Considerații privind procesele de creştere şi dezvoltare osoasă la nivelul aparatului dento-maxilar

Considerations on bone growth and development processes at the dento-maxillary level

Grigorescu C.C.[1], Stanciu D.[2], Stanciu R.[2], Temelcea A.[2]
[1]Universitatea „Titu Maiorescu", București
[2] Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila" București

Corespondență: catalin@grinvest.ro

Cuvinte cheie: dezvoltare osoasă, aparat dento-maxilar, variabilitate individuală, anormalități
Key words: bone development, dento-maxillary system, individual variety, anomalies

Rezumat

Dezvoltarea facială este rezultatul creşterii şi modelării fiecărui element scheletic sau funcţional în parte, al puterii sale de proliferare şi a unor multiple influenţe care se exercită asupra lor. Ţinând seama de multitudinea factorilor care influenţează dezvoltarea facială se poate explica variabilitatea individuală a scheletului facial şi legat direct de aceasta, varietatea mare a dizarmoniilor maxilarelor. Aspecte esențiale ale acestui topic sunt prezentate schematic în acest mini-referat.

Abstract

Facial development is the result of growth and skeletal modeling for every component skeletal and /or/ functional, both together or in part, of his power and the proliferation of multiple influences which shall be exercised on them. Taking into account the myriad factors affecting facial development can be explained the large variety of individuals, and also, the large amount of dento-maxillary anomalies. Essential aspects in this topic are presented schematically in this mini-review.

Introducere

Todd (Todd,1981) defineşte creşterea ca o *„mărire a dimensiunilor*", iar dezvoltarea ca *„progres către maturitate"*, fiecare proces bazându-se pe celălalt [15].

După Maronneaud (Maronneaud, 1965), adaptarea morfofuncţională rezultă din acţiunea concomitentă a unor factori biologici iniţiali ce răspund la legile genetice (forţei genetice) şi a unor factori biologici secundari ce-şi exercită acţiunea în decursul creşterii. În cadrul lor, acordă un rol mare factorilor funcţionali [10].

La nivelul extremităţii cefalice se găsesc două traiectorii de creştere, cea a:

- *craniului* şi cea a
- *feţei*;

precum și două potenţiale de dezvoltare, cel:

- ereditar şi cel
- ce ţine de solicitările funcţionale.

1. Zonele de creştere osoasă

Modificările de dimensiune şi formă ale elementelor osoase se efectuează prin mai multe modalităţi:

- *creştere periostală* [2];
- *creştere la nivelul suturilor* [12];
- *creştere la nivelul cartilajelor* [5];
- *activare osteogenetică si osteo-transformatoare a ligamentului alveolo - dentar* [4];
- *modificări de dimensiune, formă şi raporturi prin acţiuni osteo-transformatoare si modelante (resorbţie si apoziţie)* [11].

1.1. Creşterea periostală

Creşterea periostală are un rol deosebit în creşterea oaselor de membrană. Se pare că există un anumit aport periostal chiar în

perioada de formare a piesei osoase membranoase (care se realizează atât pornind de la punctele de osificare, cât şi de la învelişul exterior periostal).

După constituirea piesei osoase, activitatea periostală de mărire a osului continuă să se producă până la stadiul de adult. În timpul vieţii intrauterine, toate oasele craniene şi faciale cresc activ pe toată suprafaţa lor.

Ulterior, creşterea devine relativ electivă; continuă pe unele suprafeţe, în timp ce pe altele încetează sau diminuă foarte mult. Pe măsură ce se apropie de stadiul adult, ritmul de mărire a dimensiunilor devine mai lent, în schimb se precizează din ce în ce mai mult prin modelaj forma adultă. Modelajul formelor exterioare se datorează, în mare parte, factorilor funcţionali şi în special acţiunii musculaturii, cu care are nu numai raport de contiguitate, dar şi prin inserţie pe periostul osului respectiv. Activitatea stimulatorie a musculaturii la locurile de inserţie creează zone de fertilitate osteogenetică periostală crescută, ceea ce explică apariţia crestelor şi a rugozităţilor la locurile de insertie. De asemenea, a fost pusă în evidenţă o corelaţie pozitivă între gradul de robusteţe a mandibulei şi al dezvoltării musculaturii mobilizatoare a acestui os.

Ponderea creşterii periostale este diferită la maxilarul superior faţă de mandibulă. Aceasta reiese, în primul rând, din faptul că, mandibula este acoperită de jur-împrejur cu periost (cu excepţia suprafeţei capului condilului şi a locului de ieşire al dinţilor), în timp ce maxilarul superior este acoperit de periost numai pe faţa sa palatinală, iar pe feţele externe numai până la unirea cu celelalte oase ale feţei şi bazei.

Mandibula se pare că beneficiază în mai mare măsură de această creştere decât maxilarul superior.

1.2. Creşterea la nivelul suturilor

Modul obişnuit de unire dintre oasele extremităţii cefalice îl constituie suturile, cărora li se atribuie un rol osteoformator dintre cele mai importante.

