

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**  
katedra antropologie a genetiky člověka

**KAMILA DYMEŠOVÁ**

**ONTOGENETICKÝ VÝVOJ LEBKY**

***BAKALÁŘSKÁ PRÁCE***

**PRAHA 2006**

**Vedoucí bakalářské práce RNDr. Jana Velemínská, PhD.**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury.

V Praze dne 21.8.2006

Kamila Dymešová

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce, RNDr. Velemínské, PhD., za odborné vedení při zpracování práce.

# OBSAH

|  |    |
|--|----|
| <b>1) ÚVOD</b> .....                             | 5  |
| <b>2) LEBKA JAKO CELEK</b>                       |    |
| 2.1 <i>Vznik, růst a vývoj lebky</i> .....       | 6  |
| <b>3) PRENATÁLNÍ OBDOBÍ</b>                      |    |
| 3.1 <i>Embryonální vývoj lebky</i> .....         | 8  |
| 3.2 <i>Fetální vývoj lebky</i> .....             | 11 |
| <b>4) PERINATÁLNÍ OBDOBÍ</b>                     |    |
| 4.1 <i>Lebka novorozence</i> .....               | 14 |
| <b>5) POSTNATÁLNÍ OBDOBÍ</b>                     |    |
| 5.1 <i>Infans I</i> .....                        | 17 |
| 5.2 <i>Infans II. a infans III</i> .....         | 18 |
| 5.3 <i>Juvenis</i> .....                         | 19 |
| 5.4 <i>Adultus, maturus</i> .....                | 19 |
| 5.5 <i>Stařecké změny na lebce</i> .....         | 20 |
| <b>6) OBECNÁ TEORIE RŮSTU</b>                    |    |
| 5.1 <i>Lebeční klenba</i> .....                  | 21 |
| 5.2 <i>Lebeční base</i> .....                    | 21 |
| 5.3 <i>Nasozygomaticomaxilární komplex</i> ..... | 22 |
| 5.4 <i>Mandibula</i> .....                       | 23 |
| <b>7) ZÁVĚR</b> .....                            | 25 |
| <b>8) SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....        | 27 |
| <b>9) PŘÍLOHY</b> .....                          | 29 |

# 1. ÚVOD

Antropologie je obecně definována jako věda o člověku, kterou lze dále členit na specializované podobory (např. sociokulturní, historická antropologie, paleoantropologie, klinická antropologie apod.). Antropologie kosterní se zabývá sledováním kosterních pozůstatků člověka, jejich variabilitou a změnami lidského organismu v průběhu celého fylogenetického a ontogenetického vývoje.

Lebka je část kostry, která má vysokou výpovědní hodnotu a je pro antropologa vedle pánevních kostí důležitá např. pro určování pohlaví, věku dožití či dalších důležitých demografických ukazatelů. Kranioetrie je využívána ke zjišťování populační, popř. etnické příslušnosti, v orthodontické léčbě pro stanovení terapeutického zákroku apod. Kranioetrie má své využití rovněž v plastické chirurgii, bývá v neposlední řadě využívána ve forenzní antropologii.

Téma této bakalářské práce jsem si vybrala jako teoretický podklad pro budoucí diplomovou práci zaměřenou na kranioetrickou analýzu dětských lebek z Muzea srovnávací anatomie při anatomickém ústavu 1.LK UK v Praze. Diplomová práce bude sledovat ontogenetický vývoj lebky, tedy její tvarové i velikostní změny během postnatálního vývoje v časovém rozmezí perinatální období až infans II. Sbírkou obsahuje i některé zajímavé patologie, jako jsou jednostranný rozštěp čelisti a patra, hydrocephalus, cyclopismus.

Práce je rozdělena do šesti kapitol. První kapitola se zabývá vznikem, růstem a vývojem lebky. Další dvě kapitoly se zabývají prenatálním, perinatálním a postnatálním vývojem lebky. Tyto dvě kapitoly jsou členěny na podkapitoly, které se věnují vývoji lebky v jednotlivých ontogenetických obdobích člověka. Čtvrtá kapitola je zaměřena na obecnou teorii růstu, která popisuje a objasňuje procesy růstu a remodelace kostí lebky.

## 2. LEBKA JAKO CELEK

Kostra hlavy se nazývá lebka (cranium). Rozlišujeme na ní část mozkovou (neurocranium) a část obličejovou (splanchnocranium). Skládá se z většího počtu kostí, které jsou mezi sebou spojeny pevně pomocí pojivové tkáně (syndesmosy - např. lebeční švy, synostozy, sychondrozy) nebo volně prostřednictvím styčných ploch (čelistní kloub, spojení sluchových kůstek)

Mozková část lebky se vyvíjela jako ochranné pouzdro mozku a smyslových orgánů. Člení se na horní vyklenutou lební klenbu (calva) a dolní spodinu lební (báze lební), liší se také způsobem osifikace. Spodinu lební tvoří odzadu část kosti týlní, uprostřed kost klínová, kost čichová, dolní skořepky nosní. Po stranách ji dotvářejí enchondrálně osifikující složky kosti spánkové. Klenbu lební tvoří vpředu kost čelní, dále dvě kosti temenní, část kostí spánkových a vzadu část kosti týlní, z vývojového hlediska dále kosti nosní, slzní, kost radličná.

Obličejová část lebky nasedá vpředu na spodinu lební. Skládá se z horní a dolní čelisti, kostí lícních, patrových, jazyky a sluchových kůstek. V obličejové části jsou dvě dutiny pro uložení očních koulí a dutina nosní. (Čihák, 2001, Klementa et al., 1981)

### 2.1 Vznik, růst a vývoj lebky

Mozková část lebky vzniká zčásti z vaziva (klenba lební) a zčásti z chrupavky (spodina lební). Obličejová část má složitý vývoj, při kterém se uplatňují též chrupavčité základy žaberních oblouků. Dynamika růstu mozkové části je v prenatálním životě značně větší než obličejové části. (Čihák, 2001) lebka roste velmi nepravidelně. (Penin, 2002).

Ontogenetický vývoj lebky má mnoho paralel s fylogenezí. Je podřízený genetickému programu, který může modifikovat mnohé epigenetické faktory. Vývoj lebky má všeobecně polygenní charakter. Její růst je regulován obsahem všeobecných a lokálních faktorů. (Schumacher, 1992).

Schumacher (1992) definuje následující všeobecné faktory morfogeneze lebky:

- 1) Genetika je hlavním determinantem morfogeneze. Může vyvolat sekundární změny skeletu lebky.
- 2) Na lebce se odráží pohlavní dimorfismus, který je podmíněn hormonálními růstovými změnami vznikajícími v období puberty.

3) Hormony růstové (hypofýza, somatotropin) ovlivňují růst. Kraniofaciální růst je závislý na růstovém hormonu a inzulinu. Nedostatek během dětství způsobuje zmenšování růstu horní čelisti. Naopak nadbytek inzulinu nebo růstového hormonu způsobuje přerůstání čelisti ( Simmons, 1999).

Růst ovlivňují i vitamíny (A, C, D). Zvýšená nebo snížená produkce vitamínů, hyper- a hypovitaminózy, vyvolávají chorobné stavy s typickými změnami lebky.

4) Na vývoj lebky má vliv řada vnějších faktorů, jako je výživa, teplo, světlo atd. Například změna teploty může ovlivnit růstový faktor buňky.

5) podobně působí i sociální prostředí za příslušných sociálních podmínek.

6) Psychice se při nedostatečné aktivitě svalů tváře, jazyka a spodiny ústní dutiny připisuje formující vliv na lebku .

Mezi lokální faktory morfogeneze lebky patří : 1) Tvrdá plena mozková tvoří s lebkou funkční jednotku.

2) Vývoj mozku a smyslových orgánů expanzivně ovlivňuje růst lebky a tím se její části oddělují od sebe různě intenzivně vzdalují.

3) Cévy a nervy jsou přívodními a odvodními systémy metabolismu a proto ovlivňují růst lebky.

Během ontogeneze se na utváření lebky po dokončení osifikace jednotlivých kostí uplatňuje zejména růst lebky v synchrondrózách a ve švech. Vývoj splachnokrania je do značné míry ovlivněn vývojem dočasného a trvalého chrupu. Také z tohoto důvodu se během života výrazně mění relativní velikost neurokrania a splachnokrania ( Čihák, 2001, Schumacher, 1992, Šmahel, 2001).

