

AGNIESZKA MACHOROWSKA-PIENIĄŻEK, BARBARA LIŚNIEWSKA-MACHOROWSKA

Morfogeneza części twarzowej czaszki a dojrzałość kostna kręgów szyjnych

Morphogenesis of the Craniofacial and Skeletal Maturity of the Cervical Vertebrae

Zakład Ortodoncji Katedry Stomatologii Wzrostu i Rozwoju w Zabrzu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego
w Katowicach

Streszczenie

Wprowadzenie. Transformacje rozwojowe struktur części twarzowej czaszki najczęściej są oceniane w wieku metrykalnym. Znaczne osobnicze różnice we wzroście szczęki, żuchwy oraz duży zakres wieku metrykalnego, w którym w tych strukturach dokonuje się skok wzrostowy, skłaniają badaczy do szacowania wzrostu tego obszaru w stadiach dojrzałości biologicznej.

Cel pracy. Zbadanie poziomu, tempa i rozmachu rozwoju wybranych struktur części twarzowej czaszki u dziewcząt i chłopców w wieku dojrzałości kręgów szyjnych (CVM).

Materiał i metody. Materiałem do badań było 300 cefalogramów w projekcji bocznej oraz karty przebiegu leczenia pacjentów. Badanych podzielono na grupę badawczą, do której zaliczono pacjentów rosnących, oraz grupę kontrolną z zakończonym wzrostem. W grupie badawczej na cefalogramach, osobno dla dziewcząt i chłopców, obliczano wiek kostny (CVM), wykorzystując własną metodę metrycznej oceny kręgów szyjnych. W grupie badawczej i kontrolnej wykonano ponadto pomiary wybranych struktur części twarzowej czaszki. Mierzono: podstawę przedniego dołu czaszki (N-S), przednią (N-Me) i tylną całkowitą wysokość twarzy (S-Go), podstawę szczęki (ANS-PNS) oraz trzon żuchwy (Go-Me). Dla każdego pomiaru wyznaczano krzywe tempa i poziomu rozwoju. Grupa kontrolna posłużyła do wyznaczenia rozmachu rozwoju analizowanych struktur.

Wyniki. Stwierdzono, że poziom wzrostu badanych struktur części twarzowej czaszki od 14 roku CVM jest wyższy u chłopców, a skok wzrostowy ujawnia się u nich później niż u dziewcząt. Najmniejszy rozmach rozwoju, a więc największy wzrost resztkowy wykazywał trzon żuchwy u chłopców w 18 roku CVM.

Wnioski. Uzyskane wyniki pokazują, że: wymiary pionowe u chłopców stabilizują się później niż u dziewcząt, N-S u obu płci wykazuje niepełny rozmach rozwoju w 18 roku CVM, a u chłopców istnieje podwójny skok wzrostowy Go-Me (**Dent. Med. Probl. 2011, 48, 3, 325–334**).

Słowa kluczowe: cefalogram, wzrost czaszkowo-twarzowy, skok wzrostowy.

Abstract

Background. Developmental transformation of the facial skeleton is most frequently assessed according to the chronological age. Significant personal differences in the growth of the maxilla, the mandible and a huge variation of the right age range, during which a growth spurt occurs, are the reasons why researchers incline to assess growth of that area during the biological maturity period.

Objectives. The purpose of the paper is to assess level, rate and scope of development in the facial skeleton of girls and boys at the cervical vertebral maturity (CVM).

Material and Methods. The research material was 300 cephalograms in lateral projection and patient treatment records. Patients were divided into the research group, which comprised young people during growth, and the control group that included adults. In the research group, cephalograms were examined separately for girls and boys and their cervical vertebral maturity (CVM) was assessed with use of own metric method of cervical vertebrae assessment. Moreover, measurements of the craniofacial were conducted in both the research and control groups. The following indices were measured: base of the anterior cranial fossa (N-S), anterior (N-Me) and posterior face height (S-Go), base of the maxilla (ANS-PNS) and body of the mandible (Go-Me). Curves for the rate and the level of development were drawn for each measurement. The control group was used to assess percent development of the analysed structures.

Results. It was found that the growth level of examined structures of the facial skeleton before the CVM age of 14 is higher in case of boys and the growth spurt appears later than in case of girls. The lowest developmental breadth, i.e. the highest residual growth of the mandibular body was found in boys at the CVM age of 18.

Conclusions. Obtained results show that: vertical dimensions in case of boys stabilize later than in girls. N-S distance shows incomplete developmental breadth at the CVM age of 18 in both genders. In case of boys, there is a double developmental breadth of the Go-Me distance (*Dent. Med. Probl.* 2011, 48, 3, 325–334).

Key words: cephaloexam, craniofacial growth, pubertal spurt.

Transformacje rozwojowe szczęki, żuchwy i zgryzu są oceniane najczęściej w wieku metrykalnym [1–9]. Znaczne osobnicze różnice w poziomie, tempie i rozmachu rozwoju struktur części twarzowej czaszki, a szczególnie duży zakres wieku metrykalnego, w którym w tych strukturach dokonuje się skok wzrostowy [5, 8, 10, 11] skłaniają badaczy do szacowania wzrostu tego obszaru w stadiach dojrzałości biologicznej wyznaczonej wysokością ciała [6, 10, 12, 13], dojrzałości kości [3, 6, 8, 14–18], mineralizacją zębów [13, 19, 20] czy wiekiem dojrzałości płciowej [10]. Zastosowana w przedstawionej pracy implikacja pomiarów podstawy czaszki, szczęki i żuchwy na ustalony metodą własną wiek dojrzałości kręgów szyjnych (wiek CVM) z uwzględnieniem podziału na płeć jest oryginalną charakterystyką rozwoju struktur czaszki.

Celem pracy było zbadanie poziomu, tempa i rozmachu rozwoju struktur części twarzowej czaszki u dziewcząt i chłopców w odniesieniu do wieku dojrzałości kręgów szyjnych (wiek CVM).