După Lebourg (1951), în timpul evoluţiei lor, suturile trec prin mai multe stadii.

Primul stadiu este de natură *cartilaginoasă - stadiul de sincondroză*, care este înlocuit cu *stadiul de sinfibroză*, în care, în locul ţesutului cartilaginos, cele două oase sunt unite printr-un ţesut fibros mai mult sau mai puţin lax, ce permite o libertate mai mare de deplasare relativă a pieselor osoase pe care le leagă [8].

Pe de altă parte, acest stadiu are un rol deosebit în creşterea osoasă, dirijând, în mod activ, procesul osteoformator.

Prin formarea osului nou la marginile pieselor osoase, acestea ajung, la un moment dat, în contact unele cu altele; articulaţia devine foarte strânsă, posibilităţile de mobilizare a unei piese osoase faţă de celelalte fiind practic inexistentă. Se ajunge astfel la *stadiul de sinartroză*.

În acest stadiu, cele două suprafeţe osoase în contact sunt acoperite de suturi („*periostul de conjugare*”), ceea ce face ca procesul de creştere, de amplitudine foarte redusă, să fie totuşi posibil. Acest stadiu poate persista până la vârsta adultă.

Ultimul stadiu de evoluţie al suturilor este cel de sinostoză, în care, între cele două piese scheletice s-a creat o punte osoasă.

Structura suturilor faciale după descrierea lui Pritchard (1956) este reprezentată de 5 straturi:

- câte un strat celular osteogenetic, situat intern (adiacent osului);
- acestea sunt acoperite, către osul vecin,
- de către un strat fibros (capsula externă);
- între cele două capsule externe se găseşte un “*strat intermediar*” din ţesut conjunctiv [13].

În timpul vieţii intrauterine, straturile osteogenetice sunt pluristratificate, ceea ce denotă o activitate osteogenetică suturală intensă.

Din acest considerent, principalele suturi care asigură dezvoltarea facială şi raporturile cu baza craniului sunt orientate în planuri similare ce privesc de sus în jos şi dinainte înapoi (direcţie oblică), iar sensul de creştere imprimat este înainte şi în jos.

Cu cât sutura prezintă un traiect mai anfractuos, cu atât creşterea la acest nivel este mai importantă.

Creşterea desmală la nivelul suturilor este stimulată de tracţiunile pe suturi. Într-o primă etapă, tracţiunile determină o mărire a suturii cu subţierea acesteia şi stimularea dezvoltării ţesutului desmal la acest nivel. În acelaşi timp, prin mecanismul de osificare, sutura îşi recapătă dimensiunea iniţială [14].

Trebuie, de asemenea, precizat că, suturile nu reprezintă centre de creştere, ci le putem denumi *situsuri de creştere*, noţiuni care trebuie considerate separat. Un *situs de creştere* este doar un loc în care se produce creşterea, în timp ce un *centru de creştere* este un loc în care se produce creşterea controlată genetic (independent).

Iniţial, suturile dintre oasele membranoase ale craniului şi maxilare au fost considerate centre de creştere, alături de locurile de osificare encondrală de la nivelul bazei craniului şi a condilului mandibular. Sub acest aspect, creşterea era rezultatul exprimării unui program genetic.

Dacă această teorie ar fi corectă, creşterea la nivelul suturilor s-ar produce independent de factorii de mediu, astfel încât nu ar fi posibilă modificarea expresiei de creştere. Pentru că această teorie de creştere era iniţial dominantă, s-au realizat puţine încercări pentru a modifica creşterea facială pentru că ortodonţii „ştiau" că nu se poate produce. Actualmente, se cunoaşte faptul că suturile şi ţesuturile periostale, în general, nu sunt determinanţi primari ai creşterii craniofaciale [7]. Două argumente au dus la această concluzie.

Primul este acela că atunci când o zonă a unei suturi dintre două oase faciale este transplantată în altă locaţie (de exemplu, într-un sac abdominal), *ţesutul nu va continua să crească.* Acest lucru demonstrează lipsa potenţialului înnăscut de creştere al suturilor.

În al doilea rând, s-a observat că creşterea la nivelul suturilor *va răspunde la influenţe externe* într-o serie de circumstanţe.

Dacă oasele faciale sau ale craniului sunt tracţionate mecanic la nivelul suturilor, spaţiul va fi umplut de os nou, iar oasele vor deveni mai mari decât ar fi normal.

Dacă o sutură este comprimată, creşterea la acel nivel va fi împiedicată. De aceea, suturile trebuie considerate zone care reacţionează și nu determinanţi primari. Deci, suturile maxilarului sunt situsuri de creştere şi nu centrii de creştere [9].

1.3. Creșterea la nivelul cartilajelor

Există diferenţe privind rolul cartilajelor primitive ale craniului şi feţei pe de o parte, şi cartilajele secundare ale mandibulei (condilian, angular şi coronoid), pe de altă parte. Creşterea maxilarului este mai dificil de explicat prin creştere la nivelul cartilajelor, dar nu imposibil.

