

Kto pierwszy przemówił? Uwarunkowania morfologiczne mowy ludzkiej

Betina Kujawa

Abstract

WHO SAID AS THE FIRST? MORPHOLOGICAL DETERMINANTS OF HUMAN SPEECH. The evolution of human speech was probably involved into development of brain structures responsible for cultural behaviour, specially tool-making. Moreover, it has been suggested that only *Homo erectus* species had the speech apparatus formed the way which allowed to articulate some sounds.

Betina Kujawa, 1995; Polish Anthropological Review, vol. 58, Poznań 1985, pp. 99-105, fig. 1

Koncepcji dotyczących ewolucji mowy ludzkiej jest zapewne tyle, ilu autorów podjęło się rozwiązania tego problemu. Jedną z ciekawszych wydaje się hipoteza HEWESA [1977], wywodząca początki komunikacji słownej z zachowań kulturowych, a dokładniej - narzędziowych. Jej autor sugeruje, że takie czynności, jak wytwarzanie narzędzi i posługiwanie się językiem ewoluowały wspólnie i opierają się na tych samych wzorcach. Jego zdaniem, na pierwszym etapie hominizacji (ok. 3 mln lat temu) wokalizacja słowna prawdopodobnie nie była konieczna. Surowiec otoczkowy do produkcji narzędzi był przecież w zasięgu ręki, a czynności manualne bardzo proste, ograniczające się do kilku mocnych uderzeń w celu zaszczerbienia jednej z krawędzi. Informacje dotyczące sposobu wytwarzania narzędzi były przypuszczalnie wyuczalne przez naśladowanie, a wskazówki o zlokalizowanym źródle pokarmu czy zbliżającym się drapieżnikowi - przekazywane za

pomocą pojedynczych sygnałów głosowych czy mimiki [KEVLES 1980]. Niestety, nadal pozostaje nie wyjaśniony przeskok z tego poziomu umiejętności wokalizacyjnych (jeden dźwięk - jedno znaczenie) na wyższy - gdzie pozbawione wartości semantycznej pojedyncze fonemy łączone są w obdarzone znaczeniem słowa. Nie określono dotąd także czasu pojawienia się pierwszych oznak mowy artykułowanej. Można przypuścić, że owym momentem krytycznym w ewolucji człowieka był czas jego ekspansji czy raczej natężonych adaptacji do gwałtownie zmieniającego się, na skutek nadchodzącej epoki lodowcowej, środowiska. Łowiecki tryb życia wymagał udoskonalenia techniki wytwarzania narzędzi, jak również nowych umiejętności myślowych, takich jak przewidywanie czy planowanie. Szczególnie ciekawa wydaje się ludzka zdolność planowania, w minimalnym stopniu rozwinięta u małych człecokształtnych - w zasadzie ograniczająca się u nich do działań realizowanych w najbliższej przyszłości [AICHISON 1995]. Dla człowieka jest ona umiejętnością niezbędną. Trudno wręcz wyobrazić sobie efektywne fun-

Zakład Ekologii Populacyjnej Człowieka
UAM

ul. Fredry 10, 61-701 Poznań

kcjonowanie w społeczeństwie bez sprawnego projektowania swoich zachowań, adekwatnych do zastanej lub przewidywanej sytuacji.

Bliskie hipotezie Hewesa są rozważania amerykańskiego neurofizjologa, Williama CALVINA [1994], który zasugerował, że liczne uzdolnienia człowieka, czy to fizyczne czy intelektualne, są wynikiem doskonalenia specyficznej sprawności mózgu, mianowicie - jego zdolności do tworzenia różnego rodzaju ciągów, inaczej mówiąc sekwencji. Wyjściową umiejętnością, według Calvina, na którą działały prawdopodobnie naciski selekcyjne, było programowanie ruchów odbywających się po torze parabolicznym. Chodzi o taki typ ruchów, które wykonywane są z dużą szybkością i precyzją - jak np. łupanie kamieni młotem czy rzuty do celu. Są zatem integralnym składnikiem procesów wytwarzania i wykorzystywania prostych narzędzi, czyli umiejętności manipulacyjnych, które zadecydowały o sukcesie ewolucyjnym pierwszych form ludzkich. Ruchy te wymagają szczegółowego i złożonego planowania. Mózg musi wcześniej zaprojektować całą sekwencję następujących po sobie czynności, nie tylko pobudzanie kolejnych partii mięśni, lecz także, jak dzieje się np. podczas rzutu, określić moment, w którym należy pocisk wypuścić, by trafić do ruchomego celu.