Materiał i metody

Materiałem do badań było 300 cefalogramów w projekcji bocznej, modele diagnostyczne oraz karty przebiegu leczenia pacjentów pochodzące z archiwów dwóch ośrodków Zakładu Ortodoncji ŚAM oraz praktyki ortodontycznej autora. Pacjenci zakwalifikowani do badań spełniali następujące kryteria:

- byli w wieku od 8–18 lub 22–30 lat,
- nie byli leczeni ortodontycznie przed wykonaniem cefalogramu,
- charakteryzowali się dobrym ogólnym stanem zdrowia,
- nie wykazywali zaburzeń w rozwoju psychosomatycznym,
- mieli I klasę Angle’a przy maksymalnej interkuspidacji łuków zębowych.

Pacjentów podzielono na dwie grupy. Do grupy badawczej zaliczono 256 cefalogramów dzieci i młodocianych w wieku od 8–18 lat i wyróżniono pięć grup wieku metrykalnego (tab. 1). Grupę kontrolną tworzyły 44 cefalogramy osób dorosłych (tab. 1). Przyjęto, że badani grupy kontrolnej zakończyli wzrastanie i osiągnęli 100% dojrzałych wymiarów struktur części twarzowej czaszki.

U każdego pacjenta z grupy badawczej obliczono wiek kostny wykorzystując własną metodę oceny dojrzałości kręgów szyjnych opartą na wzorze [21]:

dla dziewcząt:

$$\text{wiek CVM } \text{♀} = 2,56 + (0,36 \times 3a) + (0,26 \times \text{SW}) + (0,09 \times 3D)$$

dla chłopców:

$$\text{wiek CVM } \text{♂} = 3,41 + (0,45 \times 4a) + (0,42 \times \text{SW}) + (0,08 \times 3D),$$

gdzie:

3a – przednia wysokość trzonu 3CV,

SW – suma wcięć dolnych brzegów 2CV, 3CV, 4CV,

3b – dolny brzeg trzonu 3CV,

3c – tylna wysokość trzonu 3CV,

3d – górny brzeg trzonu 3CV,

4a – przednia wysokość trzonu 4CV,

3D – wielkość 3CV (3a + 3b + 3c + 3d).

Osoby grupy badawczej po ustaleniu dojrzałości kręgów szyjnych kwalifikowano do jednej z 5 grup wieku CVM (10, 12, 14, 16, 18 lat CVM) w przedziałach analogicznych do wieku metrykalnego (tab. 1).

Pomiary struktur części twarzowej czaszki wykonywano w grupie badawczej i kontrolnej. Na cefalogramach w projekcji bocznej, z użyciem suwmiarki elektronicznej mierzono następujące odległości: podstawę przedniego dołu czaszki (N-S), przednią i tylną całkowitą wysokość twarzy (odpowiednio N-Me, S-Go), podstawę szczęki (ANS-PNS), trzon żuchwy (Go-Me) [22] (ryc. 1).

Rozwój wybranych struktur części twarzowej czaszki opisywano z uwzględnieniem indywidualnego wieku dojrzałości kręgów szyjnych (wiek CVM) i przedstawiono w postaci:

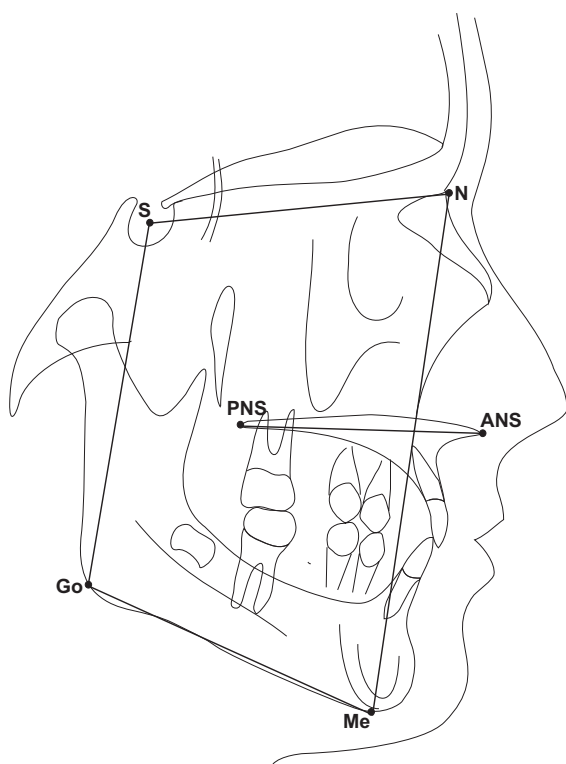
- krzywych poziomu rozwoju, które wykreślano na podstawie średnich wartości badanej cechy u osób w każdej z grup wieku CVM;

- krzywych tempa rozwoju w grupach wieku CVM, które określały przyrost danej cechy w jednostce czasu. Krzywe tempa rozwoju wyznaczono na podstawie wskaźników tempa rozwoju wg Wolańskiego [23] ze wzoru:

$$\text{WTR} = \frac{2 (X_{\text{CVM}} - X_{\text{CVM}-1}) \times 100}{t \times (X_{\text{CVM}} + X_{\text{CVM}-1})},$$

Tabela 1. Charakterystyka badanych**Table 1.** Characteristic of the study group

Grupa badawcza (Research group)	Wiek metrykalny (WM) (Chronological age – WM)		Dziewczęta (Girls)		Chłopcy (Boys)		Ogółem liczba (Total number) n
	przedziały wieku w latach i miesiącach (range of the ages in the years and months)	grupy wieku w latach (groups of the ages in years)	liczba (n) (number) n	średni wiek w latach i miesiącach (average age in the years and months)	liczba (number) n	średni wiek w latach i miesiącach (average age in the years and months)	
	8–9,11	10	24	8,5	18	9,1	42
	10–11,11	12	33	11,1	29	11,0	62
	12–13,11	14	27	12,9	23	12,9	50
	14–15,11	16	26	14,8	24	15,0	50
	16–17,11	18	26	16,9	26	16,9	52
	Ogółem (Total)		136		120		256
Grupa kontrolna (Control group)	22–30 lat (years)		24	26,3	20	24,9	44
Ogółem (Total)			160		140		300



Ryc. 1. Pomiary części twarzowej czaszki: N-S podstawa przedniego dołu czaszki, N-Me przednia całkowita wysokość twarzy, S-Go tylna całkowita wysokość twarzy, ANS-PNS podstawa szczęki, Go-Me trzon żuchwy

Fig. 1. The craniofacial measurement: N-S base of the anterior cranial fossa, N-Me anterior total face height, S-Go posterior total face height, ANS-PNS base of the maxilla, Go-Me body of the mandible

gdzie:

X_{CVM} – wielkość badanego parametru w grupie wieku CVM;

X_{CVM-1} – wielkość badanego parametru w wieku poprzedzającym wiek CVM;

t – różnica wieku CVM między dwiema kolejnymi grupami.

