

KIFOZA BAZE LOBANJE

UDK 572.71.087:616,714.3

Prof. dr Dušan Šušćević¹, dr Zlatan Stojanović¹, Ilija Baroš², Ilija Ramić², Saša Dragić²
Univerzitet u Banjoj Luci, Medicinski fakultet, Republika Srpska, BiH, ¹ Zavod za
Anatomiju, ² Studentska sekcija za morfologiju

SAŽETAK

Uspravni stav čovjeka je izazvao čitav niz korelativnih promjena u čovječijoj građi. Jedna od najvažnijih je kifoza baze lobanje – prelamanje baze lobanje na mjestu sfenoidne kosti. Cilj rada je precizno izmjeriti parametre baze lobanje i potvrditi ili odbaciti njihove korelacije. Mjerenja i izračunavanja su izvršena na standardizovanoj seriji od 46 rentgenograma u L-L projekciji prikupljenih od osoba različitog doba i pola. Mjereni su sljedeći parametri:

1. Kranio-selarni indeks prema formuli $I=S/K \times 100$, gdje je S sagitalni prečnik turskog sedla a K sagitalni prečnik lobanje
2. Površina turskog sedla (korišten kompjuterski program MATLAB 7.0)
3. Površina sfenoidnog sinusa (korišten kompjuterski program MATLAB 7.0)
4. Bazalni ugao

Rezultati su uvršćeni u bazu podataka i statistički obradjeni. Na rezultate je primjenjena sljedeća alometrijska jednačina: $y=ax^k$, gdje y predstavlja površinu turskog sedla, x površinu sfenoidnog sinusa, a je konstanta i k je koeficijent rasta.

KLJUČNE RIJEČI: alometrija, bazalni ugao, sfenoidni sinus, tursko sedlo

UVOD

- ANATOMIJA I RAZVOJ -

Sfenoidni sinus

Sfenoidni sinusi su dvije prostrane šupljine (desna i lijeva) u tijelu sfenoidne kosti, koje su međusobno odvojene pomoću koštane pregrade. Unutrašnjost sinusa je ispunjena vazduhom i prekrivena je sluzokožom (tunica mucosa nasi) koja je i odgovorna za njegov nastanak kroz veoma složen proces nazvan pneumatizacija sinusa. Sfenoidni sinus je smješten duboko u središtu glave i okružen mnogim važnim strukturama kao što su očna šupljina, optički kanal (n. opticus, a. ophtalmica), chiasma opticum, kao i brojnim elementima koji prolaze kroz gornju orbitalnu pukotinu (n.III, n. IV, n. VI i grane n.V-1).

Veličina sinusa se može klasifikovati u 3 kategorije:

1. mali sinusi – hipoplastični

2. srednje veliki sinusi – normalni
3. veliki sinusi – hiperplastični

Agenezija (odsutnost) sinusa je rijedak fenomen i zapaža se u oko 1-2 % uzoraka. Najčešće se radi o ageneziji samo jednog sinusa, rijetko ageneziji oba sinusa. U oko 20-25 % ljudi sreću se produžeci sinusa u okolne strukture (ala major, ala minor, procc. pterigoideus, procc. orbitalis ossis palatini, pars basilaris ossis occipitalis, vomer).

Sfenoidni sinus ima vrlo blizak odnos sa kavernozi sinusom, koji je smješten na bočnim stranama sfenoidnog sinusa. Koštani zid koji razdvaja sfenoidni i kavernozi sinus je veoma tanak pa zapaljenje sfenoidnog sinusa može prouzrokovati zapaljenje kavernozi sinusom. Neke vrlo važne strukture (a. carotis interna, n. ophthalmicus, n. maxillaris, n. oculomotorius, n. trochlearis i n. abducens) prolaze kroz kavernozi sinus.

Sfenoidni sinus je takođe u vrlo bliskom odnosu sa turskim sedlom jer zadnji dio gornjeg zida (krova) sfenoidnog sinusa čini dno turskog sedla. Preko gornjeg zida sfenoidnog sinusa se vrši transsfenoidni pristup hipofizi a mjesto trepanacije je označeno kao **hipofizni torus**.

Blizak odnos sfenoidnog sinusa i turskog sedla ima i kliničku važnost. Pojedini tumori hipofize mogu dovesti do destrukcije turskog sedla i proširiti se u sfenoidni sinus. Takođe infekcije iz sfenoidnog sinusa se mogu širiti na hipofizu i diencephalon i obrnuto.

