

Sławomir KOZIEŁ*, Anna SINIARSKA**

Specyfika rozwoju osobniczego *Homo sapiens* na tle ssaków łożyskowych i Naczelnych

Spośród wszystkich ssaków człowiek wyróżnia się specyficznym charakterem rozwoju osobniczego, który to proces został utrwalony w trakcie ewolucji jego gatunku.

Podobnie jak w ewolucji całego świata ożywionego, w filogenezie człowieka decydującą rolę w przeżyciu odgrywało zrównoważone zużycie energii celem skutecznej obrony swego istnienia oraz osiągnięcia jak największych sukcesów reprodukcyjnych. Dobór naturalny miał więc na celu oszczędność energetyczną wobec dostępnej w danej niszy żywności, co było związane z kosztem jej pozyskania, przyswojenia i wykorzystania. Tak więc dostępność pożywienia oraz jego jakość miały znaczący wpływ na powstanie w toku ewolucji unikalnego wśród ssaków przebiegu ontogenezy.

Biorąc pod uwagę wyniki badań ekologicznych, fizjologicznych i etologicznych, uwzględniając także znaleziska paleontologiczne i archeologiczne oraz dokując przeglądu kopalnych form człowiekowatych i żyjących człekokształtnych, można opisać domniemany mechanizm, który doprowadził do specyficznego dla współczesnego człowieka przebiegu rozwoju osobniczego.

1. Strategie przeżycia

W przyrodzie zaobserwować można pewne strategie przeżycia osobników czy gatunku, które są realizowane różnymi sposobami (Pianka, 1983). W środowisku niestabilnym rodzi się bardzo wiele organizmów, ale większość z nich, wobec trudności utrzymania równowagi z ciągle zmieniającym się środowiskiem, ginie przed osiągnięciem zdolności do rozrodu. Dobór naturalny sprawia, że przeżywają i wydają potomstwo nieliczne osobniki. Sposób przeżywania poprzez masowy rozród i selekcję zachodzącą na poziomie populacji nazywany jest *strategią r* (reproduk-

* Zakład Antropologii PAN, Wrocław.

** Katedra Biologii Człowieka, Sekcja Ekologii Człowieka, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Warszawa.

cji masowej). Tak bywa wśród bezkręgowców. Strategia r (rozrodu) polega na maksymalnym rozmnażaniu się (jak najwięcej potomstwa), raz w życiu danego organizmu, przy niskich nakładach energetycznych na osobnika.

W środowisku stabilnym rodzi się natomiast ograniczona liczba osobników, natomiast rozród ma miejsce kilkakrotnie w czasie życia jednego osobnika. Osobnicy ci wolniej wzrastają, są więksi i bardziej niezależni od niewielkich wahań warunków środowiskowych. W tej sytuacji inwestycja energetyczna w potomstwo okazuje się korzystna, wobec mniejszego ryzyka jego utraty. Ten sposób przeżywania poprzez dopasowanie organizmu do warunków i pojemności środowiska zachodzi na poziomie organizmu i nazywa się go *strategią K* (kapitałowej inwestycji). Strategia ta jest typowa dla dużych organizmów (kręgowców, a szczególnie wysoko wyspecjalizowanych gatunków). Polega ona na płodzeniu stosunkowo małej ilości osobników ale wysokiej inwestycji rodzicielskiej w spłodzone potomstwo. Wobec tego koszty „reprodukcji” osobnika są wysokie. Zwykle potomek osiąga duże rozmiary, długo rośnie, późno dojrzewa i większość osobników dożywa do wieku maksymalnego dla danego gatunku (Tabela 1; Pianka, 1983; Piontek 1995a,b, 1999; Wolański, 2005a).

Cechy istotne dla strategii rozrodu i przeżycia	Strategia r – w środowiskach niestabilnych	Strategia K – w środowiskach stabilnych
Zagęszczenie populacji	niezależne	zależne od pojemności środowiska
Interakcje populacja-środowisko	brak	zachodzą między nimi interakcje
Wymiary organizmu		duże
Nakład energii dla produkcji 1 osobnika	małe niski	wysoki
Potomstwo		jedynie kilku potomków
Dojrzewanie	liczne	późne
Reprodukcja	wczesne	kilkakrotnie
Trwanie życia	jednokrotna krótkie, większość ginie przed połową potencjalnego trwania życia	długie, większość dożywa do starości

Tabela 1. Strategie rozrodu i przeżycia (wg Wolańskiego, 2005a).

Pewne aspekty opóźnienia dojrzewania, co stanowi charakterystyczny element strategii K, można też wyjaśnić w oparciu o hipotezę „unikania ryzyka” (*risk aversion*) opisaną przez Jansona i van Schaika (Leigh, 1995). Model ten zakłada, że zwolnione tempo rozwoju, a tym samym wzrastania u Naczelných w określonym okresie rozwoju (względem innych ssaków) jest strategią unikania śmierci przez drapieżnictwo. Zgod-

nie z modelem, naziemne Naczelne, pod silną presją drapieżników formują taką przestrzenną strukturę grupy, wewnątrz której przebywają młode, chronione przez otaczające je dorosłe osobniki. Równocześnie jednak są one narażone na silną konkurencję przy podziale pożywienia ze strony osobników dorosłych. Spowolnienie szybkości wzrastania zmniejsza ich koszty metaboliczne na jednostkę czasu, a tym samym minimalizuje ryzyko śmierci (głównie z powodu niedożywienia). Mechanizm ten przypuszczalnie został utrwalony przez selekcję u tych grup naziemnych Naczelných, które były szczególnie narażone na ataki drapieżników.

2. Powstanie okresu dzieciństwa oraz opóźnienie dojrzewania płciowego

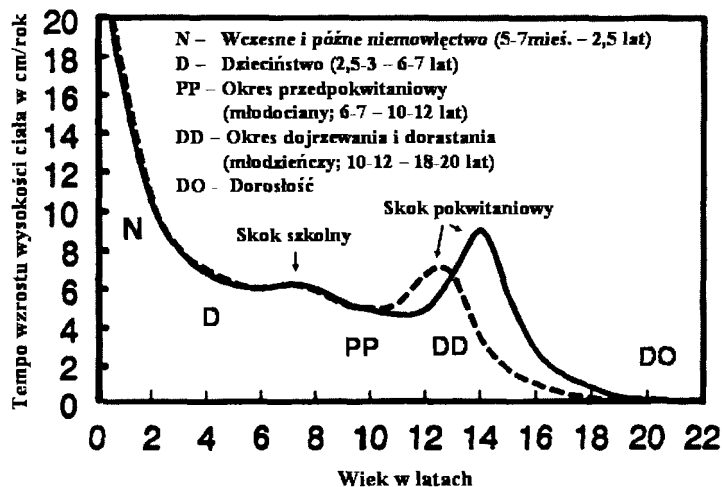
Dwoma specyficznymi etapami rozwojowymi człowieka są: dzieciństwo i okres dojrzewania. Pojawienie się okresu dzieciństwa w naszym rozwoju ontogenetycznym można przypisać obciążeniom energetycznym związanym z rozwojem i wzrastaniem mózgowia. Spowolnione wzrastanie wymiarów ciała w tym okresie zmniejszyło koszt energetyczny na jednostkę czasu. Dzięki tym „oszczędnościom” mógł wzrastać intensywnie mózg niejako na koszt rozwoju pozostałych części ciała, w tym także narządów wewnętrznych, w szczególności jelit (Aiello i Wheeler 1995, 2002). Wraz z ich rozwojem wzrasta koszt energetyczny i jednocześnie koszty trawienia pobranego pokarmu. Wymaga to zwiększonych dawek energii. Z drugiej strony stosunkowo małe rozmiary ciała i wysokie zdolności analityczno-poznawcze (u człowieka rozwój myślenia abstrakcyjnego) pozwalają na efektywną opiekę na młodszym rodzeństwie i w efekcie skrócenie przerw pomiędzy kolejnymi porodami. Powstanie fazy dziecięcej w ontogenezie człowieka jest więc wyrazem strategii rozrodczej.