Przyjęto, że grupa wieku CVM, w której występuje maksymalne przyspieszenie (tempo) rozwoju analizowanej cechy, jest okresem skoku wzrostowego tej cechy.

• Krzywych rozmachu rozwoju w grupach wieku CVM, które określają procent osiągniętego rozwoju danej cechy w grupie wieku CVM względem nie rosnącej grupy kontrolnej dla której przyjęto pełen, tj. stuprocentowy rozwój badanego parametru.

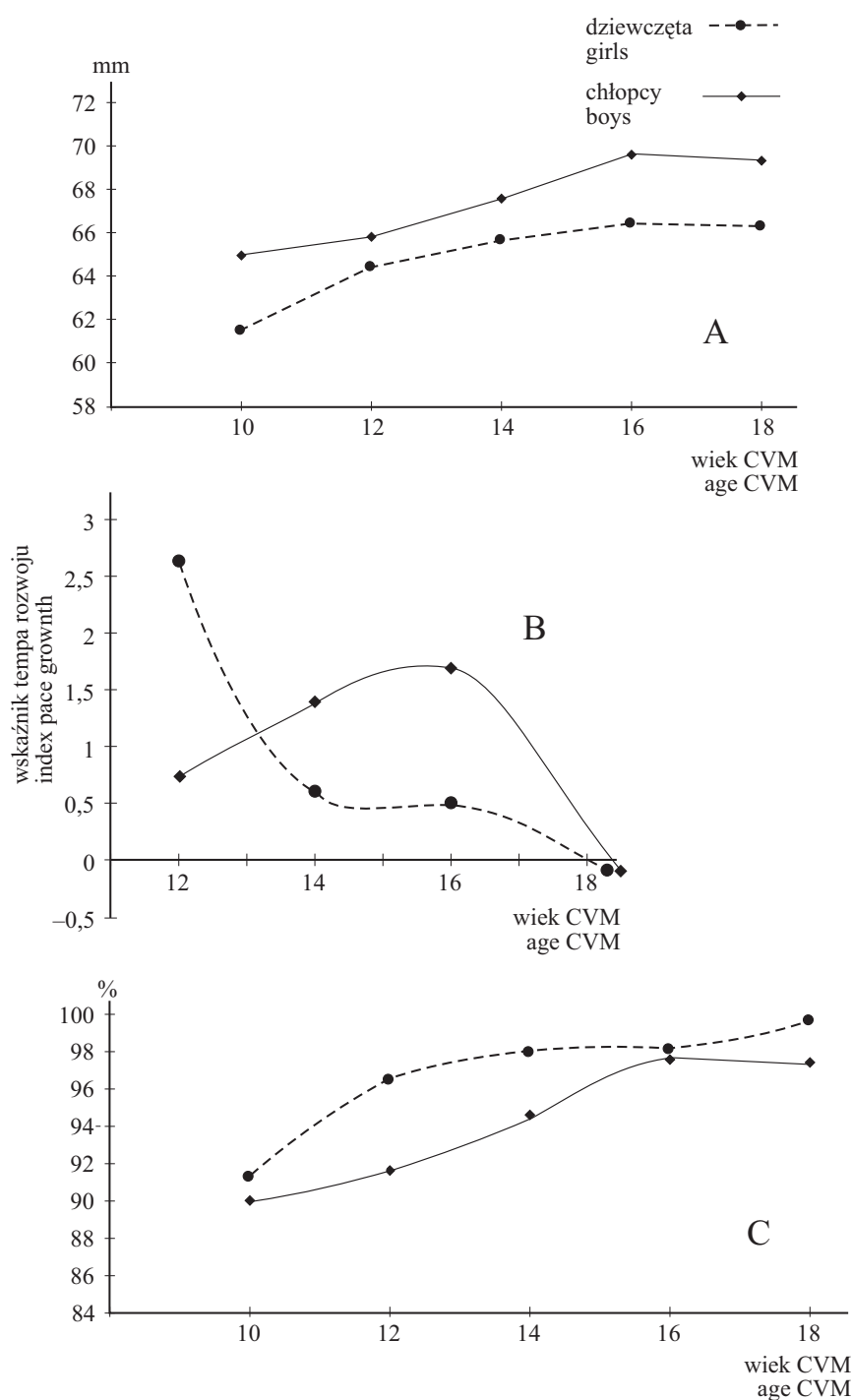
Krzywe rozmachu rozwoju wyznaczano na podstawie wskaźników rozmachu ze wzoru [23]:

$$WR = \frac{X_{CVM} \times 100}{X_k},$$

gdzie:

X_{CVM} – wielkość badanej cechy w grupie wieku CVM;

X_k – wielkość badanej cechy w nierosnącej grupie kontrolnej.