## 3. PRENATÁLNÍ OBDOBÍ

### 3.1 Embryonální vývoj lebky

Růst je v embryonální době způsoben hlavně množením buněk, které se odborně nazývá buněčná proliferace. Neprobíhá ve všech částech zárodku ani ve všech částech vyvíjejících se orgánů stejně rychle a stejně intenzivně. Diferencovaný růst je pak příčinou změny tvaru a je jeden z nejdůležitějších mechanismů ovlivňující tvarové změny zárodku. Růstové změny jsou rychlejší ve fázi embryonální a fetální než po narození (Čihák, 2001).

Zárodek ve čtvrtém týdnu má nápadně velkou hlavu a na druhém konci ocasní část. Hlavová část se ohýbá dopředu tak, že čelo se dotýká břišní stěny zárodku. Pod vlivem rychlého růstu mozku se zdvihá také hlava, týlní ohnutí, které bylo dříve nápadné, se postupně zmenšuje.

Embryonální vazivo se v 5. až 6. týdnu v okolí mozkových váčků zahušťuje a vytváří mezenchymový obal, ze kterého se vytváří kosti lebky (Schumacher, 1992). Růst hlavy předbíhá ostatní části těla. Zvětšení hlavy je zde způsobeno především překotným vývojem mozku a obličejových výběžků. Obličej se tak záhy dostává do kontaktu se srdečním hrbolem. V osmém týdnu se kolem hlavy vytváří charakteristický pás cévní pleteně skalpu. Cévní pleteň skalpu nyní vytváří pás poblíž temene hlavy (Persaud, 2002).

V oblasti krční probíhají čtyři žlábkovité rýhy – žaberní štěrby. Jsou od sebe odděleny pěti žaberními oblouky. Během dalšího vývoje se ze žaberních oblouků a štěrbin vytvoří další orgány. V prvním oblouku žaberním (mandibulárním) probíhá pár chrupavkových tyčinek nazývaný chrupavka Meckelova (cartilago arcuum branchialium) a to již u embryí délky 16 – 17 mm. Primární centrum se zakládá v okolí foramen mandibulae a odtud se osifikace šíří všemi směry. První oblouk se skládá ze dvou chrupavčitých částí pro horní a dolní čelist, ale je také základem pro dvě sluchové kůstky, které sestupují do středoušní dutiny – kovadlinku a kladívko. První žaberní štěrbina z ektodermální strany je základem pro zevní zvukovod. V 5. týdnu se kolem ní začne tvořit 6 hrbolků jako základ ušního boltce. Z entodermální strany první žaberní štěrby vzniká sluchová (Eustachova) trubice (tuba auditiva). Ze dna první žaberní štěrby vzniká bubínek. V druhém oblouku se vytváří chrupavka Reichertova (cartilago arcuum branchialium). Ta se v dalším vývoji mění. Osifikací její horní části vzniká jednak kůstka třetí středoušní - třmínek, jednak bodcovitý výběžek kosti spánkové. Z chrupavek II. až V.



žaberního oblouku se pak vytváří jazylka, chrupavka štítná a další chrupavky hrtanové. Všechny tyto jmenované kosti či jejich složky tvoří základy obličejového skeletu obličejového lebky.

Základy obličej se začínají rýsovat počátkem čtvrtého týdne kolem velkého stomodea. Vývoj obličej je závislý na induktivním působení prosencefalického a rhombencefalického organizačního centra (Sperber, 1993)–. Prosencefalické organizační centrum, odvozené od prechordálního mezodermu, jenž migruje z primitivního proužku, leží rostrálně od notochoru a ventrálně od prosencefala čili předního mozku. Rhombencefalické organizační centrum se nalézá ventrálně od rhombocefala (zadního mozku). Patero obličejových základů se objevuje jako výběžky kolem stomodea : jediný frontonazální výběžek, párové maxilární výběžky, párové mandibulární výběžky.

Párové faciální výběžky jsou derivátem prvního páru faryngových oblouků. Výběžky se vytváří převážně proliferací buněk neurální lišty, které v průběhu čtvrtého týdne vycestují do oblouků z dolního mezocefalického a horního rhombocefalického úseku neurálních valů. Tyto buňky jsou v obličejové a orální krajině hlavním zdrojem komponent pojivových tkání, včetně chrupavky, kosti a ligament.

Frontonazální výběžek obklopuje ventrolaterální obvod předního mozku, z něhož se vychlipují optické váčky – základy očí. Z frontální části frontálního výběžku vzniká čelo, nazální část tvoří rostrální ohraničení stomodea a nosu. Párové maxilární výběžky se podílejí na laterálním ohraničení a párové výběžky mandibulární pak vytváří dolní obvod stomodea. Pět obličejových výběžků představuje aktivní růstová centra mezenchymu, který na bázi výběžků vytváří souvislou vrstvu. Vývoj obličej se odehrává především mezi 4. –8. týdnem. Koncem embryonální periody má obličej nezpochybnitelnou lidskou podobu. Jako první, splýváním mediálních konců mandibulárních výběžků ve střední čáře, se vyvíjí dolní čelist a dolní ret.

Koncem čtvrtého týdne se v laterokaudální oblasti frontonazálního výběžku bilaterálně vytváří oválná ztlustění ektodermu – nazální plakody – základy nosu a nosních dutin. Zpočátku jsou plakody konvexní, avšak později s jejich roztažením vzniknou ve středu každé z plakod ploché deprese. Mezenchym po obvodu plakod proliferuje a vytvoří se podkovovité valy – mediální a laterální nosní výběžky. Následkem toho se nazální plakody octnou na dně prohlubní – nazálních jamek. Tyto jamky představují základ nostril a nosních dutin.

Proliferace mezenchymu maxilárních výběžků má za následek jejich zvětšování a přibližování jednak ke střední čáře, jednak k nazálním výběžkům. Mediální posun

maxilárních výběžků přiblíží mediální nazální výběžky k sobě a ke střední čáře. Oba laterální nazální výběžky zůstávají zatím odděleny od maxilárních výběžků šterbinou, zvanou sulcus nasolacimalis.

Koncem pátého týdne se počínají tvořit primordia ušních boltců. Jako základ boltce a zevního zvukovodu se objeví kolem prvé žaberní šterbiny šest ušních hrbolků (malý mezenchymových polštářků), po třech na každé straně. Zpočátku jsou boltce umístěny v krční krajině, avšak s vývojem mandibuly se posunou po stranách hlavy do úrovně očí. Koncem šestého týdne počnou oba maxilární výběžky splývat s laterálními nosními podél linie sulcus nasolacimalis. Tento proces propojí postranní části nosu tvořené laterálními nosními výběžky, s tváří vzniknuvší z výběžků maxilárních. Ductus nasolacimalis se vyvine z tyčkovitého ztluštění ektodermu ve dně nazolakrimálního žlábků. Toto ztluštění dává vznik solidnímu epitelovému provazci, který se oddělí od ektodermu a zanoří do přilehlé mezenchymové tkáně. Později se v důsledku buněčné degenerace vytváří v centru provazce lumen a vzniká tak ductus nasolacimalis. Horní konec kanálku ~~ductu~~ se rozšíří v saccus lacimalis. Během sedmého týdne dochází k přepojení cévního zásobení obličeje z a.carotis interna na a. carotis externa (Sperber, 1993). Tato změna odráží transformaci prvotního vzorce aortálních oblouků v postnatální uspořádání. Mezi sedmým a desátým týdnem splývají mediální nazální výběžky mezi sebou i s okolními výběžky maxilárními a laterálními nazálními. Toto splývání vyžaduje dezintegraci povrchového epitelu výběžků, aby mohlo dojít k propojení a průniku mezenchymových buněk. Fúze mediálních nazálních a maxilárních výběžků tvoří souvislou horní čelist a ret a oddělí tak nazální jamky od stomodea.

Splynutím mediálních nosních výběžků vzniká intermaxilární segment. Intermaxilární segment vytvoří: střední část horního rtu, neboli filtrum, premaxilární část maxily s příslušným úsekem gingivy (dásně), primární patro.

Postranní části horního rtu, větší část horní čelisti a sekundární patro se vyvíjejí z maxilárních výběžků. Tyto výběžky laterálně splynou s výběžky mandibulárními. Primitivní rty a tváře jsou osídleny mezenchymem druhého páru faryngových oblouků, jenž se diferencuje v obličejové svaly (Persaud, 2002).

### 3.2 Fetální vývoj lebky

Po uplynutí embryonální periody (osmi týdnů) je vyvíjející plod označován jako fetus (od osmého týdne ). Velmi nápadná je značná velikost hlavy v poměru k ostatnímu tělu. Ve 2. měsíci je hlava skoro stejně velká jako ostatní tělo. Její velikost vzhledem k tělu lze vyjádřit číselně poměrem 1 : 4, postupně během vývoje relativně klesá. Růst lebky podél lebeční spodiny je významně pomalejší než v ostatních částech lebky a zároveň dochází k rychlému mozkovému růstu, čímž se lebka zvětšuje (Jeffery, 2002).

