

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Joanna Kurpik

**Porównanie analiz cefalometrycznych  
telorentgenogramów głowy dzieci  
z zespołem Downa i bez tego zespołu**

Katedra i Klinika Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji  
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Promotor  
Prof. zw. dr hab. n. med. Teresa Matthews-Brzozowska

Poznań 2019

*Pragnę złożyć serdeczne podziękowania  
prof. zw. dr hab. n. med. Teresie Matthews-Brzozowskiej  
za wskazanie kierunku badań, opiekę naukową,  
niezwykle motywującą wiarę, wyjątkową cierpliwość,  
cenne wskazówki, oraz nieocenioną pomoc przy pisaniu tej pracy*

*Niniejszą pracę pragnę zadedykować moim najbliższym  
z wyrazami miłości i wdzięczności za wszystko,  
co każdego dnia dawali i dają mi od siebie...*

# Spis treści

Wykaz skrótów . . . . .	6
1. Wstęp . . . . .	7
2. Przegląd piśmiennictwa . . . . .	10
2.1. Analiza części twarzowej czaszki — rys historyczny . . . . .	10
2.2. Zespół Downa w ujęciu ogólnym oraz stomatologicznym . . . . .	11
2.3. Etiologia i diagnostyka wybranych wad zębowo-zgryzowych typowych dla zespołu Downa . . . . .	15
2.4. Terapia wad narządu żucia w zespole Downa . . . . .	18
2.5. Budowa szkieletu części twarzowej czaszki w zespole Downa . . . . .	22
2.6. Analiza cefalometryczna — w ujęciu niezależnych autorów . . . . .	23
3. Cel pracy . . . . .	27
4. Materiał i metody . . . . .	28
4.1. Materiał badań . . . . .	28
4.2. Metodyka badań . . . . .	30
5. Wyniki . . . . .	38
5.1. Klasa szkieletowa . . . . .	38
5.2. Parametry kątowe . . . . .	41
5.2.1. Kąt SNA . . . . .	42
5.2.2. Kąt SNB . . . . .	43
5.2.3. Kąt ANB . . . . .	44
5.2.4. Kąt NSBa . . . . .	45
5.2.5. Kąt międzysieczny 1+:1- . . . . .	47
5.2.6. Kąt 1+:NA . . . . .	48
5.2.7. Kąt 1-:NB . . . . .	49
5.2.8. Kąt GntgoAr . . . . .	50
5.2.9. Siła efektu dla parametrów kątowych . . . . .	51

5.3. Parametry liniowe . . . . .	51
5.3.1. Długość przedniego dołu czaszki . . . . .	51
5.3.2. Długość szczęki . . . . .	52
5.4. Siła efektu dla parametrów liniowych . . . . .	53
5.5. Podsumowanie . . . . .	53
6. Omówienie wyników i dyskusja . . . . .	55
7. Wnioski . . . . .	65
8. Piśmiennictwo . . . . .	66
9. Streszczenie . . . . .	72
10. Summary . . . . .	74
11. Spis tabel i rycin . . . . .	76

## Wykaz skrótów

95% CI . . . . .	przedział ufności dla różnicy między średnimi
LL . . . . .	dolna granica przedziału ufności
n . . . . .	liczba obserwacji
M . . . . .	średnia
p . . . . .	istotność statystyczna
SD . . . . .	odchylenie standardowe
SN . . . . .	linia przedniego dołu czaszki
t . . . . .	wynik testu t Studenta
UL . . . . .	górną granicę przedziału ufności
V . . . . .	współczynnik V Cramera

# 1. Wstęp

Morfologia twarzy jest istotną cechą fenotypową budowy ciała, która między innymi pomaga w diagnozowaniu wybranych chorób czaszkowo-twarzowych oraz genetycznych. Istnieje szereg obiektywnych pomiarów twarzy, których wykonanie ułatwia zdefiniowanie zmienności fenotypowej oraz umożliwia kwantyfikację zaburzeń w morfologii. Technika opierająca się na wykonaniu serii wspomnianych pomiarów nazywana jest antropometrią. Rodzi się pytanie co przed pomiarami, przecież zanim dojdzie do ich wykonania, widząc pacjenta już ocenia się pewne cechy „na oko”, czy ma to swoje naukowe uzasadnienie? Owszem, taka czynność nazywana jest antroposkopią i polega na wzrokowym oszacowaniu budowy i ewentualnych deformacji części twarzowej czaszki, jednakże należy podkreślić, iż jest metodą wysoce subiektywną oraz mogącą stwarzać problemy w oszacowaniu zmian nie do końca będących oczywistymi dla badacza „gołym okiem”. Chcąc uzyskać solidne oraz wiarygodne wyniki należy oprzeć się na wykonaniu powtarzalnych pomiarów z zakresu antropometrii, dotyczy ona nie tylko pomiarów wykonywanych w obrębie głowy i twarzy ale także reszty ciała [Jayaratne i wsp., 2014]. W ortodoncji interesującymi są pomiary szkieletowe jak i pomiary tkanek miękkich jedynie z zakresu części twarzowej czaszki, stąd z badań antropometrycznych wyodrębniono osobną gałąź pomiarów jaką jest cefalometria. Zajmuje się ona pomiarami czaszki i stanowi jeden z niezbędnych elementów diagnostyki ortodontycznej. Pomiary cefalometrycznych dokonuje się w oparciu o boczne zdjęcia rentgenowskie twarzy, w nomenklaturze europejskiej określane jako telerentgenogramy głowy [Gorczońska i wsp., 2013, Cudziło, 2015]. Przedstawiają one uzębienie szczęki i żuchwy, profil tkanek miękkich oraz elementy kostne czaszki. Prawidłowo wykonane zdjęcie pozwala na ocenę budowy czaszki w płaszczyźnie strzałkowej i wertykalnej. Analiza wyników takich pomiarów pozwala na uzyskanie informacji między innymi o klasie szkieletowej, typie twarzy, sagittalnej i wertykalnej relacji podstaw a także rotacji i translacji żuchwy. Są to parametry pomagające w postawieniu rozpoznania wady zębowo-zgryzowej, podjęciu decyzji co do metody leczenia, a także w przewidywaniu tendencji do trudności w terapii jak np.:

pewnych niepożądanych ruchów żuchwy względem szczęki, tendencji do otwierania się zgryzu w przypadku pacjentów o wysokokątowej wertykalnej relacji podstaw. Warunkiem wykonania powtarzalnej oraz wymownej analizy cefalometrycznej jest dokładne zdefiniowanie parametrów i przestrzeganie standardów techniki wykonywania zdjęć rentgenowskich [Nötzel i wsp., 2004].

Obok diagnostyki zdjęcia cefalometryczne znajdują szersze wykorzystanie i zastosowanie. Analiza zdjęcia telerentgenograficznego głowy pacjentów w wieku rozwojowym dostarcza klinicystom także informacji o wieku szkieletowym, na podstawie oceny budowy i kształtu kręgów szyjnych widocznych na owym zdjęciu. Stanowi to bardzo ważny czynnik w trakcie podejmowania decyzji o czasie rozpoczęcia leczenia pacjentów, z uwzględnieniem ich skoku wzrostowego, bowiem prędkość horyzontalnego oraz wertykalnego wzrostu twarzy jest ściśle związana z dojrzałością szkieletową. Do trzech najbardziej wiarygodnych metod określania dojrzałości szkieletowej obok oceny morfologii kręgów szyjnych należy ocena wzrostu wysokości ciała oraz dojrzewania szkieletu ręki i nadgarstka. Tej ostatniej dokonywano w oparciu o zdjęcia rentgenowskie okolicy nadgarstka oraz ręki, stopień mineralizacji poszczególnych kości porównywano z adekwatnymi stadiami uwzględnionymi w specjalnie dedykowanych atlasach, każde stadium przypisane było konkretnemu wiekowi. Obecnie najczęściej wykorzystywana do oceny dojrzałości szkieletowej jest metoda CVM (cervical vertebral maturation) opierająca się na ocenie kręgów szyjnych widocznych na obrazie zdjęcia telerentgenograficznego, co w przypadku chociażby leczenia ortodontycznego eliminuje konieczność dodatkowej ekspozycji na promieniowanie rentgenowskie [Cericato i wsp., 2015, Flieger i wsp., 2015, McNamara i wsp., 2018]. Zdjęcia telerentgenograficzne znajdują także swoje zastosowanie w chirurgii i protetyce w celu między innymi udokumentowania stanu przed i po leczeniu. W chirurgii szczękowo-twarzowej niezwykle istotnym etapem planowania jest przewidywanie efektu leczenia oraz z punktu psychologicznego możliwość zwizualizowania owych zmian pacjentowi jeszcze przed podjęciem terapii, taką wizualizację wykonuje się dzięki możliwościom jakie daje cefalometria, przy wykorzystaniu techniki nakładania zdjęć [Kolokitha i wsp., 2011, Rao i wsp., 2015]. Obecnie dostępne są wysoce zaawansowane technologicznie programy komputerowe do wykonywania analiz cefalometrycznych, które umożliwiają między innymi zilustrowanie pożądanego efektów zaplanowanego leczenia. W oparciu o badania przeprowadzone przez wybranych autorów, okazuje się, iż także w trakcie leczenia protetycznego pacjentów bezzębnych niezwykle przydatne stają się zdjęcia cefalometryczne oraz ich analiza, przede wszyst-



kim na etapie rekonstrukcji pionowej wysokości zwarcia, kiedy wykorzystuje się zarówno zdjęcia sprzed jak i po ekstrakcjach, te drugie wykonane z wzornikami zwarciovymi, po porównaniu wyników analizy następuje odpowiednie dostosowanie wzorników do pożądanej wysokości. Oceną pionowej wysokości zwarcia jest pomiar dolnej wysokości twarzy oraz analiza kąta utworzonego przez punkty: kołec nosowy przedni, środek gałęzi oraz spojenia żuchwy, w oparciu właśnie o zdjęcia telerentgenograficzne [Alhajj i wsp., 2017, Enkling i wsp., 2018]. Zdjęcie cefalometryczne stanowi jedną z najlepszych metod badawczych uwidaczniających kość gnykową, spowodowane jest to pozycją stojącą pacjenta w trakcie wykonywania zdjęcia, co powoduje przybranie najbardziej naturalnego ustawienia głowy i uzyskanie najdokładniejszego obrazu anatomii kompleksu gnykowo-gardłowego. Lekarze sądowi wykorzystują ocenę budowy i położenia kości gnykowej, w oparciu o zdjęcia cefalometryczne, do identyfikacji zwłok oraz oceny wieku w medycynie sądowej [Orzelska-Blomberg i wsp., 2015]. Powyższe wstępne spojrzenie na cefalometrię w ujęciu poszczególnych autorów pozwala na podsumowanie, iż daje ona szerokie możliwości diagnostyki, planowania oraz szacowania, będąc ciekawym narzędziem badań, co wykorzystuje się nie tylko w stomatologii, ale także szeroko rozumianej dziedzinie medycyny.

Analizy cefalometrycznej dokonuje się niemalże w każdym gabinecie ortodontycznym, przed podjęciem leczenia, zarówno u dzieci, młodzieży, jak i dorosłych. Specyficzną grupę dzieci, nierzadko wymagającą leczenia ortodontycznego, stanowią dzieci z zespołem Downa. Poprzez charakterystyczną budowę fenotypową ciała, a także w ujęciu ortodontycznym budowę części twarzowej czaszki stanowią grupę, będącą często obiektem badań zarówno w Polsce jak i za granicą. Jednakże to zagraniczni autorzy zauważają tendencje do powtarzalnych odchyżeń w wybranych parametrach cefalometrycznych, porównując wyniki z grupą dzieci bez tego zespołu. Stało się to bodźcem do podjęcia badań polegających na analizie budowy szkieletu części twarzowej czaszki w oparciu o wyniki analiz cefalometrycznych dzieci z zespołem Downa, dla polskiej populacji.

## 2. Przegląd piśmiennictwa

### 2.1. Analiza części twarzowej czaszki — rys historyczny

Zainteresowanie formą twarzy miało miejsce już w starożytności, w szczególności dotyczyło cywilizacji greckich i egipskich. Pierwsze wysiłki nad badaniami wymiarów części twarzowej czaszki przypisuje się artystom oraz antropologom w okresie od XIII do XV wieku. Leonardo da Vinci w 1400 roku dostarczył pierwszą stosowną formę charakteryzującą budowę twarzy, używając systemu wieloliniowego, co pozwoliło mu na rzetelne odtworzenie pozycji głowy i ocenę budowy twarzy. Pozycja wykreślanych linii zależna była od lokalizacji specyficznych struktur w obrębie głowy [Laetitia 1980, Wahl 2006, Hans i wsp., 2015].

Istotne wydarzenie końca XIX wieku jakim jest odkrycie i wprowadzenie rentgenodiagnostyki stało się furtką do rozwoju cefalometrii radiograficznej. Tę nową, wszechstronną możliwość badania zapoczątkował Röntgen w 1895 roku wprowadzając w użycie aparat do oceny radiologicznej struktur obecnych w organizmie. Dało to możliwość interpretacji relacji układu kostnego z odmiennie perspektywy, poszerzając tym samym horyzonty dla niektórych dziedzin medycyny, w tym także stomatologii, mogących oprzeć swoją diagnostykę o działanie promieni rentgenowskich. Do takich dziedzin należą między innymi kranio-metria oraz cefalometria [Laetitia 1980]. Cefalometria, jako odrębny obszar w ortodoncji, powstała w oparciu o badania antropologów nad rozwojem i wzrostem czaszki. Sformułowanie samego pojęcia „cefalometria”, datowane na 1922 rok, zawdzięcza się Lischerowi [Cudziło i wsp., 2015, Minch i wsp., 2015].

Z kolei za wprowadzenie wspomnianej rentgenografii cefalometrycznej odpowiada amerykański ortodonta Broadbent. Wzorując się na kranio-stacie służącym do stabilnego ustawienia czaszki podczas dokonywania pomiarów antropometrycznych, skonstruował w 1931 roku urządzenie spełniające zadanie utrzymania prawidłowej pozycji głowy podczas wykonywania zdjęć radiologicznych, nazwane cefalostatem. Wprowadzenie owego

urządzenia umożliwiło uzyskanie powtarzalności w wykonywaniu zdjęć teleroentgenograficznych. Określił on także reguły, jakie należy spełniać chcąc uzyskać prawidłowe zdjęcie cefalometryczne, należą do nich: promień centralny źródła promieniowania powinien padać prostopadłe do otworów usznych i filmu, ponadto czaszka powinna być ustawiona z zachowaniem równoległości do płaszczyzny poziomej/frankfurckiej, przechodzącej przez najniższy punkt dolnego brzegu oczodołu i górne ograniczenie otworu słuchowego zewnętrznego, a odległość między czaszką a źródłem promieniowania powinna być stała i wynosić 5 stóp (152,4 cm). Wspomniane zasady w większości obowiązują do dnia dzisiejszego, wprowadzono skalę milimetrową dla umożliwienia porównań pomiarów liniowych, a także skrócono dystans pomiędzy obiektem a źródłem światła do wartości 150 cm [Cudziło i wsp., 2015].

Podkreśla się, iż właściwe wykorzystanie pomiarów cefalometrycznych do celów ortodontacji rozpoczął holenderski lekarz, anatom i malarz Camper, wprowadzając tzw. *linea facialis*, którą następnie wykorzystał Retsius formułując po raz pierwszy pojęcia ortognatyizmu i prognatyizmu. Camper był prawdopodobnie pierwszym, który zastosował kąty do pomiarów twarzy, odkrył, iż gdy twarz rośnie w dół i do przodu kąt twarzy ulega zmniejszeniu. Wspomniana już płaszczyzna frankfurcka została wprowadzona przez Iheringa w 1882 roku na kongresie anatomów i antropologów we Frankfurcie, do dnia dzisiejszego jest wykorzystywana do prawidłowego pozycjonowania czaszki i uważana za najlepiej odpowiadającą naturalnemu ustawieniu głowy w przestrzeni [Minch i wsp., 2015].

## 2.2. Zespół Downa w ujęciu ogólnym oraz stomatologicznym

W 1838 roku francuski lekarz Jean-Étienne Dominique Esquirol jako pierwszy opisał pacjenta z cechami zespołu Downa, jednakże to w 1866 roku Langon Down przedstawił w artykule opis charakterystycznych cech tej jednostki chorobowej, stąd nazwa tego zespołu chorobowego pochodzi właśnie od jego nazwiska [Bauer i wsp., 2012, Walasz i wsp., 2013].

Zespół Downa występuje z częstością 1:600–700 żywych urodzeń, nie jest zależny od rejonu geograficznego, rasy czy statusu ekonomicznego rodziców. Diagnostyka i wykrywanie zespołu Downa opiera się na analizie chromosomów, która może być wykonana zarówno prenatalnie, przy obecności w rodzinie czynników ryzyka jak i postnatalnie na podstawie charakterystycznego wyglądu fenotypowego noworodka. Za ujawnienie cech

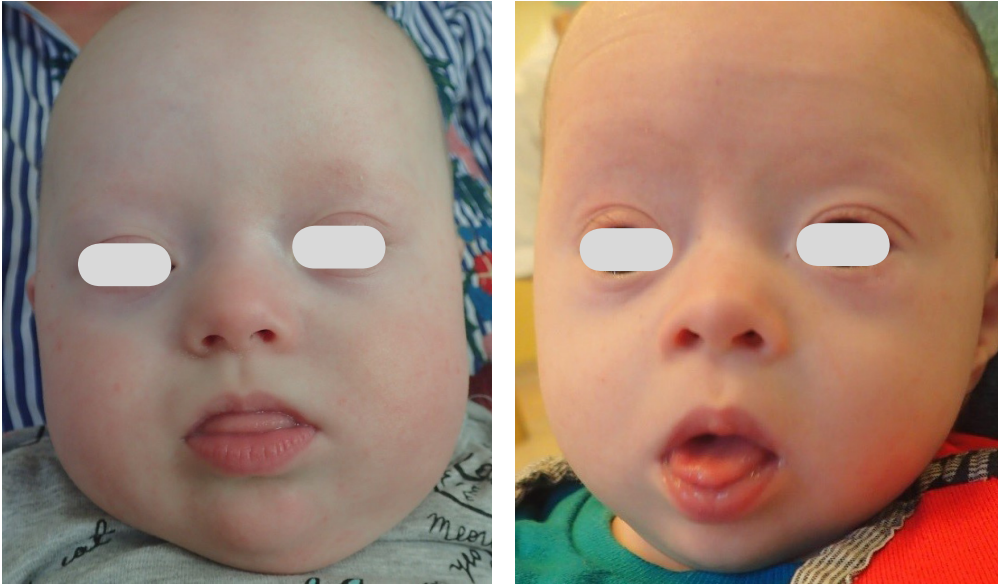
tego zespołu odpowiada dodatkowy materiał genetyczny chromosomu 21 pary. Związek pomiędzy zespołem Downa a trisomią chromosomu 21 odkryto dopiero w 1959 roku, tych rewolucyjnych badań dokonali Lejeune, Gautier i Turpin [Roizen i wsp., 2003, Sułewska i wsp., 2017].

Z występowaniem omawianej jednostki chorobowej związane są charakterystyczne cechy budowy ciała, do których należą: niski wzrost; krótkie kończyny; otyłość; nadmiar skóry na karku; brachycefalia objawiająca się małą, skróconą w wymiarze przednio-tylnym i spłaszczoną w części potylicznej głową; skośne i szerokie ustawienie szpar powiekowych; zmarszczka nakątna; plamy Bruschi na tęczówce; krótkie i szerokie dłonie z poprzeczną tzw. małpią bruzdą; klinodaktylia; nieprawidłowe małżowiny uszne; nos krótki i płaski o szerokiej nasadzie oraz hipotonia mięśniowa. Często występują także wrodzone wady serca w szczególności defekty przegrody międzyprzedsionkowej i międzykomorowej, przetrwały przewód tętniczy Botalla, padaczka, utrata słuchu, wady przewodu pokarmowego, niedoczynność tarczycy [Ziętek i wsp., 2014, Młynarska-Zduńiak 2015]. W porównaniu do ogólnej populacji, dzieci z zespołem Downa wykazują 20 razy większe ryzyko zachorowania na białaczkę [Macho i wsp., 2014].

Opisuje się także wyższą częstotliwość występowania obturacyjnego bezdechu sennego u dzieci z zespołem Downa, szacowaną na 50–60%, dla porównania w populacji dzieci z prawidłowym rozwojem wynosi ona 1–3% [Rosen 2011]. Zespół obturacyjnego bezdechu sennego charakteryzuje się zaburzeniami oddychania przy częściowej niedrożności górnych dróg oddechowych i/lub snem przerywanym, niedrożnością kompletną podczas normalnego oddychania w czasie snu, snem zakłóconym i często spadkiem saturacji. Powyższe zaburzenia mogą manifestować się częstym chrapaniem, oddechowymi zakłóceniami w trakcie snu, niespokojnym snem, problemami behawioralnymi oraz brakiem koncentracji, bądź sennością w ciągu dnia. Przyczyny występowania tego zespołu są złożone, coraz więcej uwagi poświęca się patologii języka, w szczególności migdałkowi języka [Matthews-Brzozowski 2018]. Sedaghat i wsp., [2012] w swoich badaniach ujawnili różnicę w występowaniu migdałka językowego pomiędzy dziećmi zdrowymi, a dziećmi z zespołem Downa. Wyniki wykazały, iż powiększony migdałek językowy występuje zdecydowanie częściej u dzieci z zespołem Downa, względem dzieci zdrowych, a częstotliwość występowania zwiększa się wraz z wiekiem.

Analogicznie w obrębie układu stomatognatycznego wyróżnia się cechy specyficzne dla zespołu Downa, takie jak: duży, pobruzdowany język (zwiększenie jego wielkości jest względne, spowodowane małą pojemnością jamy ustnej); wady zgryzu obejmujące przede

wszystkim zgryzy otwarte, krzyżowe, przodozgryzy [Doriguëtto i wsp., 2019]; a także wysoko wysklepione podniebienie w kształcie litery V (**Ryciny 1–4**). Za etiologię współwystępujących wad zgryzu uznaje się zaburzenie równowagi sił w obrębie jamy ustnej polegające na dominującym wpływie mięśni języka przy towarzyszącej hipotonii mięśnia okrężnego ust oraz mięśni policzków, także przerośnięcie migdałków podniebiennych oraz gardłowego [Hashimoto i wsp., 2014]. Do nieprawidłowości zębowych w zespole Downa należą:



**Rycina 1.** Charakterystyczny wygląd zewnętrzny z wysunięciem języka poza jamę ustną w zespole Downa [źródło: badania własne]



**Rycina 2.** Lewy profil z charakterystyczną prognacją żuchwy pacjentki z zespołem Downa [źródło: badania własne]



**Rycina 3.** Zwężenie łuku górnego u pacjentki z zespołem Downa z charakterystycznym wysoko wysklepionym podniebieniem [źródło: badania własne]



**Rycina 4.** Odwrotny nagryz poziomy wraz ze współwystępującym obustronnym zgryzem krzyżowym bocznym oraz mikrodoncją w zakresie zębów 12 oraz 22 u pacjenta z zespołem Downa [źródło: badania własne]

mikrodoncja, nieprawidłowy kształt koron zębów — zęby stożkowe, hipodoncja obejmująca najczęściej boczne zęby sieczne w szczęce oraz drugie zęby przedtrzonowe w żuchwie, taurodontyzm, hipoplazja szkliwa oraz opóźnione wyrzynanie zębów zarówno mlecznych jak i stałych [Suri i wsp., 2011, Bauer i wsp., 2012, Walasz i wsp., 2013, Macho i wsp., 2014, Ziętek i wsp., 2014, Młynarska-Zduniak i wsp., 2015]. Pojawienie się pierwszego zęba mlecznego ma miejsce zazwyczaj w wieku 12–14 miesięcy, ale zdarza się, iż jest opóźnione nawet do 24. miesiąca. Proces wyrzynania do momentu uzyskania pełnego uzębienia mlecznego może ulec wydłużeniu nawet do 4–5 lat. Pierwsze zęby stałe pojawiają się nieraz dopiero w wieku 8–9 lat, co w przypadku dzieci zdrowych ma miejsce zazwyczaj w szóstym roku życia. Charakterystyczną cechą wyglądu zewnętrznego osób z zespołem Downa są rozchyłone wargi i wysuwający się z jamy ustnej język [Sulewska i wsp., 2017].

W piśmiennictwie opisuje się, iż częstość występowania próchnicy u osób z zespołem Downa w odniesieniu do osób zdrowych jest niższa, co tłumaczy się opóźnionym terminem wyrzynania zębów, których narażenie na działanie szkodliwych czynników ze środowiska jamy ustnej jest niższe w odniesieniu do tych wyróżnionych o czasie, morfologią zębów, większymi przestrzeniami międzyzębowymi, a także odmiennym składem śliny. Towarzyszy temu zwiększona tendencja do występowania chorób przyzębia wynikająca między innymi z upośledzenia funkcjonowania układu immunologicznego i wadliwego obiegu krążenia będącego przyczyną niedotlenienia tkanek. Mogą one powstawać już między 6. a 15. rokiem życia i objawiać się zapaleniem dziąsła brzeżnego, ostrym bądź podostrym martwiczym zapaleniem dziąseł, zaawansowanym zapaleniem przyzębia, a także występowaniem recesji dziąsłowych oraz pionowych i poziomych zaników kości [Macho i wsp., 2014, Ziętek i wsp., 2014].