Ryc. 2. Transformacje rozwojowe podstawy czaszki (N-S) w wieku CVM: A – poziom rozwoju, B – tempo rozwoju, C – rozmach rozwoju

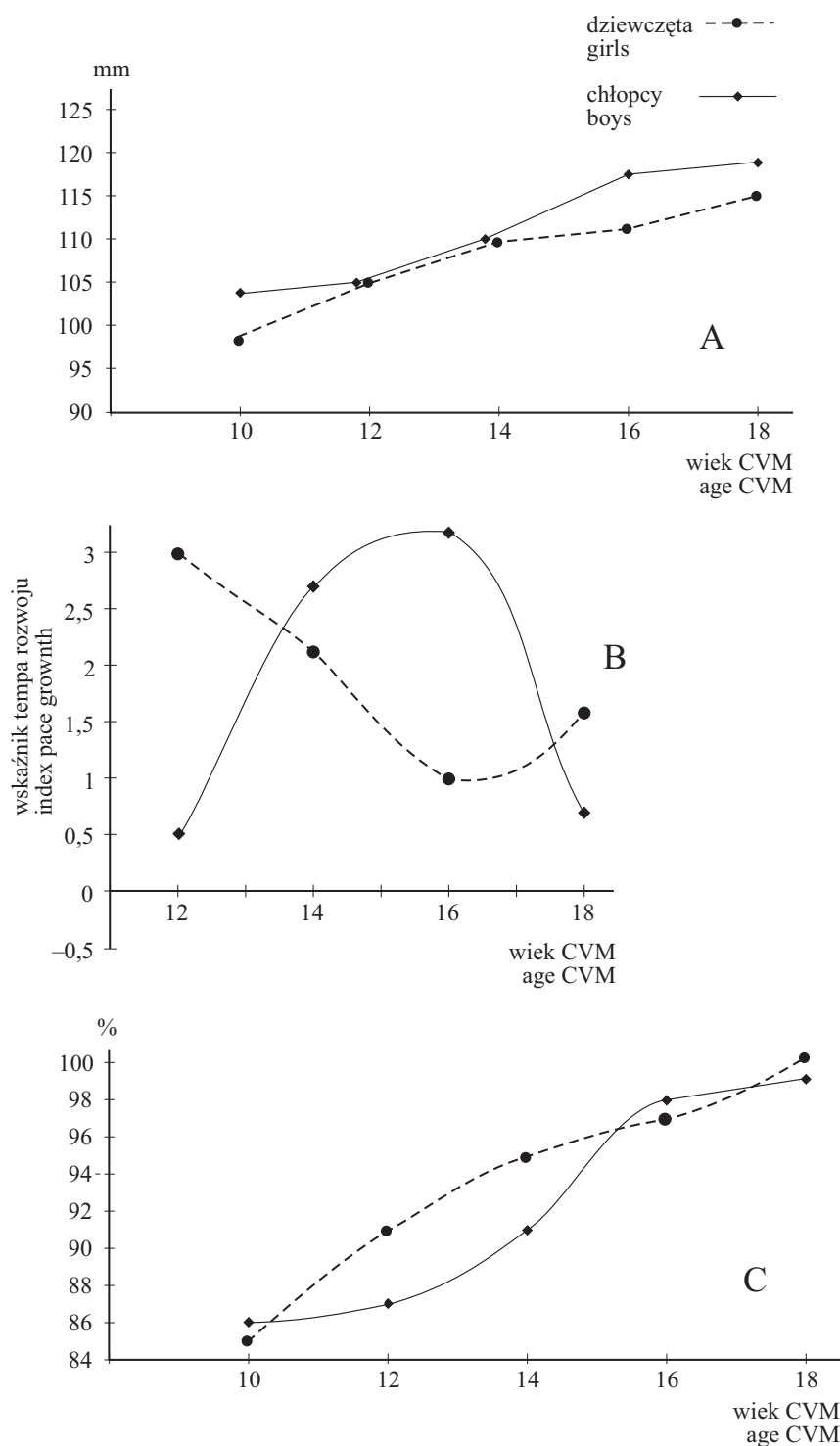
Fig. 2. Developmental transformations of the cranial base (N-S) in the CVM age: A – level development, B – pace development, C – percent development

Wyniki

Podstawa przedniego dołu czaszki N-S (ryc. 2) systematycznie wzrastała u dziewcząt i chłopców do 16 roku CVM, po czym nieznacznie zmniejszyła się. Istotny statystycznie wzrost N-S stwierdzono między 10 a 12 rokiem CVM u dziewcząt. Największe tempo rozwoju N-S wykazano u dziewcząt w 12, a u chłopców między 14 a 16 rokiem CVM. Rozmach rozwoju N-S w 10 roku CVM wynosił u dziewcząt 91,5%, a u chłopców 90,1%, i w 18 roku CVM nie osiągał ostatecznej wartości.

Przednia całkowita wysokość twarzy N-Me (ryc. 3) wzrastała u obu płci, uzyskując największe tempo rozwoju u dziewcząt w 12, a u chłopców między 14 a 16 rokiem CVM. W 18 roku CVM wymiar ten uzyskiwał 100% rozmachu rozwoju u dziewcząt oraz 98,7% u chłopców.

Tyłna całkowita wysokość twarzy S-Go (ryc. 4) zwiększała się systematycznie przez cały okres obserwacji u obu płci przyjmując największe tempo rozwoju u chłopców w 14 roku CVM. Wymiar S-Go u dziewcząt w 18 roku CVM uzyskiwał 100%, a u chłopców w tym samym wieku 97% rozmachu rozwoju.



Ryc. 3. Transformacje rozwojowe przedniej wysokości twarzy (N-Me) w wieku CVM: A – poziom rozwoju, B – tempo rozwoju, C – rozmach rozwoju

Fig. 3. Developmental transformations of the anterior facial height (N-Me) in the CVM age: A – level development, B – pace development, C – percent development