Lebka se vytváří z mezenchymu obklopujícího vyvíjející se mozek. Skládá se z neurocrania (mozková část) a splanchnocrania (obličejová část).

Zpočátku *chrupavčité neurokranium*, neboli chondrokranium, sestává z chrupavčité báze vyvíjející se lebky, jež se vytváří spojením několika chrupavek. Později z nich endochondrální osifikací vznikají kosti lebeční báze. Osifikační vzorec těchto kostí má přesnou sekvenci, počínající od occipitale, k bazisfenoidu a kosti čichové. Parachordální chrupavky (bazální plotna) se vytvářejí kolem kraniálního zakončení notochordu a splývají s chrupavkami odvozenými ze sklerotomových oblastí okcipitálních somitů. Tato chrupavčitá masa přispívá k formaci báze týlní kosti. Později z ní vyrůstají výběžky obkružující horní konec míchy a vytvářejí okraje foramen occipitale magnum. Kolem vyvíjející se hypofýzy vzniká hypofýzová chrupavka a vytváří corpus ossis sphenoidalis. Trabeculae cranii splývají s corpus ossis ethmoidalis a alae orbitales a jsou základem malých křídel kosti klínové. V okolí sluchových váčků, primordií vnitřního ucha, vznikají capsule otiae a formují pars petrosa et mastoidea ossis temporalis. Podobně se vyvíjejí okolo nosních váčků nazální kapsuly a podílejí se na tvorbě os ethmoidale.

Os occipitale (kost týlní) osifikuje ve svých enchondrálních částech ze čtyř hlavních jader: jedno v pars basilaris (původně dvojité a záhy splývající v jedno), po jednom v partes laterales, jedno v šupině. Vznikající části odpovídají kostem, jež za fylogeneze v týlní kosti splynuly. Části jsou odděleny od doby vzniku osifikačních jader (vznikají v rané době fetální – do 3. měsíce) párovými chrupavčitými růstovými zónami (Stloukal, 1999, Pospíšil, 2001). Tělo kosti týlní (pars basilaris) se asi v 10. týdnu fetálního období skládá z jednotlivých kostí. Tvoří spodinu lebeční a přední část kloubních hrbolů. Tělo chrupavčité srůstá s klínovou kostí. Postraní část kosti týlní se tvoří z chrupavky, asi v osmém nebo devátém fetálním týdnu, které jsou po obou stranách otvoru týlního (foramen magnum).

Délka těla kosti týlní a postranní část kosti týlní je delší než širší. Sutura lambdoidea a sutura mendosa je rozsáhlý a otevřený (Redfiel, 1970).

Os sphenoidale (kost klínová) se od konce 2. měsíce fetálního období vytváří z většího počtu osifikačních jader, jež rychle splývají ve složky, odpovídající těm, z nichž kost vznikla za fylogenetického vývoje. Samostatně ze dvou jader osifikuje přední část těla (praesphenoid) a k ní připojená malá křídla (orbitosphenoidy) a samostatně osifikuje zadní část těla (celkem ze čtyř jader) zvaná basisphenoid. K basisphenoidu jsou připojena velká křídla, alisphenoidy, osifikují každé ze samostatného jádra. Osifikace velkého křídla pokračuje do lamina lateralis processus pterygoidei. Ke kostěnému spojení velkých křídel s tělem kosti dochází až během 1. roku života. Praesphenoid a basisphenoid se spojují kostní tkání kolem narození. Do této doby je mezi nimi synchondrosis intersphenoidalis (jejíž zbytky persistují individuálně různě dlouho, od 8. měsíců až do 6. roku). Tato chrupavka a synchondrosis intersphenoidalis představují hlavní růstová centra pro délku baze lební (Čihák, 2001).

Os ethmoidale (kost čichová) osifikuje od 4. do 5. měsíce, a to z center v čichových labyrintech a ve střední skořepě nosní.

Concha nasalis inferior (dolní skořepa nosní) samostatně osifikuje již v 5. měsíci nitroděložního života.

Osifikace os temporale (kost spánková) probíhá různě v částech, jež se liší původem. Pars petrosa osifikuje z více center, jež se zakládají v původním chrupavčitém pouzdru statoakustického ústrojí. V 5. měsíci splývají tato centra v celek, ve kterém je zabudován labyrint. Tvar pyramidy není v té době ukončen a rýsuje se ještě tvar polokruhovitých kanálků. Vlastní labyrint se navíc ještě obklápí desmogenní kostí pocházející přímo z materiálu labyrintu. Samostatná jádra enchondrální se objevují v zadní části processus mastoideus.

Celé os frontale (kost čelní) je desmogenní. Osifikuje párově od 8. fetálního týdne, z center v místech příštích tubera frontalia.

Os parietale (kost temenní) osifikuje od konce 9. týdne endesmálně ze dvou center nad sebou, v místě příštího tuber parietale. Obě centra rychle splynou v jediné. Odtud se osifikace šíří paprskovitě (Čihák, 2001).

V mezenchymu po stranách a na vrcholu mozku dochází k intramembranózní osifikaci, jejímž konečným produktem je kalva (lebeční klenba). Ve fetálním období zarůstají ploché kosti klenby lebeční, které vytvářejí fibrózní artikulace, lebeční švy. Vazivové pruhy, švy čili sutury jsou dobře patrné u plodu a přetrvávají po celé dětství až do

dospělosti, kdy synosticky zanikají (obliterují). Tam kde se setkávají lebeční kosti, se nachází šest velkých fibrózních oblastí – fontanel. Během konformace lebky plodu se čelní kosti oplošťují, kost týlní se vyklenuje a temenní kosti se v místě styku mírně překrývají (Scheuer and Black, 2000).

Flexe lebeční baze se jen velmi lehce s spíše jen v prvních letech života zvětšuje, úhel baze se blíží definitivní velikosti již po 8. týdnu (Šmahel, 2001, Fetter, 1967). Růst přední, střední a zadní lebeční baze je charakteristický úhly kolem centra hypofýzy (bod S). Přední lebeční báze je relativně stálá, zatímco střední lebeční baze se postupně zvětšuje a zadní snižuje (Lee et al., 2002).

*Chrupavčité splanchnokranium* se vyvíjí z chrupavčitého skeletu ze žaberních oblouků (Persaud, 2002, Havlíčková, 1998).

Horní čelist osifikuje endesmálně jako první z lebečních kostí, a to již od 6. týdne. Obě kosti se záhy stýkají a srůstají. Šev mezi maxilou a premaxilou (sutura incisiva) mizí nejprve na přední ploše, pak na straně nosní dutiny. Maxila roste do délky podstatně méně než dolní čelist, méně často se zvětšuje její protruze (Čihák, 2001).

Os palatinum (kost patrová) osifikuje od rozhraní 2. a 3. měsíce z jednoho endesmálního jádra, uloženého na styku obou plotének. V processus. pyramidalis se později může objevit přídatné jádro.

Os nasale (kost nosní) osifikuje z jednoho osifikačního centra, endesmálně, od konce 2. měsíce. V této době vzniká i vomer (kost radličná), a to dvojité, z páru endesmálních jader osifikujících ve vazivu sliznice, přiložených k chrupavčité přepážce nosní. Dvě lamely se záhy spojí od kaudální strany a chrupavka mezi nimi vymizí. O měsíc později osifikuje os lacrimale (kost slzní).

Os hyoideum (jazyčka) osifikuje enchondrálně. Před narozením se zakládá jádro v těle, často párově, a po jednom v cornua majora a to v 8. – 10. měsíci.

Mandibula (dolní čelist) osifikuje endesmálně jako krycí kost podle zevního okraje původní Mecklerovy chrupavky a to již u embryí. Primární centrum se zakládá v okolí příštího foramen mandibulae a odtud se osifikace šíří všemi směry. Záhy poté se v processus condylaris, v processus coronoideus a v přilehlých úsecích ramene mandibuly diferencuje sekundární chrupavka, do které se šíří osifikace z hlavního centra, a má pak charakter osifikace echondrální. Touto echondrální osifikací přirůstá mandibula do délky směrem od hlavičky. Pravá a levá polovina mandibuly zůstávají dlouho samotné, spojené vpředu vazivovou symphysis menti (Čihák, 2001).

## 4. PERINATÁLNÍ OBDOBÍ

### 4.1 Lebka novorozence

Lebka samozřejmě mění svoji velikost i tvar také během postnatálního vývoje, proto se lebka novorozenecká od dospělé podstatně liší. Novorozenecké období z hlediska pediatrie trvá do 28 dní po porodu.