Sella turcica

Sella turcica (tursko sedlo) je ulegnuće u obliku sedla koje je smješteno na gornjoj strani tijela sfenoidne kosti i koje nastaje složenim procesom enhondralne osifikacije. Tursko sedlo je odvojeno od sfenoidnih sinusa tankom koštanom pregradom koja čini dio krova sfenoidnih sinusa. Pod turskog sedla je poznat kao hipofizna jama (fossa hypophysialis), u kojoj je smještena hipofiza. Tako hipofiza predstavlja jednu od hirurški najnedostupnijih intrakranijalnih struktura.

Razvoj baze lobanje

Baza lobanje se kod čovjeka prvi put pojavljuje u drugom mjesecu embrionalnog života kao uska, iregularno oblikovana hrskavičava platforma, hondrokranijum, ventralno u odnosu na embrionalni mozak. Hondrokranijum se razvija između baze embrionalnog mozga i prednjeg crijeva oko 28 dana intrauterinog razvoja kao kondenzacija ćelija neuralnog grebena (visoko mobilne, pluripotentne neuroektodermalne ćelije) i paraaksijalnog mezoderma u ektomeninksu (membrana koja predstavlja derivat mezenhima i okružuje mozak) (Sperber, 1989). 41 centar osifikacije, koji počinju da se pojavljuju u hondrokranijumu oko 8 nedjelje intrauterinog života su odgovorni za transformaciju hondrokranijuma u bazikranijum (Sperber, 1989; Kjaer, 1990). Ovi centri se formiraju u perforisanoj i iregularno oblikovanoj platformi poznatoj kao bazalna ploča.

Generalno, osifikacija hondrokranijuma dovodi do nastanka 4 velike kosti: etmoidne, većeg dijela sfenoidne i dijelova okcipitalne i temporalnih kostiju. Redosljed osifikacije ove četiri kosti baze lobanje od hondrokranijuma do bazikranijuma je kompleksan i još nedovoljno rasvjetljen.

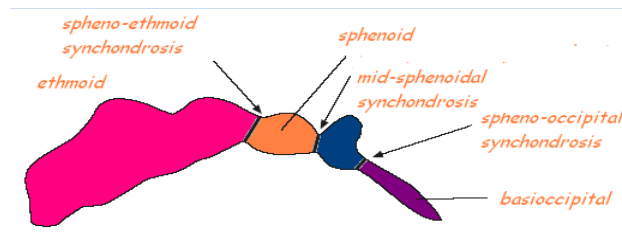
Razvoj sfenoidnog sinusa

Sfenoidni sinus se razvija kao paleosinus u Bertinijevim kostima, a kao neosinus u trupu sfenoida i pokazuje niz varijacija u odnosu na oblik i veličinu u plus i minus smislu. Tijelo sfenoidne kosti se formira spajanjem presfenoida i bazisfenoida oko hipofize gradeći tursko sedlo.

Bazalni ugao

Angulacija baze lobanje je ključ kraniofacijalnog razvoja, a takođe se smatrala i posljedicom uspravnog stava čovjeka čiji je cilj balansiranje glave kod bipeda. Savijanje i istežanje baze lobanje se može odigrati u nivou:

1. Sfeno-etmoidne sinhondroze
2. Midsfenoidne sinhondroze
3. Sfeno-okcipitalne sinhondroze



Slika 1.

Platibasia

Platibazija je stanje kod kojeg je bazalni ugao veći od 135 stepeni i koje se karakteriše spljoštenošću baze lobanje. Platibasia se javlja kao kongenitalna malformacija (osteogenesis imperfecta, kranio-facijalne anomalije) i kao stečena anomalija (Pedžetova bolest, osteomalacija, trauma). Klinički se manifestuje kratkim vratom i neurološkim manifestacijama koje mogu simulirati multiplu sklerozu. Radiološki se manifestuje abnormalnom tupošću bazalnog ugla.