Konieczność spowolnienia intensywności wzrastania wymiarów ciała w tym okresie spowodowało wydłużenie okresu wzrastania i późniejsze dojrzewanie płciowe. Miało to również znacznie dla zmniejszenia zapotrzebowania na energię w jednostce czasu, co ułatwiało przeżycie. Z tego też wynika stosunkowo powolne wzrastanie i późne dojrzewanie Naczelných, w tym człowieka.

Pomimo uniwersalności modeli strategii przeżycia, w tym także wymienionej poprzednio koncepcji Jansona i van Schaika w wyjaśnieniu ewolucyjnych mechanizmów prowadzących do spowolnienia wzrastania i opóźnienia dojrzewania u człowieka należy dodatkowo uwzględnić najwyższy wśród ssaków rozwój mózgu oraz złożoność zachowań społecznych (Watts, 1986).

Większość Naczelných charakteryzuje się trzema okresami rozwoju postnatalnego: (1) infantylnym (odpowiednik okresu niemowlęstwa u czło-

wieka), (2) młodocianym i (3) dorosłości. Model wzrastania człowieka współczesnego charakteryzuje się pięcioma okresami postnatalnego rozwoju mającymi swe uzasadnienie w zmianach szybkości wzrastania, wymagań żywieniowych i behawioru reprodukcyjnego (Bogin, 1988; 2002, Bogin i Smith, 1996; Wolański, 2005a,b). Są to (Rycina 1): (1) Okres wczesnego i późnego niemowlęstwa (pierwszy rok po urodzeniu do 2,5-3 lat), w którym dziecko jest w pełni zależne od matki. Okres wczesnego niemowlęstwa zaczyna się fazą bierności w czasie którego dziecko zazwyczaj karmione jest piersią matki. Znaczny rozwój mózgu w filogenezie człowieka spowodował trudności z porodem ludzkiego płodu, co rozwiązało przyspieszenie porodu. Noworodek ludzki nie jest więc przystosowany do samodzielnego życia poza łonem matki. Odłączenie dziecka od piersi, czyli zaprzestanie karmienia mlekiem matki jest bardzo ważnym wydarzeniem w rozwoju i rozpoczyna fazę ekspansywnego rozwoju. W tej fazie tzw. późnego niemowlęstwa nadal bardzo ważny jest bezpośredni kontakt z matką; (2) Okres dzieciństwa (od 2,5-3 do 6-7 lat), podczas którego dziecko wciąż jest zależne od rodziców, starszego rodzeństwa lub innych osób dorosłych, wymaga ono ochrony i potrzebuje specjalnego wysokoenergetycznego, łatwo przyswajalnego pożywienia. Okres ten charakteryzuje się powolnym wzrastaniem, nadal użębieniem mlecznym, nierozwiniętym w pełni układem pokarmowym, szybkim rozwojem mózgu i rozwijającą się dynamicznie motoryką. Okres dzieciństwa kończy tzw. skok przedszkolny wysokości ciała, pod wpływem aktywności hormonalnej nadnerczy (*adrenarche*). Pod koniec okresu dzieciństwa osobnik staje się zdolny do samodzielnego zdobywania pożywienia i obrony swojego istnienia. Wyróżnienie się stałych zębów, co umożliwia przejście na dietę dorosłych i zakończenie wzrostu mózgu umożliwia przejście do następnej fazy rozwoju. Nadal jednak trwa doskonalenie się struktur mózgu. (3) Okres młodociany (przedpokwitaniowy) poświęcony jest umacnianiu samodzielności. Następuje pewne wyciszenie procesów rozwojowych, w szczególności najniższe są w dotychczasowym życiu przyrosty wielkości ciała. Następują powolne, początkowo ukryte, zmiany przedpokwitaniowe. (4) Okres pokwitania i dorastania (młodzieńczy) polega na ponownym przyspieszeniu rozwoju. Towarzyszy temu (około 12 roku życia u dziewcząt i 14 – u chłopców) skok pokwitaniowy, który jest związany z rozwojem gonad, odpowiednio jajników u dziewcząt i jąder u chłopców, co powoduje wydzielanie przez nie hormonów płciowych (tzw. *gonadarche*). Na początku skoku pokwitaniowego chłopcy i dziewczęta osiągają około 77% swojej ostatecznej wysokości ciała. Po skoku pokwitaniowym ma miejsce szereg ważnych przekształceń w budowie i funkcjach narządów płciowych (dorastanie) i ten ostatni proces trwa przez kolejne kilka lat, a kończy się uzyskaniem zdolności do rozrodu. (5) Okres dorosłości w którym następuje zakończenie rozwoju progresywnego i osiągnięcie pełnej zdolności reprodukcyjnej.



Rycina 1. Wzór pourodzeniowego tempa przyrostów wysokości ciała w rozwoju człowieka (Dane wg Bogina, 2002 i Wolańskiego, 2005).