Novorozenecká lebka má nápadně velké neurokranium, malé a nízké splanchnokranium, protože není zatím vyvinut žvýkácí aparát. Měří v průměru předozadně 11,1 cm (šířka měkkých tkání navíc přibližně 4 mm). Obvod hlavy novorozence měří v průměru 34cm. Novorozenecká lebka je předozadně protažená, při pohledu shora má tvar pětiúhelníku, kde nápadně prominují tubera frontalia et parietalia jakožto osifikační středy a zároveň nejsilnější místa kostí (Čihák, 2001). Dále není vyvinutý procesus mastoideus a reliéf týlní oblasti. Vnější zvukovod je neúplně vyvinutý, protože v pars tympanica je prstenec nahoře ještě otevřený. (Schumacher, 1992)

Postranní část kosti klínové je delší než tělo kosti týlní (pars basilaris), obecně je delší než širší. Vydutost pro otvor týlní (foramen magnum) je hluboká asi 2 – 3 mm. Šupina kosti týlní má nedefinovaný kraj bez jasných aspektů pro střední konec postranních částí. Části interparietalis mají lehoučké povrchy, ne silnější – než list dopisního papíru, se sotva viditelnými vrstvami (Redfiel, 1970).

Os tympanicum se zakládá jako kroužek, kraniálně neuzavřený – anulus tympanicus. Tak vypadá ještě u novorozence a je připojen – jen vazivem. Po narození srůstá pevněji s okolními kostmi a doplňuje se zevně v kost nálevkovitého tvaru.

U novorozence jsou švy při okrajích os parietale široké, ve formě vazivových membrán, a dovolují mírné posuny sousedních kostí přes sebe a tím změnu konfigurace hlavičky při porodu. Osifikace ještě nedosahuje do úhlů kostí.

Vomer je velmi nízký, po celé růstové období pak přirůstá směrem ventrokranálním, takže ke spojení švy s lamina perpendicularis a s rostrum sphenoidale dochází až koncem růstového období (Pospíšil, 2001).

Os frontale je rozděleno švem, squama temporalis je nízká. Mezi kostmi kalvy nejsou vytvořené pilovité švy, charakteristické pro lebku dospělého, ale jsou tam vazivové pásy, které místy přecházejí v rozsáhlejší vazivové blány zvané lupínky nebo li fontanely – fonticuli

cranii. Fonticulus anterior v místě styku sutura frontalis, coronalis a sagitalis, má čtyřcípý rhombický tvar. Delším cípem směřuje do sutura frontalis a s postupem osifikace zarůstá do konce 2. roku. Fonticulus posterior je vzadu na styku sutura sagittalis a sutura lambdoidea. Je trojcípý a mizí do 3 měsíců po narození. Fonticulus sphenoidalis je ve vnitřní stěně fossa temporalis nad velkým křídlem kosti klínové. Nachází se mezi os frontale, os parietale a squama temporalis. Je nepravidelně čtyřhranný. Fonticulus mastoideus je stejně jako předchozí párový, umístěný po straně lebky více vzadu a to mezi processus mastoideus, os occipitale a os parietale. Fonticulus anterior a posterior jsou na hlavičce novorozence dobře hmatatelné. V lupíncích se někdy objevují samostatná osifikační centra, takže -v nich mohou vznikat samostatné kůstky. Nejobvyklejší je tzv. os bregmaticum ve fonticulus anterior a os epeptericum ve fonticulus sphenoidalis (Čihák, 2001, Klementa et al., 1981).

Anterolaterální fontanely vymizí v důsledku růstu přilehlých kostí během 2 až 3 měsíců po narození, avšak ve formě švů přetrvávají i několik let. Posterolaterální fontanely zaniknou podobným způsobem koncem prvního roku a přední fontanela v závěru druhého roku. Ostatní švy vymizí v dospělosti, avšak doba, kdy se jednotlivé sutury uzavřou, je velice variabilní (Persaud, 2002, Scheuer and Black, 2000).

Charakteristické pilovité lebeční švy se počínají tvořit teprve během prvního roku života. Při narození jsou okraje lebečních kostí hladké, spojené vazivovými proužky. Zoubky se objevují nejprve na vnitřní lebeční desce (-asi v 7 měsících) a teprve později na vnější lebeční desce. Typický nepravidelný vzorek švu se vyvíjí kolem 5 let. Uzavírání lebečních kostí probíhá od otevřeného švu až k úplně obliteraci (Stloukal, 1999).

Nízké splanchnokranium novorozence se týká zejména tvaru maxily, nosní dutiny a přepážky. Mandibula je nízká, na horní straně má široký žlábek se základy mléčných zubů, také ramus mandibulare je nízký. Uprostřed brady je pravá a levá polovina mandibuly spojena vazivovou symphysis menti, která vymizí koncem 1. roku (Čihák, 2001).

Během růstu se zvětšuje ramus mandibulae. Jeho zvětšení je potřebné k vyrovnání výškového rozdílu čelisti po erupci zubů. Současně se mění úhel čelisti, který je u novorozenců ještě velký, přibližuje se -až téměř k 180° a u dospělého se zmenšuje (dosáhne skoro 90°). Zmenšený angulus mandibulae zvyšuje odpor proti ohybu. (Stloukal, 1999).

Lamina cribrosa os ethmoidale osifikuje až po narození. Osifikace do ní překračuje z labyrintů a z lamina perpendicularis. Cellulae ethmoidales jsou jen mělké výklenky, teprve později se zvětšují a vklesávají hlouběji do kosti ( Schumacher, 1992).

Sutura incisiva je ještě zřetelná na straně patrové. Maxila je nízká, bez processus alveolaris, v jejím základu jsou zanořeny základy zubů. Sinus maxillaris je naznačen jako

vkleslina, později se sliznice z nosní dutiny do maxily postupně vchlipuje a sinus nabývá definitivní podoby v souladu s postupem rozvoje celé maxily (Čihák, 2001, Fetter, 1967).



## 5. POSTNATÁLNÍ OBDOBÍ

### 5.1 Infans I.

V tomto období, které trvá do 3 let, dochází ke kostěnému spojení velkých křídel s tělem kosti klínové. Praesphenoid a basisphenoid se spojují kostní tkání kolem narození. Do té doby je mezi nimi synchondrosis intersphenoidalis. Zbytky synchondrózy persistují individuálně dlouho, od 8 měsíců až do 6. roku.

V prvním až čtvrtém měsíci zvyšuje postranní část kosi týlní (pars lateralis) svoji délku rychleji než tělo kosti týlní (pars basilaris), která je nyní ve tvaru čtverce nebo širší než delší. Sutura mendosa je otevřená. Střední vydutost postranní části pro otvor týlní je hluboká asi tři až čtyři mm. V období do 2 let je odlišná délka mezi postranní částí kosti týlní a tělem, stále se zvětšuje a později je vždy širší než delší. Oblast otvoru týlního roste v každých částech o pět mm do hloubky ( Redfiel, 1970).

Os frontale je ještě nesrostlá ze dvou párových základů. Šev mezi pravou a levou částí, sutura frontalis začíná zanikat koncem 1. roku a do dvou let vymizí (nejprve na vnitřní desce). Jako varieta persistuje čelní šev asi v 5 – 8 % jako tzv. metopický šev. Při persistenci metopického švu dochází k odchýlkám v době obliterace i u jiných lebečních švů. Symphysis menti po narození persistuje a osifikuje teprve v průběhu 1. roku. Současně se zánikem symphysis menti se z ossicula mentalia během 1. a 2. roku utváří protuberantia mentalis, a s vývojem zubů přirůstá pars alveolaris. V dalším postnatálním růstu se uplatňuje sekundární chrupavka hlavice jako růstová zóna, která současně řídí další růst celé mandibuly (Čihák, 2001, Pospíšil, 2001).

Hranice mezi jednotlivými částmi kosti spánkové, patrné při narození, mizí od konce prvního roku. Bradavčitý výběžek se může vyvíjet od ½ roku, ale dobře patrný je většinou až koncem druhého roku. Od prvního roku se obvykle vyvíjí bodcový výběžek, který od 6. do 18. roku srůstá s pars petrosa. Při narození nedozralá temporomastoidální oblast spánkové kosti se po porodu vyvíjí podle tohoto schématu (Stloukal, 1999):

- 1) Temporomastoidální oblast je sice přítomna, ale tympanický prstenec není úplně vyvinut.
- 2) Tympanický prstenec je nekompletní (tvar U) a částečně přiléhá k zevní hraně temporomastoidální oblasti (6.měsíc).

