Badanie TPC:	POZYCJA STOJĄCA	POZYCJA SIEDZĄCA	SIEDZĄCA NA KRZEŚLE
POTSI:			
Liczba łuków skrzywienia:			
Rotacja tułowia (Th prox/Th gł./L)			
Suma Rotacji (SR)			

Wynik ogólny:	<input type="checkbox"/> NORMA	<input type="checkbox"/> ZALECANA KONTROLA ZA 0,5 ROKU	<input type="checkbox"/> ZALECANA KONTROLA W PORADNI WAD POSTAWY
Informacje dodatkowe:			