### 2.3. Etiologia i diagnostyka wybranych wad zębowo-zgryzowych typowych dla zespołu Downa

Zgryz otwarty jest wadą zgryzu w wymiarze wertykalnym, charakteryzuje się brakiem prawidłowych kontaktów zwarciovych pomiędzy zębami szczęki i żuchwy. Dwie główne odmiany tej wady to zgryz otwarty zębowy, który dalej dzieli się na zgryz otwarty częściowy przedni lub zgryz otwarty częściowy boczny oraz zgryz otwarty szkieletowy, zwany całkowitym. Zgryz otwarty zębowy najczęściej dotyczy zębów siecznych i kłów, co objawia się występowaniem szpary niedogryzowej w ich okolicy, przy braku zmian w stopniu wyróżnienia zębów trzonowych. W przypadku szkieletowego zgryzu otwartego charakterystycznymi cechami są dystalna inklinacja wyrostka kłykciowego i krótka gałąź żuchwy, rozwarty kąt żuchwy, nadmierna wysokość szczęki i przednia twarzą, przy krótkiej tylnej wysokości, stroma płaszczyzna żuchwy, a także ekstruzja zębów trzonowych, zwarcie zachowane jest jedynie w odcinku tylnym uzębienia. Przyjmuje się, iż etiologia tej wady jest wieloczynnikowa. Za przyczynę najczęściej uznaje się nawyk ssania kciuka, nadmierną wielkość i spaczoną funkcję języka oraz wzmożony pionowy czynnik wzrostu twarzowej części czaszki. Swoją wpływ na kształtowanie się zgryzu otwartego ma także nieprawidłowe wyrzynanie zębów, przedwczesne kontakty w rejonie zębów trzonowych, przetrwały niemowlęcy typ połykania, artretyczna degeneracja kłykcia żuchwy, dystrofia mięśniowa oraz niekiedy całkowita obturacja nosa. Obraz zgryzu otwartego

spowodowanego ssaniem kciuka przedstawia komponentę pionową, protrudującą zęby sieczne górne i intrudującą zęby sieczne dolne, oraz komponentę strzałkową retrudującą zęby sieczne dolne [Rijpstra i wsp., 2016, Germa i wsp., 2016, Ling i wsp., 2018].

Bardzo istotna pod względem diagnostyki tej wady jest ocena kształtu i aktywności języka, który przy nieprawidłowej wielkości również może przyczyniać się do nieprawidłowości zębowo-wyrostkowych w wymiarze pionowym. Czynnikiem środowiskowym wpływającym na powstanie zgryzu otwartego szkieletowego jest oddychanie przez usta, może być ono nawykowe bądź wynikające z niedrożności górnych dróg oddechowych na skutek obrzęków alergicznych, przerośniętego trzeciego migdałka, zniekształconej przegrody nosa lub obrzęku małżowiny nosowej. U takich pacjentów obserwuje się nadmierny wzrost przedniej wysokości twarzy, obniżenie pozycji języka i żuchwy, co sprzyja nadmiernemu wyrzynaniu zębów tylnych i stanowi istotną przyczynę powstawania zgryzu otwartego. Zaburzenia w wymiarze pionowym są także spotykane w różnych uwarunkowanych genetycznie zespołach, do których należy między innymi zespół Downa, w przypadku którego głównymi czynnikami etiologicznymi tej wady są nieprawidłowa pozycja języka, osłabienie siły mięśniowej oraz często niedrożność górnych dróg oddechowych. Osłabione mięśnie przyczyniają się do osłabienia sił okluzyjnych, a to umożliwia nadmierne wyrzynanie zębów trzonowych i staje się przyczyną rotacji żuchwy w kierunku do tyłu i do dołu [Ngan i wsp., 1997, Nötzel i wsp., 2004, Sieja i wsp., 2013].

Zgryz krzyżowy jest wadą zgryzu charakteryzującą się rozbieżnością pomiędzy wymiarami poprzecznymi szczęki i żuchwy, czego przyczynę najczęściej stanowi zmniejszenie szerokości górnego łuku. Wyróżnia się zgryz krzyżowy częściowy przedni i boczny, jednostronny lub obustronny, oraz zgryz krzyżowy całkowity. Obserwuje się, iż zgryz krzyżowy rozwija się częściej u dzieci z przedwczesną utratą zębów mlecznych. Etiologia zgryzu krzyżowego jest złożona i obejmuje zarówno czynniki dziedziczne jak i środowiskowe, do których zalicza się między innymi nawyki ssania, oddychanie przez usta spowodowane niedrożnością dróg oddechowych, obniżenie pozycji języka w jamie ustnej, czy krótki okres karmienia piersią [Melink i wsp., 2010]. Wykazano istotnie pozytywny wpływ karmienia piersią na wzrost i rozwój części twarzowej czaszki, spowodowany jego oddziaływaniem na prawidłową czynność mięśni żucia, kształtowanie właściwego sposobu połykania oraz oddychania. Opisuje się różnice w aktywności mięśni jamy ustnej i twarzy zależne od sposobu karmienia. Wczesne przejście na karmienie butelką staje się przyczyną zahamowania prawidłowego rozwoju górnego łuku, co w dalszej ko-



lejności klinicznie objawia się zgryzem krzyżowym. Kobayashi i wsp., [2010] w przeprowadzonych badaniach wykazali, iż dzieci karmione piersią ponad 12 miesięcy wykazują 20-krotnie niższe ryzyko wystąpienia zgryzu krzyżowego bocznego, w porównaniu do dzieci, które nigdy nie były karmione piersią. Zwiększona częstość występowania zgryzu krzyżowego bocznego u dzieci z nawykami ssania wynika ze zwiększenia szerokości łuku dolnego oraz zwężenia górnego. Oddychanie przez usta, wywołane niedrożnością dróg oddechowych, powoduje nacisk tkanek miękkich na wyrostki zębodołowe oraz zęby i oddziałuje na wzrost części twarzowej czaszki. Powoduje to zmiany w obrębie postawy ciała, w tym niekompetentny model budowy warg, obniżenie pozycji języka w obrębie jamy ustnej, proklinację górnych zębów siecznych, dotylną rotację żuchwy oraz odchylenie głowy do tyłu. Powiększenie migdałków często współwystępuje z zapaleniem ucha środkowego, a także staje się przyczyną obturacyjnego bezdechu sennego. U takich pacjentów obserwuje się między innymi zwężenie szczęki, wzrost przedniej wysokości twarzy oraz zwiększoną częstotliwość występowania zgryzów krzyżowych bocznych [Żyła i wsp., 2015].

Kolejną wadą z grupy zaburzeń szczękowo-twarzowych jest III klasa szkieletowa. W oparciu o oceniane położenie szczęki względem szkieletu części twarzowej czaszki, Park i wsp., [2001] wyodrębnili trzy typy III klasy szkieletowej, do których zalicza się:

- typ A, dotyczący pacjentów o prawidłowej budowie szczęki i prognatycznej żuchwie,
- typ B, dotyczący pacjentów z nadmiernym wzrostem zarówno szczęki jak i żuchwy, lecz z dominacją tej drugiej,
- typ C, charakteryzujący pacjentów z niedorozwojem szczęki, rozwartym kątem nosowo-wargowym i wklęsłym profilem twarzy.

III klasa charakteryzuje się wklęsłym profilem i nieprawidłową relacją szkieletową przednio-tylną żuchwy do szczęki względem płaszczyzny oczodołowej [Arruda 2017]. Klasa ta może wiązać się z niedostatecznym rozwojem i wzrostem szczęki w kierunku do dołu i do przodu, bądź większym doprzednim wzrostem żuchwy. Etiologię tej wady stanowią zarówno zaburzenia genetyczne jak i czynniki środowiskowe. Do tych ostatnich należą nieprawidłowe nawyki w układaniu żuchwy, co oddziałuje patologicznie na pozycję głowy żuchwy w obrębie dołu stawowego i staje się przyczyną nieprawidłowego końcowego ustawienia żuchwy w przestrzeni i jej przesunięcia, także nawyki długotrwałego ssania, nieprawidłowego typu połykania w stosunku do wieku dziecka, zaburzenia drożności dróg oddechowych, oddychanie przez usta, zaburzenia gospodarki hormonalnej, przedwczesna utrata zębów mlecznych oraz dysfunkcja mięśni części twarzowej

czaszki. III klasa szkieletowa przedstawia zaburzenie równowagi pomiędzy wzrostem szczęki i żuchwy w trzech kierunkach wraz z możliwą współwystępującą kompensacją na poziomie wyrostkowo-zębowym oraz tkanek miękkich, wyrażającą się morfologicznie. Stąd wada ta może być związana z niedorozwojem szczęki w trzech wymiarach, nadmiernym wzrostem żuchwy, bądź kombinacją obu z współwystępującymi wadami poprzecznymi i poziomymi. Na poziomie zębowym III klasa szkieletowa charakteryzuje się występowaniem III klasy kłowej oraz III klasy Angle'a, protruzji zębów siecznych szczęki oraz retruzji zębów siecznych żuchwy, dążących do wzajemnego kontaktu w czasie okluzji na wysokości brzegów siecznych w pozycji tet-a-tet. Występowanie III klasy szkieletowej może wynikać z wielu czynników, takich jak: progenia bądź makrogenia ze współwystępującą prawidłowo rozwiniętą i położoną szczęką, retrognacja lub mikrognacja ze współwystępującą prawidłowo rozwiniętą i położoną żuchwą, wzajemnie połączenie dwóch powyższych, prawidłowa relacja szczęk z odwrotnym nagryzem poziomym i współwystępującym zaburzeniem w obrębie centralnej relacji oraz centralnej okluzji [Zere i wsp., 2018].

## 2.4. Terapia wad narządu żucia w zespole Downa

Dzieci z zespołem Downa przy adekwatnej świadomości rodziców trafiają do poradni ortodontycznej już w wieku kilku miesięcy. Jest to idealny moment by rozpocząć leczenie ortodontyczne, którego pierwszy etap polega na wdrożeniu ustno-twarzowej terapii regulacyjnej według koncepcji Castillo-Moralesa [Castillo-Morales, 1992]. Objawy zaburzonego napięcia mięśniowego dostrzegalne są już w pierwszych tygodniach życia i powodują trudności w prawidłowym wykonywaniu podstawowych czynności fizjologicznych takich jak ssanie, połykanie, jedzenie czy mowa. Metoda Castillo-Moralesa jest całościową neurofizjologiczną terapią stosowaną u osób z hipotonią oraz hipertonią mięśniową, która normalizuje za pomocą manipulacji manualnych nieprawidłowe napięcie mięśniowe. Najlepsze wyniki terapii można osiągnąć w wieku niemowlęcym ze względu na zjawisko „plastyczności mózgu” i zdolności modyfikacji układu nerwowego pod wpływem działania bodźców ze środowiska zewnętrznego. Stąd dzieci z zespołem Downa należy usprawniać jak najszybciej stosując ćwiczenia gimnastyczno-logopedyczne, gdyż postawa i motoryka ciała nierozzerwalnie wpływają na funkcjonowanie kompleksu ustno-twarzowego. Prawidłowy przebieg ustno-twarzowej terapii regulacyjnej

metodą Castillo-Moralesa opiera się na wykonywaniu czynności przygotowujących niemowlęcy narząd artykulacyjny do mówienia. Należą do nich: karmienie piersią, stosowanie masażu wewnątrzustnych przed karmieniem, masaży zewnętrznych pobudzających pracę mięśni mimicznych twarzy i mięśni żucia, prawidłowe karmienie sztuczne, kontrola prawidłowego połykania i oddychania z wykorzystaniem technik manualnych oraz zastosowanie płytek przedsionkowych, płytek podniebiennych i innych aparatów ortodontycznych. Wspomniane masaże polegają na stymulacji dotykowej proprioceptorów, co w odpowiedzi wyzwala określone ruchy mięśniowe. Do punktów neuromotorycznych twarzy poddawanych stymulacji należą: punkt gładzizny, punkt kąta oka, punkt skrzydełka nosa, punkt wargi górnej, punkt kąta ust, punkt bródki, punkt dna jamy ustnej [Castillo-Morales, 1992, Nęcka i wsp., 2004, Walasz i wsp., 2013]. Jednym z elementów koncepcji Castillo-Moralesa, poza terapią opartą na masażach, jest leczenie czynnościowe polegające na wykonaniu tzw. „płytki stymulacyjnej” [Korbmacher i wsp., 2005, Korbmacher i wsp., 2006]. Może być ona stosowana już od drugiego miesiąca życia dziecka [Matthews-Brzozowska i wsp., 2018], jednakże często z powodu licznych współwystępujących chorób ogólnych m.in. sercowo-naczyniowych priorytetem staje się wczesne przeprowadzenie operacji, a leczenie ortodontyczne jest odroczone do 2. roku życia, lub później. Stymulacyjna płytka podniebienna jest akrylowym aparatem ortodontycznym, wykonywanym indywidualnie przez technika po uprzednim pobraniu wycisku szczęki, zawiera na części podniebiennej element stymulacyjny — cylinder, który ma za zadanie „drażnić” i stymulować do pracy język. Dla lepszego zabezpieczenia przed przesunięciami płytka zaopatrzona jest w elementy druciane wyprowadzone na zewnątrz jamy ustnej, tzw. „wąsy”, które powodują delikatne uniesienie kącików ust oraz drażnienie mięśni wyrazowych twarzy, co wywołuje dodatkowe działanie skurczu i rozkurczu mięśni. U starszych dzieci cylinder często zastępowany jest przez koralik na drucie, co pobudza język do bardziej aktywnych ruchów związanych z obracaniem koralika [Walasz i wsp., 2014]. Niekiedy stosowane są dodatkowe elementy np. pogrubienia lub rowki wymodelowane w części przedsionkowej aparatu dla stymulacji mięśnia okrężnego ust. Zaleca się noszenie płytki zaraz po oddaniu 10–15 minut kilkanaście razy dziennie, następnie po okresie około 1 miesiąca przez 1–2 godzin trzy razy dziennie. Sprowokowana stymulacja dotykowa prowadzi do ruchowych odpowiedzi mięśniowych, a efekty widoczne są już przy pierwszym założeniu płytki, bowiem język opierając się o cylinder całkowicie chowa się w jamie ustnej, prowadząc do jej pełnego zamknięcia i zmiany wyrazu twarzy. Wśród długofalowych efektów spodziewać się należy między

innymi cofnięcia języka, domknięcia ust oraz wzmocnienia mięśni jamy ustnej, co dalej prowadzi do uzyskania poprawy w ekspresji twarzy, czynności ssania, artykulacji, połykania oraz nosowego toru oddychania. [Caristedt i wsp., 2003, Matthews-Brzozowska i wsp., 2009, Matthews-Brzozowska i wsp., 2015].

Alternatywną metodą stymulacji hipotonicznych mięśni ustno-twarzowych u osób z zespołem Downa stała się przezskórna stymulacja zakończeń nerwowych (TENS). Jest to nieinwazyjna metoda leczenia, w której zewnętrznie generowany impuls elektryczny jest aplikowany poprzez powierzchnię skóry na receptory nerwów. Impulsy przekazywane są na skórę poprzez powierzchniowe elektrody [Matthews-Brzozowska i wsp., 2005]. Nęcka i wsp., [2007] przeprowadzili badanie na 45 pacjentach w wieku od 6. do 20. roku życia (22 osoby z zespołem Downa, 23 osoby bez zespołu, lecz ze współwystępującą hipotonią mięśni) oparte na stymulacji mięśni metodą TENS o niskiej częstotliwości z relatywnie wysokim natężeniem. Do badania wykorzystano urządzenie typu APL (Acupuncture-like TENS) o nazwie J-4 Myomonitor. Elektrody umieszczane były w okolicy przyusznej, w projekcji wcięcia żuchwy. Jednocześnie badano napięcie mięśni wyrazowych twarzy oraz mięśni żucia, przy pomocy elektromiografii. Wyniki badania wykazały znaczące zmniejszenie hipotonii mięśni warg, u wszystkich badanych w tym z zespołem Downa. Tego typu terapia wymaga właściwej współpracy z pacjentem, jednakże badanie wykazało, iż była ona możliwa do osiągnięcia u większości badanych osób z zespołem Downa.

U dzieci z zespołem Downa oprócz hipotonii mięśni wyrazowych twarzy oraz języka, kolejnym zaburzeniem wymagającym leczenia ortodontycznego jest hipoplazja szczęki, która dalej staje się przyczyną współwystępującego zgryzu krzyżowego, czy tendencji do III klasy szkieletowej [Musich, 2006]. Znane są różne metody ekspansji szczęki możliwe do zastosowania u dzieci z zespołem Downa z wysokim prawdopodobieństwem sukcesu w leczeniu. Pierwsza z nich to wykonanie aparatu zdejmowanego pod postacią płytki przylegającej do językowych powierzchni zębów górnych i pokrywającej podniebienie, posiadającej w linii pośrodkowej śrubę do poszerzania szczęki, a także tylne płaszczyzny nagryzowe pokrywające zęby trzonowe lub/i przedtrzonowe (zmodyfikowana płytka Schwarza). Alternatywą dla zdejmowanej płytki są aparaty cementowane na stałe takie jak aparat Hyrax, zakładany u pacjentów z pełnym uzębieniem stałym i składający się z pierścieni cementowanych na pierwszych zębach przedtrzonowych oraz pierwszych zębach trzonowych. W przypadku uzębienia mieszanego alternatywą staje się aparat McNamara zbudowany z dwóch akrylowych powierzchni nagryzowych cementowa-

nych na zębach odcinka bocznego, pokrywających ich powierzchnie okluzyjne oraz połączonych z położoną pośrodkowo śrubą do ekspansji [Outumuro i wsp., 2010]. Jak podaje Pietrzak i wsp., [2012] u dzieci z zespołem Downa w pierwszej fazie terapii wykonuje się płytkę podniebienną według koncepcji Castillo-Moralesa, druga faza polega na przejściu w aktywną fazę leczenia ortodontycznego i wykonaniu płytki Schwarza, której pożądanym celem jest uszeregowanie zębów górnego łuku.

Należy podkreślić, iż zespół Downa nie wyklucza możliwości podjęcia leczenia aparatem stałym, jednakże trzeba pamiętać, że jest ono związane z wieloma niedogodnościami oraz niekiedy bólem. Stąd tego rodzaju leczenie może być wykonane jedynie u części pacjentów z zespołem Downa, po odpowiedniej selekcji w oparciu o możliwość nawiązania właściwego kontaktu, odpowiednie cechy psychologiczne oraz zachowanie dziecka. Koniecznym jest również właściwa dbałość, stopień zaangażowania i motywacja do wspierania leczenia przez rodziców tudzież opiekunów prawnych. Leczenie aparatem stałym u tych dzieci powinno być zaplanowane w prosty sposób i przeprowadzone bez pośpiechu. Jak najwięcej procedur powinno być wykonane poza jamą ustną np. w laboratorium. Z punktu widzenia lekarza ortodonta leczenie aparatem stałym u dzieci z zespołem Downa jest o tyle trudne do wykonania, iż przez pewien dłuższy czas wymaga cierpliwego leżenia na fotelu stomatologicznym oraz stałego utrzymywania suchości koniecznej do prawidłowego spozycjonowania i przyklejenia zamków. Niekiedy zaleca się, aby wspomniane procedury wykonywać przy wykorzystaniu sedacji wziewnej, bądź w znieczuleniu ogólnym. Należy pamiętać, iż dzieci z zespołem Downa narażone są na bardziej znamienne powikłania w trakcie leczenia aparatem stałym w porównaniu do dzieci zdrowych, należą do nich powstawanie pourazowych nadżerek bądź owrzodzeń, stany zapalne z przerostem dziąseł oraz zaniedbana higiena jamy ustnej. Z uwagi na łatwość w utrzymaniu prawidłowej higieny jamy ustnej zaleca się jednak u dzieci z zespołem Downa stosowanie aparatów zdejmowanych. Po etapie aktywnego leczenia, należy przejść do fazy retencji, celem utrzymania uzyskanych rezultatów. W tej fazie stosuje się wyjmowane aparaty retencyjne takie jak płytka Hawleya, jednakże aby właściwie spełniła ona swoje zadanie wymagane są chęci pacjenta do jej systematycznego noszenia. Alternatywą stają się podklejane na stałe retainery, czyli druty, najczęściej splecione z 3–8 mniejszych, doginanie indywidualnie do przebiegu powierzchni językowych i przyklejane od strony językowej najczęściej w obrębie zębów przednich [Goenharto 2012, Abeleira i wsp., 2016].

## 2.5. Budowa szkieletu części twarzowej czaszki w zespole Downa

Wybrani autorzy podają występowanie odmiennej budowy części twarzowej czaszki u osób z zespołem Downa. Fischer-Brandies i wsp., [1986] przeprowadzili badania w oparciu o 970 zdjęć cefalometrycznych dzieci z cytogenetycznie potwierdzonym występowaniem zespołu Downa uzyskując wyniki świadczące o opóźnionym strzałkowym wzroście przedniego dołu czaszki oraz szczęki. Według autorów zęby sieczne szczęki wykazują narastającą protruzję, a kąt podstawy czaszki NSBa staje się bardziej rozwarty u dzieci z zespołem Downa w porównaniu z osobami zdrowymi wskazując na występowanie spłaszczenia podstawy czaszki. W kolejnej publikacji Fischer-Brandies [1988] dodaje, iż nieznaczna protruzja objęte są także zęby sieczne dolne. Ponadto opisuje on istotną rozbieżność w długości szczęki, której różnicę uśrednionych wartości oszacowano na 5 mm z odchyleniem wynoszącym 2–3 mm i długości przedniego dołu czaszki, która u dzieci z zespołem Downa w wieku do 3. roku życia w oparciu o przeprowadzone badania wykazała redukcję o 3–5 mm względem dzieci bez tego zespołu, zaś u dzieci do 14. roku życia różnica ta wyniosła od 6 do 9 mm. Proporcje części mózgowej do twarzowej czaszki zachowują cechy niemowlęce z powodu niedorozwoju szczęki i żuchwy [Walasz i wsp., 2013].

Alio i wsp., [2008] opisują całkowitą redukcję wymiaru wielkości głowy u osób z zespołem, która wykazuje tendencję do brachycefalii, dodatkowo podają występowanie niedorozwoju środkowego piętra twarzy, zmniejszenie wielkości kości czołowej i zatok obocznych nosa w porównaniu z osobami bez zespołu Downa. Wspomniane zmiany prowadzą do niedorozwoju środkowych struktur czaszki, czemu współtowarzyszy obniżenie lokalizacji punktu sella turcica w rzucie na płaszczyznę strzałkową, a także spłaszczenie podstawy czaszki. Suri i wsp., [2011] podają zmniejszenie wysokości wyrostków zębodołowych w obrębie szczęki i żuchwy oraz współwystępujący prognatyzm żuchwy w zespole Downa. Niedorozwój środkowego piętra twarzy objawiający się spłaszczeniem grzbietu nosa oraz pozostałych kości tego piętra twarzy wraz z prognatyczną budową żuchwy powoduje występowanie III klasy szkieletowej [Bauer i wsp., 2012]. Niedorozwój przedniego dołu czaszki wyraża się redukcją jego długości mierzonej pomiędzy punktami sella i nasion. W zespole Downa występuje także specyficzny przebieg kąta podstawy czaszki (nasion-sella-basion), który opisywany jest jako bardziej rozwarty. Charakterystyczne zgięcie podstawy czaszki wyrażone kątem nasion-sella-basion odgrywa waż-

ną rolę w typie rotacji szczęki, która przy współwystępującym nadmiernym dotylnym wzroście predysponuje do występowania zgryzu otwartego [Bauer i wsp., 2012, Macho i wsp., 2014]. W piśmiennictwie podaje się także, iż kąt żuchwy wykazuje tendencję do bardziej rozwartej geometrii, a gałąź żuchwy do zmniejszenia wysokości [Walasz i wsp., 2013, Matthews-Brzozowska i wsp., 2018].

Korayem i wsp., [2015] dokonali oceny rozmiaru i kształtu siodła tureckiego na podstawie zdjęć cefalometrycznych 60 saudyjskich pacjentów z zespołem Downa w przedziale wiekowym od 12. do 22. roku życia uzyskując istotnie statystycznie większe pomiary średnicy i głębokości siodła tureckiego w zespole Downa względem pacjentów bez tego zespołu. Ocenili oni także, iż kształt siodła tureckiego w zespole Downa charakteryzuje się skośnym przebiegiem przedniej ściany.

## 2.6. Analiza cefalometryczna — w ujęciu niezależnych autorów

Istnieje szereg analiz cefalometrycznych opracowanych przez niezależnych autorów, jednakże w większości opierają się one na tych samym punktach referencyjnych, co daje możliwość porównywania uzyskanych wyników pomiędzy autorami. Należą do nich analiza cefalometryczna według Downsa, Tweeda, Ballarda, Schwarza, Steinera, Mac Namary, Bimlera, Rickettsa, Björka, Steinera w modyfikacji Kaminka a także Segnera i Hasunda [Cudziło i wsp., 2015, Minch i wsp., 2015]. Normy opracowane przez poszczególnych autorów nie uwzględniają podziału na płeć, stosuje się te same zakresy norm zarówno dla analizy teleroentgenogramów kobiet jak i mężczyzn.

W 1974 roku amerykański ortodonta Downs ukończył przełomowe badanie zatytułowane „Variations in Facial Relationships: Their Significance in Treatment and Prognosis”, zwane potocznie analizą Downsa, stając się autorem pierwszej wprowadzonej do praktyki klinicznej analizy cefalometrycznej. Równocześnie opracowana analiza zakończyła erę dominacji „modeli diagnostycznych”. W oparciu o stwierdzenie, iż wzrost i rozwój części twarzowej czaszki zależny jest od rozwoju szczęk, zębów, wyrostków zębołowych w odniesieniu do podstawy szczęki i żuchwy, zaproponował dwa odrębne wzorce analizy cefalometrycznej: wzorec szkieletowy — określający typ twarzy i wzorzec zębowy — określający położenie zębów w stosunku do szkieletu części twarzowej czaszki [Wahl 2006].