Jak proponuje Calvin, doskonalenie sieci neuronowej zawiadującej sekwencją wykonywanych ruchów mogło spowodować, na zasadzie efektu ubocznego, ewoluowanie umiejętności wokalizacyjnych. Konieczne jest jednak założenie, że ruchy mięśni wykorzystywanych podczas mówienia zależą od tej samej podstawowej sprawności w planowaniu, która kontroluje następstwo pobudzania mięśni przy wykonywaniu szybkich, precyzyjnych ruchów. W ten sposób doskonalenie

zdolności manipulacyjnych przyczyniało by się zarazem do rozwoju wokalizacji. Swoje założenie Calvin popiera obserwacjami neurologicznymi, które wskazują na to, że nowe kombinacje ruchów realizowane są przy aktywności pól korowych, a nie ośrodków podkorowych. Umieszczenie omawianego obszaru, zawiadującego planowaniem ruchów, w bocznych okolicach kory mózgowej, a więc tam, gdzie zlokalizowany jest ośrodek mowy, potwierdzają badania z neuropatologii [MITRYNOWICZ-MODRZEJEWSKA 1962, SZUMSKA 1982]. Stwierdzono bowiem, że pacjenci z uszkodzonym lewym bocznym obszarem kory mózgowej mają problemy nie tylko z mówieniem, ale i z niewyćwiczonymi sekwencjami ruchów dłoni i ramienia. Ponadto, w części środkowej tego obszaru zlokalizowano ośrodek rejestrujący sekwencje dźwięków.

Przytoczone informacje wskazują na to, że okolica korowa związana z mówieniem jest również odpowiedzialna za generowanie nowych sekwencji ruchów rąk. Być może zatem rozwój mowy nastąpił przypadkowo, początkowo jako efekt uboczny doskonalenia wielozadaniowych mechanizmów mózgowych, które służyły konkretnej, a niezbędnej adaptacyjnie funkcji ruchowej. Rozwijane umiejętności wokalizacyjne prawdopodobnie zaczęły zwrotnie, dodatnio, oddziaływać na czynności manualne, i tak, na zasadzie sprzężeń zwrotnych, postępowała ewolucja zdolności twórczych człowieka.

Wykorzystywanie nowego typu ruchów można przypisać pierwszym formom ludzkim, z przełomu plio-plejstoceńskiego. Na ten okres występowania hominidów datuje się bowiem pojawienie prostych kamiennych narzędzi, z kolei kostne szczątki ich paliczków wskazują na zaawansowane, w stosunku do współczesnych małp człekokształtnych, zdolności

manualne, które pozwalały na dość precyzyjne manipulowanie przedmiotami [SHREWSBURY 1986]. Dane te pozwalałyby przypuścić, odwołując się do hipotezy Calvina, że doskonalenie nowych czynności ruchowych przez aktywne funkcjonowanie kory mózgowej, predysponowało wczesnych przedstawicieli rodzaju ludzkiego do rozwijania zdolności artykulacyjnych.

Czy rzeczywiście pierwsze w filogenezie przemówiły plio-pleistoceny hominidy?

Ekspresja słowna wymaga nie tylko określonych struktur mózgowych, ale i odpowiednio ukształtowanego aparatu głosowego. Razem współpracując determinują zsynchronizowaną pracę mięśni oddechowych, krtani, gardła, jamy ustnej i twarzy, pozwalając na wypowiedanie słów. Proces ten sprowadza się do dwu zjawisk: fonacji, czyli formowania w krtani dźwięku, i artykulacji, czyli modelowania go przez skoordynowane i precyzyjne ruchy mięśni artykulacyjnych. Istotne jest również jednoczesne wzmocnienie głosu, dzięki zjawisku rezonansu, podczas przechodzenia przez gardło, jamę ustną i nosową [BOCHENEK 1992, LESLIE 1990].