Pet najvažnijih karakteristika koje odvajaju Homo sapiens-a od ostalih sisara su:

1. Bipedalni hod

2. Enorman razvoj mozga – cerebralizacija i encefalizacija
3. Redukcija mastikatornog aparata
4. Racionalno seksualno ponašanje usmjereno ka zadovoljavanju seksualnog instinkta i produženju vrste
5. Racionalno i planirano sticanje materijalnih dobara

CILJEVI RADA SU

1. Precizno izmjeriti parametre baze lobanje i potvrditi ili odbaciti njihovu korelaciju koristeći statističke i matematičke procedure
2. Potvrditi ili odbaciti procese osifikacije i pneumatizacije koristeći alometriju

MATERIJAL I METODE

Mjerenja i izračunavanja su izvršena na standardizovanoj seriji od 46 rentgenograma u L-L projekciji, prikupljenih od osoba različite dobi i oba pola. Mjereni su sljedeći parametri:

1. Bazalni ugao
2. Površina turskog sedla
(koristeći kompjuterski program MATLAB 7.0)
3. Površinu sfenoidnog sinusa
(koristeći kompjuterski program MATLAB 7.0)
4. Kranioselarni – indeks (I), prema sljedećoj formuli
 $I = S/K \times 100$, gdje S predstavlja sagitalni prečnik turskog sedla a K predstavlja sagitalni prečnik lobanje

Ad 1. Bazalni ugao

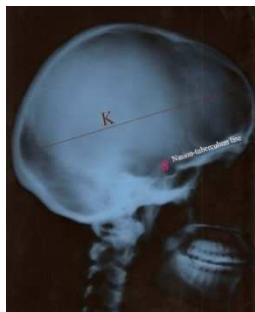
Postoje mnogobrojni načini mjerenja bazalnog ugla. Mi smo se odlučili za najčešće korištenu metodu, tj. metodu kojom se mjeri ugao koji zaklapaju tri tačke (nasion, dorsum sellae, basion).

Treba napomenuti i to da se prema najnovijim preporukama, pri mjerenju bazalnog ugla, kao odrednica koristi foramen caecum a ne nasion, tako da se mjeri ugao koji zaklapaju linije koje spajaju foramen caecum- dorsum sellae- basion. Kako se kosti lica i kosti baze lobanje ne razvijaju sinhrono, to se uzimanjem nasion-a kao referentne tačke, koji pripada kostima lica, može dobiti nepravilan rezultat.

Ad 2. i 3. Površina turskog sedla i sfenoidnog sinusa

Površinu turskog sedla i sfenoidnog sinusa smo mjerili koristeći kompjuterski program MATLAB 7.0 koji daje izvanredne mogućnosti za mjerenje ovako malih površina.

Ad 4. Kranioselarni indeks (CSI)



Slika 2.

Vrijednosti kranioselarnog indeksa smo računali prema formuli:

$$I = S/K \times 100$$

S - sagitalni prečnik turskog sedla

K - sagitalni prečnik lobanje

Treba napomenuti i to da pri mjerenju, sagitalni prečnik lobanje mora biti paralelan sa nasion- tuberkulum linijom.

Rezultati su sakupljeni u bazu podataka i statistički obrađeni upotrebom sljedećih deskriptivnih statističkih parametara:

- M – aritmetička sredina
- SD – standardna devijacija
- CV – koeficijent varijacije
- Raspon vrijednosti (MIN-MAX)

Svi rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

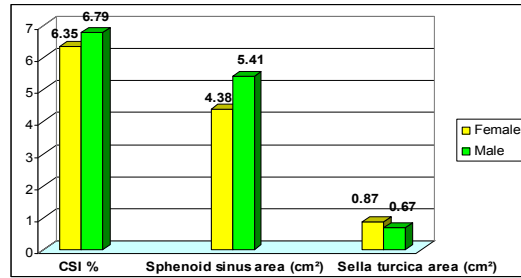
REZULTATI

Tabela 1. Vrijednosti kranimetrijskih parametara na ispitivanim uzorcima

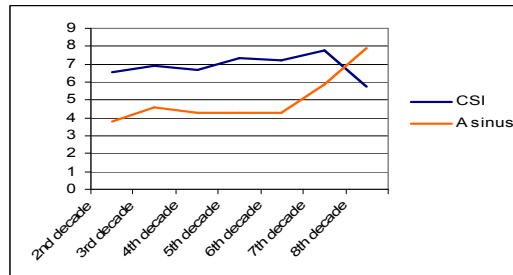
Parametar	\bar{X}	SD	CV (%)	Max	Min
K (cm)	17,87	1,13	6,35	20,50	15,70
S (cm)	1,25	0,24	19,20	1,90	0,70
CSI	6,98	1,25	17,91	9,65	4,19
PTS(cm ²)	0,84	0,31	36,90	1,66	0,28
PSS (cm ²)	4,61	1,48	32,10	8,37	2,08
Bazalni ugao	119,9	6,39	5,33	135	107