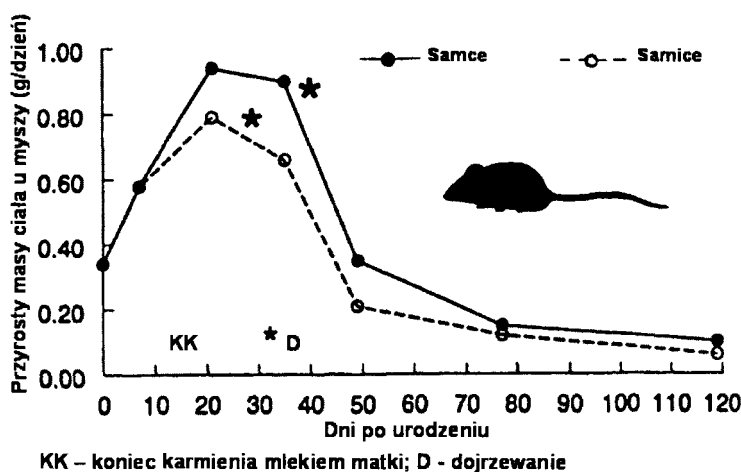
Na podstawie analizy proporcji średnicy głowy noworodka do średnicy miednicy małej u samic ssaków społecznych (wskaźnik *cephalo-pelvis*) domniema się (Martin 1983), że model rozwoju podobny do ludzkiego musiał pojawić się przy wielkości mózgu odpowiadającej około 850 cm³ u dorosłego osobnika. Wielkość kanału rodowego u kopalnych człowiekowatych stanowiła wyraźne ograniczenie dalszego wzrostu mózgowia w okresie prenatalnym. Wraz ze wzrostem relatywnej wielkości mózgu w filogenezie, noworodek przychodził na świat z mózgiem proporcjonalnie mniejszym w stosunku do jego wielkości u osobnika dorosłego (Rosenberg i Trevathan, 1996). Postnatalny okres szybkiego wzrostu mózgu pojawił się kosztem spowolnienia wzrastania innych wymiarów ciała (Martin, 1983; Cabana i wsp., 1993). Ilustruje to następujący przykład: u noworodka masa mózgu wynosi 25% masy u osobnika dorosłego, w wieku 6 miesięcy – 50%, w wieku 2 lat – 75%, natomiast w wieku 10 lat – 95% (Tanner, 1989). Stosunek masy mózgu do masy ciała noworodków człowieka jest 1,33 razy większy niż nowonarodzonych małp człekokształtnych i aż 3,5 razy większy w okresie dorosłym (Bogin i Smith, 1996). Materiał kopalny pozwala przypuszczać, iż u *Homo habilis/rudolfensis* (wielkość mózgu – 600 – 800 cm³) zarówno okres niemowlęcy jak i młodociany uległy wydłużeniu (Bogin i Smith, 1996, Kappelman, 1996). Dalszy wzrost pojemności mózgu w procesie ewolucji musiał następować jednocześnie z wydłużaniem czasu wzrastania i opóźnianiem dojrzewania płciowego. Uważa się, że wczesne gatunki rodzaju hominidów (*Homo habilis/rudolfensis*) osiągnęły graniczną długość okresu niemowlęctwa, przekroczenie której mogłoby prowadzić do katastrofy demograficznej. Dalsze wydłu-

żanie zmniejszałyby bowiem sukces reprodukcyjny (i tak osłabiony dużą śmiertelnością) poprzez zbyt długie wyprzedzenie czasu pomiędzy udanymi porodami, a tym samym stopniowy spadek liczebności populacji. Być może więc, że okres dzieciństwa pojawił się u wczesnego *Homo erectus*. Wystąpienie okresu dzieciństwa związane było z następującymi zmianami w przebiegu rozwoju: (1) Nastąpiło skrócenie okresu niemowlęstwa, co wiązało się ze skróceniem odstępów intergenetycznych (między kolejnymi ciążami). Wynika to stąd, że jednym z głównych czynników determinujących odstęp pomiędzy kolejnymi ciążami jest brak owulacji w okresie laktacji (Galdikas i Wood, 1990). Analiza porównawcza dostępnych danych dla Człokształtnych i prymitywnej rolniczo-ogrodniczej populacji ludzkiej z Nowej Gwiney wskazuje, że człowiek charakteryzuje się najkrótszym okresem pomiędzy kolejnymi udanymi porodami w porównaniu z człokształtnymi: 43,3 +/- 1 miesiąca dla człowieka; 45,5 +/- 1,2 miesiąca dla goryla *Gorilla gorilla*; 66,6 +/- 1,3 miesiąca dla szympansa *Pan tryglodytes*; i 92,6 +/- 2,4 miesiąca dla orangutana *Pongo pygmeus* (Galdikas i Wodo, 1990). (2) Nastąpiło wydłużenie okresu wzrastania, a tym samym wzrosła możliwość powiększenia wielkości mózgu do około 850-900 cm³, co zaobserwowano u wczesnych form *Homo erectus*. Przy takich rozmiarach mózgu, skrócenie okresu laktacji matki, a więc niemowlęstwa, musiało być zrekompensowane wysokoenergetyczną dietą w następnym okresie rozwoju, bowiem wzrastająca masa mózgu wymagała więcej energii. U człowieka w wieku 5 lat około 40-85 % metabolizmu spoczynkowego zużywane jest na rozwój i pracę mózgu (Leonard i Robertson, 1992). Znaleźiska kopalne oraz archeologiczne wskazują na występowanie w diecie *H. Erectus* znacznego udziału składników zwierzęcych, co mogło wpływać na zwiększenie poziomu metabolizmu spoczynkowego (kcal/dzień; Leonard i Robertson, 1992). Współczesna dieta prymitywnych grup zbieracko-łowiczkich składa się w około 30% z pokarmu zwierzęcego, gdy u szympansa ma to miejsce w 5-7% (Leonard i Robertson, 1994). Ewidentną korzyścią dalszego spowolnienia wzrastania było także zmniejszenie prawdopodobieństwa konkurencji osobników młodocianych w podziale żywności z dorosłymi. Ponadto, stosunkowo wczesny rozwój mózgu, wobec spowolnionego rozwoju somatycznego, umożliwiał zarówno pewną samodzielność młodego osobnika jak i jego opiekę nad młodszym potomstwem, co znacznie wyręczało matkę i skracало okres niemowlęstwa (Bogin, 1988; 2002).

3. Różnice w przebiegu rozwoju ssaków łożyskowych, w tym Naczelnych i człowieka

3. 1. Postnatalny skok wzrastania u Naczelnych i *Homo sapiens*

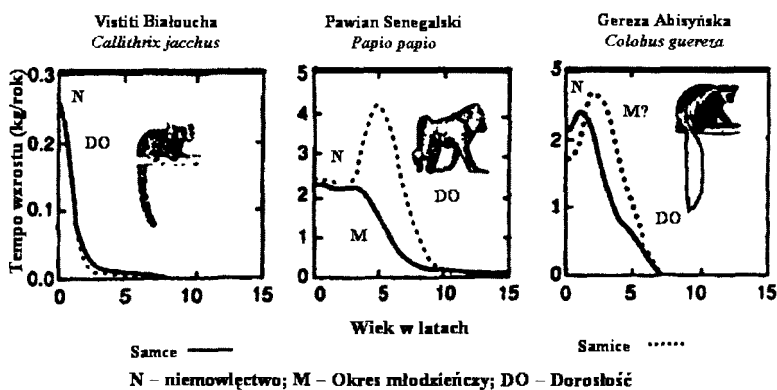
U większości ssaków, także i tych o dobrze rozwiniętej organizacji społecznej, szybkość wzrastania stopniowo maleje wraz z osiągnięciem dojrzałości płciowej (Tanner 1962). Typowy wzór rozwoju postnatalnego jest widoczny dla przyrostów masy ciała u myszy (Rycina 2). Charakteryzuje się on intensywnym przyrostem masy ciała po urodzeniu; koniec karmienia mlekiem matki ma miejsce ok. 15-10 dnia po urodzeniu; dojrzewanie płciowe ma miejsce zaraz po zakończeniu karmienia i maksymalnym tempie wzrastania.