Generatorem dźwięku jest krtień. Jej położenie u człowieka, w odróżnieniu od innych zwierząt, zmienia się w trakcie ontogenezy. W okresie noworodkowym krtień łączy się z częścią nosową gardła, za pomocą wysoko położonej chrząstki nagłośniowej. Takie przynozdrzowe położenie nagłośni, zapewniające permanentnie otwartą drogę oddechową, prowadzącą z nosa do płuc, umożliwia nie zagrażające udławieniem się przyjmowanie pokarmów. Przedłużające się rozdzielenie nagłośni od podniebienia występuje tylko podczas płaczu i pierwszych prób wokalizacyjnych. W szóstym miesiącu życia obserwuje się wyraźny rozdział tych stru-

ktur, co wskazywałoby już na umiejętność oddychania przez usta. Tylko w trakcie karmienia niemowlęcia dochodzi do połączenia górnego brzegu nagłośni z podniebieniem miękkim [KRAWCZYŃSKI 1980, MAGRIPLES 1987, SASAKI 1977].

Ontogenetyczna zmiana oddychania nosowego na ustne charakteryzuje jedynie gatunek *Homo sapiens*. Należałoby sprawdzić zatem, czy transformacja ta nie determinuje naszych predyspozycji wokalizacyjnych.

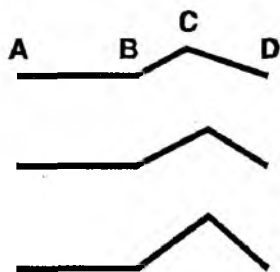
Na podstawie badań porównawczych wyższych ssaków ustalono, że istnieją generalnie dwa główne wzorce anatomiczne opisujące położenie krtani, a warunkujące zwierzęce oddychanie, połykanie i wokalizację [BRYAN 1963, DU BRUL 1958]. Pierwszy z nich nazwano podstawowym wzorcem ssaczym. Charakteryzuje się on wysokim położeniem krtani, pomiędzy 1 a 4 kręgiem szyjnym. Taka pozycja umożliwia stały kontakt krtani z częścią nosową gardła, zapewniając równoczesność oddychania i połykania. Płyn przepływa wówczas dookoła nagłośni przez obustronne kanały, zwane zatokami gruszkowatymi, wpadając prosto do przełyku. To odseparowanie dróg oddechowej i pokarmowej jest charakterystyczne zarówno dla krowy, kota, jak i małpy. Z pozoru nadzwyczaj korzystny układ narządów, poważnie ogranicza różnorodność dźwięków produkowanych przez zwierzę. Wysokie położenie krtani, pozostawiające niewielką przestrzeń rezonansową gardła, zmusza zwierzę do modelowania generowanych dźwięków jedynie przez zmianę kształtu jamy gębowej i warg.

Drugi wzorec anatomiczny występuje tylko u człowieka. Jednakże we wczesnych stadiach ontogenezy ukształtowanie górnych dróg oddechowych jest typowo „małpie”, zatem i funkcjonowanie krtani nie odbiega od mechanizmu ssaczego.

Jest to doskonałą adaptacją wszystkich noworodków ssaczy do picia mleka matki. Gdy dziecko przeżyje etap „zstępowania krtani”, staje się użytkownikiem drugiego wzorca anatomicznego, w którym trakty oddechowy i pokarmowy przecinają się powyżej krtani. Uniemożliwia to oczywiście jednoczesność picia i oddychania, ponadto bywa częstą przyczyną zaksztuszeń czy wręcz uduszeń na skutek uniedroźnienia drogi oddechowej przez cząstki pokarmu. Te wyraźnie niekorzystne okoliczności prawdopodobnie skompensowała pewna nowa cecha funkcjonalna. Odseparowanie nagłośni od podniebienia miękkiego, wraz z zejściem całego narządu głosowego do niższych partii szyi, wywołało znaczne powiększenie przestrzeni rezonansowej leżącej nad fa-

dami głosowymi. Pojawiła się więc możliwość znaczniejszego przekształcania dźwięków emitowanych z głośni, w porównaniu z niemowlętami czy najbliższymi filogenetycznie - małpami człekokształtnymi [LANGLEY 1981].