Grafik 1. Vrijednosti CSI-a, površine turskog sedla i sinusa sfenoidalisa u odnosu na pol

Histogram 1. Values of CSI, areas of sella turcica and sphenoid sinus in regard to sex



Grafik 2. Vrijednosti CSI i sinus sphenoidalisa-a u odnosu na dob
Histogram 2. Values of CSI and sphenoid sinus area dependence of age



Grafik 3. Vrijednosti površine turskog sedla u odnosu na dob
Histogram 3. Values of sella turcica area in regard to age

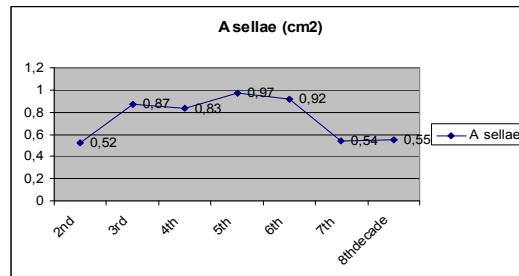
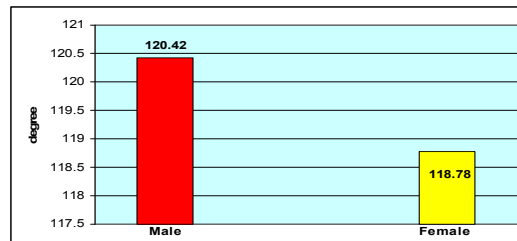


Tabela 2. Vrijednosti bazalnog ugla u odnosu na pol
Table 2. Values of basal angle in regard to sex

Bazalni ugao	X	SD	CV (%)	Max	Min
Muškarci	120.42°	7.11°	5.9	134°	107°
Žene	118.78°	4.4°	3.7	130°	109°

Grafik 4. Vrijednosti bazalnog ugla u odnosu na pol
Histogram 4: Values of basal angle in regard to sex



DISKUSIJA

Najprikladniji za naše ispitivanje se pokazao L-L rendgenogram jer se na ostalim projekcijama rendgenograma koštane strukture lobanje superponiraju. Vrijednosti kranioselarnog indeksa (CSI) imaju mali značaj u diferenciranju normalnog od patoloških stanja ali mogu dati dobru introspekciju morfoloških karakteristika turskog sedla Iako vrijednosti kranioselarnog indeksa (CSI) u našim rezultatima statistički ne koreliraju sa površinama sfenoidnog sinusa, nakon prikazivanja podataka u koordinatnom sistemu dobijaju se dvije krive koje pokazuju direktnu zavisnost. Ova anomalija može biti objašnjena malim brojem testiranih uzoraka ili nekonzistentnom primjenom statističkih metoda

Statističku korelaciju dobijenih podataka izvršili smo na dva načina:

- **Pearson**-ov koeficijent linearne korelacije
- Alometrijski

Na osnovu tabličnih podataka izvedena je interpolacija uz primjenu Marquardt-Levenberg algoritma. Korišteni softver GP- graph plotter je razvijen na Tohoku univerzitetu u Japanu

Alometrija (gr. – *allos*; *metros*)

Alometrija je relativno nova i još nedovoljno provjerena grana matematike. Njenu osnovu čini stavljanje u međusobni odnos vrijednosti različitih parametara, koji na prvi pogled ne zavise jedni od drugih.

U našem radu pokušali smo da alometrijski ispitamo odnos vrijednosti turskog sedla (koji se razvija po principu osifikacije) sa vrijednostima sfenoidnog sinusa (koji nastaje procesom pneumatizacije sfenoida). Prema načinu dinamike promjena, kao i po mnogim drugim osobinama to su očigledno dva različita procesa. Odlučili smo se da alometrijski uporedimo ova dva procesa i da na rezultate primjenimo alometrijsku jednačinu čiji uopšteni oblik glasi:

$$y=mx^b$$

y – nezavisna veličina (u našem slučaju vrijednost površine turskog sedla)

x – zavisna veličina (u našem slučaju vrijednost površine sfenoidnog sinusa)

m – konstanta = 1

b– “alometrijski koeficijent”

Alometrijska jednačina predstavlja visoko uprošćenu, aproksimativnu formulu koja može da se primjeni na zadivljujuće širok obim posmatranih pojava.