- 3) Tympanický prstenec dobře přiléhá ke kosti v dolní části, která se zjevně rozšiřuje do strany za prstenec dolů a dozadu. Otevřený konec U se otevírá a počíná se vytvářet tympanická destička (1 – 2,5 roku).
- 4) Z tympanického prstence, který se počíná pomalu uzavírat, se vyvíjí tympanická destička, která si ponechává otvor ve středu vytvořeného tvaru O (foramen Huschke). Její zevní okraj je obvykle rozeklaný a vroubkovaný (1 – 2.5 roku)
- 5) Tympanická destička je více rozšířená do strany, její okraj je rovnější a hladší a otvor je kompletněji osifikován (není věkově specifikováno).
- 6) Partie vypadá jako u dospělého člověka, i když mohou být ještě přítomny známky nezralosti. Ty ovšem někdy přetrvávají jako varieta až do dospělosti - foramen Huschke (není věkově specifikováno) (Stloukal, 1999).

## 5.2 Infans II. a infans III.

Infans II. a infans III. je období předškolního (od 4 let do 7 let) a školního věku (od 7 let do 14 let). Veškeré proporční, tvarové a poziční změny jsou výsledkem velikosti růstu, daného rychlostí, směrem a dobou trvání. Z hlediska dynamiky můžeme rozlišit tři typy růstu:

1. kraniální (neurální), kdy v 6 letech je dosaženo více než 90 % konečné velikosti znaků .
2. faciální, kdy v 6 letech je dosaženo více než 80 % konečné velikosti a pubertální spurt chybí, nebo je minimální
3. obecně skeletální, kdy v 6 letech je dosaženo více než 70 % konečné velikosti a pubertální spurt je výrazný. (Šmahel, 2001)

Mezi 4. – 7. rokem života splývají párové chrupavčité růstové zóny (synchondrosis intraoccipitalis) kosti týlní.

Koncem 4. roku se spojuje crista galli s lamina cribrosa kosi čichové. (Čihák, 2001)

V 7. roce života dosahuje definitivní velikost střední segment (mezi hypofýzou a foramen caecum). Prodlužování tohoto segmentu posouvá střední jámu a střední část tváře dopředu (Schumacher, 1992). V 6 letech se dotváří brada, což představuje větší obrys mandibuly. Vytvářející se brada má odlišný tvar jak u mužů tak u žen. Mužská brada a její základ se rozšíří strmě dolů k přiléhajícímu tělu. U žen je více kulatý základ, špičatý

přechod není náhlý. Tyto tvary (dotváření brady) se projevují díky erupci předních zubů. (Heneberg, 2001).

### 5.3 Juvenis

Juvenis je období, které trvá od 15 let do 20 let. Faciální růst je charakteristický pro dimenze horního obličeje a délku zadní části lebeční base, kde až do 18 let věku je zachována sfenooccipitální sychondrosa. Koncem 18. roku, nejpozději však do 23 let, se synostózou chrupavčitého spojení mezi kosti týlní a kostí klínovou – sychondrosis sphenoccipitalis – dotváří lebeční báze. Synostóza chrupavčitého spojení mezi kosti týlní a klínovou je počítána za hranici dospělosti (Stloukal, 1999).

Intersexuální rozdíly vykazují, že po 15. roce u dívek horní obličej již neroste a dolní čelist roste málo. U chlapců horní obličej ještě vykazuje mírný růst, ale mandibula vyrostे téměř stejně jako za období puberty.

Délka zadní baze roste ze sfenooccipitální sychondrosy do 16 let. Růst pobíhá také ze sutur lebeční base v oblasti mezi přední, střední a zadní jámou lební, které jsou od sebe oddalovány rostoucím mozkem. Tento růst je ale možný jen v jednom směru a nezajišťuje tak zvětšování prostoru pro všema směry rostoucí mozek a zvětšování lebečních jam (Šmahel, 2001).

V pubertě dochází k dokončení definitivního tvaru kosti čichové.

### 5.4 Adultus, Maturus

Období plné dospělosti (adultus) trvá od 20 let do 40 let lidského věku. Období maturus trvá do 60 let. V tomto období jsou již všechny kosti neurokrania i splanchnokrania vyvinuty a neprobíhají výraznější růstové změny.

## 5.5 Stařecké změny na lebce

Stařecké období (senium) je nad 60 let. Na lebce starých lidí lze zjistit, že ubývají hrboły temenních kostí, což je provázeno ztenčením kostí na místech mechanicky méně namáhaných. Například spánková kost, strop a dno očí jsou velmi ztenčené, dokonce se můžou vytvořit defekty. Následně se zmenšuje hmotnost celé lebky.

Alveolární výběžek bezzubé čelisti redukuje. Protože tělo maxily je o něco menší než její alveolární výběžek, oblouk se redukuje víc. U mandibuly to je naopak. Alveolární část je menší než korpus, a proto se stařecká mandibula posouvá dopředu a vzniká vystupující brada (tzv. ptačí čelist).

Mandibula je užší, sponovitá, její úhel je zploštělý, a proto se určitým způsobem podobá mandibule novorozenců. Atrofie není rovnoměrná, zmenšení postihuje nejvíc střední úsek jejího těla. Za typické je třeba pokládat prohlubení fovea pterygoidea, tím se zužuje collum mandibulae. Na vnitřní straně brady je párová fossa digastrica prohloubená.

Místy může chybět kompaktní složka kosti nad kanálem mandibuly a pokrývá jej jen sliznice ústní dutiny. Linea mylohyodea vystupuje jako ostrá hrana dovnitř a spina mentalis bývá často prodloužená. Tyto změny jsou následkem činnosti m. mylohyoideus a m. genioglossus, které tlačí jazyk na rozmělnění potravy.

Atrofie čelisti postupuje zepředu dozadu. Lůžkový výběžek se redukuje na hranu nebo se nivelizuje. Profil alveolárního hřebene může být individuálně velmi odlišný (Schumacher, 2000).

## 6. OBECNÁ TEORIE RŮSTU

### 6.1 Lebeční klenba

Klenba mozkovny roste translací, pasivním posunem kostí podle rostoucího mozku. Jak jsou od sebe kosti oddalovány vzrůstající tenze v suturách vyvolávají na okrajích kosti osteogenezu. Obě strany plochých kostí, ektokraniální i endokraniální, jsou aposiční a zvětšují tak tloušťku kosti. Endostální resorpce na vnitřních stranách lamina interna a externa rozšiřuje diploe. Schopnost remodelace je poměrně malá, ale na okrajích kostí může být místně proces aposice a resorpce opačný, kdy resorpce na vnějším povrchu jednoho konce kosti a na vnitřním povrchu druhého konce mohou měnit zakřivení kosti a celé klenby. Růst v transverzálně probíhajících suturách se v mediálním směru zvětšuje, neboť posun kostí je zde větší než v laterálních partiích. Zakřivení se může měnit i rozdílnou intenzitou aposice v jednotlivých oblastech lebky.

### 6.2 Lebeční baze

Synchondrosy přední lebeční base zanikají do 6 let, délka zadní base roste ze sfenookcipitální synchondroy do 16 let. Růst probíhá také ze sutur lebeční base v oblasti mezi přední, střední a zadní jámou lební, které jsou od sebe oddalovány rostoucím mozkiem. Tento růst je ale možný jen v jednom směru a nezajišťuje tak zvětšování prostoru pro všemi směry rostoucí mozek a zvětšování lebečních jam. Na rozdíl od klenby je endokraniálně přítomna resorpce a exokraniálně aposice kostní tkáně. Aposiční jsou endokraniálně pouze vyvýšeniny oddělující od sebe jednotlivé jámy lebeční, které se zvětšují kortikálním driftem. Tímto driftem se posunují také otvory lebeční base s procházejícími nervy a cévami, tak aby zachovaly správnou polohu vzhledem k rostoucímu mozku. Na čelní kosti zasahuje endokraniálně oblast resorpce až nad glabelu a sinus frontalis. Definitivní velikosti sinus frontalis dosahují až v dospělosti.