Kolejnym twórcą autorskiej analizy cefalometrycznej, opublikowanej w 1953 roku jest Steiner, który w swoich badaniach za grupę kontrolną przyjął pacjentów rasy białej, stąd wartości wyznaczanych w jego analizie parametrów są odpowiednie dla polskiej populacji. Do punktów i linii wyznaczanych w tej analizie, wyróżniających się na tle innych autorów, bez wątplenia należy punkt „D” będący środkowym punktem obrysu spojenia żuchwy, punkt „E” będący rzutem tylnej krawędzi głowy żuchwy na linię SN, punkt „L” stanowiący rzut punktu *pogonion* (najbardziej do przodu wysunięty punkt bródki) na linię SN, a także kąt SND, którego wielkość świadczy o przednio-tylnym położeniu żuchwy. Steiner nie używał punktu *pogonion* do oceny położenia żuchwy. Punkt „E” i powstały po połączeniu z punktem *sella* odcinek SE opisują mezjo-dystalne położenie głowy stawu skroniowo-żuchwowego przed i w czasie leczenia ortodontycznego.

W modyfikacji analizy Steinera dokonanej przez Kaminka pojawia się kolejny specyficzny parametr jakim jest linia FOL, stanowiąca płaszczyznę zgryzową, przechodzącą przez największą liczbę guzków zębów przedtrzonowych i trzonowych, a na jej podstawie pomiar WITS, określany poprzez rzuty punktów A i B na wcześniej wspomnianą płaszczyznę FOL, informujący o przednio-tylnym położeniu żuchwy względem szczęki. Kaminek w swojej modyfikacji wykorzystuje już punkt *pogonion* do oceny przednio-tylnego położenia żuchwy, wyrażonego za pomocą wartości kąta SNPo [Steiner 1953].

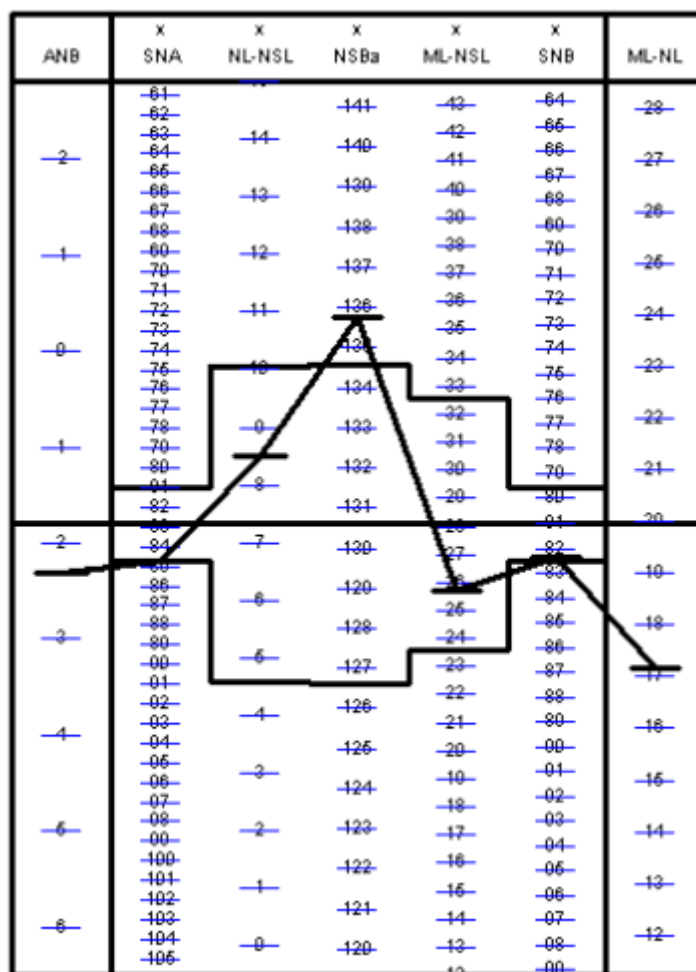
Ricketts w opracowanej przez siebie analizie [1960] wykorzystuje pomiary w porównaniu z wyidealizowanymi normami opartymi o badania przeprowadzone na istotnie dużej grupie. Pierwotnie analiza ta obejmowała system pięciu pomiarów dostarczających informacji na temat typu twarzy i relacji szczęk (kąt twarzowy, oś Y, profil tkanek miękkich, pozycja górnych i dolnych siekaczy w stosunku do linii A–*pogonion*, linia estetyczna). Analiza ta w późniejszym okresie została rozszerzona przez autora osiągając liczbę ponad stu danych. Najważniejsze pomiary kefalometryczne zostały zebrane w tzw. analizie 11 czynników, które obejmują ustalenie pozycji bródki w przestrzeni, lokalizację szczęki na podstawie stopnia wklęsłości twarzy, lokalizację łuków zębowych w twarzy oraz ocenę profilu tkanek miękkich. Ricketts wyróżnia trzy podstawowe typy twarzy:

- mezofacjalny z neutralnym kierunkiem wzrostu twarzy,
- brachyfacjalny z poziomym kierunkiem wzrostu twarzy,
- dolichofacjalny z pionowym kierunkiem wzrostu twarzy [Ricketts 1988, Nötzel i wsp., 2004].

Analiza Segnera i Hasunda opracowana dla mieszkańców Środkowej i Północnej Europy obejmuje ocenę i klasyfikację typu twarzy, określenie zależności międzyszczę-



kowych, przewidywanie wzrostu, ocenę profilu tkanek miękkich oraz pozycji zębów siecznych w stosunku do podstaw kostnych i profilu tkanek miękkich [Segner i wsp., 2003]. Wyróżnia się od pozostałych analiz tym, że szczególny nacisk kładzie na indywidualność każdego pacjenta. Do specyficznych punktów tej analizy należy basion (Ba) położony najbardziej do tyłu i dołu w obrębie części gąbczastej stoku w płaszczyźnie



**Rycina 5.** Harmonii-boks z wprowadzonymi danymi przykładowego pacjenta w programie komputerowym Ortodoncja 6.8 [źródło: badania własne]

sagitalnej, a także articulare (Ar) będący punktem przecięcia dolnego zarysu podstawy czaszki z tylnym konturem szyjki żuchwy. Profil warg i profil twarzowy opisywany jest przez charakterystyczną dla tej analizy linię Holdaway łączącą punkty WPg (skórny punkt pogonion) i UL (punkt wargi górnej). Wyznaczany kąt nosowo-wargowy wyraża stosunek wargi górnej (UL) do nosa i ma znaczenie przy ocenie estetycznej danego profi-

lu. Poziome linie referencyjne stanowią: linia nasion–sella (NSL) wyznaczająca podstawę przedniego dołu czaszki, linia spina nasalis anterior–pterygomaxilalre (NL) stanowiąca podstawę szczęki oraz linia podstawy żuchwy gnathion–gonion (ML). W oparciu o podane linie Segner i Hasund opracowali następujące kąty: ML-NSL określający nachylenie żuchwy w relacji do przedniego dołu czaszki, NL-NSL wyrażający nachylenie szczęki do przedniego dołu czaszki oraz kąt międzyszczękowy ML-NL stanowiący stopień nachylenia żuchwy do podstawy szczęki. Do pomiarów szkieletowych wykorzystywane są zindywidualizowane wartości norm poszczególnych kątów: SNA, SNB, NL-NSL, ML-NSL i NSBa. Korelujące ze sobą wartości opisywane są na podstawie korespondujących wartości normy, w odniesieniu do których wyróżnia się trzy typy twarzy: retrognatyczną, ortognatyczną i prognatyczną. W celu oceny typu twarzy danego pacjenta zindywidualizowane zmienne cefalometryczne przenoszone są do tzw. „harmonii-boksu” (**Rycina 5**). Wartości odpowiadające twarzy harmonijnej powinny leżeć na tym samym poziomie, tworząc wykres jak najbardziej zbliżony do linii poziomej. Nawet jeżeli pojedyncze wartości cefalometryczne różnią się o więcej niż odchylenie standardowe od średniej populacyjnej, mogą wciąż być akceptowalne, jeżeli pozostają w określonej korelacji z pozostałymi parametrami. Analogicznie wartości mieszczące się w zakresie normy, lecz pozostające w niewłaściwej korelacji do pozostałych tworzą nieharmonijny wzorzec szkieletowy [Nötzel i wsp., 2004, Gorczowska i wsp., 2013].

### 3. Cel pracy

Z przeglądu piśmiennictwa wynika, iż zespołowi Downa towarzyszy szereg charakterystycznych cech budowy ciała, a w szczególności zawężając się do obszaru ortodoncji, budowy części twarzowej czaszki i jamy ustnej, z tendencją do współwystępowania powtarzalnych i spodziewanych wad zgryzu.

Cefalometria stanowi doskonale narzędzie do oceny budowy szkieletu kostnego obszaru części twarzowej czaszki, będącego jednocześnie narzędziem diagnostycznym do oceny i klasyfikacji współwystępujących wad szkieletowych. W oparciu o powyższe wydaje się zasadnym przeprowadzenie badań z użyciem analizy cefalometrycznej jako narzędzia diagnostycznego do wyodrębnienia parametrów cefalometrycznych wykazujących wyraźną tendencję do wzrostu bądź redukcji wartości oraz powiązania ich z typową budową części twarzowej czaszki związaną z zespołem Downa, celem oceny wyróżniających się zmian w jej budowie na tle wyników uzyskanych u dzieci bez tego zespołu, a także porównanie ich z przyjętą ogólnie normą opracowaną według Segnera i Hasunda.

Celem głównym pracy jest porównanie budowy szkieletu kostnego części twarzowej czaszki dzieci z zespołem Downa w odniesieniu do dzieci bez tego zespołu. Celami szczegółowymi są:

1. Ocena klasy szkieletowej dzieci z zespołem Downa, porównanie wyników z grupą dzieci bez tego zespołu.
2. Analiza rozkładu klas szkieletowych u dzieci z zespołem Downa w zależności od wieku z odniesieniem do grupy dzieci bez tego zespołu.
3. Ocena kątów SNA, SNB, ANB, kąta międzysiecznego  $1+1-$ ,  $1+NA$ ,  $1-NB$ , oraz  $GntgoAr$  u dzieci z zespołem Downa wraz z odniesieniem wyników do grupy dzieci bez tego zespołu, a także przyjętej normy Segnera i Hasunda.
4. Analiza wymiaru liniowego długości przedniego dołu czaszki oraz wartości kąta podstawy czaszki u dzieci z zespołem Downa, porównanie z grupą dzieci bez tego zespołu.
5. Ocena wymiarów szczęki oraz prawidłowości jej rozwoju u dzieci z zespołem Downa w oparciu o wartość kąta SNA oraz pomiar długości szczęki świadczący o jej wymiarze względem płaszczyzny oczodołowej.

## 4. Materiał i metody

### 4.1. Materiał badań

Materiał badany (dokumentacja radiologiczna), pozwalający na realizację celu pracy pozyskano z dokumentacji medycznej pacjentów, dostępnej w Katedrze i Klinice Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Wykorzystany materiał — telerentgenogramy boczne głowy — dotyczył pacjentów jednostki uniwersyteckiej będących w trakcie diagnostyki ortodontycznej. Wykonanie wykorzystanych zdjęć cefalometrycznych zlecone zostało przez lekarza prowadzącego i odnotowane w dokumentacji medycznej. Stanowiły one narzędzie pomocnicze potrzebne do pełnej diagnostyki wady zgryzu oraz wybrania odpowiedniej metody leczenia. Dominująca większość zebranych do badań telerentgenogramów głowy została wykonana przy pomocy aparatu VistaPano, a następnie odczytana w wersji cyfrowej przy pomocy oprogramowania do obrazowania DBSWIN. Pojedyncze z nich, zlecone przed 2016 rokiem, zostały wykonane metodą tradycyjną i odczytane na negatoskopie z kliszy rentgenowskiej.

W nawiązaniu do tematu pracy zaplanowano podział materiału badanego na dwie grupy. Pierwszą z nich, tj. grupę badaną, stanowiły radiogramy dzieci z zespołem Downa, drugą grupę, tj. grupę porównawczą — radiogramy dzieci bez tego zespołu. Spośród 90 pacjentów z zespołem Downa Poradni/Katedry i Kliniki Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji, 46 dzieci mieściło się w przyjętym do badania przedziale wiekowym od 7 do 15 lat. Przedział wiekowy, stanowiący ilościowe ograniczenie materiału badań w poszczególnych grupach, zależny był od możliwości wykonania satysfakcjonującego jakościowo zdjęcia telerentgenograficznego u dzieci z zespołem Downa. Dzieci te zostały skierowane do wykonania telerentgenogramów bocznych głowy, u 4 z nich niemożliwym okazało się nawiązanie odpowiedniej współpracy do wykonania zdjęcia radiologicznego. Dalsza se-

lekcja materiału badań opierała się na wyeliminowaniu dokumentacji radiologicznej, która została wykonana nieprawidłowo, a więc radiogramy nie były miarodajne, aby w oparciu o nie wykonać wartościowe badania cefalometryczne. Selekcja opierała się na dyskwalifikacji radiogramów z nieodpowiednią pozycją głowy, odbiegającą od zasad zachowania równoległości pomiędzy płaszczyzną frankfurcką a podłożem, jak również z nieprawidłowym ustawieniem żuchwy względem szczęki, w porównaniu z sytuacją kliniczną. Z racji na współtowarzyszący opóźniony rozwój intelektualny dzieci z zespołem Downa i często trudności w komunikacji, napotkano problemy w utrzymaniu prawidłowej pozycji głowy na czas wykonania obrazowania oraz w otrzymaniu odpowiedniej jakości telerektgenogramów potrzebnych do przeprowadzenia miarodajnego badania. Po wyselekcjonowaniu 30 telerektgenogramów dzieci z zespołem Downa do grupy badanej, dobrano adekwatną liczbę telerektgenogramów dzieci bez tego zespołu w wieku odpowiadającym dzieciom z grupy badanej, tak aby zapewnić obiektywne porównanie w badaniu cefalometrycznym.

Łącznie materiał badań stanowiło 60 telerektgenogramów bocznych głowy w zwarcu.

Do grupy badanej zakwalifikowano 30 telerektgenogramów głowy dzieci z zespołem Downa, mieszczących się w przedziale wiekowym od 7. do 15. roku życia, będących w okresie dynamicznego rozwoju i wzrostu. Do grupy porównawczej zakwalifikowano 30 telerektgenogramów głowy dzieci bez zespołu Downa, dokładnie odpowiadających wiekowo poszczególnym radiogramom grupy badanej w przyjętym przedziale wiekowym od 7. do 15. roku życia, obejmujący także okres dynamicznego rozwoju i wzrostu, bez zaawansowanych wad zgryzu.

W grupie dzieci z zespołem Downa spośród 30 badanych 10 osób stanowili chłopcy, a 20 osób dziewczęta. W grupie dzieci bez tego zespołu 7 osób spośród 30 badanych stanowili chłopcy, 23 osoby to dziewczęta. W obu grupach dominowały osoby płci żeńskiej, jednakże wiek radiogramów wykonanych w grupie porównawczej był zbliżony do dzieci z zespołem Downa niezależnie od płci.

Proporcja chłopców i dziewczynek dla grupy dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu nie różni się istotnie statystycznie pomiędzy grupami,  $\chi^2(2) = 0,74$ ;  $p = 0,390$ .

Wśród dzieci z zespołem Downa zakwalifikowanych do badania 9 z nich zamieszkuje wieś, 14 osób miasto do 100 tys. mieszkańców, pozostałe 7 osób — miasto powyżej 100 tys. mieszkańców. W grupie dzieci bez zespołu Downa 9 z nich zamieszkuje wieś, 7 osób miasto do 100 tys. mieszkańców, pozostałe 14 osób — miasto powyżej 100 tys. mieszkańców.

## 4.2. Metodyka badań

W oparciu o zebraną dokumentację medyczną stanowiącą materiał badań wykonano 60 analiz cefalometrycznych w dedykowanym programie komputerowym Ortodoncja 6.8 z wykorzystaniem wymaganych punktów referencyjnych. Oceniano uzyskane wyniki kątów szkieletowych i zębowych, a także parametrów liniowych.

Pierwszy etap wykonywanej analizy cefalometrycznej we wspomnianym programie komputerowym opierał się na precyzyjnym naniesieniu poniższych punktów referencyjnych:

- S — *sella* — środek największej średnicy siodła tureckiego,
- Se — *sella turcica* — środek linii łączącej przedni guzek siodła tureckiego z górną krawędzią grzbietu,
- N — *nasion* — najbardziej do przodu położony punkt szwu czołowo-nosowego,
- Or — *orbitale* — najniżej na brzegach podczołowych w miejscu przecięcia się linii żrenicznej przy patrzeniu w dal,
- Sp — *spina nasalis anterior* — najbardziej do przodu położony punkt kostny kolca nosowego przedniego,
- A — *punkt A Downsa* — najgłębiej leżący punkt na przednim zarysie wyrostka zębodołowego szczęki,
- Pr — *prosthion* — punkt położony najniżej na krawędzi wyrostka zębodołowego szczęki pomiędzy zębami siecznymi przyśrodkowymi,
- Iss — *incision superius* — brzeg sieczny najbardziej doprzędnie stojącego górnego przyśrodkowego zęba siecznego,
- Isa — *apex zęba siecznego szczęki* — wierzchołek korzenia najbardziej doprzędnie stojącego przyśrodkowego górnego zęba siecznego,
- Iis — *incision inferius* — brzeg sieczny najbardziej doprzędnie stojącego zęba siecznego żuchwy,
- Iia — *apex zęba siecznego żuchwy* — wierzchołek korzenia najbardziej doprzędnie stojącego zęba siecznego przyśrodkowego żuchwy,
- Id — *infradentale* — punkt położony najwyżej na krawędzi części zębodołowej żuchwy pomiędzy zębami siecznymi przyśrodkowymi,
- B — *punkt B Downsa* — najgłębiej leżący punkt na przednim zarysie części zębodołowej żuchwy,
- Pg — *pogonion* — punkt kostny położony najbardziej doprzędnie na krzywiźnie bródki,

- Gn — *gnathion* — najbardziej do dołu położony punkt spojenia żuchwy,
- TM — *tuberositas masseterica* — punkt wyznaczający guzowatość żwaczową,
- Tg — *gonion* — punkt przecięcia linii żuchwowej z linią styczną do gałęzi żuchwy,
- Ar — *articulare* — punkt przecięcia dolnego zarysu podstawy czaszki z tylnym konturem szyjki żuchwy,
- Ba — *basion* — najbardziej do tyłu i dołu położony punkt części gąbczastej stoku,
- Po 1 — *porion 1* — punkt kostny na górnym ograniczeniu otworu słuchowego zewnętrznego,
- Po 2 — *porion 2* — punkt kostny na przednim ograniczeniu otworu słuchowego zewnętrznego,
- Co — *condylion* — najwyższy punkt na główce wyrostka kłykciowego żuchwy,
- Pm — *pterygomaxillare* — punkt przecięcia tylnego konturu szczęki, będącego jednocześnie przednim ograniczeniem dołu skrzydłowo-podniebiennego, z zarysem podniebienia twardego,
- WPg — *skórny punkt pogonion* — położony najbardziej doprzędnie na krzywiznie bródki,
- UL — *punkt wargi górnej* — najbardziej do przodu położony punkt wargi górnej,
- Sn — *subnasale* — punkt przejścia przegrody nosa w wargę górną,
- ctg — *columella* — punkt przejścia dolnego, prostego odcinka profilu nosa w wypukłość czubka nosa,
- g6 — guzek dystalny pierwszego zęba trzonowego w szczęcie,
- d6 — guzek dystalny pierwszego zęba trzonowego w żuchwie,
- IM — *incisura mandibulae* — wcięcie na dolnym brzegu trzonu żuchwy,
- PTM1 — *pterygomaxillare 1* — tylne ograniczenie dołu skrzydłowo-podniebiennego,
- PTM2 — *pterygomaxillare 2* — tylnogórne ograniczenie dołu skrzydłowo-podniebiennego.

Nanoszenie punktów odbywało się na tym samym komputerze, o podobnej porze dnia i podobnym oświetleniu pomieszczenia, aby zapewnić najwyższą wiarygodność uzyskanych wyników.

Najważniejsze linie referencyjne wyznaczane w oparciu o naniesione punkty (**Rycina 6**):

- SN — linia wyznaczająca podstawę przedniego dołu czaszki,
- NA — linia wyznaczona przez punkt nasion i punkt A Downsa,
- NB — linia wyznaczona przez punkt nasion i punkt B Downsa,
- NL — linia podstawy szczęki wyznaczona przez punkt spina nasalis anterior i pterygomaxillare,

- SBa — linia stoku podstawy czaszki wyznaczona przez punkt sella i basion,  
 Iss-Isa — oś długa zęba siecznego szczęki łącząca punkty incision superius i apex zęba siecznego szczęki,  
 Iis-Iia — oś długa zęba siecznego żuchwy łącząca punkty incision inferius i apex zęba siecznego żuchwy.

Następnie odczytano uzyskane wyniki, dokonano analizy wybranych parametrów kątowych i liniowych porównując uzyskane wartości pomiędzy grupami, a także odnosząc wartości uzyskane dla grupy badanej do normy opracowanej przez Segnera i Hasunda (**Tabela 1**). Uzyskane wyniki wprowadzono do programu Microsoft Excel i poddano analizie statystycznej przy wykorzystaniu programu TIBCO Statistica 13.3.

**Tabela 1.** Zakres norm opracowanych przez Segnera i Hasunda i przyjętych w programie Ortodoncja w oparciu o które oceniano prawidłowość wartości poszczególnych parametrów kątowych

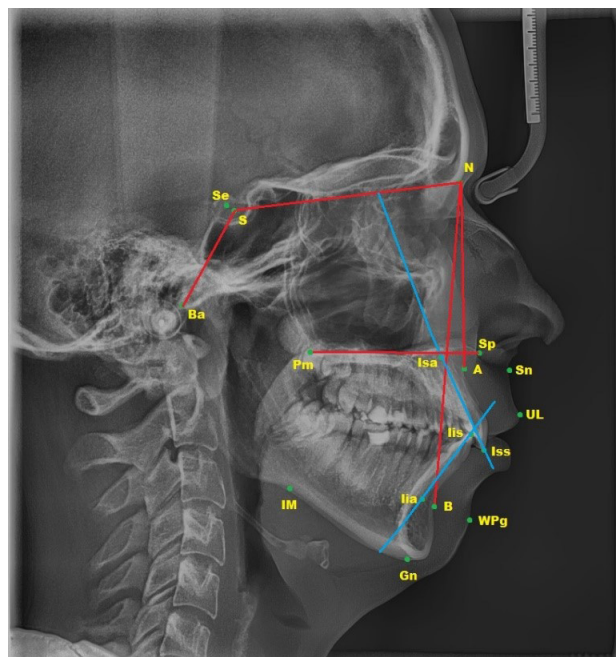
Parametry	Zakres norm według Segnera i Hasunda
Kąt SNA	$82,0^{\circ} \pm 3,0^{\circ}$
Kąt SNB	$80,0^{\circ} \pm 3,0^{\circ}$
Kąt ANB	$2,0^{\circ} \pm 2,0^{\circ}$
Kąt NSBa	$132,0^{\circ} \pm 4,0^{\circ}$
Kąt 1+:1-	$133,0^{\circ} \pm 8,0^{\circ}$
Kąt 1+:NA	$21,0^{\circ} \pm 4,0^{\circ}$
Kąt 1-:NB	$24,0^{\circ} \pm 4,0^{\circ}$
Kąt GntgoAr	$122,0^{\circ} \pm 7,0^{\circ}$

Z jego wykorzystaniem przeprowadzono analizę podstawowych statystyk opisowych wraz z testami Shapiro-Wilka jak również analizę częstości z wykorzystaniem testu  $\chi^2$ . Wykonano także jednoczynnikową i wieloczynnikową analizę wariancji w schemacie międzygrupowym, analizy z wykorzystaniem testu  $t$  Studenta dla prób niezależnych do porównania wartości parametrów cefalometrycznych między grupą dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu oraz testu  $t$  Studenta dla jednej próby do porównania wartości parametrów uzyskanych dla grupy dzieci z zespołem Downa z przyjętą normą Segnera i Hasunda. Za poziom istotności uznano klasyczny próg  $\alpha = 0,05$ .