Međutim, to nas ne opravdava da alometrijsku formulu upotrijebimo kao dogmu i da upoređujemo “babe i žabe”, odnosno sve i svašta.

U radu smo upoređivali dva parametra koji pripadaju jednoj grupi istovrsnih podataka te možemo govoriti o tzv. “intraspecifičnoj” alometriji – što opravdava izbor primjene.

Ako ništa drugo, alometrijska analiza može da koristi kao referentna metoda korelacione zavisnosti.

Baza lobanje i stav tijela

Jedna stalna hipoteza, posebno važna za evoluciju čovjeka, govori o tome da je “savijanje (fleksija) baze lobanje adaptacija na uspravni stav čovjeka. Ona uzrokuje postavljanje velikog otvora (foramen magnum) više unaprijed i ventralno”. (*Bolk, 1909, 1910; Duckworth, 1915; Weidenreich, 1941; Schultz, 1942, 1955; Ashton and Zuckerman, 1952, 1956; Ashton, 1952; Moore et al., 1973; Adams and Moore, 1975; DuBril, 1977, 1979; Dean and Wood, 1981, 1982*).

Drugi interesantan problem je uloga baze lobanje u temeljnom rearanžiranju lica. Ove promjene uključuju:

- povećanje konvergencije i frontalizacije orbita
- relativno povećanje veličine mozga naročito frontalnih i temporalnih režnjeva
- savijeniju bazu lobanje
- djelimično postavljanje lica ispod frontalnih režnjeva

- smanjenje mirisnog aparata i interorbitalnog područja sa pratećim približavanjem orbita i
- prisustvo postorbitalnog septuma (Cartmill, 1970, 1980; Radinsky, 1968, 1979; Rosenberger, 1985, 1986; Ravosa, 1991b; Ross and Ravosa, 1993; Ross, 1995a,b).

Hipoteza da je fleksija baze lobanje kod hominoida, adaptacija na povećanje veličine mozga u odnosu na dužinu lobanje (Gould, 1977), do sada je imala najveću podršku (Ross and Ravosa, 1993; Ross and Henneberg, 1995; Spoor, 1997; McCarthy, 2001)

Drugi faktori koji su diskutovani u prilog varijacijama angulacije baze lobanje, uključujući facijalnu kifoza i položaj (stav) glave i vrata, ne mogu biti prikazani kao determinišući faktori koji koreliraju sa fleksijom baze lobanje. Komparativne studije kraniobazalne angulacije, ugla glava-vrat i orijentacije orbitalne osovine lobanja postojećih primata (*Strait-a i Roos-a, 1999*) pokazale su da bazikranijalna fleksija prvenstveno zavisi od relativne veličine mozga a ne od položaja glave i vrata.

Tradicionalno mišljenje da je fleksija baze lobanje kod čovjeka na neki način adaptacija na ortogradni stav, više ne "drži vodu".

Radiografske analize humanoidnih fosila (Lieberman, 1998) dokazuju da je glavni uzrok retrakcije lica i rezultujućih efekata na lobanji modernog čovjeka, prije rezultat promjena kranijalne baze nego lica.

Kranijalna baza može igrati veću ulogu u uticaju na oblik lica nego obrnuto.

Sumirajući prethodne studije, može se zaključiti da relativna veličina mozga, naročito dužina baze lobanje, predstavlja važnu determinantu stepena savijanja (angulacije) bazikranijuma. Uprkos

dugotrajnoj tradiciji koja je povezivala morfologiju bazikranijuma sa položajem glave, vrata i tijela, trenutno postoji mala empirijska podrška hipotezi da su ovi faktori direktno povezani sa varijacijama baze lobanje, naročito njenoj savijenosti u srednjoj sagitalnoj ravni. Međutim, veze između orijentacije lica i morfologije baze lobanje na jednoj strani, i položaja glave na drugoj, ostavljaju otvorenom mogućnost indirektno povezanosti ugla baze lobanje i položaja glave.