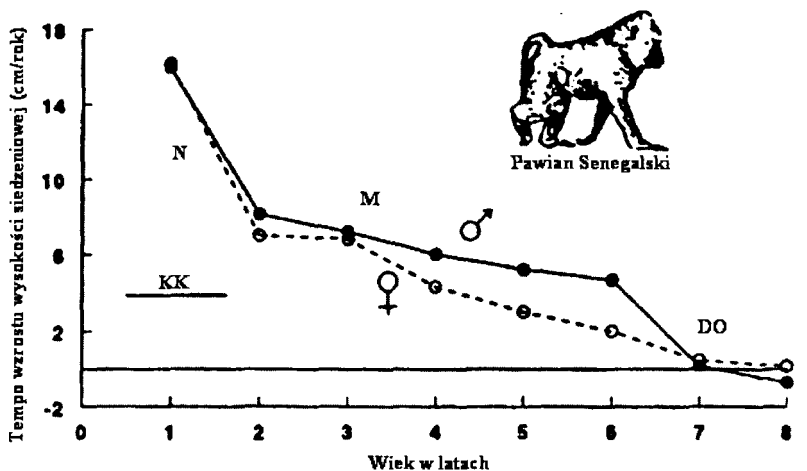
Rycina 2. Postnatalne tempo przyrostu masy ciała u myszy (Dane wg Tannera, 1962).

U większości Naczelnych, których życie w stadzie jest na dość wysokim poziomie, pojawia się okres młodociany, który jest utożsamiany z okresem dojrzewania i dorastania u człowieka (*adolescence*; Bogin, 1999). Badania nad rebusami (*Maccaca mulatta*), obejmujące 3-miesięczne pomiary długości podudzia, wysokości siedzeniowej i masy ciała, wskazują raczej na brak skokowego zwiększania tempa wzrastania (Tanner i wsp., 1990). Podobne wyniki uzyskano z badań nad innymi rebusami (*Macaca nemestrina*) i pawianami (*Papio lynocephalus*), gdzie średni przyrost tempa wzrastania mieści się w granicach 1,07 – 1,12 mm/rok (Orlovsky, 1982), co równe jest błędowi pomiarowemu. Rycina 3 przedstawia różne wzory rozwoju postnatalnego masy ciała u przedstawicieli trzech gatunków Na-

czelnych. U białouch (*Callithrix jacchus*) nie występuje pourodzeniowy skok rozwoju oraz nie obserwuje się zmian typowych dla okresu młodocianego (*juvenile*). U pawianów ma miejsce okres młodociany dla obu płci, lecz tylko samców cechuje wyraźny skok rozwojowy masy ciała. U genez (*Colobus guereza*) u obu płci występuje pourodzeniowy skokowy przyrost masy ciała, natomiast trudny do wyodrębnienia jest okres młodociany (Bogin, 1999). U pawianów nie obserwuje się natomiast w okresie postnatalnym, ani u samców ani u samic, skokowego przyrostu wysokości siedzeniowej (Rycina 4). Należy jednakże zwrócić uwagę, że część badań jest wykonana metodą przekrojową, co może mieć wpływ na zmniejszenie skoku rozwojowego.



Rycina 3. Postnatalne tempo przyrostu masy ciała u trzech gatunków Naczelnych. (Dane wg Leigha, 1994).



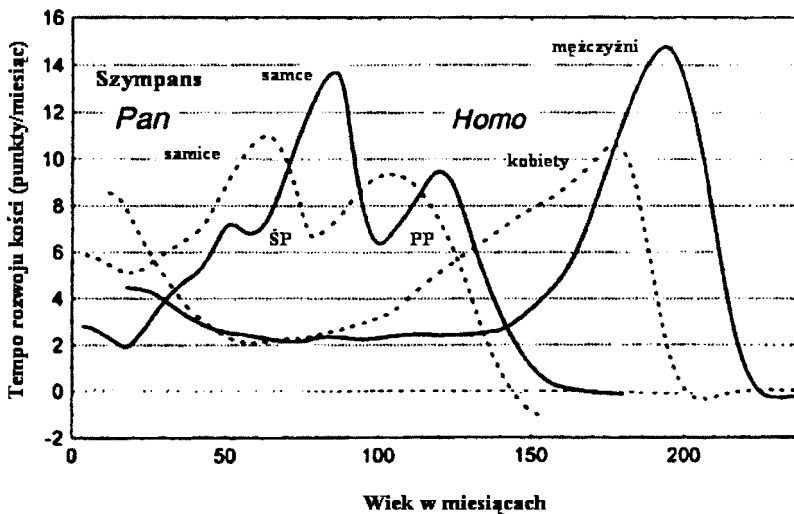
KK – koniec karmienia piersią; N – niemowlęctwo; M – Okres młodociany; DO – Dorosłość

Rycina 4. Postnatalne tempo przyrostu wysokości siedzeniowej u Pawianów. (Dane wg Coelho, 1985).

Obecność skokowego przyspieszenia wzrastania czterech segmentów ciała u szympansov (*Pan tryglodytes*) i rebusov (*Maccaca mulatta*) analizowano przy zastosowaniu badań ciągłych (Watts i Gavan, 1982). Zakładając brak skoku autorzy dopasowali do danych wykładnicze równanie regresji. Model opisywał stały spadek szybkości wzrastania od okresu niemowlęcia do końca wzrastania. Dane empiryczne odstawały jednak od powyższego schematu przedstawiając systematyczne ujemne odchylenia od modelu w całym okresie młodocianym i dodatkowo w końcowym okresie wzrastania u obu gatunków. Odchylenia te nie przekraczały jednak 0,5 cm/rok, co nie wskazuje na istnienie wyraźnego skoku szybkości wzrastania.

Dane empiryczne dotyczące masy ciała, pochodzące z badań przekrojowych, które posłużyły do zestawienia danych dla szympansov (*Pan tryglodytes*; Gavan, 1953; 1982) także nie pozwalają na jednoznaczne wyróżnienie skoku szybkości wzrastania w okresie dojrzewania płciowego, co jednak jest kwestionowane przez Wattsa (1986).

Porównanie tempa rozwoju kości w okresie postnatalnym między szympanсами a ludźmi (Tanner i wsp. 1975 – Rycina 5) wskazuje, że zarówno samce jak i samice szympansov, podobnie jak ludzie, wykazują spadek przyrostów kości w okresie niemowlęctwa. Natomiast w przeciwieństwie do zmian u człowieka, szympanse wykazują dwa (przedzielone spadkiem) następujące po sobie przyspieszenia wzrastania kości, nazywane skokiem środkowo- i po-pokwitaniowym, co odpowiadałoby u Naczelnych okresowi środkowo- i po-młodocianemu (Bogin, 1999).



ŚP – środkowopokwitaniowe i PP – popokwitaniowe przyspieszenie tempa wzrostu kości u szympansa

Rycina 5. Tempo rozwoju kości (RUS) w punktach u szympansov i człowieka. RUS = radius, ulna i kości krótkie. Tempo rozwoju jest wyrażone w przyrostach liczby punktów między poszczególnymi pomiarami. (Dane wg Bogina, 1999, Hamady i wsp., 1998 oraz Tannera i wsp., 1975).