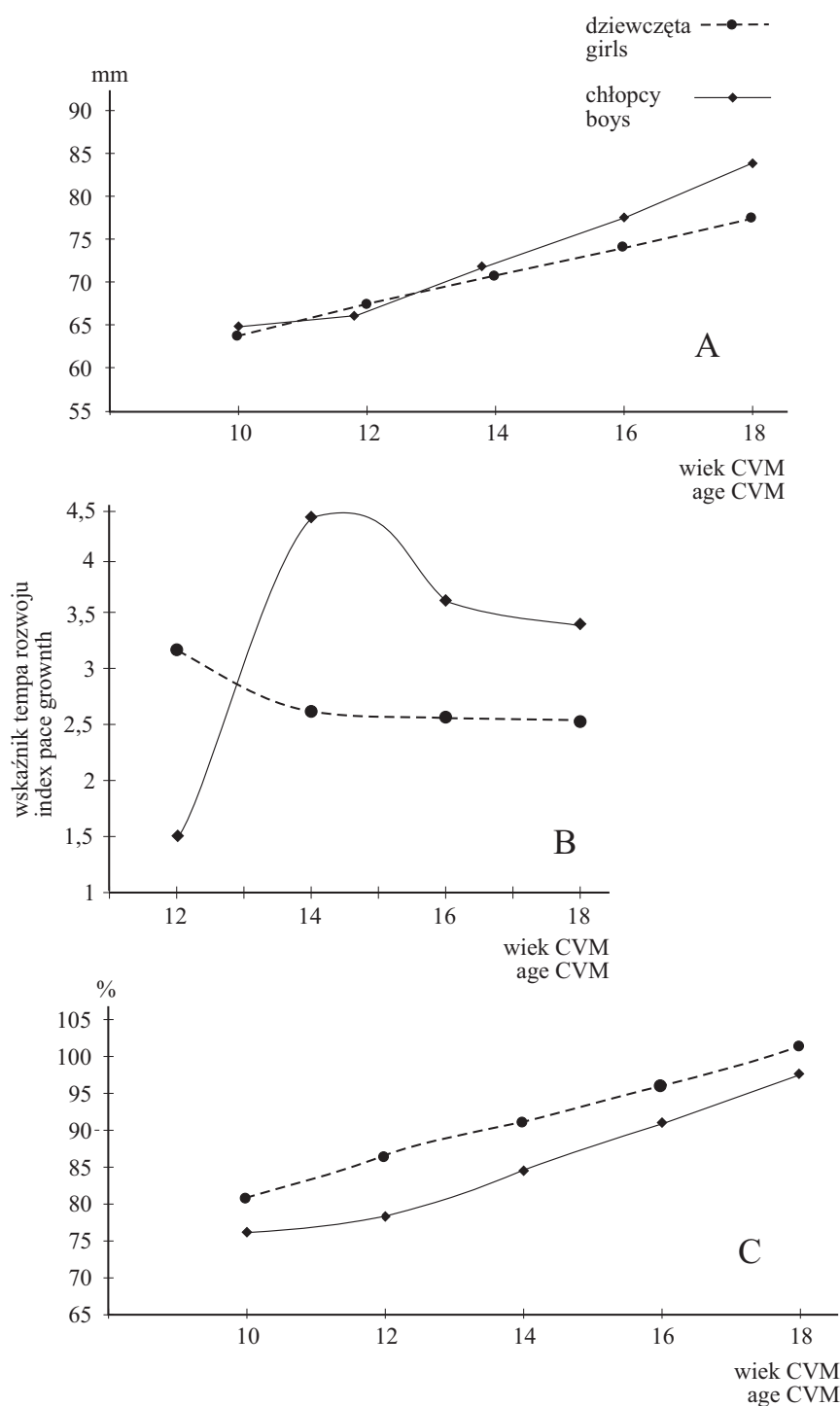
Pomiar podstawy szczęki ANS-PNS (ryc. 5) wzrastał u obu płci do 16 roku CVM. Największe tempo rozwoju pomiar ANS-PNS osiągał między 12 a 14 rokiem CVM u obu płci. W 10 roku CVM rozmach rozwoju pomiaru ANS-PNS wynosił 93,16% u dziewcząt oraz 86,63% u chłopców i uzyskiwał największą wartość wynoszącą 103% u dziewcząt w 16 roku CVM.

Pomiar trzonu żuchwy Go-Me (ryc. 6) wzrastał systematycznie do 18 roku CVM i największe tempo rozwoju wykazywał u dziewcząt między 10 a 12 rokiem CVM. Pokwitaniowy skok wzrostowy

w obrębie pomiaru Go-Me u chłopców wystąpił dwukrotnie, większy między 12 a 14 rokiem CVM, a mniej intensywny po 16 roku CVM. Rozmach rozwoju pomiaru Go-Me w 18 roku CVM wynosił u dziewcząt 99%, a u chłopców 94,02%.

Omówienie

W badaniach własnych krzywe poziomu rozwoju podstawy czaszki (N-S) we wszystkich sta-