ZAKLJUČCI

- ❖ Kranioselarni indeks nije egzaktna vrijednost od značaja za diferentovanje normalnog od patološkog stanja
- ❖ Površine turskog sedla i sfenoidnog sinusa pokazuju statistički i alometrijski značajnu korelaciju na ispitivanim uzorcima
- ❖ Vrijednosti bazalnog ugla ne pokazuju statistički i alometrijski značajnu povezanost sa površinom turskog sedla i sfenoidnog sinusa
- ❖ Osifikacija i pneumatizacija nisu linearni procesi što potvrđuje prikazana eksponencijalna kriva

- ❖ Površina sfenoidnog sinusa se povećava starenjem
- ❖ Površine turskog sedla i vrijednosti bazalnog ugla se smanjuju sa godinama života
- ❖ Relativna veličina mozga, naročito dužina baze lobanje, predstavlja važnu determinantu savijanja (angulacije) bazikranijuma
- ❖ Facijalna kifoza i položaj (stav) glave i vrata ne mogu biti prikazani kao determinišući faktori koji koreliraju sa fleksijom baze lobanje

U cilju poboljšanja naše studije, u budućnosti planiramo uvesti novi parametar- dužinu baze lobanje i uporediti sa već izmjerenim parametrima.

Literatura

- ❖ Robert A. Koenigsberg et al., *EVALUATION OF PLATYBASIA WITH MR IMAGING*; *American Journal of Neuroradiology* 26:89-92, January 2005
- ❖ DANIEL E. LIEBERMAN et al. *THE PRIMATE CRANIAL BASE: ONTOGENY, FUNCTION, AND INTEGRATION*, YEARBOOK OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY 43:117-169 (2000)
- ❖ Daniel E. Lieberman & Robert C. McCarthy. *THE ONTOGENY OF CRANIAL BASE ANGULATION IN HUMANS AND CHIMPANZEES AND ITS IMPLICATIONS FOR RECONSTRUCTING PHARYNGEAL DIMENSIONS*, *Journal of Human Evolution* (1999) 36, 487-517 Article No. jhev.1998.0287 Available online at <http://www.idealibrary.com>
- ❖ Dr. Tvrko Švob, *ELEMENTI MEDICINSKE ANTROPOLOGIJE*; "Svjetlost" Sarajevo, 1976.
- ❖ Williams P. et al. *GRAY'S ANATOMY*, Churchill Livingstone, New York,-Edinbourg-London-Tokio-Melburn, 1995.
- ❖ Jelena Krmpotić- Nemanjić, *ANATOMIJA ČOVJEKA*, Jugoslavenska medicinska naklada, 1981.
- ❖ Srboljub Živanović, *MEDICINSKA ANTROPOLOGIJA*, Beograd, 1997.
- ❖ Branislav Goldner, et al. *KLINIČKA RENDGENOLOGIJA ENDOKRINOLOGIJSKOG SISTEMA*, Dečje novine, Beograd, 1989. str. 39-41, 60-62, 76, 106, 473
- ❖ David Sutton et al. *TEXT BOOK OF RADIOLOGY AND IMAGING*, Churchill Livingstone, 1998. str. 1498

CRANIAL BASE KYPHOSIS

Dušan Šušćević¹ MD, PhD, Zlatan Stojanović¹ MD, Ilija Baroš², Ilija Ramić², Saša Dragić²

University of Banja Luka, Medical faculty, ¹ Department for Anatomy, ² Students' morphology section

Ascending of man caused many correlative changes in human body structure. One of the most significant is cranial base kyphosis – cranial base bending at sphenoid bone. Aim of this research was to precisely measure cranial base parameters and to prove or reject its correlations. The measurements and calculations were performed on standardized series of 46 rentgenograms in

L-L projection collected from persons of different age and both sexes. The following are the measured parameters:

1. cranio-sellar index (I) according to the formula $I=S/K \times 100$, where S presents sagital diameter of sella turcica and K presents sagital skull diameter,
2. area of sella turcica (using MATLAB 7.0 software),
3. area of sphenoid sinus (using MATLAB 7.0 software),
4. basal angle.

The results were gathered in database and statistically processed. The following allometric equation was applied to the results: $y=ax^k$, where y presents the area of sella turcica, x presents sphenoid sinus area, a is a constant and k is growth coefficient.

KEY WORDS: allometry, basal angle, sphenoid sinus, sella turcica