Dla wyjaśnienia zjawiska skokowych przyspieszeń rozwoju istotne znaczenie mają badania 2395 osobników zaliczanych do 34 gatunków, które były analizowane w oparciu o nieparametryczne i parametryczne (JPPS) modele matematyczne (Leigh i Shea, 1996; Leigh, 1996). Doprowadziły one do sformułowania następujących wniosków: (1) Skokowe przyspieszenie wzrastania nie jest powszechnym zjawiskiem u Naczelnych. U małp Nowego Świata (*Platyrrhini*) z jednym wyjątkiem (*Cebus Apolla*) skokowe przyspieszenie rozwoju nie występuje; (2) Skokowe przyspieszenie przyrostu masy ciała jest obserwowane u małp Starego Świata (*Catarrhini* – z kilkoma wyjątkami u nadrodziny *Cercopithecoidea*) oraz u całej nadrodziny *Hominoidea*. Wiek, czas trwania i intensywność tego skoku, oszacowana względem ostatecznej masy ciała, wykazuje silne zróżnicowanie zarówno gatunkowe, jak i płciowe (częściej występuje u samców); (3) U trzech gatunków małp człekokształtnych (*P. paniscus/tryglodytes*, *G. gorilla*, *P. pygmeus*) obserwuje się duże zróżnicowanie zarówno gatunkowe jak i płciowe dotyczące wieku, czasu trwania i intensywności skokowego przyspieszenia wzrastania; (4) Obecność skoku wzrastania u tych trzech grup Naczelnych pozwala przypuszczać, że mógł się on pojawić lub zanikać niezależnie w ewolucji tych gatunków.

Powyższe rozważania dowodzą istnienia okresowych wahań w tempie wzrastania w okresie postnatalnym u zdecydowanej większości *Catarrhini*, jednakże silne zróżnicowanie płciowe jak i gatunkowe nie pozwala na stwierdzenie, że jest to specyficzna cecha Naczelnych.

3. 2. Skok pokwitaniowy

3. 2. 1. Skok pokwitaniowy w ewolucji *Homo sapiens*

Porównawcze badania rozwoju kośćca małp człekokształtnych i człowieka oraz charakterystyka szkieletu *Homo erectus*, sugerują, że okresowi dojrzewania u wczesnych form *Homo erectus* nie towarzyszył jeszcze skok pokwitaniowy (Smith 1993). Wraz z dalszą ewolucją wielkości mózgu nastąpiło pojawienie się i stopniowe wydłużanie okresu dzieciństwa (Bogin i Smith, 1996). Prawdopodobnie u późniejszych form *Homo erectus*, u których pojemność mózgu zwiększyła się do około 1100 cm³, pojawiła się bardziej złożona organizacja społeczna i idące z nią w parze zachowania kulturowe (wyrób i użycie narzędzi, wykorzystanie ognia, budowa schronień). Według badaczy tego zagadnienie, pojawił się wówczas okres dojrzewania z charakterystycznym dla niego skokiem pokwitaniowym (Bogin, 1988; Bogin i Smith, 1996).

Zgodnie z opisanym wcześniej modelem unikania ryzyka Jansona i van Schaika można przypuszczać, że skok pokwitaniowy mógł pojawić się w takim okresie rozwoju progresywnego, w którym w wyniku silnej konkuren-

cji, poważnie nasila się ryzyko niedożywienia lub zranienia (Leigh i Shea, 1996). Szybki wzrost wymiarów ciała i doskonalenia funkcjonalnego organizmu zwiększa szanse dostępu do pożywienia, zmniejsza konkurencję oraz ryzyko śmierci w wyniku drapieżnictwa. Leigh i Shea (1996) spekulują, że skokowe przyspieszenie rozwoju mogło być opóźnione aż do wieku, w którym wzrost i różnicowanie mózgu zostaną zakończone. Wobec konieczności wyuczenia się złożonych zachowań narzędziowych i społecznych nastąpiło w procesie filogenezy człowieka wydłużenia okresów dzieciństwa i młodzieńczego. Konwencjonalna teoria pojawienia się skoku pokwitaniowego zakłada, że groziło to skróceniem okresu rozrodczości i kryzysem demograficznym. W związku z tym, aby zachować odpowiednio długi czas na reprodukcję i wychowanie potomstwa, pojawiło się nagle i silne przyspieszenie tempa wzrastania, skracające czas potrzebny dla osiągnięcia dojrzałości płciowej (Washburn, 1981 za Boginem, 1988). Hipoteza ta ma jednak pewne nieścisłości. Otóż, zakończenie skoku pokwitaniowego u dziewcząt nie jest jednoznaczne z osiągnięciem zdolności reprodukcyjnej, którą dziewczęta nabywają kilka lat później. Jednocześnie, obserwuje się odwrotną sytuację u chłopców, których cechuje potencjalna zdolność reprodukcyjną już na początku skoku pokwitaniowego. W dodatku takie objawy dojrzewania jak polucja i menarche występują w tym samym wieku.

Alternatywną hipotezę, kładącą nacisk na złożoność zachowań społecznych człowieka przedstawił Bogin (1993, Bogin i Smith, 1996), zakładając, że skok pokwitaniowy jakościowo i ilościowo stanowi unikalną cechę *Homo sapiens*. Okres pokwitania, z charakterystycznym skokowym przyrostem wysokości ciała (*adolescent spurt*) miałby być skutkiem złożonych zachowań społecznych, koniecznych dla przyszłych rodziców.

Podczas pokwitania dziewczęta fizycznie stają się kobietami, jednakże nie posiadają jeszcze w pełni rozwiniętych zdolności reprodukcyjnych. Zmiany somatyczne i hormonalne stymulują dziewczęta do dorosłych zachowań społecznych i seksualnych. W okresie tym, dziewczęta zdobywają niezbędną wiedzę o zachowaniach seksualnych, reprodukcyjnych oraz sposobie wychowywania potomstwa, bez ryzyka zajścia w ciążę. Dane z badań pawianów, makaków i szympanсів wskazują, że śmiertelność niemowląt pochodzących z pierwszych porodów wynosi od 50 do 60%. Natomiast dla ludzkich plemion zbieracko-łowieckich śmiertelność waha się od 39% (Hadza) do 44% (!Kung). Śmiertelność noworodków u dzikich pawianów spada wraz z kolejnością porodów: 50% z pierwszego porodu, 38% z drugiego i 25% z trzeciego i następnych (Altmann, 1980). Dane te wskazują na ogromny wpływ u Naczelnych, doświadczenia matki na przeżywalność jej potomstwa. Różnica śmiertelności niemowląt pochodzących z pierwszej ciąży pomiędzy człowiekiem a Naczelnymi, wynosząca od 6 do 21 osobników na każde 100 noworodków, poprzez setki pokoleń przyniosła człowiekowi niezwykle sukces reprodukcyjny.

Chłopcy, stają się potencjalnie płodni zanim jeszcze uzyskają poziom fizycznego rozwoju dorosłego osobnika. W okresie tym, testosteron wydzielany przez dojrzewające gonady stymuluje chłopców do zachowań charakterystycznych dla dorosłych. Pokwitający chłopcy mogą doskonalić się w przyszłych dorosłych zachowaniach, nie będąc jeszcze dojrzałymi mężczyznami. Jednak w 1990 roku w Stanach Zjednoczonych zaledwie 3,1% niemowląt pochodziło od ojców poniżej 20 roku życia.