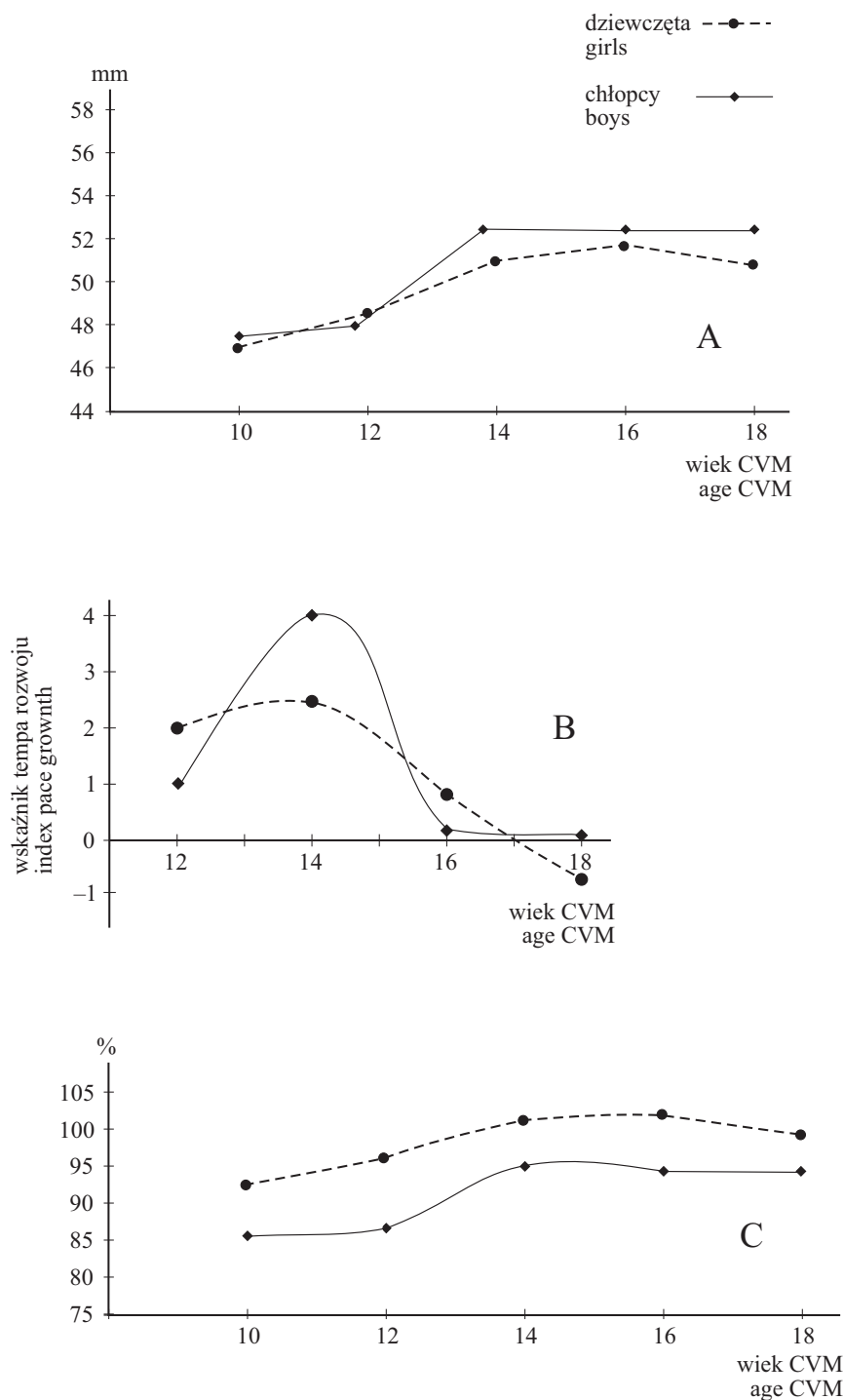


Ryc. 4. Transformacje rozwojowe tylnej wysokości twarzy (S-Go) w wieku CVM: A – poziom rozwoju, B – tempo rozwoju, C – rozmach rozwoju

Fig. 4. Developmental transformations of the posterior facial height (S-Go) in the CVM age: A – level development, B – pace development, C – percent development

diach CVM osiągały wyższy poziom u chłopców w porównaniu z dziewczętami. Badania Bathii et al. [22], Szlachetko [3] oraz Lewisa et al. [10] wykazały podobny dymorfizm płciowy tej cechy. Tempo wzrostu podstawy czaszki (N-S) było największe u dziewcząt w 12 roku CVM, a u chłopców skok wzrostowy wystąpił dopiero w 16 roku CVM. Późne pojawienie się maksymalnego tempa rozwoju podstawy czaszki (N-S) może wynikać z przemieszczenia punktu N w związku z intensywnym powiększaniem zatok czołowych i łuków brwiowych u dorastających chłopców [24]. Waż-

nym wynikiem badań własnych jest niepełny rozmach rozwoju podstawy czaszki (N-S), który w 18 roku CVM u dziewcząt wynosi 98%, a u chłopców zaledwie 96,07%. Podobnie Bishara i wsp. [4] obserwowali wzrost resztkowy podstawy czaszki między 15 a 25 rokiem życia u dziewcząt i chłopców. Obserwacja ta ma istotne znaczenie dla ortodontów, ponieważ podstawa czaszki jest istotną płaszczyzną referencyjną analiz cefalometrycznych [22, 25], a nie jest stabilna [26, 27]. Szczególnie u chłopców może zmieniać wyniki analiz nawet po osiągnięciu przez nich dojrzałości biologicznej.



Ryc. 5. Transformacje rozwojowe szczęki (ANS-PNS) w wieku CVM:

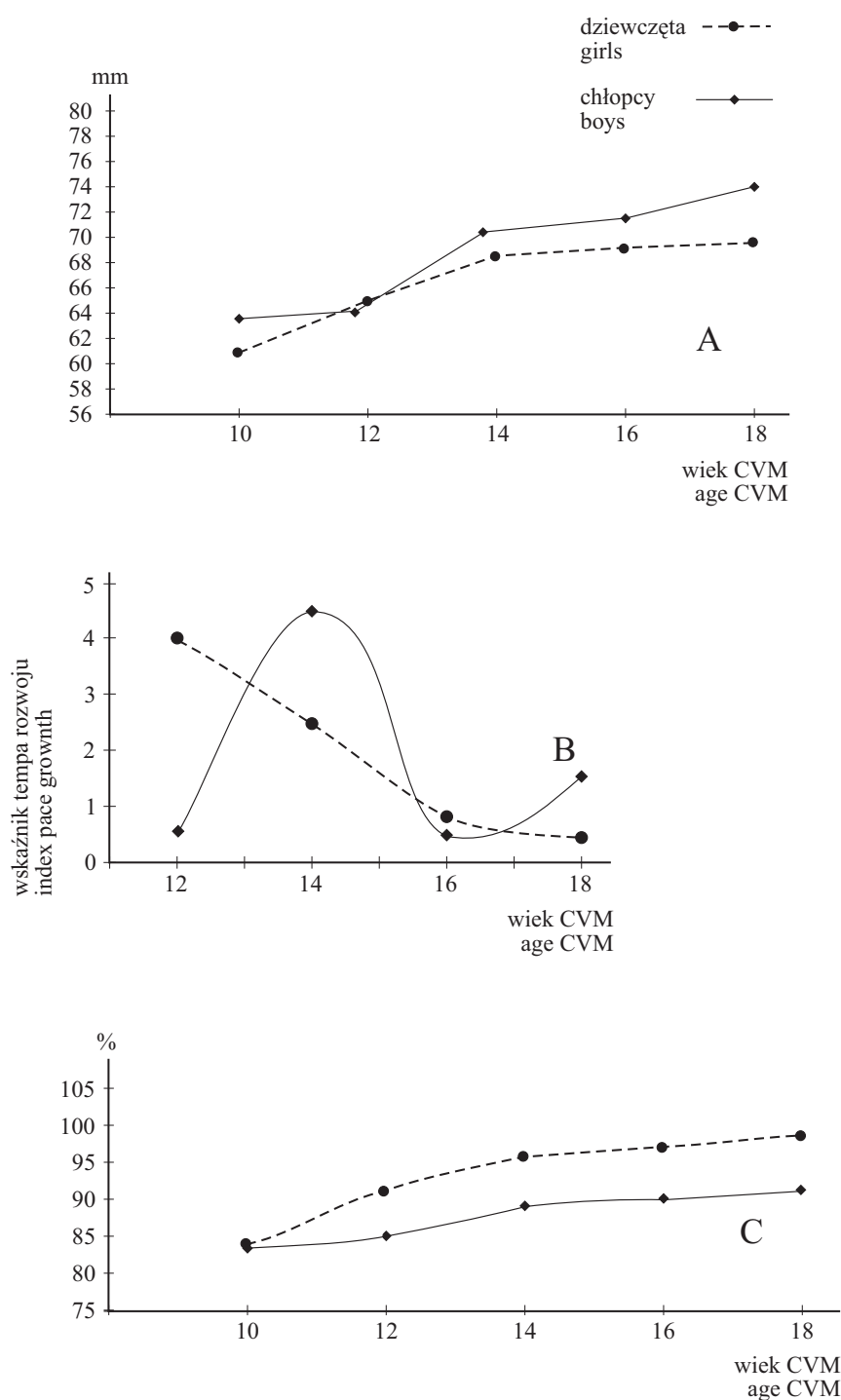
A – poziom rozwoju,
B – tempo rozwoju,
C – rozmach rozwoju