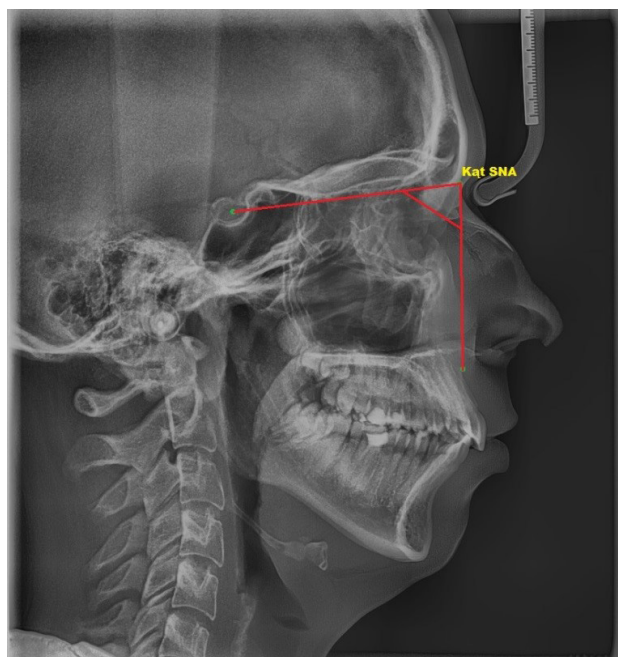


Do wyodrębnionych i szczegółowo analizowanych w badaniu kątów należą (**Ryciny 7-14**):

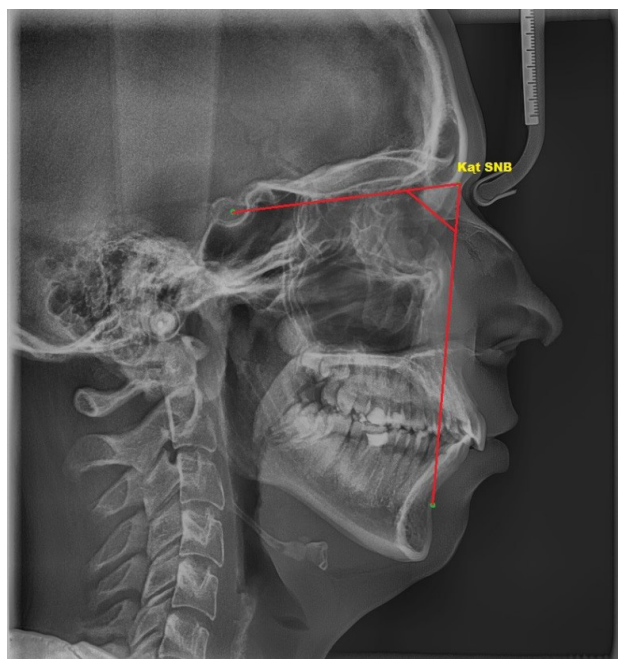
- kąt SNA — zawarty pomiędzy liniami SN oraz NA, określa przednio-tylną pozycję szczęki względem podstawy czaszki,
- kąt SNB — zawarty pomiędzy liniami SN oraz NB, określa przednio-tylną pozycję żuchwy względem podstawy czaszki,
- kąt ANB — zawarty pomiędzy liniami AN i NB, określa przednio-tylną pozycję szczęki względem żuchwy,
- kąt NSBa — kąt podstawy czaszki wyrażający relację stoku do przedniego dołu czaszki,
- kąt 1+:1- — zawarty pomiędzy osiami górnego i dolnego przyśrodkowego zęba siecznego, określający ustawienie zęba siecznego górnego względem dolnego,
- kąt 1+:NA — kąt zawarty pomiędzy osią długą przyśrodkowego zęba siecznego górnego a linią NA, określa przednio-tylne ustawienie górnych zębów siecznych w stosunku do podstawy szczęki,
- kąt 1-:NB — kąt zawarty pomiędzy osią długą przyśrodkowego zęba siecznego dolnego a linią NB, określa przednio-tylne ustawienie dolnych zębów siecznych w stosunku do podstawy żuchwy.
- Kąt GntgoAr — kąt zawarty pomiędzy stycznymi do dolnego brzegu trzonu żuchwy oraz gałęzi żuchwy, odzwierciedlający wartość kąta żuchwy.



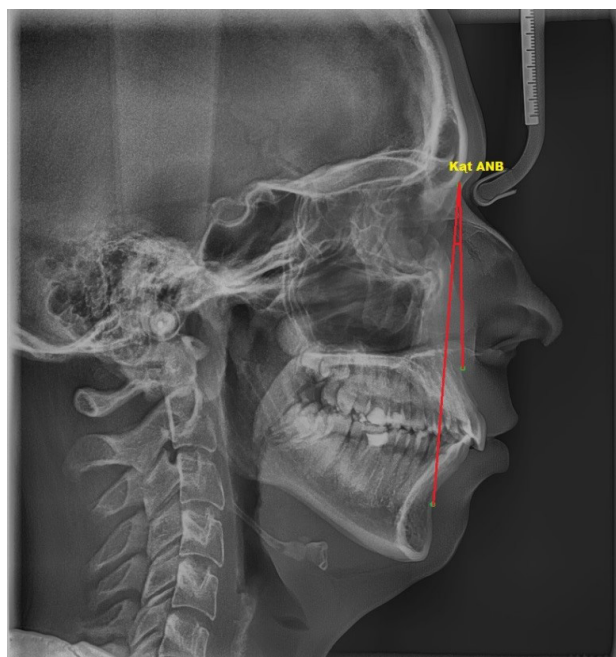
**Rycina 6.** Wybrane punkty i linie referencyjne  
[źródło: badania własne]



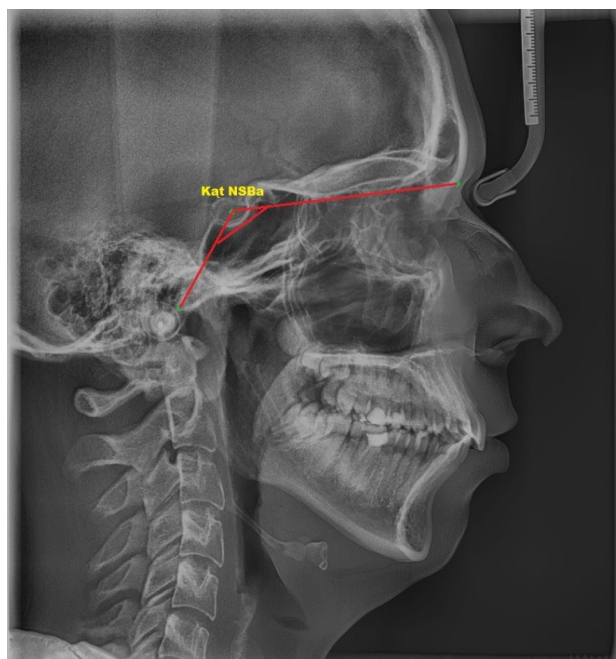
**Rycina 7.** Schemat punktów i linii tworzących kąt SNA [źródło: badania własne]



**Rycina 8.** Schemat punktów i linii tworzących kąt SNB [źródło: badania własne]



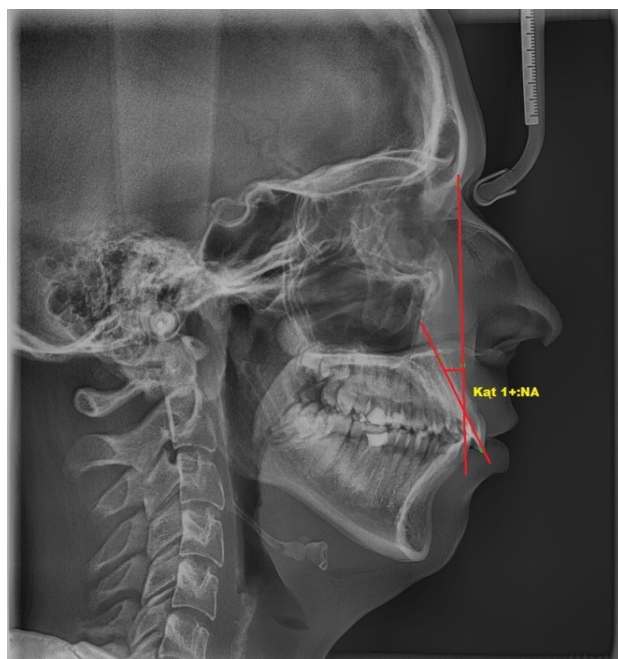
**Rycina 9.** Schemat punktów i linii tworzących kąt ANB [źródło: badania własne]



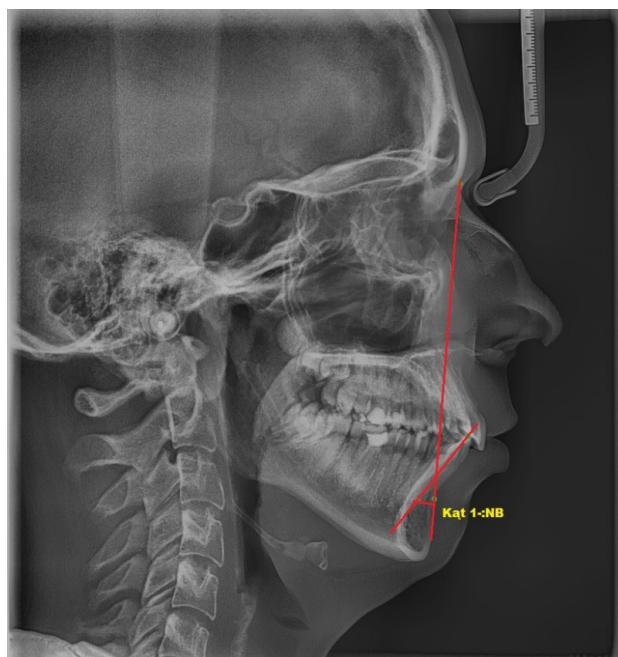
**Rycina 10.** Schemat punktów i linii tworzących kąt NSBa [źródło: badania własne]



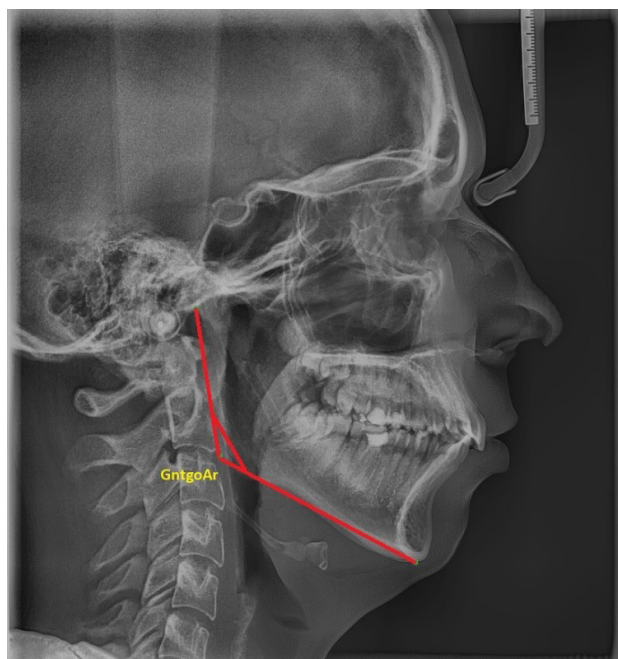
**Rycina 11.** Schemat punktów i linii tworzących kąt 1+:-1- [źródło: badania własne]



**Rycina 12.** Schemat punktów i linii tworzących kąt 1+:-NA [źródło: badania własne]



**Rycina 13.** Schemat punktów i linii tworzących kąt 1-NB [źródło: badania własne]



**Rycina 14.** Schemat punktów i linii tworzących kąt GntgoAr [źródło: badania własne]

## 5. Wyniki

Z porównania budowy szkieletu kostnego części twarzowej czaszki dzieci z zespołem Downa w odniesieniu do dzieci bez tego zespołu otrzymano zróżnicowane wyniki dla poszczególnych badanych parametrów cefalometrycznych, które przedstawiono w **tabelach 2–17** oraz na **rycinach 15–28**.

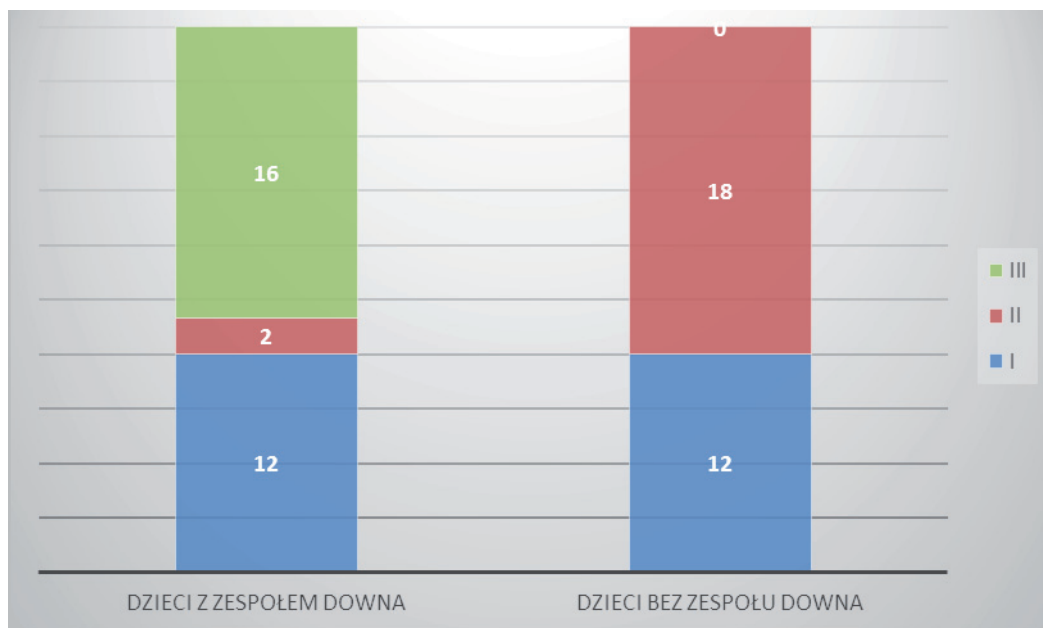
### 5.1. Klasa szkieletowa

W analizie klasy szkieletowej oceniono dzieci z zespołem Downa i porównano uzyskane częstości przynależności do poszczególnych klas z grupą dzieci bez tego zespołu. Z porównania częstości występowania klas szkieletowych (I, II i III) w obu grupach za pomocą analizy częstości z wykorzystaniem testu  $\chi^2$ , uzyskano wynik istotny statystycznie:  $\chi^2(2) = 28,80$ ;  $p < 0,001$ . Rozkład występowania klas szkieletowych w obu grupach różnił się w sposób istotny. Wartość współczynnika  $V$  Cramera = 0,69 wskazuje na dużą siłę obserwowanego związku.

W obu grupach do klasy szkieletowej I przynależało 40% dzieci. W grupie dzieci z zespołem Downa stwierdzono klasę szkieletową II u 6,7% pacjentów, natomiast w grupie dzieci bez zespołu Downa — u 60%. Wśród dzieci z zespołem Downa klasa szkieletowa III występowała u 53,3% pacjentów i była najczęstszą klasą szkieletową w tej grupie. U dzieci bez zespołu Downa nie stwierdzono klasy szkieletowej III (**Tabela 2, Rycina 15**).

**Tabela 2.** Analiza częstości występowania klasy szkieletowej w obu grupach

Klasa szkieletowa	Grupa				
	Dzieci z zespołem Downa		Dzieci bez zespołu Downa		
	N	%	N	%	
I	12	40,0%	12	40,0%	$\chi^2(2) = 28,80$ ; $p < 0,001$ ; $V = 0,69$
II	2	6,7%	18	60,0%	
III	16	53,3%	0	0,0%	



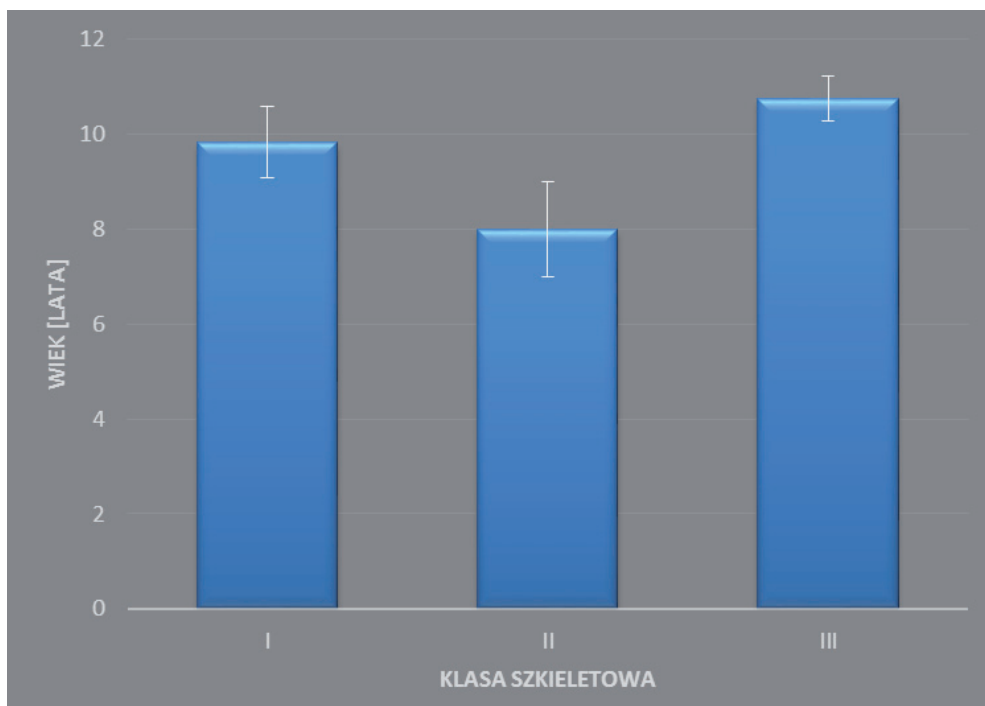
**Rycina 15.** Rozkład częstości poszczególnych klas szkieletowych w obu grupach

Sprawdzono, czy wiek różnicuje przynależące do poszczególnych klas szkieletowych dzieci z zespołem Downa. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji porównując poszczególne klasy szkieletowe pod względem wieku. Wynik analizy nie był istotny statystycznie:  $F(2;27) = 1,16$ ;  $p = 0,212$ ;  $\omega^2 = 0,04$ . Dzieci z zespołem Downa przynależące do różnych klas szkieletowych nie różniły się od siebie pod względem wieku. Nieistotny statystycznie wynik uzyskano również porównując wiek dzieci z zespołem Downa z III klasą szkieletową z pozostałymi dziećmi z zespołem Downa (łącznie klasa szkieletowa I i II) za pomocą testu  $t$  Studenta dla prób niezależnych:  $t(28) = 1,45$ ;  $p = 0,159$ . Występująca III klasa szkieletowa u badanych dzieci z zespołem Downa nie wykazała zwiększonej manifestacji w korelacji z wiekiem (**Tabela 3, Rycina 16**).

**Tabela 3.** Porównanie wieku pacjentów dzieci z zespołem Downa w różnych klasach szkieletowych

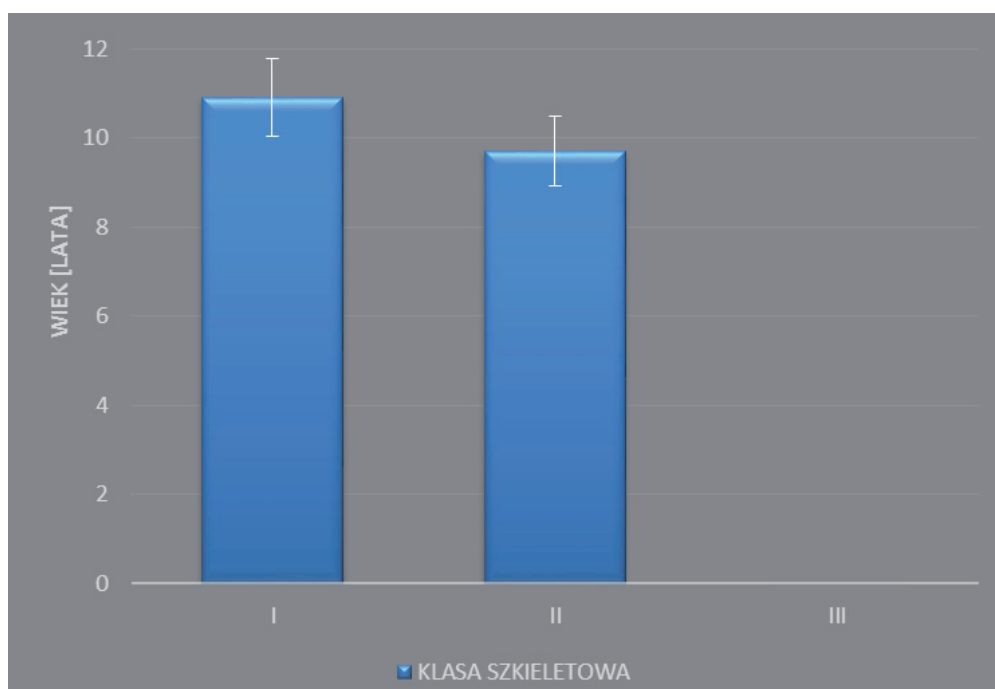
Klasa szkieletowa	n	M	SE	95% CI	
				LL	UL
I	12	9,83	0,76	8,17	11,50
II	2	8,00	1,00	-4,71	20,71
III	16	10,75	0,48	9,73	11,77

n — liczba obserwacji; M — średnia; SE — błąd standardowy; 95%CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 16.** Wiek dzieci z zespołem Downa w różnych klasach szkieletowych

W grupie dzieci bez zespołu Downa osoby przynależące do różnych klas szkieletowych nie różniły się od siebie pod względem wieku; zależność ta nie była istotna statystycznie,  $p = 0,161$  (Tabela 4, Rycina 17).



**Rycina 17.** Wiek dzieci bez zespołu Downa w różnych klasach szkieletowych



**Tabela 4.** Porównanie wieku pacjentów dzieci bez zespołu Downa w różnych klasach szkieletowych

Klasa szkieletowa	n	M	
I	12	10,92	$t = -1,441$ $p = 0,161$
II	18	9,72	
III	0	0	

n — liczba obserwacji; M — średnia; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna

## 5.2. Parametry kątowe

Uzyskane wyniki ośmiu badanych parametrów kątowych dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu zestawiono w **tabeli 5** uwzględniającej także zakres wartości referencyjnych.

**Tabela 5.** Zestawienie dolnej, średniej i górnej wartości parametrów kątowych dla przyjętej normy według Segnera i Hasunda oraz wyników uzyskanych dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu

	Wartości referencyjne według Segnera i Hasunda			Wartości dla dzieci z zespołem Downa			Wartości dla dzieci bez zespołu Downa		
	Dolna wartość	Średnia wartość	Górna wartość	Dolna wartość	Średnia wartość	Górna wartość	Dolna wartość	Średnia wartość	Górna wartość
Kąt SNA [°]	79,0	82,0	85,0	75,4	79,7	84	78,8	82,3	85,8
Kąt SNB [°]	77,0	80,0	83,0	74,7	79,7	84,7	73,8	77,6	81,4
Kąt ANB [°]	0,0	2,0	4,0	-3,0	0,0	3,0	2,4	4,6	6,8
Kąt NSBa [°]	128,0	132,0	136,0	134,7	138,9	143,1	126,0	131,4	136,8
Kąt 1+:1- [°]	125,0	133,0	141,0	108,0	118,4	128,8	121,2	130,5	139,8
Kąt 1+:NA [°]	17,0	21,0	25,0	23,2	31,5	39,8	14,4	20,5	26,6
Kąt 1:-NB [°]	20,0	24,0	28,0	23,6	30,1	36,6	19,1	24,4	29,7
Kąt GntgoAr [°]	115,0	122,0	129,0	117,3	125,1	132,9	121,6	128,7	135,8

### 5.2.1. Kąt SNA

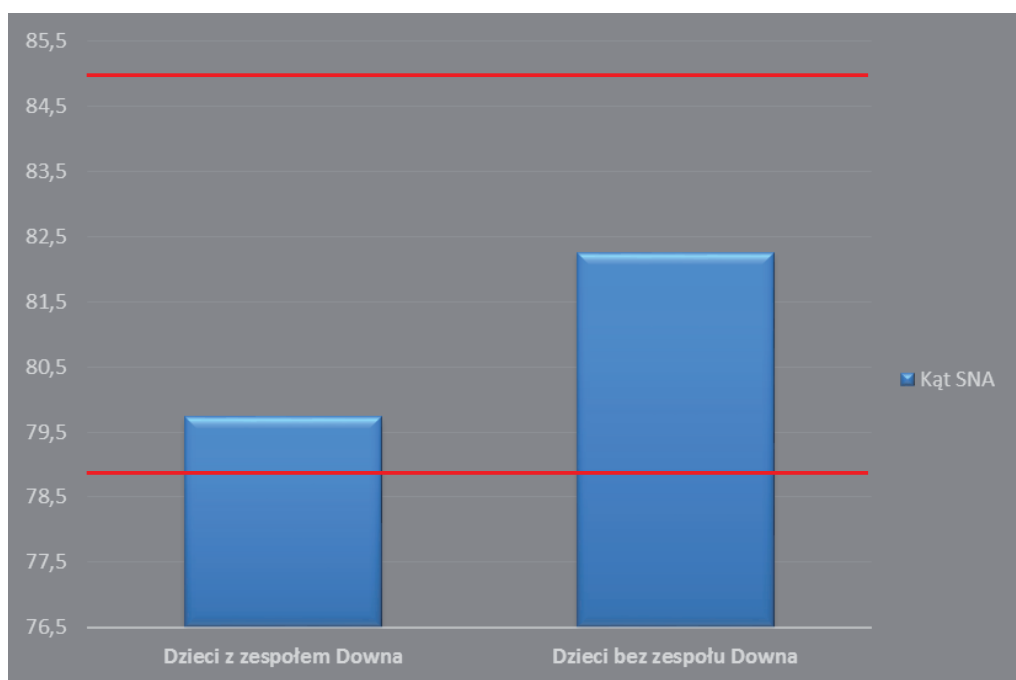
Średnia wartość kąta SNA dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $79,7^\circ \pm 4,3^\circ$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $82,3^\circ \pm 3,5^\circ$ . Dzieci z zespołem Downa różnią się w sposób istotny statystycznie od dzieci bez tego zespołu w zakresie wartości kąta SNA ( $p = 0,016$ ). Dla dzieci z zespołem Downa są to wyniki istotnie niższe względem dzieci bez tego zespołu (**Tabela 6, Rycina 18**).