Jak wynika z rozważań Bogina i Smitha, dziewczęta najlepiej uczą się swoich dorosłych ról będąc jeszcze niepłodnymi ale fizycznie rozwiniętymi, podczas gdy chłopcy najlepiej przystosowują się do roli mężczyzn będąc potencjalnie płodnymi ale nie w pełni rozwiniętymi fizycznie. Skok pokwitaniowy w tym kontekście pełni zasadniczą rolę w nauce złożonych zachowań społecznych, a różnice płciowe w jego wieku wynikają z różnic ról społecznych.

Wydaje się, że przedstawione powyżej teorie nie są ze sobą sprzeczne, lecz przeciwnie uzupełniają się nawzajem, opisując całościowy obraz mechanizmów ewolucyjnych prowadzących do powstania skoku pokwitaniowego u człowieka.

Człowiek, na tle innych Naczelných odznacza się umiarkowanym dymorfizmem płciowym w ostatecznych wymiarach ciała. Podstawą tych różnic jest głównie odmienność wieku dojrzewania oraz różnice w intensywności skoku pokwitaniowego. Około 60% różnicy w ostatecznej wysokości ciała pomiędzy chłopcami i dziewczętami powstaje w wyniku późniejszego rozpoczęcia skoku pokwitaniowego przez chłopców (średnio o 2 lata), natomiast około 36% jest wynikiem różnic w przyroście wysokości ciała podczas skoku (Kozieł i wsp., 1995). Leigh (1995) wskazuje, że kształtowanie się dymorfizmu płciowego poprzez odmienności intensywności procesów dojrzewania i wieku w jakim one występują jest charakterystycznym elementem u Naczelných żyjących w grupach/hordach wielosamiczych z wieloma samicami. W grupach tych dochodzi do silnej konkurencji pomiędzy samcami o samice (Weisfeld i Berger, 1983). Późniejszy wiek skokowego przyspieszenia wzrastania u samców jest powszechnie obserwowany u Naczelných, z jednym tylko wyjątkiem – *Maccaca fascicularis* (Leigh i Shea, 1996). Leigh i Shea (1996) dowiedli, że opóźnienie wieku skoku szybkości wzrastania u samców jest powszechnie obserwowane u naczelných, z jednym wyjątkiem – *Maccaca fascicularis*. Autorzy konkludują, że szansa zajścia w ciążę samicy wzrasta wraz wiekiem. Wraz z wiekiem wzrasta także ryzyko większych kosztów metabolicznych w myśl modelu „unikania ryzyka”. Wynikiem tego mogło być pojawienie się wcześniejszego oraz stosunkowo krótszego skoku pokwitaniowego u samic. Z drugiej strony silna konkurencja pomiędzy samcami protohominidów mogła doprowadzić do wydłużenia przedpokwitaniowego wzrastania u samców. U późniejszych form *Homo*, dodatkowe

zróznicowanie płciowe złożonych zachowań społecznych mogło odgrywać także istotną rolę w różnicowaniu wieku w jakim występowało skokowe przyspieszenie wzrastania (Bogin, 1993, Bogin i Smith, 1996).

3. 2. 2. Skok pokwitaniowy we współczesnych populacjach ludzkich

Zjawisko skoku pokwitaniowego jest obserwowane w prawie wszystkich populacjach ludzkich (Wolański, 1964; Tanner i wsp., 1976; Largo i wsp. 1978; Lindgren, 1978; Brown i Townsend, 1982; Bergman i Gorący, 1984; Satyanarayana i wsp., 1989; Roche, 1992; Lopez-Bianco i wsp., 1995; Kozieł 1997, 2000). Część badaczy uważa skok pokwitaniowy za cechę gatunkowa człowieka (Bogin i Smith, 1996; Kozieł, 1997; Bogin, 1997, 1999, 2002).

Istnieją jednak populacje, w których skok pokwitaniowy nie występuje, lub też jest słabo zaznaczony. Zjawisko takie stwierdzono w Andach Peruwiańskich u Indian Quechua, co tłumaczy się stresem wywołanym hipoksją, czyli niedotlenieniem organizmu ze względu na znacząco wysoką wysokość n.p.m. (Frisancho, 1977). Brak skoku pokwitaniowego stwierdzono u Aborygenów, mimo znacznej poprawy ich warunków bytowych (Henneberg, 2001). Niewielki skok pokwitaniowy zaobserwowano u Jawajczyków, zamieszkujących miasto Malang w porównaniu z amerykańskimi danymi referencyjnymi (National Health and Nutrition Examination Survey; Ataria, 2001). Także niewielki skok pokwitaniowy jest widoczny w grupie etnicznej Majów w porównaniu z Kreolami na Półwyspie Jukatan (Zielińska, 2003).

Nie wszystkie powyższe spostrzeżenia można w sposób jasny i prosty wytłumaczyć. Z jednej strony widoczny jest brak skoku pokwitaniowego, z drugiej strony znaczny skok pokwitaniowy występuje w populacjach, społecznościach, grupach etnicznych, społeczno-ekonomicznych o lepszym, w szerokim tego słowa znaczeniu, standardzie życia. W związku z tymi spostrzeżeniami sformułowano hipotezę, że skok pokwitaniowy nie jest uniwersalnym zjawiskiem u *Homo sapiens*, a pojawił się w związku z tzw. „westernizacją życia” (Henneberg, 2001). Podwyższenie stopy życiowej społeczeństw wysoce rozwiniętych wpłynęło na zmianę trybu życia i nawyków żywieniowych. To zaś spowodowało szybsze tempo wzrastania i szybsze osiągnięcie dojrzałości płciowej, a towarzyszy temu wyraźny skok pokwitaniowy, najbardziej zauważalny w przypadku wysokości ciała.

Z ostatnich badań wynika, że w okresie pokwitania osobnik przyrasta 20-25 cm. W pewnych populacjach czy warstwach społecznych dzieje się to w ciągu 2-3 lat, w innych w ciągu lat 4-5 (Wolański 2005b). Nowe światło na ten proces rzucają comiesięczne badania dokonane na Jukatanie (Siniarska i wsp. 2005). Wskazują one, że skok pokwitaniowy nie

składa się z równomiernego przyrostu, lecz okresów przyspieszania i spowolniania wzrastania. Przepuszczalnie częstotliwość i naprzemienność okresów przyspieszeń i spowolnień związana jest z aktualnymi warunkami bytowymi oraz aktywnością danego osobnika, w konsekwencji z jego budżetem energetycznym (Wolański i wsp. 2005a,b). W tym może też tkwić przyczyna powstania skoku pokwitaniowego.