### 6.3 Nasozygomaticomaxilární komplex

Růst komplexu probíhá především z cirkummaxilárního systému sutur a je provázen výraznou aposicí, hlavně na tuberech maxily, a remodelací. K cirkummaxilárním suturám patří zygomaticomaxilární, frontomaxilární, zygomaticofrontální, zygomaticotemporální a některé další mezi kůstkami této oblasti. Zajišťují posun horního obličejeho vzhledem k bazi ve směru anteroinferiorním. Růst v cirkummaxilárním systému sutur a posun horního obličejeho kupředu je nutně doprovázen aposíí kostní tkáně na zadních plochách celého komplexu, ale také resorpí na přední ploše maxily a jařmové kosti. K aposici tak dochází především na tuberech maxily, zadním okraji alveolárního výběžku a zadní straně těla jařmové kosti. Také do výšky roste alveolární výběžek aposicí na okrajích a tvrdé patro se posunuje dolů aposicí na orální straně a resorpí na straně nasální. Do šířky roste maxila a jařmový oblouk aposicí na laterálních stranách provázené resorpí na vnitřní straně jařmového oblouku a v dutině nosní. Jelikož na laterální straně nosní dutiny dochází k resorpí rozšiřující dutinu, je přilehlá strana sinus maxilaris aposiční, zatím co ostatní povrch sinu s výjimkou části přední strany je resorpční a s věkem zvětšuje dutinu. Protože přední plocha maxily je resorpční, nezvětšuje se s věkem protruse horní čelisti, ale nosní kůstky, které jsou zevně aposiční prominují v dospělosti více než v dětství. Resorpce na přední straně jařmové kosti způsobuje ve srovnání s opicemi oploštění obličejeho v transversální rovině. Resorpce na přených pólech obou čelistí a jařmové kosti je výhradně lidský znak. Probíhají zde rozličné remodelace a translační posuny jedněch struktur, které se promítají do tvaru a polohy dalších komponent. Komplex je jako celek posunován kupředu a dolů, ale jeho jednotlivé složky výše zmíněnými pochody navzájem mění svoji polohu. K výrazné aposici dochází na dolním okraji, což zvětšuje výšku zygomaticomaxilárního přechodu a přispívá větší výšce horního obličejeho. Zygomaticomaxilární hrana je také místem reverse mezi oblastí resorpce před ní a aposice vzadu. Proto je také odlišný šířkový růst přední a zadní části alveolárního oblouku. V přední části růst probíhá V- principem s resorpí na zevní a aposicí na vnitřní straně výběžku. Do délky roste alveolární oblouk výhradně aposicí a zadním okraji, kde tak postupně vzniká prostor pro trvalé stoličky. Růst do délky tvrdého patra do délky zajišťuje transverzální patrová sutura. Komplikovanější je růst vzájemný vztah nosní dutiny a orbity. Nosní dutina se zvětšuje do šířky resorpí na laterálních stěnách a do výšky resorpí z nasální strany patra. Rozšiřování je poměrně malé v oblasti kořene nosu, jehož

šířka se do dospělosti zvětší jen málo a je výraznější v dolní interorbitální oblasti a zejména mezi maxilárními sinami. Celý útvar je současně posouván dolů a kupředu. Kostěné septum (vomer a lamina perpendicularis patrové kosti) vertikálně roste převážně z přilehlých sutur, v malé míře enchondrálně z chrupavčitého septa. Orbita je také posouvána dolů, ale v důsledku relokace méně než nosní dutina. Dno orbity je proto v dospělosti vzhledem ke dnu nosní dutiny výše než v dětství. Samotná roste translací z četných sutur mezi kůstkami, které ji tvoří a remodelací. Uvnitř orbity dochází na povrchu téměř všech kůstek k aposici, která je odpovědí na resorpci ze stran zvětšujících se přední jámy lební (shora), nosní dutiny (mediálně) a maxilárního siná (zdola). Pouze laterální okraj orbity je zevnitř resorpční. Tato skutečnost navozuje představu, že dochází ke zmenšování orbity. Očnice má ale kónický tvar a aposice uvnitř ji sune kupředu V- principem růstu způsobujícím zvětšování. Uvnitř očnice se v důsledku zvětšování ethmoidálních sinů výrazně aposicí remodeluje medioinferiorní strana rozšířením do šikmého svahu. Remodelace basální oblasti a horního kraje orbity v anteriorním směru a jařmové kosti s dolním okrajem orbity v posteriorním směru způsobí o dospělosti zešikmení vstupu do orbity kraniálně kupředu a kaudálně dozadu. Současná resorbce v oblasti premaxily přispívá k vývojovému rotačnímu zasunutí horní čelisti. Aposiční v této oblasti je pouze spina nasalis anterior. (Šmahel, 2001)

## 6.4 Mandibula

Dolní čelist je připojena k ostatnímu kraniu sekundárním kloubem, který plní významnou růstovou funkci. Je pokryt vazivovou vrstvou, jejíž původ je odvozován od periostu. Vrstvy pod kortikalis odpovídají svou stavbou kartilaginózní růstové zóně a také tak fungují. Takové uspořádání je nezbytné, neboť zajišťují aktivní růst proti tlaku působícímu na hlavici kloubu. Enchondrálně probíhá růst pouze v rozsahu spongiosy kondylárního výběžku, kortikalis výběžku je tvořena membranosně z periostu. Hlavice čelistního kloubu zajišťuje růst větve dolní čelisti do délky a směr růstu v kloubu určuje růstovou rotaci mandibuly a její tvar. Probíhá-li příliš vertikálně, větev je dlouhá s malým goniovým úhlem a směřuje čelist do anteriorotace. Při posteriorním směru růstu v kloubu je větev krátká s plochým goniovým úhlem a tendencí k posteriorotaci. Směr růstu závisí na tom, která oblast po periférii kloubu je drážděna k růstu napětím svalu m. pterygoideus lateralis, jehož ligamenta do kloubu vstupují. Závisí také na předozadní poloze dolní čelisti,

kteřá určuje napětí zmíněného svalu. Široký kloub se zužuje do transversálně úzkého krčku V-principem remodelace.

Další významnou růstovou oblastí dolní čelisti je zadní okraj větve, kde roste větev do šířky a tělo do délky, neboť přední okraj větve je odbouráván. S tím jak větev ustupuje posteriorně se prodlužuje tělo a vytváří se prostor pro erupci stálých molárů, zakládaných již ve větvi a relokovaných jako každý jiný marker anteriorně do těla. Intenzita aposice na zadním okraji větve se může v průběhu času v jednotlivých úrovních měnit a rotovat tím větev do strmějšího či šikmějšího postavení obdobně jako směr růstu v čelistním kloubu. Koronoidní výběžek roste vertikálně aposicí na vrcholku a posunuje se nazad obdobně jako kondylární výběžek resorpcí na přední hraně a aposicí na zadní. Do výšky roste tělo aposicí na okraji alveolárního výběžku.

Přední plocha mandibuly je resorpční, oblast resorpce je ale podstatně menší než aposiční. Prohlubuje supramentální konkavitu během ontogeneze a zkracuje dentoalveolární oblouk v přední části. Bradový výběžek je již aposiční, stejně jako zadní strana symfýzy mandibuly.

Růst dolní čelisti do šířky probíhá aposicí a resorpcí odlišně na koronoidním výběžku a v ostatních oblastech. Větev mandibuly v oblasti koronoidního a částečně i kondylárního výběžku se od sebe vzdalují V-principem růstu, kdy resorpční jsou zevní plochy větve a aposiční vnitřní. V nižší úrovni se proces obrací, zadní část větve a úhly mandibuly se od sebe vzdalují aposicí na zevní straně a resorpcí na vnitřní. Obdobně se zvětšuje šířka mandibuly v oblasti těla, ale v přední části se oblast resorpce na vnitřní straně stále zmenšuje až obě strany jsou aposiční. Zvětšuje se zde tloušťka těla více než v zadní části. Resorpční oblast na vnitřní zadní ploše větve a zadní části těla má tak tvar trojúhelníku a zajišťuje plynulé rozšiřování oblouku mandibuly nazad, neboť zevně je přítomna aposice. Na dolním okraji těla se podle typu rotace variabilně vyskytuje aposice nebo resorpce, zejména pod bradou a úhlem mandibuly. Všechny popsané růstové změny se navzájem kombinují a ovlivňují, remodelují mandibulu v závislosti na její funkci, funkční matrix a utváření ostatní lebky do vhodného tvaru (zpracováno podle Šmahela, 2001).



## 7. ZÁVĚR

Bakalářská práce postihuje ontogenetický vývoj lebky od prenatalního období přes perinatální a postnatální období až po změny spojené se stárnutím. Zvláštní pozornost je věnována kapitole prenatalního růstu, kdy dochází k nejvýraznějším kvalitativním a kvantitativním změnám, podrobněji je vysvětlena i obecné teorii růstu lebky.

Prenatální období zahrnuje vývoj lebky embrya a plodu. Růst v embryonální době je způsoben hlavně množением buněk, které se označuje jako proliferace. Materiál pro vývoj lebky pochází ze třech základů, a to z hlavového mezenchymu, z kraniálních somitů a z prvních dvou žaberních oblouků. Zárodek má nápadně velkou hlavu.