Średnia wartości kąta SNA pacjentów z zespołem Downa ( $SNA = 79,7^\circ$ ) jest istotnie niższa niż przyjęta średnia wartość normy Segnera i Hasunda ( $SNA = 82,0^\circ$ ):  $t(29) = 2,88$ ;  $p = 0,007$ . Porównanie średniej wartości kąta SNA dzieci z zespołem Downa z dolną granicą normy ( $SNA = 79,0^\circ$ ), nie jest istotna statystycznie:  $t(29) = 0,92$ ;  $p = 0,365$ .

**Tabela 6.** Porównanie wyników wielkości kąta SNA pomiędzy grupami: dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
SNA	79,7	4,3	82,3	3,5	2,489	0,016	0,494	4,566	0,643

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 18.** Rozkład średnich wartości kąta SNA dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda

### 5.2.2. Kąt SNB

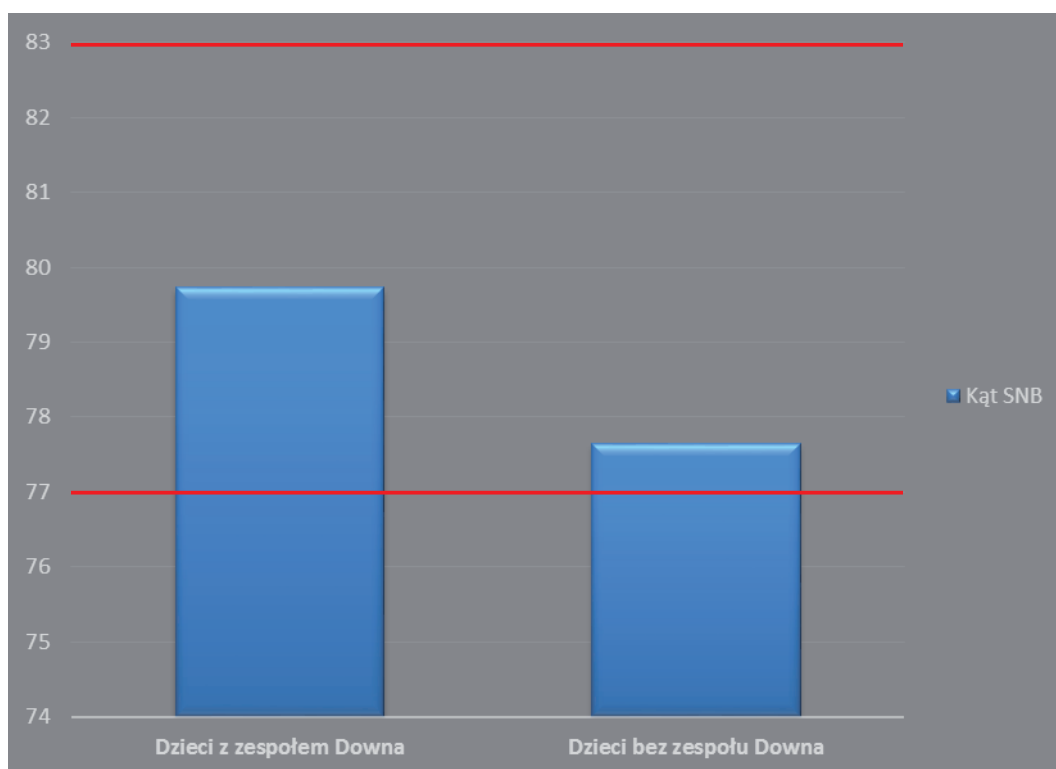
Średnia wartość kąta SNB dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $79,7^\circ \pm 5,0^\circ$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $77,6^\circ \pm 3,8^\circ$ . Wartości kąta SNB nie różnią się istotnie statystycznie pomiędzy grupami ( $p = 0,073$ ) (Tabela 7, Rycina 19).

Średnia wartości kąta SNB pacjentów z zespołem Downa ( $SNB = 79,7^\circ$ ) nie różni się istotnie względem środka przyjętej normy Segnera i Hasunda ( $SNB = 80,0^\circ$ ):  $t(29) = 0,30$ ;  $p = 0,766$ . Pacjenci z zespołem Downa mają wartości kąta SNB mieszczące się w granicach normy.

**Tabela 7.** Porównanie wyników wielkości kąta SNB pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
SNB	79,7	5,0	77,6	3,8	-1,827	0,073	-4,370	0,204	0,472

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 19.** Rozkład średnich wartości kąta SNB dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda

### 5.2.3. Kąt ANB

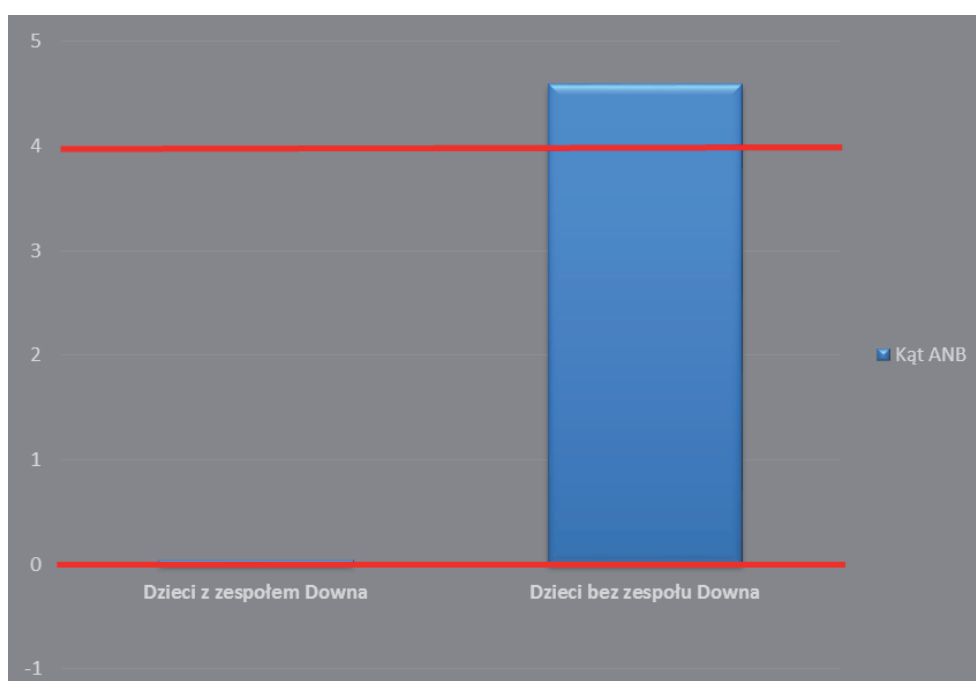
Średnia wartość kąta ANB dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $0,0^\circ \pm 3,0^\circ$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $4,6^\circ \pm 2,2^\circ$ . Dzieci z zespołem Downa różnią się w sposób istotny statystycznie od dzieci bez tego zespołu w zakresie wartości kąta ANB ( $p < 0,001$ ). Dla dzieci z zespołem Downa są to wyniki istotnie niższe względem dzieci bez tego zespołu (**Tabela 8, Rycina 20**).

Średnia wartości kąta ANB pacjentów z zespołem Downa ( $ANB = 0,0^\circ$ ) jest istotnie niższa niż środek przyjętej normy Segnera i Hasunda ( $ANB = 2^\circ$ ):  $t(29) = 3,70$ ;  $p = 0,001$ . Porównanie z dolną granicą normy ( $ANB = 0^\circ$ ) nie jest istotne statystycznie:  $t(29) = 0,00$ ;  $p > 0,999$ . Wartości kąta ANB u dzieci z zespołem Downa najczęściej mieszczą się w granicach normy, jednak oscylują wokół jej dolnej granicy.

**Tabela 8.** Porównanie wyników wielkości kąta ANB pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
ANB	0,0	3,0	4,6	2,2	6,823	< 0,001	3,251	5,956	1,762

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 20.** Rozkład średnich wartości kąta ANB dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda

#### 5.2.4. Kąt NSBa

Średnia wartość kąta NSBa dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $138,9^\circ \pm 4,2^\circ$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $131,4^\circ \pm 5,4^\circ$ . Dzieci z zespołem Downa różnią się w sposób istotny statystycznie od dzieci bez tego zespołu w zakresie wartości kąta NSBa ( $p < 0,001$ ). Dla dzieci z zespołem Downa są to wyniki istotnie wyższe względem dzieci bez tego zespołu (**Tabela 9**).

**Tabela 9.** Porównanie wyników wielkości kąta NSBa pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
NSBa	138,9	4,2	131,4	5,4	-5,970	< 0,001	-10,018	-4,982	1,541

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności

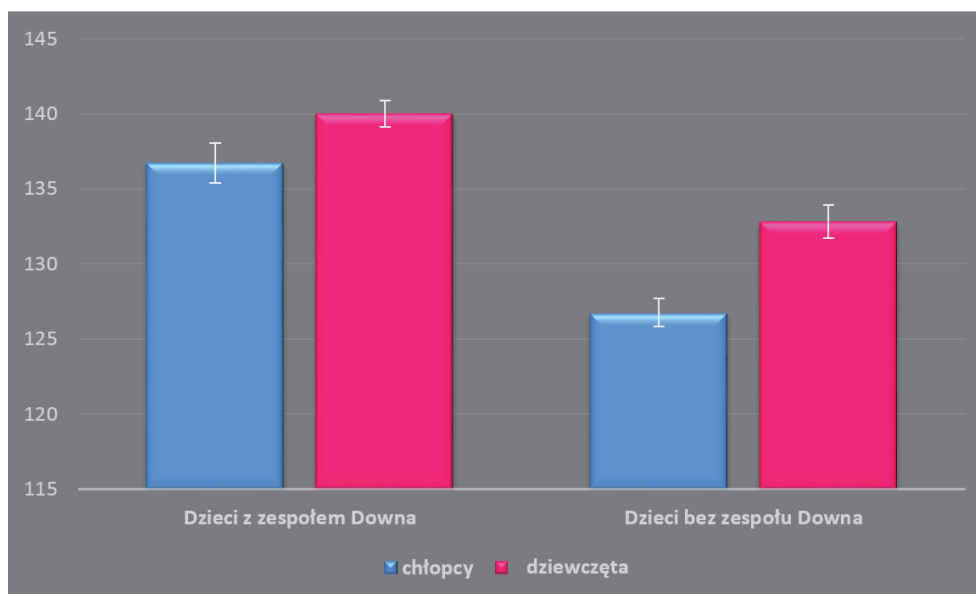
Wartość kąta NSBa różni się istotnie statystycznie w zależności od płci. Uzyskano istotny statystycznie efekt główny zmiennej płeć:  $F(1;56) = 13,18$ ;  $p < 0,001$ ;  $\omega^2 = 0,17$ . Zaobserwowana siła efektu jest umiarkowana. Dziewczęta prezentują istotnie wyższe wartości kąta NSBa niż chłopcy zarówno w grupie dzieci z zespołem Downa jak i w grupie dzieci bez tego zespołu (**Tabela 10, Rycina 21**).

Średnia wartości kąta NSBa pacjentów z zespołem Downa (NSBa =  $138,9^\circ$ ) jest istotnie wyższa niż górna granica przyjętej normy Segnera i Hasunda (NSBa =  $136,0^\circ$ ):  $t(29) = 3,76$ ;  $p = 0,001$ . W grupie dzieci z zespołem Downa średnia wartość NSBa jest powyżej górnej granicy normy (**Rycina 22**).

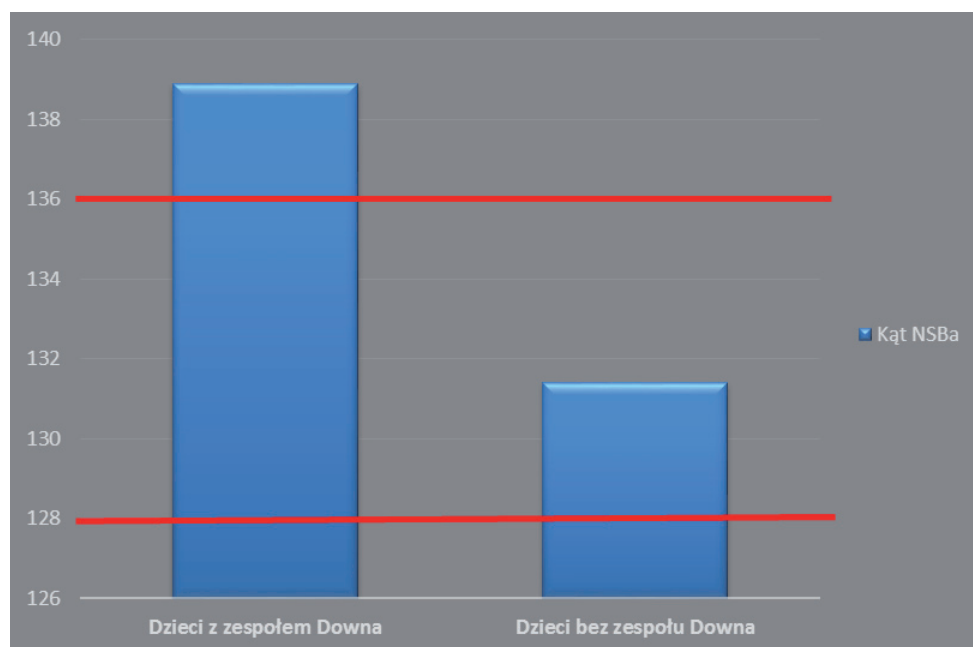
**Tabela 10.** Porównanie wyników wielkości kąta NSBa pomiędzy grupami z uwzględnieniem płci

	Grupa	Płeć	95% CI			
			M	SE	LL	UL
NSBa	Dzieci z zespołem Downa	chłopcy	136,73	1,34	133,69	139,77
		dziewczęta	140,01	0,87	138,18	141,83
	Dzieci bez zespołu Downa	chłopcy	126,76	0,94	124,46	129,05
		dziewczęta	132,83	1,10	130,54	135,12

M — średnia; SE — błąd standardowy; 95%CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 21.** Rozkład średnich wartości kąta NSBa dla chłopców i dziewcząt w grupie dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu



**Rycina 22.** Rozkład średnich wartości kąta NSBa dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda

### 5.2.5. Kąt międzysieczny 1+:1-

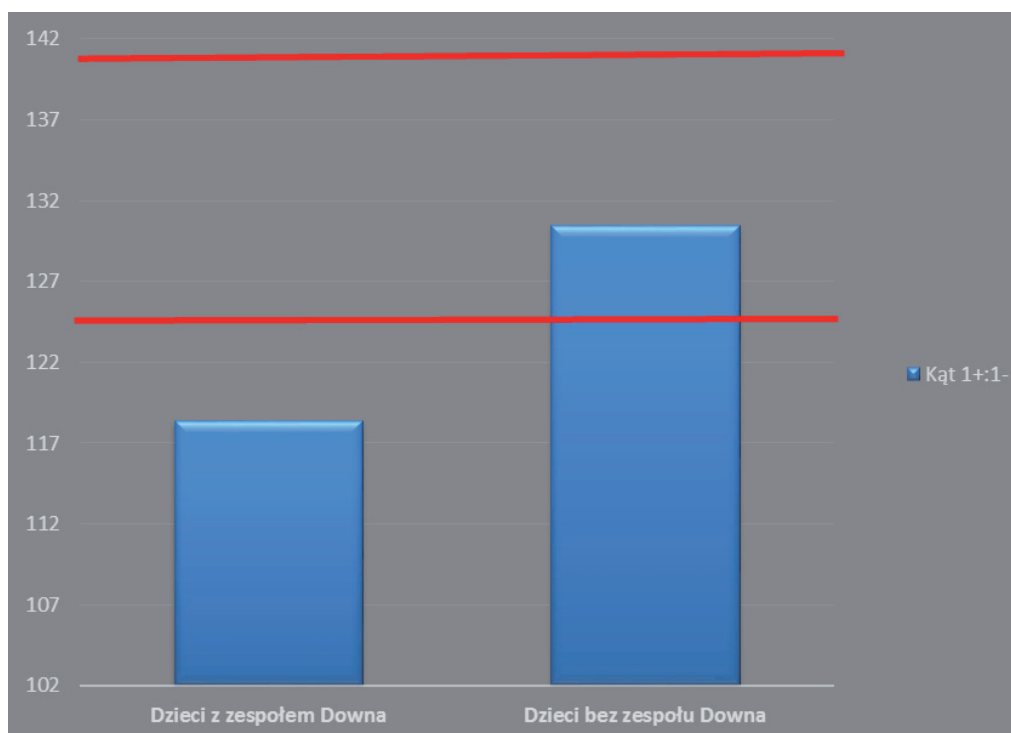
Średnia wartość kąta 1+:1- dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $118,4^{\circ} \pm 10,4^{\circ}$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $130,5^{\circ} \pm 9,3^{\circ}$ . Dzieci z zespołem Downa różnią się w sposób istotny statystycznie od dzieci bez tego zespołu w zakresie wartości kąta 1+:1- ( $p < 0,001$ ). Dla dzieci z zespołem Downa są to wyniki istotnie niższe względem dzieci bez tego zespołu (**Tabela 11, Rycina 23**).

Zależność średniej wartości kąta 1+:1- obliczonej dla grupy dzieci z zespołem Downa ( $1+:1- = 118,4^{\circ}$ ) oraz dolnej granicy przyjętej normy Segnera i Hasunda ( $1+:1- = 125,0^{\circ}$ ) jest istotna statystycznie:  $t(29) = 3,47$ ;  $p = 0,002$ . W grupie dzieci z zespołem Downa średnia wartość kąta 1+:1- jest poniżej dolnej granicy normy.

**Tabela 11.** Porównanie wyników wielkości kąta 1+:1- pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
1+:1-	118,4	10,4	130,5	9,3	4,726	< 0,001	6,956	17,184	1,220

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 23.** Rozkład średnich wartości kąta 1+:1- dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda

### 5.2.6. Kąt 1+:NA

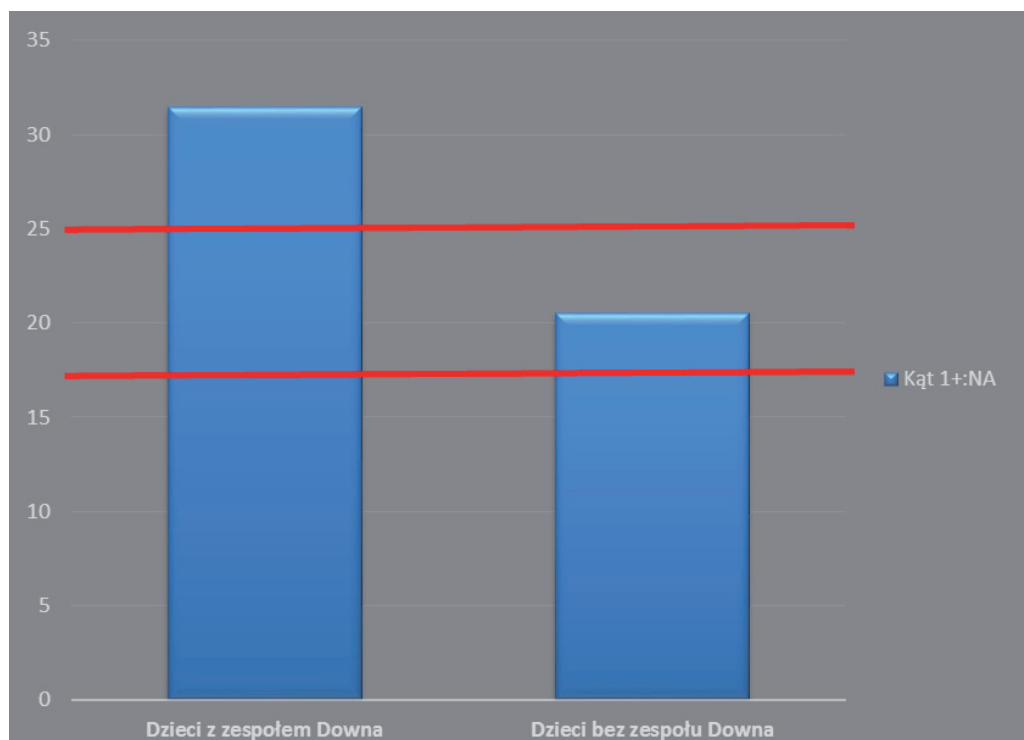
Średnia wartość kąta 1+:NA dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $31,5^\circ \pm 8,3^\circ$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $20,5^\circ \pm 6,1^\circ$ . Dzieci z zespołem Downa różnią się w sposób istotny statystycznie od dzieci bez tego zespołu w zakresie wartości kąta 1+:NA ( $p < 0,001$ ). Dla dzieci z zespołem Downa są to wyniki istotnie wyższe względem dzieci bez tego zespołu (**Tabela 12, Rycina 24**).

Zależność średniej wartości kąta 1+:NA obliczonej dla grupy dzieci z zespołem Downa ( $1+:NA = 31,5^\circ$ ) oraz górnej granicy przyjętej normy Segnera i Hasunda ( $1+:NA = 25,0^\circ$ ) jest istotna statystycznie:  $t(29) = 4,29$ ;  $p < 0,001$ . Oznacza to, że w grupie dzieci z zespołem Downa średnia wartość 1+:NA jest powyżej górnej granicy normy.

**Tabela 12.** Porównanie wyników wielkości kąta 1+:NA pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
1+:NA	31,5	8,3	20,5	6,1	-5,825	< 0,001	-14,693	-7,167	1,504

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 24.** Rozkład średnich wartości kąta 1+:NA dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda



### 5.2.7. Kąt 1-:NB

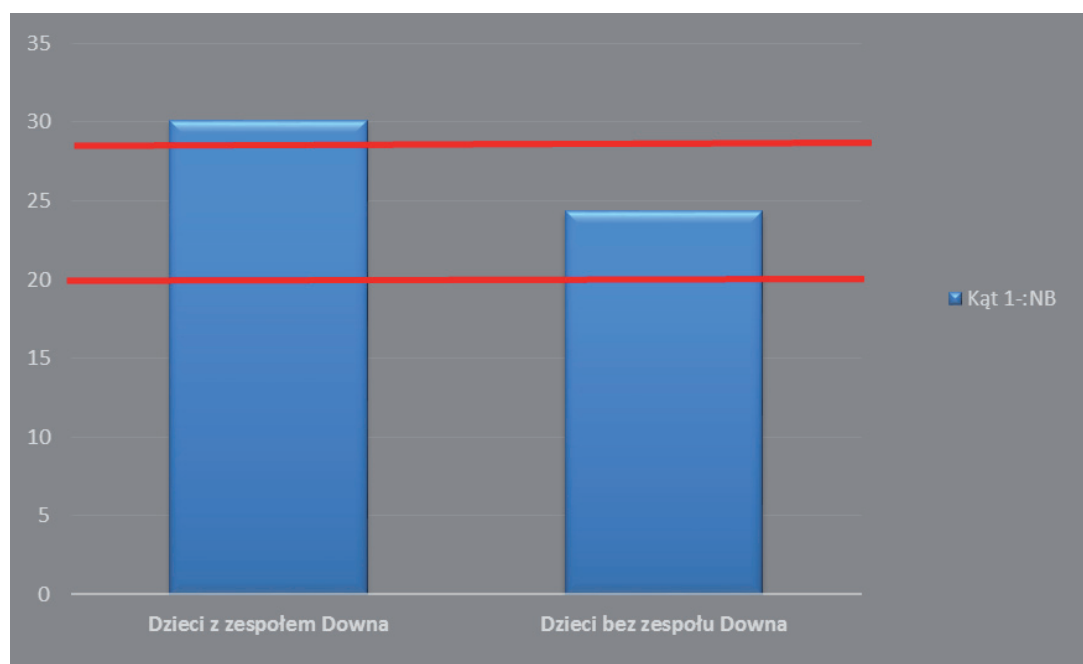
Średnia wartość kąta 1-:NB dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $30,1^\circ \pm 6,5^\circ$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $24,4^\circ \pm 5,3^\circ$ . Dzieci z zespołem Downa różnią się istotnie statystycznie od dzieci bez tego zespołu w zakresie wartości kąta 1-:NB ( $p < 0,001$ ). Dla dzieci z zespołem Downa są to wyniki istotnie wyższe względem dzieci bez tego zespołu (Tabela 13, Rycina 25).

Średnia wartości kąta 1-:NB pacjentów z zespołem Downa ( $1-:NB = 30,1^\circ$ ) jest istotnie wyższa niż środek normy ( $1-:NB = 24,0^\circ$ ):  $t(29) = 5,18$ ;  $p < 0,001$ . Porównanie z górną granicą przyjętej normy Segnera i Hasunda ( $1-:NB = 28,0^\circ$ ) nie jest istotne statystycznie:  $t(29) = 1,79$ ;  $p = 0,084$ . Wartości 1-:NB u dzieci z zespołem Downa najczęściej mieszczą się w granicach normy, jednak oscylują wokół jej górnej granicy.