Podsumowanie

W trakcie rozwoju progresywnym występuje w ontogenezie szereg zjawisk, które w znaczący sposób wyróżniają ludzi od pozostałych ssaków łożyskowych, w tym z grupy Naczelnych. Powyższe rozważania oraz analiza regresji zastosowana dla wielu gatunków, a ilustrująca alometryczne zależności pomiędzy parametrami opisującymi skokowe zmiany wysokości i masy ciała z ostateczną masą ciała dla danego gatunku pozwoliła porównać wyniki dla człowieka z wynikami dla innych Naczelnych i sformułować następujące wnioski:

1. Maksymalna szybkość wzrastania długości i masy ciała występuje u człowieka z okresie prenatalnym, po urodzeniu szybkość wzrastania maleje.
2. W ewolucji ontogenezy człowieka pojawiły się dwa nowe okresy. Są nimi okres dzieciństwa – które cechuje spowolniony rozwój wielkości ciała, a intensywny rozwój mózgowia, oraz okres młodzieńczy (adolescencji) – w którym ma miejsce pokwitaniowy skok wysokości ciała.
3. W stosunku do innych Naczelnych nastąpiło skrócenie okresu niemowlęcego oraz okresu młodocianego (*juvenil*)
4. Okres pokwitania u człowieka zaczyna się w wieku, w którym przyrosty wysokości ciała są najniższe od czasu urodzenia, a osiągnięcie dojrzałości płciowej jest w stosunku do innych Naczelnych opóźnione
5. Intensywne wzrastanie w późnej fazie dojrzewania płciowego, zwane skokiem -pokwitaniowym, skraca czas osiągnięcia dojrzałości płciowej, jaki mógłby wystąpić na skutek spowolnionego wzrastania w dzieciństwie.
6. Mimo, że większe tempo wzrastania masy ciała na początku skoku pokwitaniowego jest widoczne u dziewcząt niż u chłopców, co jest zgodne z obserwowanym trendem u Naczelnych, to wiek końca skoku (wiek, w którym tempo po osiągnięciu szczytu równa się temu, jaki był na początku skoku) jest u człowieka wyjątkowo późny.
7. Człowiek wykazuje najmniejszy dymorfizm płciowy w intensywności skoku pokwitaniowego masy ciała ze wszystkich analizowanych gatunków Naczelnych.

8. U człowieka, obserwuje się względnie duży dymorfizm płciowy, charakteryzujący się odmiennym wiekiem dojrzewania oraz intensywnością wzrastania u chłopców i dziewcząt w tym okresie
9. Po właściwym okresie pokwitania ma miejsce proces zwany dorastaniem, po którym dopiero zaczyna się właściwy okres reprodukcyjny
10. W trakcie skoku pokwitaniowego przyrost wysokości ciała jest nieco większy u chłopców aniżeli u dziewcząt. Na ogół wysokość ciała zwiększa się w tym okresie 20-25 cm. Czas trwania skoku pokwitaniowego jest odmienny w różnych populacjach i grupach społecznych, od 2-3 lat w populacjach o wyższym standardzie do 4-5 lat w populacjach o gorszych warunkach bytowych.

Piśmiennictwo

- AIELLO L.C., WHEELER J.C.K., 1995 – The expansive-tissue hypothesis. *Current Anthropology*, 36:199-221.
- AIELLO L.C., WHEELER J.C.K., 2002 – Energetics and the evolution of the genus Homo. *Annual Review in Anthropology*, 31:323-38.
- ATARIA M., 2001 – Growth of Javanese children in Malang. In: *Causes and Effects of Human Variation*, M. Henneberg (red.), pp. 139-155, Australian Society for Human Biology, The University of Adelaide.
- ALTMANN J., 1980 – *Baboon Mothers and Infants*. Harvard University Press, Cambridge, MA
- BERGMAN P., GORAŃCY M., 1984 – The timing of adolescent growth spurt of ten body dimensions in boys and girls of the Wrocław Longitudinal Twins Study. *Journal of Human Evolution*, 13: 339-347.
- BOGIN B., 1988 – *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press.
- BOGIN B., 1993 – Why must I be a teenager at all?. *New Scientist*, 137: 34-38.
- BOGIN B., 1997 – Evolutionary hypotheses for human childhood. *Yearbook of Physical Anthropology*, 40: 63-89.
- BOGIN B., 1999 – Evolutionary perspective on human growth. *Annual Rev. Anthropol.*, 28: 109-153.
- Bogin B., 2002 – The evolution of human growth. W: *Human Growth and Development*, N. Cameron (red.), 295-320, Elsevier Science.
- BOGIN B., SMITH B.H., 1996 – Evolution of human life cycle. *American Journal of Human Biology*, 8: 703-716.
- BROWN T., TOWNSEND G.C., 1982 – Adolescent growth in height of Australian Aborigines analysed by the Preece-Baines function: a longitudinal study. *Annals of Human Biology*, 9: 495-505.
- CABANA T., JOLICOEUR P., MICHAUD J., 1993 – Prenatal and postnatal growth and allometry of stature, head circumference, and brain weight in Québec children. *American Journal of Human Biology*, 5: 93-99.
- COELHO A.M. Jr., 1985 – Baboon dimorphism: growth in weight, length and adiposity from birth to 8 years of age. W: *Nonhuman Primate Models of Human Growth*, E.S. Watts (red.), 125-159, New York: Liss.
- FRISANCHO A.R., 1977 – Human growth and development among high-altitude populations. W: *The Biology of High Altitude Peoples*, P. Baker (red.) 117-171, UK: Cambridge Univ. Press.

- GALDIKAS B.M.F., WOOD J.W., 1990 – Birth spacing pattern in Humans and Apes. *American Journal of Physical Anthropology*, 83: 185-192.
- GAVAN J.A., 1953 – Growth and development of chimpanzee; a longitudinal and comparative study. *Human Biology*, 25: 93-102.
- GAVAN J.A., 1982 – Adolescent growth spurt in non-human primates. An introduction. *Human Biology*, 54: 1-6.
- HAMADA Y., UDONO T., TERAMOTO M., HAYASAKA I., 1998 – Development of the hand and wrist bones in chimpanzees. *Primates*, 39: 157-169.
- HENNEBERG M., 2001 – Physical growth of indigenous inhabitants of the Southern Hemisphere – Australian Aborigines and descendants of Khoi-San. *Referat wygłoszony na konferencji Polskiego Towarzystwa Antropologicznego w Toruniu p.t. "Człowiek – między Biologią a Kulturą"*, 11-13 września 2001 roku.
- KAPPELMAN J., 1996 – The evolution of body mass and relative brain size in fossil hominids. *Journal of Human Evolution*, 30: 243-276.
- KOZIEŁ S.M., 1997 – Combined effect of tempo of maturation and mid-parent height on the shape of individual growth curve. *American Journal of Human Biology*, 9: 555-564.
- KOZIEŁ S., 2000 – Relationship among tempo of maturation, midparent height and growth in height of adolescent boys and girls. *American Journal of Human Biology*, 13: 15-22.
- KOZIEŁ S.M., HAUSPIE R.C., SUSANNE C., 1995 – Sex differences in height and sitting height in the Belgian population. *International Journal of Anthropology*, 10:241-247.
- LARGO R.H., GASSER T., PRADER STUETZLE W., HUBER P.J., 1978 – Analysis of the adolescent growth spurt, using smoothing spline functions. *Annals of Human Biology*, 5: 421-434.
- LEIGH S.R., 1995 – Socioecology and the ontogeny of sexual size dimorphism in anthropoid primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 97: 339-356.
- LEIGH S.R., 1996 – Evolution of human growth spurt. *American Journal of Physical Anthropology*, 101: 455-473.
- LEIGH S.R., SHEA B.T., 1996 – Ontogeny of body size variation in African Apes. *American Journal of Physical Anthropology*, 99: 43-65.
- LEONARD W.R., ROBERTSON M. L., 1992 – Nutritional requirements and human evolution: a bioenergetics model. *American Journal of Human Biology*, 4: 179-198.
- LEONARD W.R., ROBERTSON M.L., 1994 – Evolutionary perspectives on human nutrition: The influence of brain and body size on diet and metabolism. *American Journal of Human Biology*, 6: 77-88.
- LINDGREN G., 1978 – Growth of schoolchildren with early, average, and late ages of peak height velocity. *Annals of Human Biology*, 5: 253-268.
- LOPEZ-BLANCO M., IZAGUIRRE-ESPINOZA I., MACIAS-TOMEI C., SAAB-VERARDY L., 1995 – Growth in stature in early, average, and late maturing children of the Caracas Mix-Longitudinal Study. *American Journal of Human Biology*, 7: 517-527.
- MARTIN R.D., 1983 – *Human Brain Evolution in an Ecological Context*. New York, American Museum of Natural History.
- ORLOVSKY F.J., 1982 – Adolescent midfacial growth in *Macaca nemestrina* and *Papio cynocephalus*. *Human Biology*, 54: 23-29.
- Pianka E.R., 1983 – *Evolutionary Ecology* (3 wydanie). New York: Harper and Row.
- PIONTEK J., 1995 – Środowisko a populacje ludzkie w Paleolicie i czasach postpaleolitycznych: dwa modele adaptacji, [w:] *Ekologia człowieka – Historia i współczesność*, Instytut Historii Nauki PAN, Warszawa, s. 29-46.
- PIONTEK J., 1995 – Environment and human populations in Palaeolithic and post-Palaeolithic times: Two models of adaptation. W: *Man and environment in the Palaeolithic*, H. Ullrich (red.), E.R.A.U.L., 62: 137-151, Liege.