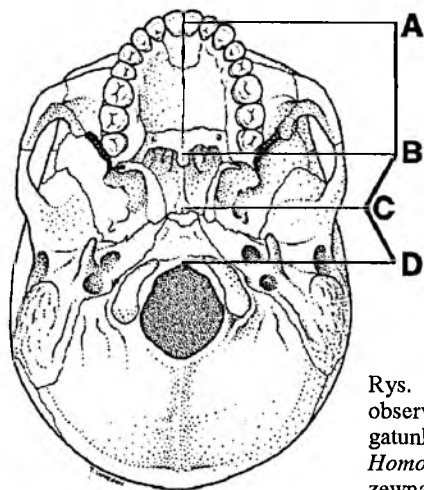
Stwierdzono też związek pomiędzy opisanymi wzorcami anatomicznymi, czyli położeniem krtani a specyficznym ukształtowaniem podstawy czaszki. Opisano dwie konfiguracje basicranium - larynx, korespondujące z dwoma wzorcami oddechowymi. W pierwszej konfiguracji - podstawa czaszki jest niemal płaska, a położenie krtani - bardzo wysokie. W drugiej - czaszka jest u dołu wysklepiona w łuk i współwystępuje z krtanią położoną nisko [LAITMAN 1984]. Wynikiem odmiennego ukształtowania podstawy cza-



Pan troglodytes (szympan)

Australopithecus sp.

Homo sapiens



- A - alveolare
- B - staphillon
- C - hormion
- D - basion

Rys. 1. Stopień wygięcia podstawy czaszki obserwowany na czaszkach osobników z trzech gatunków: *Pan troglodytes*, *Australopithecus sp.*, i *Homo sapiens* (tzw. bazalne wygięcie zewnątrzkraniałne).

szek jest inne rozłożenie przyczepów mięśni podniebiennych i gardła; bardziej przyśrodkowo u małp, z kolei bocznie u człowieka. W ten sposób część nosowa gardła człowieka pozostaje szersza i wyższa w porównaniu z małpami człekokształtnymi. Ponadto, odmienne rozłożenie mięśni u pongidów spowodowało wykształcenie na kościach skroniowych wyraźnych struktur kostnych, zwanych wyrostkami eustachiuszowymi, których nie spotyka się na czaszkach współczesnych ludzi [LESLIE 1990].

Odkryta zależność anatomiczno-funkcjonalna zainspirowała badaczy do oszacowania możliwości wokalizacyjnych wczesnych i późniejszych hominidów. Dostrzeżono silną korelację pomiędzy stopniem zewnętrznego wygięcia podstawy czaszki, obserwowanego w rzucie pośrodkowo-strzałkowym, a położeniem kości gnykowej i krtani w obrębie szyi. Ów stopień wygięcia podstawy czaszki, nazywany bazalnym wygięciem zewnątrzkraniálním, można przedstawić łącząc odpowiednie punkty antropometryczne leżące w linii pośrodkowej: basion, hormonion, staphylion, alveolare. W ten sposób uzyskuje się profil linii łamanej, która przyjmuje kształt charakterystyczny dla każdego gatunku (rys. 1). Tak przedstawione kąty obrazują wielkość wygięcia podstawy czaszki w stosunku do płaszczyzny podniebienia. Im kąty są bardziej rozwarste, tym wyżej położona jest krtani.

Opisane prawidłowości odniesiono do kilku wymarłych gatunków hominidów. Materiał badawczy stanowiło 14 czaszek kolejnych form ludzkich: *Australopithecus africanus*, *Homo erectus* i *Homo sapiens neandertalensis* [LAITMAN 1984].