Fig. 5. Developmental transformations of the maxilla (ANS-PNS) in the CVM age:
A – level development,
B – pace development,
C – percent development

Badania własne wykazały późny, bo ujawniający się w 16 roku CVM skok wzrostowy u chłopców, który dotyczył przedniej całkowitej wysokości twarzy (N-Me). Obserwacje własne są zbliżone do badań Szlachetko [3], z których wynika, że u chłopców istotne przyspieszenie tempa wzrastania przedniej wysokości twarzy pojawia się dopiero między 14 a 20 rokiem życia. Bishara et al. [4] natomiast podają, że u płci męskiej tempo wzrostu przedniej wysokości twarzy wiąże się z typem jej budowy. U chłopców z krótką twarzą skok wzrostowy występuje wcześniej, tj. między 5 a 10 ro-

kiem życia, a przy twarzy pośredniej lub długiej w wieku od 10 do 15 lat.

Wykazano, że u dziewcząt tylna całkowita wysokość twarzy (S-Go) wykazywała największe tempo wzrostu w 12 roku CVM, a więc w tym samym wieku dojrzałości kręgów szyjnych co maksimum wzrostu całkowitej przedniej wysokości twarzy (N-Me). U chłopców natomiast skok wzrostowy tylnej wysokości (S-Go) pojawił się w 14 roku CVM, a więc wyprzedzał istotnie przyspieszenie rozwoju wysokości przedniej (N-Me). Dorastanie przedniej wysokości twarzy (N-Me) do tylnej



Ryc. 6. Transformacje rozwojowe żuchwy (Go-Me) w wieku CVM:

A – poziom rozwoju,

B – tempo rozwoju,

C – rozmach rozwoju

Fig. 6. Developmental transformations of the mandibula (Go-Me) in the CVM age:

A – level development,

B – pace development,

C – percent development

(S-Go) jest istotną, choć rzadko opisywaną w piśmiennictwie cechą wzrostu twarzy u chłopców [9, 22]. Taki model rozwoju sugeruje, że pionowe zależności w strukturach części twarzowej czaszki stabilizują się później u chłopców niż u dziewcząt, co należy uwzględnić zarówno podczas aktywnej terapii ortodontycznej, jak i retencji.

Pomiar podstawy szczęki (ANS-PNS) uzyskuje pełen rozmach rozwoju tylko u dziewcząt i to już w 16 roku CVM. U chłopców po 18 roku CVM pomiar długości szczęki (ANS-PNS) zwiększa się jeszcze o około 3%. Nanda et al. [28] analizując sagi-

talne zmiany rozwojowe szczęki, stwierdził większe u chłopców w porównaniu z dziewczętami przyrosty oraz wzrost resztkowy tego obszaru między 18 a 24 rokiem życia. Wynik ten nie powinien implikować odroczonej terapii ortodontycznej doprzednich wad zgryzu u chłopców, ponieważ wzrost resztkowy szczęki jest niewielki, a ponadto skutki ortodontyczne przekształceń rozwojowych szczęki muszą być oceniane w relacji do zmian w żuchwie.

Tempo rozwoju pomiaru trzonu żuchwy (Go-Me) u chłopców po szczycie wzrostowym zdecydowanie zmniejszało się, po czym między 16 a 18

rokiem CVM ponownie łagodnie przyspieszyło, co zgodnie z poglądami wielu badaczy [27, 29–33] należy uwzględnić w planowaniu retencji. Dziewczeta w 18 roku CVM uzyskiwały niemal pełny rozmach rozwoju długości trzonu żuchwy (Go-Me). Chłopcy natomiast w 18 roku CVM osiąkali 94% rozmachu rozwoju, należy więc oczekiwać wzrostu resztkowego żuchwy wynoszącego u nich 6%.

Badania własne, podobnie jak wyniki innych autorów [34, 35], ujawniły, że u obu płci poziom,

tempo rozwoju i wzrost resztkowy żuchwy jest większy w porównaniu ze szczęką i wykazały, że te zmiany rozwojowe występują z większą ekspresją u chłopców niż u dziewcząt. Uzyskane wyniki inspirowały do dalszych szczegółowych badań, wskazują bowiem, że ujawniony w tej pracy model wzrostu struktur części twarzowej czaszki może przyczyniać się do występowania, zwłaszcza u chłopców, późnych stłoczeń oraz nawrotu stłoczeń dolnych siekaczy.