Zvětšení hlavy je zde způsobeno především překotným vývojem mozku a obličejových výběžků. Hlavová část se ohýbá dopředu tak, že čelo se dotýká břišní stěny zárodku. Pod vlivem rychlého růstu mozku se zdvihá také hlava, týlní ohnutí, které bylo dříve nápadné, se postupně zmenšuje. Ve 2. měsíci prenatalního vývoje lze vyjádřit velikost hlavy k trupu poměrem 1:4, postupně během vývoje relativně klesá. Lebka se sestává skládá z : neurocrania (mozková část) a splanchocrania (obličejová část). Zpočátku chrupavčité neurokranium, neboli chondrokranium, sestává z chrupavčité báze vyvíjející se lebky, jež se vytváří spojením několika chrupavek. Později z nich osifikací vznikají kosti lebeční báze.

V mezenchymu (membránové neurokranium) po stranách a na vrcholu mozku dochází k intramembranózní osifikaci, jejímž konečným produktem je kalva (lebeční klenba). Ploché kosti klenby lebeční jsou spojeny lebečními švy. Tam kde se setkávají lebeční švy, se nachází šest velkých fibrózních oblastí – fontanel.

Novorozenecká lebka je předozadně protažená, při pohledu shora má tvar pětiúhelníku, kde nápadně prominují tubera frontalia et parietalia jakožto osifikační středy.

V období Infans I. dochází ke kostěnému spojení velkých křídel s tělem kosti klínové.

- Pro období juvenis je charakteristický faciální růst pro dimenze horního obličeje a délku zadní části lebeční base, kde až do 18 let věku je zachována sfenooccipitální synchondrosa.

Na lebce starých lidí lze zjistit, že ubývají hrboly temenních kostí, což je provázeno ztenčením kostí na místech mechanicky méně namáhaných. Následně se zmenšuje hmotnost celé lebky.

Kapitola obecné teorie růstu se zabývá funkčním propojením kostí v jeden celek, které způsobují jejich vzájemnou tvarovou závislost, kdy změny v jedné oblasti vyvolávají nutně změny v oblastech sousedních případně vzdálenějších.

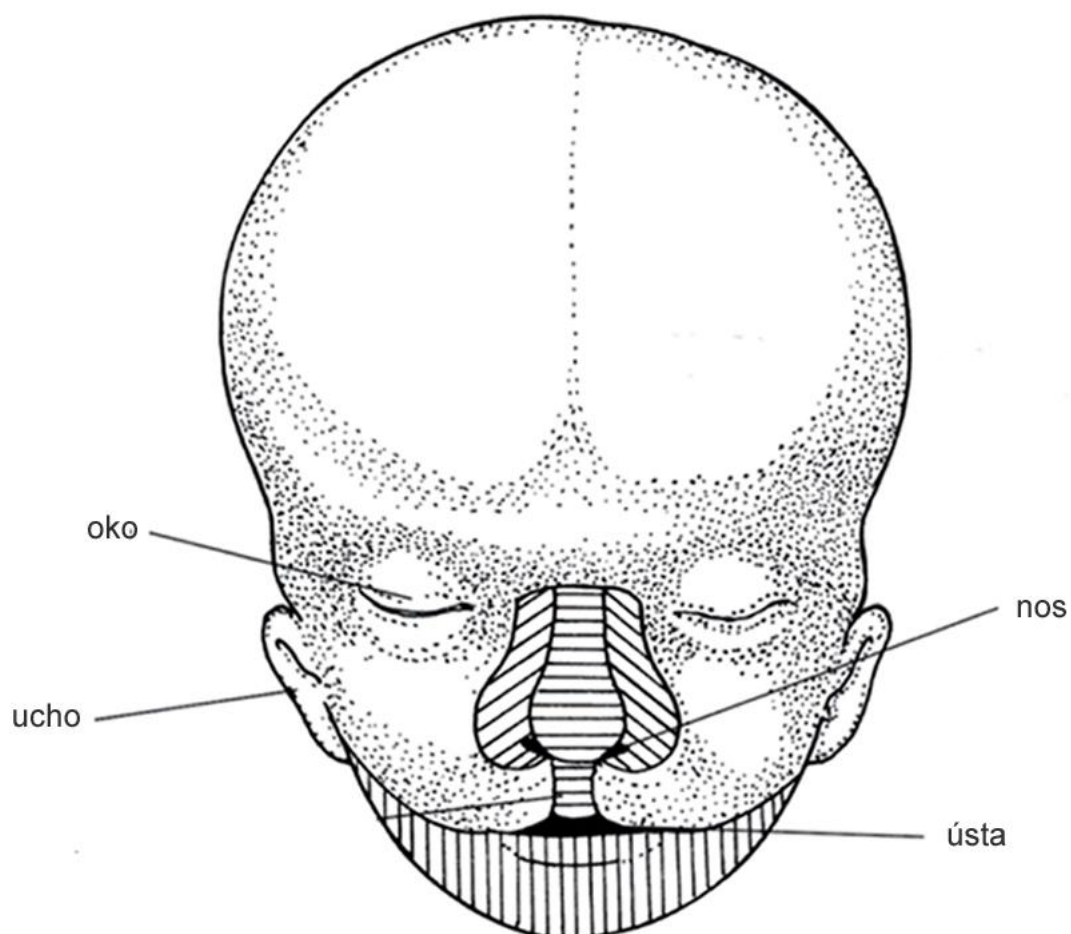
## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Abrahams, P., 2003. Lidské tělo – Atlas anatomie člověka. Ottovo nakladatelství, Praha.
2. Čihák, R., 2001. Anatomie člověka I. Grada Publishing, a.s., Praha.
3. Fetter, V., 1967. Antropologie. Academia, Praha.
4. Hajn, V., 2001. Antropologie II.. Univerzita Palackého, Olomouc.
5. Havlíčková, L., 1998. Biologie dítěte – rané fáze lidské ontogeneze. Karolinum UK, Praha.
6. Henneberg, M., 2001. Sexually Dimorphic mandibular morphology in the first Few Years of Life. *Am. J. Phys. Anthrop.* 26, 289-291.
7. Jeffery, N., Spoor, F., 2002. Brain Size and the Human Cranial Base: A prenatal Perspektive. *Am. J. Phys. Anthrop.* 118, 324-340.
8. Jelínek, R., 1983. Rozštěp rtu a patra v obraze experimentu. Univerzita Karlova, Praha.
9. Johnston, F.E., Lamp, M., 1996. Problems in the Aging of Skeletal Juveniles: Perspectives Maturation Assessments of Living Children. *Am. J. Phys. Anthrop.* 101, 345 – 355.
10. Klementa, J., 1981. Somatologie a antropologie. SPN, Praha.
11. Kolar, J., 1997. Craniofacial Antropometry. Charles C Thomas publisher, New York.
12. Larsen, C., 2004. Bioarcheology. Cambridge University Press, Cambridge.
13. Lebl, J., 1996. Růst dětí a jeho poruchy. Galén, Praha.
14. Noback, CH.R., Melvin, L.M., 1950. The topology of the Human premaxillary bone. *Am. J. Phys. Anthrop.* 45, 181 – 187.
15. Persaud., L., 2002. Embryologie s klinickým zaměřením. ISV, Praha.
16. Pospíšil, M., 2001. Biológia človeka. Univerzita Komenského, Bratislava.
17. Redfiel, A., 1970. A new Aid to Aging Immature Skeletons: Development of the Occipital Bone. *Am. J. Phys. Anthrop.* 33, 207 – 220
18. Saunders, S.R., Hoppa, R.D., 1993. Growth Deficit insurvivors and Non – Survivors: Biological Mortalitz Bias in Subadult Skeletal samples. *Am. J. Phys. Antrop.* 36, 127 – 151.
19. Scheuer, L. , Black, S.,2000. Development Juvenile Osteology. Academic Press,

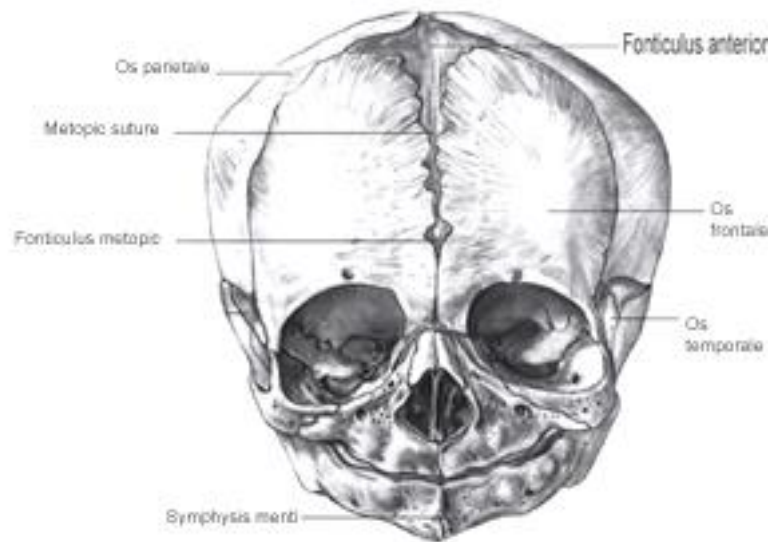
London.