**Tabela 13.** Porównanie wyników wielkości kąta 1-:NB pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
1-:NB	30,1	6,5	24,4	5,3	-3,746	< 0,001	-8,810	-2,670	0,967

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 25.** Rozkład średnich wartości kąta 1-:NB dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda

### 5.2.8. Kąt GntgoAr

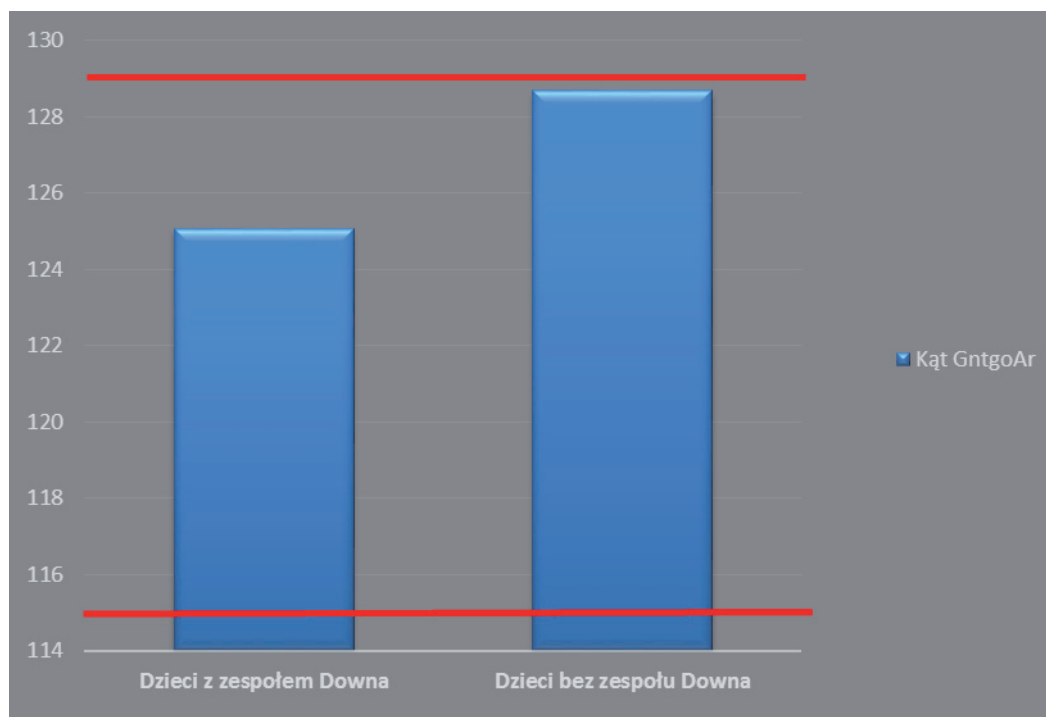
Średnia wartość kąta GntgoAr dla dzieci z zespołem Downa wynosiła  $125,1^\circ \pm 7,8^\circ$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $128,7^\circ \pm 7,1^\circ$ . Wartości kąta GntgoAr nie różnią się istotnie statystycznie pomiędzy grupami ( $p = 0,064$ ) (Tabela 14, Rycina 26).

Dla kąta GntgoAr średnia wartości pacjentów z zespołem Downa ( $GntgoAr = 125,1^\circ$ ) jest istotnie wyższa niż środek normy ( $GntgoAr = 122,0^\circ$ ):  $t(29) = 2,17$ ;  $p = 0,004$ . Zależność pomiędzy średnią wartością i górną granicą przyjętej normy Segnera i Hasunda ( $GntgoAr = 129,0^\circ$ ) jest istotna statystycznie:  $t(29) = 2,77$ ;  $p = 0,010$ . Wartości kąta GntgoAr u dzieci z zespołem Downa mieszczą się w granicach normy, jednak oscylują wokół jej górnej granicy.

**Tabela 14.** Porównanie wyników wielkości kąta GntgoAr pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
GntgoAr	125,1	7,1	128,7	7,8	1,885	0,064	-0,225	7,451	0,487

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 26.** Rozkład średnich wartości kąta GntgoAr dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda

### 5.2.9. Siła efektu dla parametrów kątowych

Przy pomocy współczynnika  $d$  Cohena zmierzono siłę efektu dla wszystkich parametrów kątowych, która okazała się być duża. Największą siłę efektu wykazuje kąt ANB, najmniejszą kąt SNA.

## 5.3. Parametry liniowe

Uzyskane wyniki dwóch badanych parametrów liniowych dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu zestawiono w **tabeli 15**. Uwzględniono górną, średnią i dolną wartość.

**Tabela 15.** Zestawienie dolnej, średniej i górnej wartości parametrów liniowych dla grupy dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu

	Wartości dla dzieci z zespołem Downa			Wartości dla dzieci bez zespołu Downa		
	Górna wartość	Średnia wartość	Dolna wartość	Górna wartość	Średnia wartość	Dolna wartość
Dł. przedn. dołu czaszki [mm]	54,6	58,4	62,2	60,7	64,7	68,7
Dł. szczęki [mm]	34,5	37,2	39,9	40,4	43,5	46,6

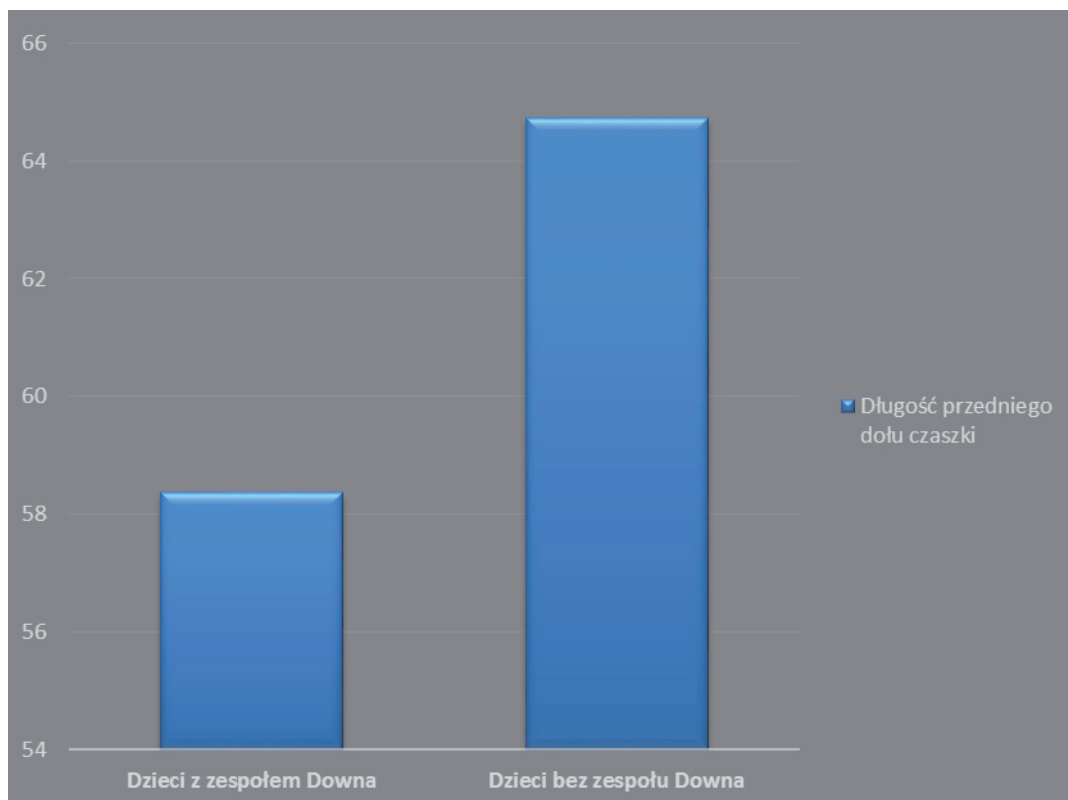
### 5.3.1. Długość przedniego dołu czaszki

Średnia wartość długości przedniego dołu czaszki dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $58,4 \pm 3,8$  mm, a dla dzieci bez tego zespołu —  $64,7 \pm 4,0$  mm. Dzieci z zespołem Downa różnią się istotnie statystycznie od dzieci bez tego zespołu w zakresie długości przedniego dołu czaszki;  $p < 0,001$ , wyniki tego parametru liniowego są istotnie mniejsze w grupie dzieci z zespołem Downa (**Tabela 16**, **Rycina 27**).

**Tabela 16.** Porównanie wyników wielkości parametru liniowego długości przedniego dołu czaszki pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		$d$ Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
Dł. przedn. dołu czaszki [mm]	58,4	3,8	64,7	4,0	6,332	< 0,001	4,349	8,371	1,635

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 27.** Rozkład średnich wartości parametru liniowego długości przedniego dołu czaszki dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu

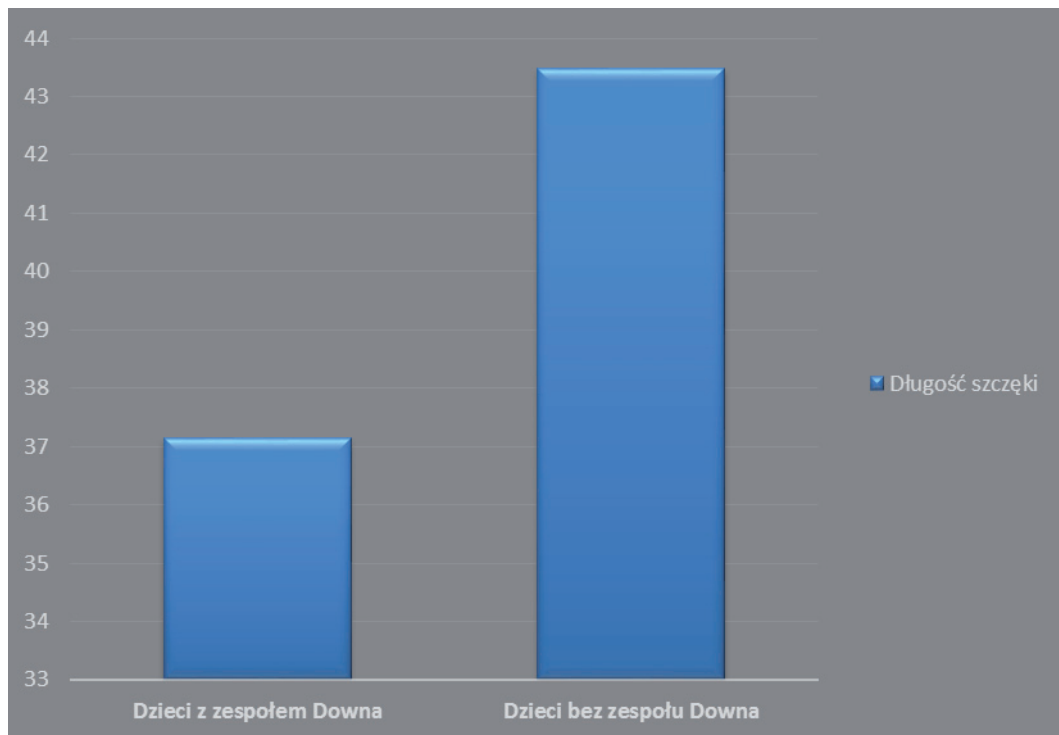
### 5.3.2. Długość szczęki

Średnia wartość długości szczęki dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $37,2 \pm 2,7$  mm, a dla dzieci bez tego zespołu —  $43,5 \pm 3,1$  mm. Dzieci z zespołem Downa różnią się w sposób istotny statystycznie od dzieci bez tego zespołu w zakresie długości szczęki;  $p < 0,001$ , wyniki tego parametru liniowego są istotnie mniejsze w grupie dzieci z zespołem Downa (**Tabela 17, Rycina 28**).

**Tabela 17.** Porównanie wyników wielkości parametru liniowego długości szczęki pomiędzy grupami

	Dzieci z zespołem Downa (n = 30)		Dzieci bez zespołu Downa (n = 30)				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
Dł. szczęki [mm]	37,2	2,7	43,5	3,1	8,456	< 0,001	4,836	7,837	2,183

n — liczba obserwacji; M — średnia; SD — odchylenie standardowe; t — wynik testu t Studenta; p — istotność statystyczna; 95% CI — przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL — dolna i górna granica przedziału ufności



**Rycina 28.** Rozkład średnich wartości parametru liniowego długości szczęki dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu

#### 5.4. Siła efektu dla parametrów liniowych

Przy pomocy współczynnika  $d$  Cohena zmierzono siłę efektu dla obu liniowych zależności, to jest długości przedniego dołu czaszki oraz długości szczęki, która okazała się być bardzo duża, większa dla długości szczęki.

#### 5.5. Podsumowanie

1. W grupie dzieci z zespołem Downa dominuje III klasa szkieletowa, która nie występuje w grupie dzieci bez tego zespołu, częstotliwość diagnozowania III klasy szkieletowej nie nasila się wraz z wiekiem.
2. Do parametrów wykazujących istotne statystycznie większe wartości względem dzieci bez zespołu Downa należą: kąt NSBa, 1+:NA, 1-:NB.
3. Do parametrów wykazujących istotne statystycznie mniejsze wartości względem dzieci bez zespołu Downa należą: kąt SNA, ANB, 1+:1-.

4. Do parametrów wykazujących istotne statystycznie przekroczenie górnej granicy przyjętej normy Segnera i Hasunda należą: kąt NSBa oraz 1+:NA, dolnej granicy przyjętej normy Segnera i Hasunda: kąt 1+:1-.
5. Parametry liniowe długości przedniego dołu czaszki oraz długości szczęki są istotnie statystycznie niższe względem grupy dzieci bez zespołu Downa.
6. Porównanie badanych parametrów kątowych i liniowych w zależności od płci nie wykazało istotnych statystycznie różnic, za wyjątkiem kąta NSBa, który jest istotnie statystycznie wyższy u dziewczynek względem chłopców zarówno w grupie dzieci z zespołem Downa jak i w grupie dzieci bez tego zespołu.

Należy podkreślić, iż po analizie wyników badań dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu w zakresie budowy szkieletu części twarzowej czaszki ujawnia się skłonność do powtarzalnych odchyień poszczególnych parametrów, co wskazuje, iż pewne zmiany w budowie szkieletu części twarzowej czaszki są wpisane w charakterystykę zespołu Downa i mogą stanowić dla tych dzieci normę, jak ma to miejsce w przypadku chociażby budowy fenotypowej ciała [Kurpiak i wsp., 2018].

## 6. Omówienie wyników i dyskusja

Analiza telorentgenogramów bocznych głowy pozwala na uzyskanie informacji o budowie szkieletu części twarzowej czaszki oraz stanowi element pomocniczy przy stawianiu diagnozy i monitorowaniu leczenia, będąc jednym z niezbędnych narzędzi diagnostycznych w wielu specjalnościach medycznych takich jak chirurgia szczękowo-twarzowa, protetyka, laryngologia, a w szczególności ortodoncja [Brzoza i wsp., 2005, Tsuji i wsp., 2006, Bitar i wsp., 2010, Kassem i wsp., 2017, Hei i wsp., 2019]. Diagnostyce ortodontycznej często podlegają między innymi dzieci z zespołem Downa, które coraz częściej, dzięki rosnącej świadomości rodziców, już od pierwszych miesięcy życia stają się pacjentami ortodontycznymi [Matthews-Brzozowska i wsp., 2018, Javed i wsp., 2018]. Jednakże należy podkreślić, iż podstawą do przeprowadzenia wcześniej wspomnianej oceny budowy szkieletu kostnego części twarzowej czaszki jest możliwość wykonania miarodajnego telorentgenogramu bocznego głowy, stanowiącego bazę dla dalszej analizy, wymaga to jednak uzyskania odpowiedniej współpracy, co zatem uzależnione jest od wieku dziecka. Jak wykazuje badanie własne, u dzieci z zespołem Downa w wieku co najmniej 7 lat, możliwe jest nawiązanie oczekiwanej współpracy przy wykonywaniu telorentgenogramów głowy. W innych wadach uwarunkowanych genetycznie zdjęcia cefalometryczne z sukcesem wykonywane są u dzieci nawet w wieku 5 lat [Cudziło 2014]. Jak wykazał przegląd piśmiennictwa dzieci z zespołem Downa charakteryzuje szereg typowych cech fenotypowych obejmujących między innymi budowę szkieletu części twarzowej czaszki [Alio i wsp., 2008, Bauer i wsp., 2012, Walasz i wsp., 2013], zatem istotne wydawało się zgłębienie różnic w wartościach standardowo analizowanych parametrów cefalometrycznych.

W badaniach własnych, polegających na wykonaniu 60 analiz cefalometrycznych, przeprowadzonych w oparciu o radiologiczną dokumentację medyczną 60 dzieci rasy kaukaskiej regionu wschodnioeuropejskiego, podzielonych na dwie, równe pod względem ilościowym, grupy dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, analizowano klasę szkieletową, wartości pięciu kątów szkieletowych (SNA, SNB, ANB, NSBa, GntgoAr),

trzech kątów zębowych (1+:1-, 1+:NA, 1-:NB) oraz dwóch parametrów długościowych (długość przedniego dołu czaszki, długość szczęki). Podstawą wyboru wyżej wymienionych parametrów była możliwość dokonania zadowalającej oceny najważniejszych struktur szkieletu części twarzowej czaszki tj. podstawy czaszki, szczęki, żuchwy oraz uzębienia, czyli tych które w oparciu o piśmiennictwo wykazują tendencję do powtarzalnych i typowych zmian u dzieci z zespołem Downa. Jako wartości referencyjne wykorzystane do analizy uzyskanych wyników przyjęto normę opracowaną przez Segnera i Hasunda osób rasy kaukaskiej regionu środkowoeuropejskiego. Należy podkreślić, iż opracowane przez niezależnych autorów i powszechnie stosowane normy nie wyodrębniają podziału na płeć, bądź wiek. W codziennej praktyce ortodontycznej, do analizy cefalometrycznej stosowane są te same wartości referencyjne zarówno dla mężczyzn jak i kobiet, chłopców czy dziewcząt, bez uwzględniania przedziałów wiekowych. Autorzy licznych badań analizujących poszczególne zmiany szkieletowe w oparciu o teleroentgenogramy boczne głowy, często jako wartości referencyjne wybierają także normę opracowaną przez Segnera i Hasunda, analizując między innymi zmiany parametrów po operacji ortognatycznej, czy kształtowanie zmian na przestrzeni rozwoju i wzrostu u pacjentów z nieleczoną klasą szkieletową II [Gesch 2000, Lisowska 2008, Downarowicz i wsp., 2012, Bogusiak i wsp., 2016]. Materiał i metodyka badań cytowanych autorów także nie zakłada podziału i wyodrębniania analizowanych parametrów w zależności od płci i grup etnicznych. Dla poszczególnych badanych uzyskiwane są tylko pojedyncze wyniki danego parametru i odnoszone do zakresu przyjętych wartości referencyjnych, które stanowią przedział wartości uznanych za normę, przypuszcza się, iż zakres ten toleruje różnice wynikające z płci i wieku, stąd nie ma konieczności wyodrębniania materiału badań w zależności od tych składowych.

Istotnym parametrem relacji szkieletowo-zębowej, niezwykle ważnym przy diagnostyce ortodontycznej jest klasa szkieletowa, stanowiąca o przednio-tylnym ustawieniu podstaw kostnych szczęki i żuchwy. Jej oceny u osób z zespołem Downa podejmują się między innymi autorzy prac zagranicznych, tak jak na przykład Shukla i wsp., [2014] w swoich badaniach przeprowadzonych na 77 pacjentach z zespołem Downa, rasy żółtej z regionu indyjskiego, w wieku od 6. do 40. roku życia. Najliczniejszą grupę według autorów stanowiły osoby z I klasą szkieletową — 42 osoby (54,5% badanych), II klasę szkieletową zdiagnozowano jedynie u 2 osób (2,6% badanych), z kolei III klasę szkieletową u 33 osób (42,9% badanych). Autorzy podkreślają wzrost częstości występowania III klasy szkieletowej u osób z zespołem Downa wraz ze współwystępującą redukcją przypadków



z II klasą szkieletową. W badaniu własnym wśród dzieci z zespołem Downa, w odniesieniu do dzieci bez tego zespołu, także zauważa się tendencję do występowania III klasy szkieletowej, co świadczy o doprzednim ułożeniu żuchwy względem szczęki. Jak wskazują wyniki badania własnego, u dzieci z zespołem Downa właśnie ta klasa występuje najczęściej — u 53,3% badanych. W grupie dzieci bez zespołu Downa u żadnego badanego nie zdiagnozowano III klasy szkieletowej. Ponadto w badaniu własnym najmniej liczną grupę stanowiły dzieci z II klasą szkieletową — 6,7%, podobnie jak w cytowanych badaniach.

Po analizie rozkładu częstości występowania klasy szkieletowej i wieku dzieci z zespołem Downa wydaje się, iż III klasa klinicznie manifestuje się częściej u starszych dzieci, gdyż spośród 30 badanych u 16 analiza cefalometryczna wskazała na III klasę szkieletową, z czego 11 z nich stanowiły dzieci w wieku 10 lat i starsze, jednakże okazała się być to zależność nieistotna statystycznie. Podobne wyniki uzyskali Allaredy i wsp., [2016] w badaniach przeprowadzonych na grupie 27 osób z zespołem Downa, należy przypuszczać, że w grupie etnicznej afroamerykańskiej, w przedziale wiekowym od 3. do 25. roku życia. Autorzy ci także wykazali tendencję do III klasy szkieletowej u tych osób, jednakże podkreślają oni, iż staje się to bardziej widoczne w starszej grupie wiekowej osób z zespołem Downa w porównaniu z młodszymi, a więc manifestuje się wraz z rozwojem i wzrostem. W badaniu własnym zależność ta nie była wystarczająco silna.

Autorzy szeregu publikacji w swoich badaniach podejmują się analizy kątów szkieletowych SNA, SNB, ANB, NSBa, GntgoAr u pacjentów z zespołem Downa [Fisher-Brandies 1988, Suri i wsp., 2010, Alio i wsp., 2011, Silva Jesuino i wsp., 2013, Melo de Matos i wsp., 2016], co zostanie porównane do wyników badań własnych w których także przeanalizowałam wartości wspomnianych kątów świadczących o relacjach i budowie poszczególnych elementów szkieletu części twarzowej czaszki. Wyniki odniosłam nie tylko do dzieci bez zespołu Downa, ale także porównaniu do przyjętej normy Segnera i Hasunda poddałam wartości poszczególnych parametrów. W przypadku kąta SNA, średnia uzyskanych wartości dla wszystkich dzieci z zespołem Downa, była niższa względem średniej wielkości obliczonej dla dzieci bez tego zespołu, jednakże w odniesieniu do normy Segnera i Hasunda była to wartość mieszcząca się w granicach przyjętej normy, lecz plasująca się przy jej dolnej granicy. Dla kąta SNB wyniki przeprowadzonych przeze mnie badań wykazały odwrotną zależność, gdyż w grupie dzieci z zespołem Downa uzyskana średnia arytmetyczna wyników, była wyższa względem grupy dzieci bez tego zespołu, dla obu grup były to wartości plasujące się w granicach zakresu przyjętej normy.

Wartości kątów SNA i SNB, są nierozzerwalnie skorelowane z wynikami parametru ANB, który u dzieci z zespołem Downa, jak wykazały badania własne, jest zdecydowanie niższy względem dzieci bez tego zespołu i stanowi wartość oscylującą wokół dolnej granicy normy Segnera i Hasunda. Dla dzieci bez zespołu Downa jest to wartość dodatnia, przekraczająca górną granicę normy.

Już ponad 30 lat temu Fischer-Brandies [1988] przeprowadził badania na grupie 1896 pacjentów z zespołem Downa, rasy kaukaskiej regionu środkowoeuropejskiego, w przedziale wiekowym od urodzenia do 14. roku życia i grupie kontrolnej, którą stanowiły dzieci zdrowe, w liczbie 1154 i adekwatnym przedziale wiekowym, będąc prekursorem badań nad oceną budowy szkieletu kostnego części twarzowej czaszki u dzieci z zespołem Downa w oparciu o cefalometrię. Autor wykazał nieznaczną redukcję wielkości kąta SNA u dzieci z zespołem Downa względem grupy kontrolnej, którego wartości mieściły się w przedziale od  $81,0^\circ$  do  $83,6^\circ$ . W badaniu własnym średnia wartość tego kąta dla dzieci z zespołem Downa wynosiła  $79,7^\circ$ , a dla dzieci bez tego zespołu —  $82,3^\circ$ . Autor ten oceniał także kąty NSBa oraz Go, które przeanalizowałam również w badaniu własnym. Pozostałe kąty mierzone w cytowanym badaniu jak 1+:SpP oraz 1-:MP, nie są obecnie oceniane w powszechnie stosowanych analizach cefalometrycznych.

Wartości kąta SNA analizowali także w swoich badaniach Alio i wsp. [2011] opartych na grupie dzieci i młodzieży z zespołem Downa, rasy kaukaskiej regionu zachodnioeuropejskiego, liczącej 47 osób, w wieku od 8. do 18. roku życia, wykazując, iż jego wartości nie odbiegają znacząco od wyników uzyskanych dla grupy kontrolnej osób zdrowych, zarówno pod względem wielkości tego parametru jak i zmian na przestrzeni czasu mierzonych w zależności od wieku. Świadczy to, iż położenie szczęki względem podstawy czaszki jest podobne i nie wykazuje znaczących różnic względem populacji osób bez zespołu Downa.

Wartości kątów SNB oraz ANB w swoich badaniach przeprowadzonych na grupie 25 pacjentów z zespołem Downa, w grupie etnicznej afroamerykańskiej, analizowali Suri i wsp. [2010], odnosząc się do grupy kontrolnej osób bez genetycznych zaburzeń ze współwystępującą klasą I zarówno szkieletową jak i zębową. Dla kąta SNB autorzy wykazali nieznaczną wartość w grupie osób z zespołem Downa, dla których średnia wartość wyniosła  $82,5^\circ$ , względem grupy kontrolnej, u której uzyskano średnią wartość kąta SNB wynoszącą  $78,7^\circ$ . Podobną zależność wykazałam w badaniu własnym, gdyż w grupie dzieci z zespołem Downa średnia wartość tego parametru wyniosła  $79,7^\circ$ , z kolei dla grupy dzieci bez tego zespołu  $77,6^\circ$ .