- PIONTEK J., 1999 – Patterns of Adaptive Strategy in the Upper Palaeolithic and post-Palaeolithic Populations: Evidence from central Europe. W: *Hominid Evolution. Lifestyles and Survival Strategies*, H. Ullrich (red.), 187-204, Edition Archaea, Gelsenkirchen, Schwelm.
- ROCHE A.F., 1992 – *Growth, Maturation and Body Composition. The Fels Longitudinal Study*. Cambridge Studies in Biological Anthropology. Cambridge University Press, Rozdział 2: str. 26-52.
- ROSENBERG K., TREVATHAN W., 1996 – Bipedalism and human birth: The obstetrical dilemma revisited. *Evolutionary Anthropology*, 4: 161-168.
- SATYANARAYANA K., RADHAIHAH G., MURALI MOHAN K.R., THIMMAYAMMA B.V.S., PRALHAD RAO N., NARASINGA RAO B.S. 1989 – The adolescent growth spurt of height among rural Indian boys in relation to childhood nutrition background: An 18 years longitudinal study. *Annals of Human Biology*, 16: 289-300.
- SINIARSKA A., ROJAS A., VALENTIN G., WOLAŃSKI N., DICKINSON F., 2004 – Czy istnieje sezonowy rytm rozwoju w warunkach tropikalnych? (wyniki dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku). *Studia Ecologiae et Bioethica*, 2(2004).
- SMITH B.H., 1993 – Physiological Age of KMN-WT 15000. W: *The Nariokotome Homo erectus Skeleton*, A.C. Walker, R.F. Leakey (red.). Belknap Press, Cambridge, MA, str.: 195-220.
- TANNER J.M., 1962 – *Growth at Adolescence*. 2nd ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- TANNER J.M., 1989 – *Foetus into Man. Physical Growth from Conception to Maturity*, 2nd edition. Castlemead Publications, Ware.
- TANNER J.M., WHITEHOUSE R.H., MARSHALL W.A., HEALY M.J.R., GOLDSTEIN H., 1975 – *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*. London: Academic Press.
- TANNER J.M., WHITEHOUSE R.H., MARUBINI E., RESELE L., 1976 – The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden Growth Study. *Annals of Human Biology*, 3: 109-126.
- WATTS E.S., 1986 – Evolution of the Human Growth Curve. W: *Human Growth: A Comprehensive Treatise*, F. Falkner i J.M. Tanner (red.), Vol 1, 2nd ed., New York: Plenum Press, str.: 153-166.
- WATTS E.S., GAVAN J.A., 1982 – Postnatal growth of nonhuman primates: The problem of the adolescent growth spurt. *Human Biology*, 54:53-70.
- WEISFELD G.E., BERGER J.M., 1983 – Some features of human adolescence viewed in evolutionary perspective. *Human Development*, 26:121-133.
- WOLAŃSKI N., 1964 – Z badań nad tzw. skokiem pokwitaniowym u dziewcząt. *Prace i Materiały Naukowe IMD*, 3:181-196.
- WOLAŃSKI N., 2005a – *Ekologia człowieka (Nisza biokulturowa w czasie i przestrzeni)*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, w druku.
- WOLAŃSKI N., 2005b – *Rozwój biologiczny człowieka*. Wydanie 7. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, w druku.
- WOLAŃSKI N., ROJAS A., VALENTIN G., SINIARSKA A., 2005a – Każde dziecko i każda jego cecha ma swoje tempo rozwoju modyfikowane przez warunki życia w danym okresie (wyniki dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku). *Acta Ecologiae et Bioethicae*, 2(2004).
- WOLAŃSKI N., ROJAS A., UC L., SINIARSKA A., 2005b – Każde dziecko i każda jego cecha ma swoje tempo rozwoju modyfikowane przez warunki życia w danym okresie (wyniki dwuletnich comiesięcznych badań na Jukatanie w Meksyku). *Acta Ecologiae et Bioethicae*, 2(2004).
- ZIELIŃSKA A., 2003 – Skok pokwitaniowy i budowa ciała dziewcząt z Meridy (Jukatan, Meksyk) jako sposób przystosowania do warunków życia. *Studia Ecologiae et Bioethicae* 1: 141-158.

Some peculiarities in ontogeny of *Homo sapiens* comparing with mammalian and Primates growth

SUMMARY

During ontogeny there are many phenomena which significantly differentiate humans from other mammals, including Primates. The present considerations and analysis of regression applied for many species to illustrate allometric relations of developmental spurts of height and weight to final values of these parameters in adults, allow to compare processes of growth of *Homo sapiens* with other Primates and to submit the following results: In *Homo sapiens* the maximal rate of growth in length and body mass exists at the prenatal period (during gestation), and after birth it decelerates. In the evolution of human ontogeny two new stages occurred: The first one is „childhood“ which is manifested by slow body growth and intense brain development. The second one is named „adolescence“ and includes pubertal spurt of many body variables. In Humans, as compare with other Primates, the infancy and juvenile stages had been shortened. Human puberty begins when the postnatal rate of growth in height and weight are the lowest since birth and there is a considerable delay in puberty and sexual maturation than in other Primates. The adolescent growth spurt shortens the time needed to reach sexual maturity, which could have been much longer as the result of a slow growth at childhood. Sexual dimorphism in intensity of pubertal spurt of body mass is smaller in Humans than in other Primates. On the contrary, sexual dimorphism in onset of puberty and growth rate in height at this stage is rather well manifested. The adolescent stage is divided into two parts because there is a delay of years between puberty and the onset of the adult reproductive stage of life.