20. Schumacher, G., 1992. Anatomia pre stomatologou I. Osvěta, Bratislava.
21. Šmahel, Z., 2001. Principy, teorie a metody auxologie. Karolinum, Praha.
22. Sperber, G., 1993. Craniofacial Embryology. Butterworths, London.
23. Stanek, I., 1972. Embryológia človeka. Slovenská akadémia vied, Bratislava.
24. Stloukal, M., 1999. Antropologie – příručka pro studium kostry. Národní muzeum, Praha.
25. Simmons, K., 1999. Growth hormone and cranifacial changes. *Am. J. Phys. Antrop.* 45, 905 – 909.
26. Susan, C., 1989. Itentional cranial vault deformation and induced changes of the cranial base and face. *Am. J. Phys. Anthrop.* 79, 253-254.
27. Weaver, D. S., 1980. Sex Differences in the Ilia of a Known Sex and Age Samples of Fetal and Infant Skeletons. *Am. J. Phys. Anthrop.* 52,191 - 195
28. Navajo otevřená encyklopedie [online]. [cit.2006-05-10]. Dostupný na [www: <http://lebka-skull.navajo-cz>](http://lebka-skull.navajo-cz)

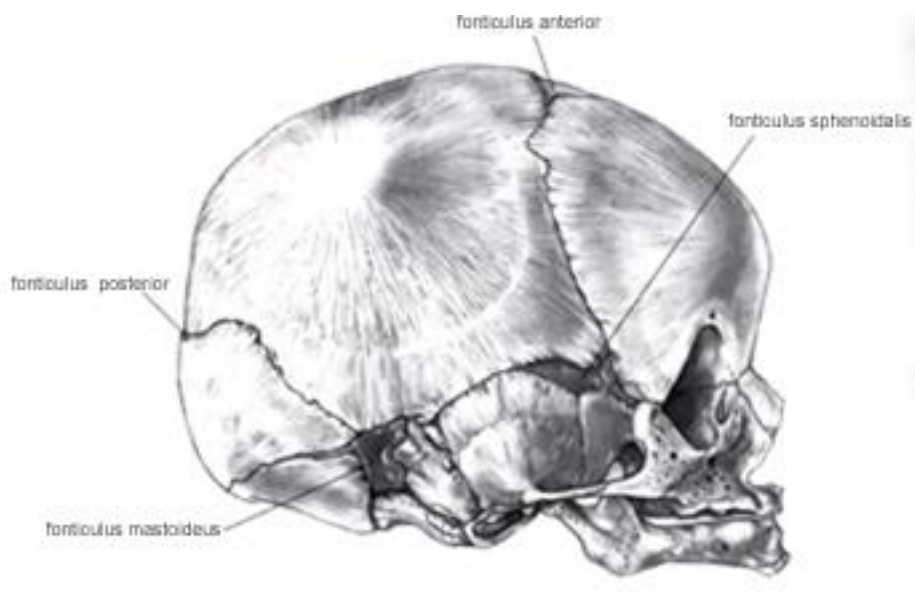
## 9. PŘÍLOHY



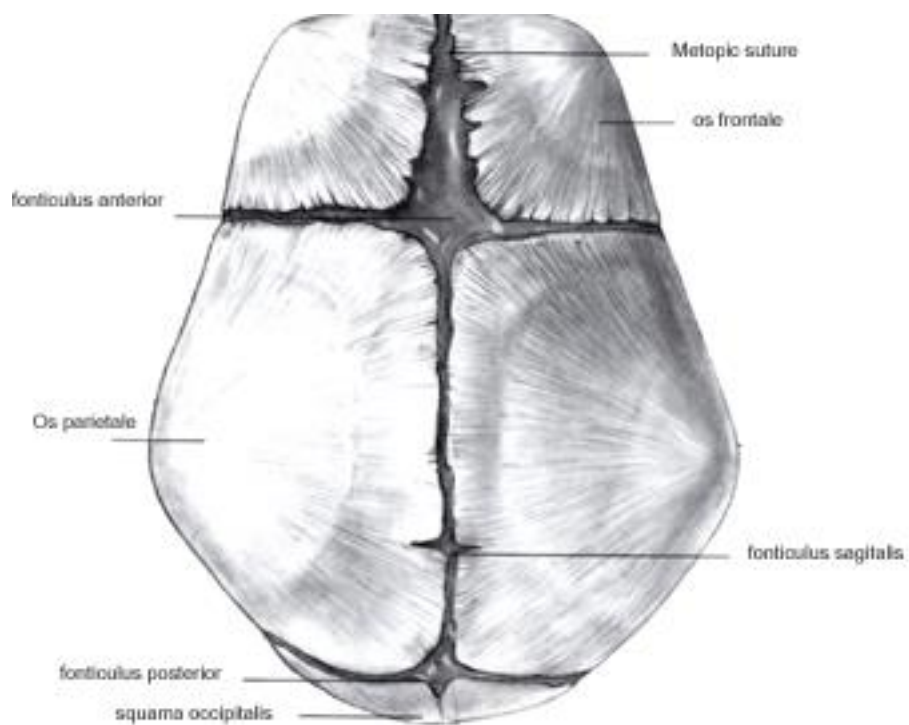
Obr.1. Formování obličeje u 10- týdenního plodu (převzato podle Scheuer and Black., 2000)



Obr.2. A ) Lebka plodu – pohled zředu (převzato podle Scheuer and Black., 2000)



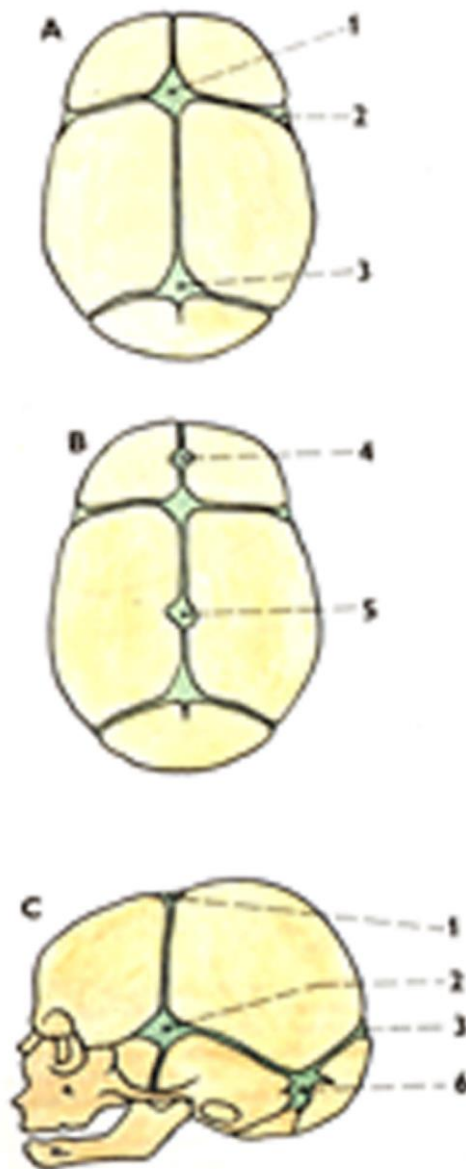
B) Pohled z boku (převzato podle Scheuer and Black., 2000)



C) pohled shora (převzato podle Scheuer and Black., 2000)



Obr.3. Lebka novorozence (převzato podle Čiháka, 2001)



Obr.4. Lebka novorozence (převzato podle Čiháka, 2001)

**A** pohled shora na hlavní fonticuli

**B** pohled shora, znázorněny fonticuli vyskytující se jako variety

**C** pohled ze strany

1/ fonticulus anterior

2/ fonticulus sphenoidalis

3/ fonticulus posterior

4/ fonticulus metopicus

5/ fonticulus parietalis

6/ fonticulus mastoideus





Obr.5. Stařecká lebka (převzato podle Schumacher, 1992)