Uzyskane zależności dotyczące wyżej wspomnianych parametrów znajdują także potwierdzenie w badaniach Silva Jesuino i wsp., [2013], opartych na trzech grupach dzieci brazylijskich. Pierwszą z nich stanowiło 30 dzieci z zespołem Downa, drugą 30 dzieci z III klasą szkieletową i niedorozwojem szczęki, a trzecią, nazwaną kontrolną, 30 dzieci z I klasą szkieletową i właściwymi proporcjami twarzy. W badaniu autorów wartość kąta SNA dla dzieci z zespołem Downa wyniosła  $79,9^\circ$  i była nieznacznie niższa niż dla grupy kontrolnej ( $80,9^\circ$ ), z kolei wartość kąta SNB dla dzieci z zespołem Downa została oceniona na  $78,4^\circ$ , będąc nieznacznie wyższą względem grupy kontrolnej ( $77,2^\circ$ ), analogiczne zależności i wyniki uzyskałam w badaniu własnym.

Kąt ANB w badaniach Suri i wsp., [2010] był zaniżony w grupie osób z zespołem Downa względem grupy kontrolnej, gdyż dla pierwszej z nich średnia wartość wynosiła  $0,1^\circ$  (w badaniu własnym  $0,0^\circ$ ), dla drugiej  $2,5^\circ$  (w badaniu własnym  $4,6^\circ$ ). Redukcja wartości kąta ANB u dzieci z zespołem Downa jest skorelowana z zauważalnym wzrostem wartości kąta SNB oraz nieznaczną redukcją kąta SNA, a także ma swoje powiązanie z opisywaną już tendencją do III klasy szkieletowej, czyli wysunięciem żuchwy względem szczęki. Znaczącą redukcję wielkości kąta ANB u dorosłych brazylijskich pacjentów z zespołem Downa, wykazali także Melo de Matos i wsp., [2016] uzyskując dla grupy badanej średnią wartość kąta ANB równą  $2,0^\circ$ , z kolei dla grupy kontrolnej  $4,25^\circ$ . Analizowali oni także wielkość kąta podstawy czaszki NSBa, wykazując, iż kąt ten ma tendencję do wzrostu wartości u badanych osób z zespołem Downa wykazując średnią wartość  $151,5^\circ$ , względem grupy kontrolnej dla której parametr ten wynosił średnio  $140,3^\circ$ . Jako pierwszy na zwiększenie wielkości kąta podstawy czaszki NSBa u dzieci z zespołem Downa zwrócił uwagę w swoich pionierskich i zarazem historycznych badaniach Fisher-Brandies [1988]. W badaniu własnym zauważam analogiczną zależność, gdyż badany przeze mnie kąt podstawy czaszki wykazywał wzrost wartości u dzieci z zespołem Downa zarówno względem grupy dzieci bez tego zespołu, jak i względem przyjętej normy Segnera i Hasunda. Uzyskana przeze mnie średnia wartość tego kąta dla grupy badanej wynosi  $138,9^\circ$ , dla dzieci bez zespołu Downa jest to wynik równy  $131,4^\circ$ . Kąt NSBa jest jedynym parametrem, który okazał się istotnie różnić w zależności od płci, stąd postanowiono sprawdzić tę zależność uzyskując wyniki, iż u dziewcząt kąt ten jest istotnie wyższy w stosunku do chłopców, zarówno w grupie dzieci z zespołem Downa jak i bez tego zespołu. Zależność ta nie była dotąd weryfikowana w przytaczanych przeze mnie badaniach innych autorów. Odmienne wartości kąta podstawy czaszki dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, mogą być związane ze zmianami w lokalizacji siodła

tureckiego u dzieci z zespołem Downa, stanowiącego element tegoż kąta. Jak zaobserwowali Suri i wsp., [2010] wertykalna pozycja punktu *sella* jest niższa w grupie osób z zespołem Downa, co powoduje, iż geometria kąta podstawy czaszki jest bardziej rozwarta. Przypuszcza się, iż może być to związane z opisywanymi przez Korayem i wsp., [2015] zmianami poszczególnych wymiarów siodła tureckiego u osób z zespołem Downa, do których zalicza się między innymi głębokość siodła, która jak wykazali autorzy jest istotnie większa w zespole Downa, analogicznie zwiększenie głębokości wpływa na zmianę lokalizacji centralnego punktu struktury anatomicznej jaką jest siodło tureckie i obniżenie jej lokalizacji, co pociąga za sobą wzrost wartości kąta podstawy czaszki NSBa.

Pomimo, iż przegląd piśmiennictwa wskazywał na wzrost wartości kąta żuchwy w zespole Downa, przeprowadzona w badaniu własnym analiza kąta GntgoAr będącego odzwierciedleniem geometrii kąta żuchwy wykazała nieznaczną redukcję jego średniej wielkości u dzieci z zespołem Downa, wynoszącej  $125,1^\circ$ , względem dzieci bez tego zespołu, dla których parametr ten wyniósł  $128,7^\circ$ . Jednakże nie była to zależność istotna statystycznie. Fischer-Brandies [1988] w swoim, z obecnego punktu widzenia, historycznym badaniu zwrócił uwagę, iż wartość kąta żuchwy u dzieci z zespołem Downa w 14. roku życia plasuje się w granicach między  $121,0^\circ$  a  $123,0^\circ$ , w grupie kontrolnej wartość tego kąta autor ocenił jako większą o około  $3^\circ$ . Suri i wsp., [2010] w grupie dzieci z zespołem Downa uzyskali średnią wartość tego kąta wynoszącą  $121,7^\circ$ , dla grupy kontrolnej wartość ta była wyższa i wynosiła  $123,2^\circ$ . Na tendencję do redukcji wielkości kąta żuchwy u osób z zespołem Downa wskazują także wyniki badań Silva Jesuino i wsp., [2013] wskazujące wartość tego kąta w grupie dzieci z zespołem Downa równą  $127,6^\circ$ , a w grupie kontrolnej  $-130,4^\circ$ . Mimo, iż uzyskana w badaniu własnym zależność okazała się być nieistotna statystycznie, to kierunek zmian w wartości tego kąta jest tożsamy z opisywanymi przez autorów zagranicznych.

W badaniu własnym wykazałam, iż wartości analizowanych parametrów liniowych zarówno długości przedniego dołu czaszki jak i długości szczęki u dzieci z zespołem Downa są zmniejszone względem dzieci bez tego zespołu. Redukcja obu tych wartości tłumaczy wykazany powyżej w dyskusji brak znaczących zmian w wartościach kąta SNA w zespole Downa, przy współwystępującej tendencji do III klasy szkieletowej, gdyż przy redukcji długości obu struktur anatomicznych (przedniego dołu czaszki oraz szczęki), geometria kąta SNA pozostaje niezmienną, a jego wartość nie odbiega istotnie od normy i wyników uzyskanych dla dzieci bez zespołu Downa. Wykazana przeze mnie redukcja długości przedniego dołu czaszki znajduje potwierdzenie w wynikach badań Suri

i wsp., [2010], Korayem i wsp., [2014], Melo de Matos [2016]. Badania przeprowadzone przez wyżej wymienionych autorów także wskazały na skrócenie liniowego wymiaru przedniego dołu czaszki u osób z zespołem Downa, w różnych przedziałach wiekowych obejmujących zarówno dzieci jak i dorosłych. Wielokrotnie, jak wykazał przegląd piśmiennictwa, niezależni autorzy podkreślają, iż charakterystyczną cechą dla zespołu Downa jest hipoplazja środkowego piętra twarzy, w tym hipoplazja szczęki. Jak sam termin „hipoplazja” sugeruje u osób z zespołem Downa mamy do czynienia z niedorozwojem szczęki, czego potwierdzenie upatruje w uzyskanych wynikach dotyczących badanego przeze mnie wymiaru liniowego szczęki. Wykazane przeze mnie zmniejszenie jej długości u dzieci z zespołem Downa w odniesieniu do dzieci bez tego zespołu wskazuje na niedorozwój, który z kolei wpływa na tendencję do występowania III klasy szkieletowej. Zmniejszenie długości szczęki w swoich badaniach wykazali także Suri i wsp., [2010] oceniając zmniejszenie wartości średniej długości szczęki u dzieci z zespołem Downa o około 10 mm, Alio i wsp., [2011] zbadali, iż różnica ta wynosiła w ich badaniach także 10 mm, w badaniu własnym różnicę tą oszacowałam na około 6 mm.

Ocenie poddałam także kąty zębowe, świadczące o relacji zębów siecznych względem siebie oraz wybranych elementów szkieletu części twarzowej czaszki. Pierwszy z nich — kąt międzysieczny 1+:1- oceniłam jako istotnie niższy w grupie dzieci z zespołem Downa względem grupy dzieci bez tego zespołu, co świadczy o tendencji do protruzji i nadmiernego wychylenia zębów siecznych. Potwierdzeniem powyższego są wyniki pozostałych dwóch parametrów zębowych, tj. 1+:NA, 1-:NB. Dla obu z nich wartości, które obliczyłam dla dzieci z zespołem Downa były istotnie wyższe względem dzieci bez tego zespołu, co także wskazuje na tendencję do wychylenia zębów siecznych u dzieci z zespołem Downa. W swoich badaniach Suri i wsp., [2010] również wykazali redukcję wartości kąta międzysiecznego w grupie dzieci z zespołem Downa, którą oszacowali na 126,5°, z kolei dla grupy kontrolnej wielkość tego parametru była równa 131,4°. W badaniu własnym dla grupy dzieci z zespołem Downa średnią wartość kąta międzysiecznego obliczyłam na 118,4°, z kolei w grupie dzieci bez tego zespołu była ona równa 130,5°. Melo de Matos i wsp., [2016] opracowali wyniki dla wszystkich trzech kątów zębowych analizowanych także w badaniu własnym, uzyskując podobne rezultaty w zakresie kąta międzysiecznego, którego średnia wartość dla osób z zespołem Downa była niższa i wyniosła 119,3°, dla grupy kontrolnej 125,5°, oraz kąta 1+:NA, którego średnia wartość dla osób z zespołem Downa została obliczona na 36,8°, dla grupy kontrolnej wyniosła 24,2°, co wskazuje na tendencję do wzrostu wartości tego parametru u dzieci z zespołem Downa. Autorzy

jednakże uzyskali odmienne wyniki w zakresie kąta 1-:NB, badanie własne wykazało bowiem istotne zawyżenie jego wartości u dzieci z zespołem Downa, z kolei uzyskane przez autorów rezultaty wskazywały, iż średnia wartość tego kąta jest nieznacznie niższa dla osób z zespołem Downa i wynosi 25,5°, dla grupy kontrolnej wartość ta została obliczona przez autorów na 28,2°. Rozbieżność ta może wynikać z dysproporcji w liczebności badanego materiału, gdyż badanie własne opierało się łącznie na wynikach 60 analiz cefalometrycznych, z kolei autorzy swoje badania oparli na mniejszych grupach liczących łącznie 30 osób, a co za tym idzie 30 analiz cefalometrycznych.

Wartość kąta międzysiecznego dla dzieci z zespołem Downa odniosłam także do przyjętej normy Segnera i Hasunda, co wykazało, iż plasuje się ona poniżej dolnej granicy normy. Podobne odniesienie w zakresie kątów 1+:NA oraz 1-:NB wykazało, iż wartości kąta 1+:NA dla dzieci z zespołem Downa plasują się powyżej górnej granicy przyjętej normy, natomiast dla kąta 1-:NB najczęściej wyniki mieszczą się w granicach przyjętej normy, jednakże oscylują wokół jej górnej granicy.

Ze względu na dostępność szeregu analiz cefalometrycznych skonstruowanych przez niezależnych autorów, co wykazałam w opracowanym przeglądzie piśmiennictwa, brak jest prac badawczych, w których autorzy bazują, podobnie jak w moim badaniu, na normach opracowanych przez Segnera i Hasunda. W piśmiennictwie obecne są badania, w których autorzy porównują nie tylko wyniki pomiędzy grupami osób z zespołem Downa i bez tego zespołu, ale także odnoszą się do innych, niż przyjęte w rozprawie, norm cefalometrycznych. Quintanilla i wsp., [2002] przeprowadzili badania na grupie 39 pacjentów z zespołem Downa, w przedziale wiekowym od 7. do 18. roku życia, wykonując analizę cefalometryczną opracowaną według Rickettsa i odnosząc uzyskane wyniki do normy Rickettsa. W zakresie kąta międzysiecznego uzyskali oni średni wynik dla grupy osób z zespołem Downa równy 126,4°, co nieznacznie przekraczało wartość przyjętą za normę wynoszącą 130°, podobnie jak miało to miejsce w badaniu własnym — dla dzieci z zespołem Downa kąt ten wynosił 118,4° (dolna granica przyjętej normy Segnera i Hasunda — 125°). Autorzy wskazali także w swojej pracy na występowanie protruzji górnych i dolnych zębów siecznych u osób z zespołem Downa, w oparciu o uzyskane przez nich wyniki.

Odmienność przebiegu wykonania analizy cefalometrycznej według Rickettsa powoduje, iż nie sposób odnieść pozostałych wyników parametrów kątowych badanych w rozprawie, do rezultatów badań opracowanych przez Quintanilla i wsp., [2002], które stanowią jedyne dostępne w polsko- oraz anglojęzycznym piśmiennictwie opracowanie uwzględniające ogólnie przyjęte wartości referencyjne.

Chciałabym zwrócić uwagę, że w badaniu własnym skupiono się na wybranych dziesięciu parametrach standardowo ocenianych w codziennej analizie cefalometrycznej, jednak jak wynika z przeglądu piśmiennictwa dostępne analizy opracowane przez niezależnych autorów pozwalają na jeszcze bardziej wnikliwą ocenę opartą o analizę większej liczby parametrów niż te wybrane do badania przeze mnie. Możliwym do włączenia byłyby np. kąty wyznaczone przez płaszczyznę przedniego dołu czaszki, szczęki i żuchwy świadczące o ich doprzedniej bądź dotylnej inklinacji, czy też kąty stanowiące o relacji osi długiej zębów siecznych górnych i dolnych względem podstawy kostnej szczęki lub żuchwy wyrażające tendencję do protruzji bądź retruzji zębów siecznych [Suri i wsp., 2010, Allareddy i wsp., 2016]. W pracy postanowiono jednakże zawęzić się do parametrów podstawowych, a jednocześnie trafnie oceniających budowę szkieletu części twarzowej czaszki. Wśród dostępnego piśmiennictwa nie odnaleziono doniesień, które podobnie jak w badaniu własnym obejmowałyby nie tylko porównanie wyników parametrów cefalometrycznych wśród osób z zespołem Downa i bez tego zespołu, ale także odnosiłyby je do wartości referencyjnych normy opracowanej przez Segnera i Hasunda. W badaniu Quintanilla i wsp., [2002] uwzględniającym, jako wartości referencyjne, normę cefalometryczną opracowaną według Rickettsa, jest porównawcze badanie wartości referencyjnych do wartości w zespole Downa w przedziale wieku od 7 do 18 roku życia, jednakże brak jest porównania wyników osób z zespołem Downa i bez tego zespołu. W badaniu własnym uwzględniłam wszystkie trzy składowe, porównując wyniki zarówno pomiędzy dziećmi z zespołem Downa, bez tego zespołu jak i przyjętymi wartościami referencyjnymi. Należy podkreślić, że uzyskane wyniki z realizacji projektu rozprawy i wykazane zależności istotne statystycznie, które potwierdzenie znajdują w wynikach podobnych badań autorów zagranicznych, sugerują, iż należałoby kontynuować ten temat badań na większą skalę, z uwzględnieniem większej liczebności grup dzieci zarówno z zespołem Downa jak i bez tego zespołu. Pozwoliłoby to na jeszcze większą dokładność w określeniu tendencji zmian. Interesującym byłoby rozszerzenie tematyki badań o podjęcie próby opracowania i stworzenia zakresu wartości, poszczególnych parametrów cefalometrycznych, typowych dla osób z zespołem Downa, wynikających z charakterystycznych zmian w budowie szkieletu części twarzowej czaszki współwystępujących z tym zespołem uwzględniając przedziały wieku, bądź okresy dynamicznego wzrostu w rozwoju osobniczym. Stanowiłoby to przedział wartości uwzględniający pewne odchylenia u osób z zespołem Downa jako swego rodzaju normę, co pozwoliłoby na trafniejszą diagnostykę i efektywniejsze monitorowanie przebiegu leczenia.

Należy podkreślić, iż dzieci z zespołem Downa coraz częściej poddawane są suplementacji związkiem chemicznym o nazwie galusan epigallokatechiny, w skrócie EGCG, występującym w znacznych ilościach w zielonej herbacie. Jak podają autorzy, w oparciu o wyniki badań przeprowadzonych na myszach, związek ten przy zastosowaniu odpowiedniej dawki wpływa także na poprawę morfologii części twarzowej czaszki, zwłaszcza w zakresie budowy sklepienia czaszki, jednakże nie jest to pełna korekcja zmian towarzyszących zespołowi Downa [Abeysekera i wsp., 2016, McElyea i wsp., 2016, Wyganowska-Świątkowska i wsp., 2018]. W dalszych badaniach, zasadnym byłoby zwrócenie uwagi w wywiadzie ogólnym oraz szczegółowym na poddanie terapii związkiem EGCG oraz zbadanie, czy mogłoby mieć ono wpływ na kształtowanie się budowy szkieletu części twarzowej czaszki.

Wydaje się, że każda suplementacja i terapia wspomagająca rozwój dzieci z zespołem Downa może mieć wpływ na rozwój szkieletu części twarzowej czaszki, na co także należałoby zwrócić uwagę w szerszych badaniach.



## 7. Wnioski

1. Analiza wartości poszczególnych parametrów cefalometrycznych wykazała, iż wśród dzieci z zespołem Downa występują powtarzalne zmiany w budowie poszczególnych elementów części twarzowej czaszki.
2. U dzieci z zespołem Downa występuje tendencja do III klasy szkieletowej, częstotliwość jest wysoka, stanowi bowiem ponad połowę wszystkich badanych dzieci z zespołem Downa, nie wykazuje jednak korelacji z ich wiekiem.
3. Dzieci z zespołem Downa wykazują bardziej rozwartą geometrię kąta podstawy czaszki w porównaniu z dziećmi bez tego zespołu.
4. Wśród dzieci z zespołem Downa zauważa się tendencję do występowania protruzji zębów siecznych objawiającej się zmianami w wartościach kątów zębowych.
5. U dzieci z zespołem Downa w porównaniu do dzieci bez tego zespołu występuje niedorozwój poszczególnych struktur anatomicznych, czyli skrócenie przedniego dołu czaszki oraz hipoplazja szczęki, wynikająca ze skrócenia jej wymiaru liniowego.
6. Wyniki badań nad budową szkieletu części twarzowej czaszki u dzieci z zespołem Downa względem dzieci bez tego zespołu dla rasy kaukaskiej regionu wschodnioeuropejskiego są porównywalne z wynikami dla innych odmian, opisywanymi w piśmiennictwie zagranicznym, gdyż w Polsce badania o tej tematyce nie były dotąd podejmowane.

## 8. Piśmiennictwo

1. Abeleira M.T., Pazos E., Limeres J., Outumuro M., Diniz M., Diz P. Fixed multibracket dental therapy has challenges but can be successfully performed in young persons with Down syndrome. *Disabil Rehabil.* 38(14), 1391–1396, 2016.
2. Abeysekera I., Thomas J., Georgiadis T.M., Berman A.G., Hammond M.A., Dria K.J., Wallace J.M., Roper R.J. Differential effects of Epigallocatechin-3-gallate containing supplements on correcting skeletal defects in a Down syndrome mouse model. *Mol Nutr Food Res.* 60(4), 717–726, 2016.
3. Alhajj M.N., Khalifa N., Abduo J., Amran A.G. Determination of occlusal vertical dimension for complete dentures patients: an updated review. *J Oral Rehabil.* 44, 896–907, 2017.
4. Alio J.J., Lorenzo J., Iglesias C. Cranial base growth in patients with Down syndrome: A longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 133(5), 729–737, 2008.
5. Alio J., Lorenzo J., Iglesias M.C., Manso F.J., Ramirez E.M. Longitudinal maxillary growth in Down syndrome patients. *Angle Orthod.* 81(2), 253–259, 2011.
6. Allareddy V., Ching N., Macklin E.A., Voelz L., Weintraub G., Davidson E., Prock L.A., Rosen D., Brunn R., Skotko B.G. Craniofacial features as assessed by lateral cephalometric measurements in children with Down Syndrome. *Progress in Orthodontics.* 17(35), 1–12, 2016.
7. Arruda M.B.P. Angle Class III malocclusion with anteroposterior and vertical discrepancy in the final stage of growth. *Dental Press J Orthod.* 22(3), 109–118, 2017.
8. Bauer D., Evans C.A., BeGole E.A., Salzmann L. Severity of Occlusal Disharmonies in Down Syndrome. *Int J Dent.* 1–6, 2012.
9. Bitar M.A., Macari A.T., Ghafari J.G. Correspondence between subjective and linear measurements of the palatal airway on lateral cephalometric radiographs. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 136(1), 43–47, 2010.
10. Bogusiak K., Kociński M., Łutkowski A., Materka A., Arkuszewski P. Changes in Measurements of Segner-Hasund Analysis in Patients with Mandibular Prognathism after Orthognathic Surgery. *Dent Med Probl.* 53(1), 13–21, 2016.
11. Brzoza D., Barrera N., Contasti G., Hernández A. Predicting vertical dimension with cephalograms, for edentulous patients. *Gerodontology.* 22(2), 98–103, 2005.
12. Caristedt K., Henningsson, Dahllöf G. A four-year longitudinal study of palatal plate therapy in children with Down syndrome: effects on oral motor function, articulation and communication preferences. *Acta Odontol Scand.* 61(1), 39–46, 2003.

13. Castillo-Morales R. Die orofaziale Regulationstherapie. Kommunikation. Pflaum Verlag München. 44–62, 1992.
14. Cericato G.O., Bittencourt M.A.V., Paranhos L.R. Validity of the assessment method of skeletal maturation by cervical vertebrae: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol.* 44(4), 1–7, 2015.
15. Cudziło D. Orthodontic treatment of patients with a cleft lip and palate — standard procedures at the Warsaw Institute of Mother and Child. *Dev Period Med.* 18(1), 53–58, 2014.
16. Cudziło D. Zastosowanie cefalometrii w diagnostyce i terapii. Przegląd piśmiennictwa oraz badania własne. W monografii: Fizykodiagnostyka i rehabilitacja w medycynie i stomatologii. 29–40, 2015.
17. Cudziło D., Krajewska J., Matthews-Kozanecka M., Kopczyński P. Zastosowanie cefalometrii w leczeniu ortodontyczno-chirurgicznym na podstawie przeglądu piśmiennictwa. *Asyst Hig Stomatol.* 1(37), 11–19, 2015.
18. Doriguëtto P.V.T., Carrada C.F., Scalioni F.A.R., Abreu L.G., Devito K.L., Paiva S.M., Ribeiro R.A. Malocclusion in children and adolescents with Down syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent.* 2019, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ipd.12491>.
19. Downarowicz P., Matthews-Brzozowska T., Kawala B., Drohomyretska M. Dynamic Changes in Morphometric Analysis in Patients Following Class III Bimaxillary Surgery. *Adv Clin Exp Med.* 21(1), 93–97, 2012.
20. Enkling N., Enkling-Scholl J., Albrecht D., Bornstein M.M., Schimmel M. Determination of the occlusal vertical dimension in edentulous patients using lateral cephalograms. *J Oral Rehabil.* 45, 399–405, 2018.
21. Finlay L.M. Craniometry and cephalometry: a history prior to the advent of radiography. *Angle Orthod.* 50(4), 312–321, 1980.
22. Fischer-Brandies H. Cephalometric comparison between children with and without Down's syndrome. *Eur J Orthod.* 10(3), 255–263, 1988.
23. Flieger R., Kopczyński P., Matthews-Brzozowska T. Analysis of Skeletal Maturity of Children with Cleft Palate in Terms of Healthy Children by the CVM Method. *Adv Clin Exp Med.* 1, 99–102, 2015.
24. Germa A., Clement C., Weissenbach M., Heude B., Forhan A., Martin-Marchand L., Bonnet M., Vital S., Kaminski M., Nabet C. Early risk factors for posterior crossbite and anterior open bite in the primary dentition. *Angle Orthod.* 86(5), 832–838, 2016.
25. Gesch D. A longitudinal study on growth in untreated children with Angle Class II, Division 1 malocclusion. *J Orofac Orthop.* 61(1), 20–33, 2000.
26. Goenharto S. Orthodontic treatment considerations in Down syndrome patients. *Dent J (MaJ Ked Gigi).* 45(1), 6–11, 2012.
27. Gorczowska A., Smółka P. Sposoby graficznego przedstawiania danych w analizach cefalometrycznych. *Forum Ortod.* 9, 102–113, 2013.