Piśmiennictwo

- [1] FISHMAN L.S.: Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1979, 49, 181–189.
- [2] KOLLIAS I., KROGSTAD O.: Adult craniocervical and pharyngeal changes—a longitudinal cephalometric study between 22 and 42 years of age. Part I: Morphological craniocervical and hyoid bone changes. *Eur. J. Orthod.* 1991, 21, 333–344.
- [3] SZLACHETKO K.: Przekrój twarzoczaszki u dzieci między 10 a 13 rokiem życia. Praca habilitacyjna. Akademia Medyczna w Warszawie, Warszawa 1970.
- [4] BISHARA S.E., JAKOBSEN J.R.: Longitudinal changes in three normal facial types. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1985, 12, 466–502.
- [5] BISHARA S.E.: Textbook of orthodontics. W.B. Saunders Company, 2001, 32–35.
- [6] BISHARA S.E., JAMISON J.E., PETERSON L.C., DEKOCK W.H.: Longitudinal changes in standing height and mandibular parameters between the ages of 8 and 17 years. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1981, 8, 115–135.
- [7] SCHEIDEMAN G.B., BELL W.H., LEGAN H.L., FINN R.A., REISCH J.S.: Cephalometric analysis of dentofacial-normals. *Am. J. Orthod.* 1980, 10, 404–420.
- [8] NANDA S.K.: Patterns of vertical growth in the face. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1988, 2, 103–116.
- [9] SAKSENA S.S., WALKER G.F., BIXLER D., YU P.A.: Clinical atlas of roentgenocephalometry in norma lateralis. New York 1987, 34–107.
- [10] LEWIS A., ROCHE A. F., WAGNER B.: Pubertal spurts in cranial base and mandible. *Angle Orthod.* 1985, 55, 17–30.
- [11] SILVEIRA A., FISHMAN L. S., SUBTELNY J.D., KASSEBAUM D.K.: Facial growth during adolescence in early, average and late maturers. *Angle Orthod.* 1992, 62, 185–190.
- [12] BJÖRK A., HELM S.: Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod.* 1967, 37, 134–143.
- [13] HUGGARE J.: The first cervical vertebra as an indicator of mandibular growth. *Eur. J. Orthod.* 1989, 11, 10–16.
- [14] HUNTER W.S., POPOVICH F., BAUMRID S., JORGENSEN G.: Skeletal age and peak mandibular growth velocity at puberty. In: *Treatment Timing: Orthodontics in Four Dimensions*. Eds.: McNamara J., Kelly K., Ann Arbor, Michigan 2001, 185–198.
- [15] O'REILLY M., YANNIELLO G.J.: Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae. *Angle Orthod.* 1988, 58, 179–184.
- [16] MITO T., SATO K., MITANI H.: Predicting mandibular growth potential with cervical vertebral bone age. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2003, 124, 173–177.
- [17] SATO K., MITO T., MITANI H.: An accurate method of predicting mandibular growth potential based on bone maturity. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2001, 120, 286–290.
- [18] HUNTER W.S., BAUMRID S., POPOVICH F., JORGENSEN G.: Forecasting the timing of peak mandibular growth in males by using skeletal age. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2007, 131, 327–333.
- [19] VAN ERUM R., MULIER M., CARELS C., DE ZEGHER F.: Short stature of prenatal origin: craniofacial growth and dental maturation. *Eur. J. Orthod.* 1998, 20, 417–425.
- [20] COUTINHO S., BUSCHANG P.H., MIRANDA F.: Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1993, 102, 321–329.
- [21] MACHOROWSKA-PIENIAŻEK A.: Dojrzałość kostna kręgów szyjnych a morfogeneza części twarzowej czaszki. Praca doktorska, Śląski Uniwersytet Medyczny 2007.
- [22] BHATIA S.N., LEIGHTON B.C.: A manual of facial growth. Oxford University Press 1993, 3–5, 10–15.
- [23] WOLAŃSKI N.: Rozwój biologiczny człowieka. PWN, Warszawa 1983, 29–54.
- [24] LIŚNIEWSKA-MACHOROWSKA B., FILIPCZYK P., MAREK B., BORGIEL-MAREK H., KAJDANIUK D., KOS-KUDŁA B., MACHOROWSKA-PIENIAŻEK A.: The assessment of the neurocranium in patients with acromegaly on the basis of the chosen cephalometric parameters. *Progr. Med. Res.* 2005, 3, 11–14.
- [25] VITEPORN S., ATHANASIOU A.E.: Anatomy, radiographic anatomy and cephalometric landmarks of craniofacial skeleton, soft tissue profile, dentition, pharynx and cervical vertebrae. chapter 2. In: *Orthodontic Cephalometry*. Eds.: Athanasiou A.E., Mosby-Wolfe 1995, 21–61.
- [26] ARAT M., KÖKLÜ A., ÖZDİLER E., RÜBENDÜZ M., ERDOĞAN B.: Craniofacial growth and skeletal maturation: a mixed longitudinal study. *Eur. J. Orthod.* 2001, 23, 355–361.

- [27] BJÖRK A., SKIELLER V.: Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Ortodonti. Institut for Ortodonti Kobenhavns Tandlegehøjskole* 1991, 40–46.
- [28] NANDA R.S.: The contributions of craniofacial growth to clinical orthodontics. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2000, 117, 553–555.
- [29] PROFFIT W.R.: Treatment timing: effectiveness and efficiency. *treatment timing: Orthodontics in four dimensions*, Eds.: McNamara Jr. J.A., Kelly K.A., Michigan 2002, 13–49.
- [30] BJÖRK A., SKIELLER V.: Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty. *Am. J. Orthod.* 1972, 62, 339–383.
- [31] BJÖRK A., SKIELLER V.: Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur. J. Orthod.* 1983, 5, 1–46.
- [32] BUSCHANG P.H., GANDINI JR L.G.: Mandibular skeletal growth and modelling between 10 and 15 years of age. *Eur. J. Orthod.* 2002, 24, 69–79.
- [33] BISHARA S., JAMISON J.E., PETERSON L.C., DEKOCK W.H.: Longitudinal changes in standing height and mandibular parameters between the ages of 8 and 17 years. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1981, 8, 115–135.
- [34] BJÖRK A., SKIELLER V.: Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method. *Brit. J. Orthod.* 1991, 4, 53–64.
- [35] ENLOW D.H., HANS M.G.: *Essentials of facial growth*. W.B. Saunders Company, Philadelphia 1996, 57–78.

Adres do korespondencji:

Agnieszka Machorowska-Pieniążek
pl. Traugutta 2
41-800 Zabrze
tel./fax: 32 271 38 19
e-mail: agamach@onet.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 21.06.2011 r.

Po recenzji: 6.07.2011 r.

Zaakceptowano do druku: 3.08.2011 r.

Received: 21.06.2011

Revised: 6.07.2011

Accepted: 3.08.2011