Po dokładnym wymierzeniu kątów okazało się, że czaszki australopiteków nie wykazują wygięcia - linia przekroju strzałkowego podstawy jest niemal ideal-

nie prosta. Odpowiednio, ich krtani była prawdopodobnie wysoko położona, zmuszając do oddychania nosowego, zarazem silnie redukując przestrzeń rezonansową gardła. Przepuszczalność zdolności artykulacyjne tych hominidów były raczej porównywalne z małpimi niż z naszymi.

Skoro australopiteki charakteryzowały typowo małpie ukształtowanie górnych dróg oddechowych, kiedy pojawiło się ludzkie?

Pomiary czaszek pitekantropów wykazały, iż niektóre z nich cechują się lekkim wysklepieniem podstawy. Sugeruje to, że dopiero na etapie *Homo erectus* rozpoczął się ontogenetyczny proces zstępowania krtani w niższe partie szyi, korzystny ze względu na możliwość modelowania wytwarzanych dźwięków w powstałej przestrzeni rezonansowej.

Pierwsze przykłady całkowitego wygięcia podstawy czaszki zaobserwowano dopiero u form neandertalskich. Tak późne w skali filogenetycznej pojawienie się mowy artykułowanej potwierdza następujący fakt morfologiczny. U współczesnego człowieka język w 2/3 swojej długości mieści się w jamie ustnej, pozostała część schodzi do gardła. Takie ułożenie warunkuje prawidłowe i precyzyjne modulowanie wypowiedzianych głosek. U australopiteków, jak stwierdzono po drobiazgowej analizie śladów przyczepów tego mięśnia na czaszce, cały język mieścił się w jamie ustnej, a podniebienie było płasko sklepione [LIEBERMAN 1972]. Ich znikome możliwości wokalizacyjne potwierdziły również zaobserwowane na kilku czaszkach przynależnych do gatunku *Australopithecus africanus* wyrostki eustachiuszowe, świadczące o „małpim” ukształtowaniu części nosowej gardła.

Interesujących obserwacji dostarczyła rekonstrukcja dróg głosowych neandertalskiego człowieka ze stanowiska la Chapelle-aux-Sa-

ints. Na podstawie stopnia zakrzywienia wyrostków rylcowatych kości skroniowych, określono położenie kości gnykowej, muskulaturę dna jamy ustnej i języka oraz szerokość i wysokość przestrzeni nadkrtaniowej. Rezultaty tych prac sugerowały, że neandertalczyk, mimo znacznego zaawansowania możliwości wokalizacyjnych, ocenianych na 90% w stosunku do swojego następcy, nie mógł ze względu na zredukowaną jamę rezonansową gardła wypowiadać głosek: a, u czy i [LAITMAN 1985].

Kolejne badania przyniosły jednak nowe, kontrowersyjne odkrycia. Kość gnykowa neandertalczyka z jaskini Kebara okazała się, pod względem morfologicznym, nieodróżnialna od współczesnych. Z kolei powtórna rekonstrukcja czaszki z la Chapelle i pomiar stopnia wygięcia jej podstawy wykazały, że wyznaczone kąty mieszczą się w zakresie zmienności charakterystycznej dla czaszek ludzkich z późnego paleolitu, a nawet średniowiecza. Wskazywałoby to, że głoski wypowiadane przez neandertalczyków nie różniły się od którychkolwiek wypowiadanych przez nas [LESTIENNE 1987].

Tytułowe pytanie artykułu nadal pozostaje nie rozstrzygnięte. Zbyt wiele czynników wydaje się decydujących o zdolnościach artykulacyjnych, których natura nie pozwala na jednoznaczne określenie czasu ich pojawienia się. Jedyna słuszna droga prowadząca do rozwiązania zagadki mowy ludzkiej to poszukiwanie możliwie szerokiej gamy uwarunkowań, które są niezbędne dla zaistnienia opisywanego zjawiska.