28. Hans M.G., Palomo J.M., Valiathan M. History of imaging in orthodontics from Broadbent to cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 148(6), 914–921, 2015.
29. Hashimoto M., Igari K., Hanawa S., Ito A., Takahashi A., Ishida N., Koyama S., Ono T., Sasaki K. Tongue pressure during swallowing in adults with down syndrome and its relationship with palatal morphology. *Dysphagia.* 29(4), 509–518, 2014.
30. Hei R.Y., Qin J., Li S.H. Predictive value of hyoid cephalometrics for retroglossal obstruction in patients with obstructive sleep apnoea hypopnea syndrome. *J Laryngol Otol.* 133(2), 119–124, 2019.
31. Javed F., Akram Z., Barillas A.P., Kellesarian S.V., Ahmed H.B., Khan J., Almsas K. Outcome of orthodontic palatal plate therapy for orofacial dysfunction in children with Down syndrome: A systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 21(1), 20–26, 2018.
32. Jayaratne Y.S.N., Zwahlen R.A. Application of Digital Anthropometry for Craniofacial Assessment. *Craniofacial Trauma Reconstr.* 7(2), 101–107, 2014.
33. Kassem F., Ebner Y., Nageris B., Watted N., DeRowe A., Nachmani A. Cephalometric findings among children with velopharyngeal dysfunction following adenoidectomy — a retrospective study. *Clin Otolaryngol.* 42(6), 1289–1294, 2017.
34. Kobayashi H., Scavone H. Jr, Ferreira R.I., Garib D.G. Relationship between breastfeeding duration and prevalence of posterior crossbite in the deciduous dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 137(1), 54–58, 2010.
35. Kolokitha O., Topouzelis N. Cephalometric Methods of Prediction in Orthognathic Surgery *J Maxillofac Oral Surg.* 10(3), 236–245, 2011.
36. Korayem M.A., AlKofide E.A. Characteristics of Down syndrome subjects in a Saudi sample. *Angle Orthod.* 84(1), 30–37, 2014.
37. Korayem M.A., AlKofide E.A. Size and shape of the sella turcica in subjects with Down syndrome. *Orthod Craniofac Res.* 18, 43–50, 2015.
38. Korbmacher H., Moeller H.C., Klocke A., Limbrock J., Kahl-Nieke B. Cephalometric Evaluation of Children with Down Syndrome After Early Intervention with the Stimulating Plate. *Spec Care Dentist.* 25(5), 253–259, 2005.
39. Korbmacher H.M., Limbrock J.G., Kahl-Nieke B. Long-term evaluation of orofacial function in children with Down syndrome after treatment with a stimulating plate according to Castillo Morales. *J Clin Pediatr Dent.* 30(4), 325–328, 2006.
40. Kurpik J., Matthews-Brzozowski A. Separate growth charts and cephalometric norms for children with Down syndrome. *JMS.* 87(4), 204–208, 2018.
41. Li C., Cai Y., Chen S., Chen F. Classification and characterization of class III malocclusion in Chinese individuals. *Head Face Med.* 12(1), 1–8, 2016.
42. Ling H.T.B, Sum F.H.K.M.H., Zhang L., Yeung C.P.W., Li K.Y., Wong H.M., Yang Y. The association between nutritive, non-nutritive sucking habits and primary dental occlusion. *BMC Oral Health.* 18(1), 1–10, 2018.

43. Lisowska I. Orthodontic evaluation of the results of surgical treatment of mandibular prognathism based on the cephalometric analysis using the Segner-Hasund method. *Ann Acad Med Stetin.* 54(1), 82–93, 2008.
44. Macho V., Coelho A., Areias C., Macedo P., Andrade D. Craniofacial Features and Specific Oral Characteristics of Down Syndrome Children. *Oral Health Dent Manag.* 13(2), 408–411, 2014.
45. Marrewijk D.J.F., Stiphout M.A.E., Reuland-Bosma W., Bronkhorst E.M., Ongkosuwito E.M. The relationship between craniofacial development and hypodontia in patients with Down Syndrome. *Eur J Orthod.* 38(2), 178–183, 2016.
46. Matthews-Brzozowski A. Zespół obturacyjnego bezdechu sennego u dzieci z zespołem Downa. W: *Fizykodiagnostyka i rehabilitacja w medycynie i stomatologii — zespół Downa.* Pod red. T. Matthews-Brzozowskiej, E. Mojs. UM im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, 20–28, 2018.
47. Matthews-Brzozowska T., Nęcka A. Przechodząca stymulacja zakończeń nerwowych u pacjentów z zespołem Downa. *TPS.* 10, 48–50, 2005.
48. Matthews-Brzozowska T., Walasz J., Matthews Z. Zespół Downa — wczesna terapia ortodontyczna płytką stymulacyjną Castillo-Moralesa. *Nowiny Lekarskie.* 78(3–4), 253–255, 2009.
49. Matthews-Brzozowska T., Cudziło D., Walasz J., Kawala B. Rehabilitation of the Orofacial Complex by Means of a Stimulating Plate in Children with Down Syndrome. *Adv Clin Exp Med.* 24(2), 301–305, 2015.
50. Matthews-Brzozowska T., Matthews-Kozanecka M. Terapia ortodontyczna w zespole Downa w okresie wczesnego dzieciństwa — przegląd piśmiennictwa i obserwacje własne. W: *Fizykodiagnostyka i rehabilitacja w medycynie i stomatologii — zespół Downa.* Pod red. T. Matthews-Brzozowskiej, E. Mojs. UM im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, 89–99, 2018.
51. McElyea S.D., Starbuck J.M., Brink D.T., Harrington E., Blazek J.D., Ghonemia A., Kula K., Roper R.J. Influence of Prenatal EGCG Treatment and Dyrk1a Dosage Reduction on Craniofacial Features Associated with Down Syndrome. *Hum Mol Genet.* 25(22), 4856–4869, 2016.
52. McNamara J.A., Franchi L. The cervical vertebral maturation method: A user's guide. *Angle Orthod.* 88(2), 133–143, 2018.
53. Melink S., Vagner M.V., Hocevar-Boltezar I., Ovsenik M. Posterior crossbite in the deciduous dentition period, its relation with sucking habits, irregular orofacial functions, and otolaryngological findings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 138(1), 32–40, 2010.
54. Melo de Matos J.D., Vieira A.D., Franco J.M.P.L., Eberson da Silva Maia S., Pereira N.C., Carvalho de Oliveira Santos C., Fonseca-Silva T. Cephalometric Characteristics of Down Syndrome in Brazilian Population. *Br J Med Med Res.* 17(5), 1–7, 2016.
55. Minch L., Warmuz J., Kawala B. Diagnostyka ortodontyczna według Charlesa H. Tweeda i Leverna Merrifielda. *Pomiary cefalometryczne.* Forum Ortod. 11, 275–282, 2015.
56. Młynarska-Zduniak E., Zadurska M., Siemińska-Piekarczyk B. Orthodontic problems in patients with Down syndrome from infancy to maturity based on own observations. *J Stoma.* 68(6), 703–717, 2015.

57. Musich D.R. Orthodontic Intervention and Patients with Down Syndrome. *Angle Orthod.* 76(4), 734–735, 2006.
58. Nęcka A., Regner A., Matthews-Brzozowska T. Ustnotwarzowa terapia regulacyjna (Uttr) według koncepcji Castillo-Moralesa u pacjentów z zespołem Downa. *Dent Med Probl.* 41(3), 537–542, 2004.
59. Nęcka A., Matthews-Brzozowska T., Szelaż J. Modificatory Influence of External Factors (TENS) on mimic Muscles Tonus. *Polish J of Environ Stud.* 16(2C), 139–142, 2007.
60. Nötzel F., Schultz Ch. Kompendium diagnostyki ortodontycznej. Analiza kefalometryczna. Lublin 2004.
61. Orzelska-Blomberg M., Kosiński A., Piwko G., Wojtaszek-Słomińska A., Grzybiak M. Przydatność kliniczna badań cefalometrycznych kości gnykowej uwzględniająca wiek i dymorfizm płciowy. *Geriatrics.* 9, 123–129, 2015.
62. Outumuro M., Abeleira M.T., Caamaño F., Limeres J., Suarez D., Diz P., Tomás I. Maxillary Expansion Therapy in Children With Down Syndrome. *Pediatr Dent.* 32(7), 499–504, 2010.
63. Park J.U., Baik S.H. Classification of Angle Class III malocclusion and its treatment modalities. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 16(1), 19–29, 2001.
64. Pietrzak P., Kowalska E. Possibilities of orthodontic-orthopaedic treatment in patients with Down syndrome, based on review of literature and on own observations. *Pediatr Pol.* 87, 626–632, 2012.
65. Rao S.B., Singaraju G., Mandava P., Ganugapanta V.R. Cephalometric Analysis For Orthognathic Surgery. *Annals and Essences of Dentistry.* VII(3), 1–10, 2015.
66. Ricketts R.M., *Bioprogressive Therapie.* 2. Aufl., Huthing, Heidelberg 1988.
67. Rijpstra C., Lisson J.A. Etiology of anterior open bite: a review. *J Orofac Orthop.* 77(4), 281–286, 2016.
68. Rosen D. Management of obstructive sleep apnea associated with Down syndrome and other craniofacial dysmorphologies. *Curr Opin Pulm Med.* 17, 431–436, 2011.
69. Sedaghat A.R., Flax-Goldenberg M.D., Gayler B.W., Capone G.T., Ishman S.L. A case-control comparison of lingual tonsillar size in children with and without Down syndrome. *Laryngoscope.* 122(5), 1165–1169, 2012.
70. Segner D., Hasund A. *Individualisierte Kephalmetrie.* Hamburg 2003.
71. Shukla D., Bablani D., Chowdhry A., Thapar R., Gupta P., Mishra S. Dentofacial and cranial changes in down syndrome. *Osong Public Health Res Perspect.* 5(6), 339–344, 2014.
72. Silva Jesuino F.A., Valladares-Neto J. Craniofacial morphological differences between Down syndrome and maxillary deficiency children. *Eur J Orthod.* 35(1), 124–130, 2013.
73. Steiner C. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod.* 39(10), 729–755, 1953.
74. Sulewska M., Dolińska E., Śmigielńska-Kuzia J., Sobaniec W., Pietruska M., Pietruski J. Anomalie w obrębie części twarzowej czaszki u dzieci z zespołem Downa — część I. *Mag Stomatol.* 7–8, 50–54, 2017.

75. Sulewska M., Dolińska E., Śmigielka-Kuzia J., Sobaniec W., Pietruska M., Pietruski J. Anomalie w obrębie części twarzowej czaszki u dzieci z zespołem Downa — część II. *Mag Stomatol.* 10, 48–52, 2017.
76. Suri S., Tompson B.D., Cornfoot L. Cranial base, maxillary and mandibular morphology in Down syndrome. *Angle Orthodontist.* 5(80), 861–869, 2010.
77. Suri S., Tompson B.D., Atenafu E. Prevalence and patterns of permanent tooth agenesis in Down syndrome and their association with craniofacial morphology. *Angle Orthod.* 81(2), 260–269, 2011.
78. Tsuji M., Noguchi N., Shigematsu M., Yamashita Y., Ihara K., Shikimori M., Goto M. A new navigation system based on cephalograms and dental casts for oral and maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 35(9), 828–836, 2006.
79. Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 8: The cephalometer takes its place in the orthodontic armamentarium. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 129(4), 574–580, 2006.
80. Walasz J., Matthews-Kozanecka M. Zaburzenia czynnościowe kompleksu ustno-twarzowego w zespole Downa — przegląd piśmiennictwa. *Art Dent.* 4, 290–292, 2013.
81. Walasz J., Matthews-Brzozowska T. Rehabilitacja narządu żucia płytką stymulacyjną u dzieci z zespołem Downa. *TPS.* 9, 100–104, 2013.
82. Walasz J., Matthews-Brzozowska T., Matthews-Kozanecka M., Cudziło D. Types and positioning of palatal plate stimulation elements in children with Down syndrome. *J Med Sci Tech.* 3(1), 1–6, 2014.
83. Wyganowska-Świątkowska M., Matthews-Kozanecka M., Matthews-Brzozowska T., Skrzypczak-Jankun E., Jankun J. Can EGCG alleviate symptoms of Down syndrome by altering proteolytic activity? *Int J Mol Sci.* 19(1), 1–13, 2018.
84. Quintanilla J.S., Biedma B.M., Rodriguez M.Q., Jorge Mora M.T., Suarez Cunqueiro M.M., Pazos M.A. Cephalometrics in children with Down's syndrome. *Pediatr Radiol.* 32, 635–643, 2002.
85. Zere E., Chaudhari P.K., Sharan J., Dhingra K., Tiwari N. Developing Class III malocclusions: challenges and solutions. *Clin Cosmet Investig Dent.* 10, 99–116, 2018.
86. Ziętek M., Kaczmarek U., Grzebieluch W. Zespół Downa — manifestacja w jamie ustnej. *Przegląd piśmiennictwa. Stand Med.* 11, 907–911, 2014.
87. Żyła T., Kawala B., Dubowik M. The etiology and treatment of posteriori crossbite in children. *Health and Wellness.* 1, 373–381, 2015.

## 9. Streszczenie

Dzieci z zespołem Downa często stanowią materiał różnorodnych badań, z racji na częstotliwość występowania tego zespołu autorzy chętnie podejmują się oceny jego cech charakterystycznych. Analiza cefalometryczna oparta na teleroentgenogramach bocznych głowy pozwala na ocenę poszczególnych parametrów odzwierciedlających budowę szkieletu kostnego części twarzowej czaszki, który różni się w niektórych zespołach uwarunkowanych genetycznie.

Celem głównym rozprawy doktorskiej było porównanie budowy szkieletu kostnego części twarzowej czaszki dzieci z zespołem Downa względem dzieci bez tego zespołu. Cele szczegółowe stanowiła ocena klasy szkieletowej dzieci z zespołem Downa i weryfikacja zależności pomiędzy jej kształtowaniem a wiekiem, ocena wartości kątów SNA, SNB, ANB, NSBa, 1+:1-, 1+:NA, 1-:NB, GntgoAr u dzieci z zespołem Downa względem dzieci bez tego zespołu oraz przyjętej normy Segnera i Hasunda, a także ocena budowy przedniego dołu czaszki oraz szczęki względem dzieci bez zespołu Downa w oparciu o wartości ich długości.

Materiał badań stanowiło 30 teleroentgenogramów bocznych głowy dzieci z zespołem Downa w przedziale wiekowym od 7. do 15. roku życia oraz 30 teleroentgenogramów bocznych głowy dzieci bez zespołu Downa w analogicznym przedziale wiekowym. Metodyka pracy oparta była na wykonaniu komputerowej analizy cefalometrycznej w oparciu o dostępne teleroentgenogramy boczne głowy, łącznie wykonano 60 analiz. Uzyskane wyniki wprowadzono do programu Excel i poddano analizie statystycznej przy wykorzystaniu programu TIBCO Statistica 13.3. Za poziom istotności uznano klasyczny próg  $\alpha = 0,05$ . Ocenie poddano wybrane parametry kątowe i liniowe, porównano je pomiędzy grupą dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, a także odniesiono do ogólnie przyjętej normy opracowanej przez Segnera i Hasunda.

Wyniki wykazały, iż wśród dzieci z zespołem Downa, III klasa szkieletowa występuje u 53,3%, u dzieci bez tego zespołu nie odnotowano przypadku ze współwystępującą III klasą szkieletową. W grupie dzieci z zespołem Downa nie wykazano, iż manifestacja III



klasy szkieletowej zależna jest od wieku dziecka. Spośród badanych parametrów kątowych wykazano, iż kąt NSBa, 1+:NA oraz 1-:NB jest istotnie wyższy u dzieci z zespołem Downa względem dzieci bez tego zespołu, z kolei kąty SNA, ANB, 1+:1- istotnie niższe u dzieci z zespołem Downa względem dzieci bez tego zespołu. Dwa z badanych parametrów, tj. SNB oraz GntgoAr nie wykazywały istotnych różnic w wartościach u dzieci z zespołem Downa względem dzieci bez tego zespołu. Wykazano, iż względem przyjętej normy opracowanej przez Segnera i Hasunda, jedynie kąty NSBa oraz 1+:NA istotnie przekraczają górną granicę normy, a kąt 1+:1- jej dolną granicę. Średnie wartości pozostałych parametrów mieściły się w granicach przyjętej normy. Oceniane parametry liniowe okazały się być niższe u dzieci z zespołem Downa względem dzieci bez tego zespołu zarówno w zakresie długości przedniego dołu czaszki jak i długości szczęki.

Wnioski: Analiza wartości poszczególnych parametrów cefalometrycznych wykazała, iż wśród dzieci z zespołem Downa występują powtarzalne zmiany w budowie poszczególnych elementów części twarzowej czaszki. U dzieci z zespołem Downa częstość występowania III klasy szkieletowej jest wysoka, nie wykazuje jednak korelacji z ich wiekiem. Wielkości badanych parametrów kątowych wskazują na występowanie u dzieci z zespołem Downa rozwartej geometrii kąta podstawy czaszki, a także protruzji zębów siecznych. U dzieci z zespołem Downa w porównaniu do dzieci bez tego zespołu występuje niedorozwój poszczególnych struktur anatomicznych, mianowicie przedniego dołu czaszki oraz szczęki, co objawia się skróceniem ich wymiarów liniowych. Wyniki badań nad budową szkieletu części twarzowej czaszki u dzieci z zespołem Downa względem dzieci bez tego zespołu dla rasy kaukaskiej są porównywalne z wynikami dla innych odmian, opisywanymi w piśmiennictwie. Przeprowadzone badanie stanowiące temat tej rozprawy doktorskiej jest jednak badaniem dość innowacyjnym — w Polsce podobna tematyka jak dotąd nie była podejmowana, co wykazał chociażby przegląd piśmiennictwa wykazany w dyskusji, w którym brak opierających się na porównaniu wyników analiz cefalometrycznych badań przeprowadzonych przez polskich autorów, a szczególnie poszczególnych parametrów świadczących o budowie szkieletu części twarzowej czaszki pomiędzy dziećmi z zespołem Downa i bez tego zespołu. W piśmiennictwie zagranicznym ilość tych badań jest także dość ograniczona.

## 10. Summary

Children with Down syndrome are often the material of a variety of research, because of the frequency of this syndrome the authors are willing to undertake the assessment of its characteristics. The cephalometric analysis based on the side telereöntgenograms of the head allows the assessment of individual parameters reflecting the structure of the skeleton of the facial part of the skull, which differs in some genetically determined syndromes. The main goal of the doctoral dissertation was to compare the skeletal structure of the facial part of the skull of children with Down syndrome in relation to children without this syndrome. Specific objectives were the assessment of the skeletal class of children with Down syndrome and verification of the relationship between its formation and age, assessment of the angle values SNA, SNB, ANB, NSBa, 1+:1-, 1+:NA, 1-:NB, GntgoAr in children with Down syndrome in relation to children without this syndrome and to the adopted norms of Segner and Hasund, as well as the assessment of the anterior cranial base and maxilla structure in relation to children without Down syndrome based on their length values. The study material consisted of 30 side telereöntgenograms of children with Down syndrome between the ages of 7 and 15 and 30 side telereöntgenograms of children without Down's syndrome in the same age range. The methodology of study was based on the implementation of computer cephalometric analysis based on the available side telereöntgenograms of the head, a total of 60 analysis were performed. The obtained results were entered into Excel and subjected to statistical analysis using the TIBCO Statistica 13.3 program. The classical threshold  $\alpha = 0.05$  was considered the level of significance. The selected angular and linear parameters were evaluated, compared between the group of children with Down's syndrome and without that syndrome, and also referred to the generally accepted standard developed by Segner and Hasund.

The results showed that among children with Down syndrome, the III skeletal class occurs in 53.3%, in children without this syndrome there was no case with coexisting III skeletal class. In the group of children with Down syndrome, it has not been shown that the manifestation of the III skeletal class depends on the age of the child. Among

the angular parameters tested, it was shown that the angle NSBa, 1+:NA and 1-:NB are significantly higher in children with Down syndrome compared to children without this syndrome, in turn angles SNA, ANB, 1+:1- are significantly lower in children with Down syndrome compared to children without this syndrome. Two of the parameters studied, i.e. SNB and GntgoAr, did not show significant differences in values in children with Down syndrome in relation to children without this syndrome. It was shown that in relation to the adopted standard developed by Segner and Hasund, only the angles NSBa and 1+:NA significantly exceed the upper limit of the norm, and the angle 1+:1- its lower limit. The average values of the remaining parameters were within the limits of the adopted standard. The linear parameters assessed were found to be lower in children with Down syndrome compared to children without this syndrome, both in terms of the length of the anterior cranial base and the length of the maxilla.

Conclusions. Analysis of the values of particular cephalometric parameters showed that there are repeated changes in the structure of the individual elements of the facial part of the skull among children with Down's syndrome. In children with Down's syndrome, the prevalence of skeletal class III is high, but does not correlate with their age. The sizes of the angular parameters tested indicate the occurrence in children with Down syndrome of obtuse geometry of the cranial base angle, as well as the protrusion of the incisors. In children with Down's syndrome, compared to children without this syndrome, there is an underdevelopment of individual anatomical structures, namely the anterior cranial base and maxilla, which is manifested by the shortening of their linear dimensions. The results of research on the structure of the skull skeleton in children with Down syndrome in relation to children without this syndrome for the Caucasian race are comparable with the results for other varieties, described in the literature. However, the research that is the subject of this doctoral dissertation is quite innovative, in Poland a similar topic has not been taken so far, as demonstrated by the literature review in the discussion, in which there are no studies conducted by Polish authors based on a comparison of cephalometric and more detailed results individual parameters indicating the skeleton structure of the facial part of the skull between children with Down syndrome and without this syndrome. In foreign literature, the number of these studies is also quite limited.

# 11. Spis tabel i rycin

## 11.1. Tabele

1. Zakres norm opracowanych przez Segnera i Hasunda i przyjętych w programie Ortodoncja w oparciu o które oceniano prawidłowość wartości poszczególnych parametrów kątowych . . . . .	32
2. Analiza częstości występowania klasy szkieletowej w obu grupach . . . . .	38
3. Porównanie wieku pacjentów dzieci z zespołem Downa w różnych klasach szkieletowych . . . . .	39
4. Porównanie wieku pacjentów dzieci bez zespołu Downa w różnych klasach szkieletowych . . . . .	41
5. Zestawienie dolnej, średniej i górnej wartości parametrów kątowych dla przyjętej normy według Segnera i Hasunda oraz wyników uzyskanych dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu . . . . .	41
6. Porównanie wyników wielkości kąta SNA pomiędzy grupami: dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu . . . . .	42
7. Porównanie wyników wielkości kąta SNB pomiędzy grupami . . . . .	43
8. Porównanie wyników wielkości kąta ANB pomiędzy grupami . . . . .	44
9. Porównanie wyników wielkości kąta NSBa pomiędzy grupami . . . . .	45
10. Porównanie wyników wielkości kąta NSBa pomiędzy grupami z uwzględnieniem płci . . . . .	45
11. Porównanie wyników wielkości kąta 1+:1- pomiędzy grupami . . . . .	47
12. Porównanie wyników wielkości kąta 1+:NA pomiędzy grupami . . . . .	48
13. Porównanie wyników wielkości kąta 1:-NB pomiędzy grupami. . . . .	49
14. Porównanie wyników wielkości kąta GntgoAr pomiędzy grupami . . . . .	50
15. Zestawienie dolnej, średniej i górnej wartości parametrów liniowych dla grupy dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu . . . . .	51
16. Porównanie wyników wielkości parametru liniowego długości przedniego dołu czaszki pomiędzy grupami . . . . .	51
17. Porównanie wyników wielkości parametru liniowego długości szczęki pomiędzy grupami . . . . .	52

## 11.2. Ryciny

1. Charakterystyczny wygląd zewnętrzny z wysunięciem języka poza jamę ustną w zespole Downa [źródło: badania własne] . . . . . 13
2. Lewy profil z charakterystyczną prognacją żuchwy pacjentki z zespołem Downa. [źródło: badania własne . . . . . 13
3. Zwężenie łuku górnego u pacjentki z zespołem Downa z charakterystycznym wysoko wysklepionym podniebieniem [źródło: badania własne] . . . . . 14
4. Odwrotny nagryz poziomy wraz ze współwystępującym obustronnym zgryzem krzyżowym bocznym oraz mikrodoncją w zakresie zębów 12 oraz 22 u pacjenta z zespołem Downa [źródło: badania własne] . . . . . 14
5. Harmonii-boks z wprowadzonymi danymi przykładowego pacjenta w programie komputerowym Ortodoncja 6.8 [źródło: badania własne] . . . . . 25
6. Wybrane punkty i linie referencyjne [źródło: badania własne] . . . . . 33
7. Schemat punktów i linii tworzących kąt SNA [źródło: badania własne] . . . . . 34
8. Schemat punktów i linii tworzących kąt SNB [źródło: badania własne] . . . . . 34
9. Schemat punktów i linii tworzących kąt ANB [źródło: badania własne] . . . . . 35
10. Schemat punktów i linii tworzących kąt NSBa [źródło: badania własne] . . . . . 35
11. Schemat punktów i linii tworzących kąt 1+:1- [źródło: badania własne] . . . . . 36
12. Schemat punktów i linii tworzących kąt 1+:NA [źródło: badania własne]. . . . . 36
13. Schemat punktów i linii tworzących kąt 1-:NB [źródło: badania własne] . . . . . 37
14. Schemat punktów i linii tworzących kąt GntgoAr [źródło: badania własne]. . . . . 37
15. Rozkład częstości poszczególnych klas szkieletowych w obu grupach . . . . . 39
16. Wiek dzieci z zespołem Downa w różnych klasach szkieletowych . . . . . 40
17. Wiek dzieci bez zespołu Downa w różnych klasach szkieletowych . . . . . 40
18. Rozkład średnich wartości kąta SNA dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda . . . . . 42
19. Rozkład średnich wartości kąta SNB dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda . . . . . 43
20. Rozkład średnich wartości kąta ANB dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda . . . . . 44
21. Rozkład średnich wartości kąta NSBa dla chłopców i dziewcząt w grupie dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu . . . . . 46
22. Rozkład średnich wartości kąta NSBa dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda . . . . . 46
23. Rozkład średnich wartości kąta 1+:1- dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda . . . . . 47
24. Rozkład średnich wartości kąta 1+:NA dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda . . . . . 48

25. Rozkład średnich wartości kąta 1:-NB dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda . . . . .	49
26. Rozkład średnich wartości kąta GntgoAr dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu, wraz z granicami przyjętej normy Segnera i Hasunda . . . . .	50
27. Rozkład średnich wartości parametru liniowego długości przedniego dołu czaszki dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu . . . . .	52
28. Rozkład średnich wartości parametru liniowego długości szczęki dla dzieci z zespołem Downa i bez tego zespołu . . . . .	53