Jak wynika z wcześniejszych rozważań ukształtowanie górnych dróg oddechowych i podstawy czaszki jest elementem silnie rozróżniającym nasz gatunek od pozostałych i dającym nam niekwestionowaną przewagę w predyspozycjach

morfologicznych i anatomicznych do posługiwania się mową artykułowaną. Przemieszczenie aparatu głosowego w niższe partie szyi i modyfikacja podstawy czaszki prawdopodobnie są skutkami uzyskania wyprostowanej postawy ciała. Zmiany te nie następowały jednak równocześnie: jeśli początki ortoskelii datuje się na okres występowania australopiteka, tak zstępowanie krtani rozpoczęło się dopiero na etapie *Homo erectus*. Być może ów przedział czasowy był potrzebny nie tylko dla przekształceń anatomicznych aparatu głosowego, ale i rozwoju odpowiednich mechanizmów neuronalnych zawiadujących zdolnościami wokalizacyjnymi. Ewolucja tych specyficznych umiejętności prawdopodobnie przyczyniła się do rozwoju jednej z najistotniejszych i najbardziej frapujących właściwości człowieka jaką jest inteligencja. Dzięki niej może uda nam się argumentacją słowną odwieść infantylne formy naszego gatunku od nasłuchiwania w noc wigilijną, czy jakiś zwierzak przemówi ludzkim głosem.

Piśmiennictwo

- AICHISON J., 1995, *Chimps, children, and creoles: the need for caution*. In: *The biology of language* (ed.) S. Puppel, John Benjamins Publishing Co. Amsterdam
- BRYAN L. A., 1963, *The Essential Morphological Basis for Human Culture*. Current Anthropology, 6
- CALVIN W. H., 1994, *Jak powstawała inteligencja*. Scient. Amer., 12
- DU BRUL, 1958, *Evolution of the speech apparatus*, Illinois
- HEWES G. W., 1977, *Language origin theories*. [w:] *Language Learning by a chimpanzee: the LANA Project*. (ed.) D. M. Rumbaugh, New York Academic Press
- KEVLES B., 1980, *Thinking Gorillas*, New York Academic Press

- KRAWCZYŃSKI K., 1980, *Badania nad rozwojem krtani u noworodków*. Przegląd Antropologiczny, 1
- LAITMAN J. T., 1984, *The anatomy of human speech*. Natural History, 93
- LAITMAN J. T., 1985, *Evolution of the hominid upper respiratory tract: the fossil evidence*. In: Hominid evolution: Past, Present and Future. (ed.) P. V. Tobias, New York: Liss
- LANGLEY P., 1981, *Mowa - przywilej człowieka*. New Scientist, 1
- LIEBERMAN P., E. S. CRELIN, 1972, *Phonetic ability and related anatomy of the newborn, adult human, Neanderthal man and the chimpanzee*. Am. Anthropologist, 74
- LESLIE A., Ch. DEAN, 1990, *The anatomy of vocal tract*. [w:] An introduction to human evolutionary anatomy, London
- LESTIENNE C., 1987, *Kiedy i który z naszych przodków przemówił?* New Scientist, 11
- MAGRIPLES U., J. T. LAITMAN, 1987, *Developmental Change in the position of the Fetal Human Larynx*, Am. J. of Phys. Anthrop., 72
- MITRYNOWICZ-MODRZEJEWSKA A., 1963, *Fizjologia i patologia głosu, słuchu i mowy*. PWN
- SASAKI T. C., J. T. LAITMAN, E. S. CRELIN, 1977, *Postnatal Descend of the Epiglottis in Man*, Arch. Otolaryngol., 3
- SHREWSBURY M. M., 1986, *Precision holding in humans, non humans primates and Plio-Pleistocen hominids*. J. Hum. Evol., 1/3.
- SZUMSKA J., 1982, *Zaburzenia mowy u dzieci*, PWN

SUMMARY

The evolution of human speech was probably involved into development of brain structures responsible for cultural behaviour, specially tool-making. Moreover, it has been suggested that only *Homo erectus* species had the speech apparatus formed the way which allowed to articulate some sounds.

In the speech production process it is necessary to separate the respiratory and alimentary tracts because of low position of a larynx within the neck as well as broadening of throat space that plays the role of the resonator of sounds generating in the larynx.