Deşi nu există cartilaj propriu-zis la nivelul maxilarului, există cartilaj la nivelul septului nazal, iar complexul nazo-maxilar creşte în bloc.

Cartilajul este localizat astfel încât creşterea sa să producă cu uşurinţă translaţia maxilarului în jos şi înainte. Dacă suturile maxilarului servesc ca zone de reacţie, atunci ele vor răspunde la translaţie prin formarea de os nou prin forţe de la nivelul cartilajelor de creştere.

Sub acest aspect, septul nazal cartilaginos a fost considerat pacemaker pentru creşterea maxilarului. Deşi cantitatea de sept nazal cartilaginos se reduce pe măsura ce creşterea continuă, cartilajul persistă în această zonă de-a lungul vieţii, iar rolul de pacemaker este cu certitudine posibil.

Cartilajul septului nazal are un rol deosebit în creşterea verticală şi sagitală a părţii superioare a feţei, printr-o particularitate de asamblare diferită la nivelul celor două extremităţi ale sale:

- *fixare laxă în scobitura vomerului*
- *mult mai puternică de zona maxilară.*

De asemenea, se atribuie un rol important în creşterea şi dezvoltarea facială capsulei nazale.

Capsula nazală cartilaginoasă formează scheletul primordial al părţii superioare a feţei, iar în jurul ei se dezvoltă oasele:

- *maxilare,*

- *nazale,*
- *lacrimale,*
- *etmoidul,*
- *vomerul,*
- *oasele palatine,*

astfel încât ea joacă un rol important în determinarea formei iniţiale a feţei.

La nivelul mandibulei, se poate vorbi despre un cartilaj primar (segmentul anterior al cartilajului Meckel), care are rol de susţinere, de menţinere a formei şi o anumită stabilitate în dimensiunile mandibulei, însă nu intervine în creşterea osului mandibular.

Cartilajul Meckel apare în zilele 25 - 28 de dezvoltare intrauterină, la nivelul mezenchimului mugurilor mandibulari.

In realitate este vorba de două cartilaje: unul drept şi altul stîng, care se prezintă sub forma a două bare lungi şi simetrice, cu originea la nivelul cavităţii timpanice, de unde se orientează în jos, înainte şi înăuntru, pentru a se întâlni pe linia mediană.

Cartilajului Meckel i se descriu patru zone:

- *timpanică,*
- *retro-mandibulară,*
- *para-mandibulară şi*
- *simfizară.*

Extremitatea timpanică sau dorsală, dilatată şi rotunjită, stă la originea a două oase din urechea medie:

- *ciocanul* şi
- *nicovala.*

O dată ce a părăsit regiunea otică, cartilajul Meckel devine mai îngust, trecând profund de glanda parotidă şi de artera carotidă externă.

În regiunea retromandibulară cartilajul degenerează, iar pericondrul său, care este fibros, participă la formarea ligamentului sfenomandibular.

Regiunea paramandibulară a cartilajului se orientează anterior şi profund, reprezentând o mandibulă primitivă.

Destul de timpuriu nervul mandibular stabileşte raporturi cu sectoarele pe care le va inerva. O ramură a lui, nervul alveolar inferior, se va situa în afara cartilajului Meckel; altă ramură, nervul lingual, va trece superior de cartilaj, pentru a pătrunde în limbă.

Extremitatea simfizară, anterioară, intramandibulară are un diametru vertical mai mare decât cel orizontal. Pe linia mediană cele două extermităţi fuzionează.

În luna a treia, în ţesutul conjunctiv mandibular apar alte cartilaje care nu derivă din cartilajul Meckel, din această cauză numindu-se cartilaje secundare.

Dintre acestea prezintă importanţă în special cartilajul condilian, deoarece celelalte au o existenţă scurtă şi dispar înainte de naştere.

Cartilajul condilian este cel mai dezvoltat, apare la 12 săptămâni şi persistă până la pubertate, uneori întâlnindu-se şi la indivizi de 25 de ani.

Din acest cartilaj derivă*:*

- *condilul mandibular,*
- *meniscul ATM* şi
- *suprafaţa articulară a osului temporal*.

Deci, la om, articulaţia mandibulei cu craniul se stabileşte pornind de la cartilajul condilian, independent de cartilajul Meckel.

Condilul matur este format din ţesut osos de tip spongios, acoperit de un strat subţire de ţesut osos de tip compact şi o suprafaţă articulară cartilaginoasă. pe toată perioada creşterii mandibulei, condilul este ocupat de cartilaj, care scade în grosime şi activitate o dată cu vârsta. Suprafaţa articulară a condilului este formată de ţesut fibros.

Profund de aceasta se află o pătură subţire proliferativă care persistă toată viaţa şi este responsabilă de modificările structurale din timpul vieţii adulte.

Partea postero - superioară a acestui cartilaj este cea care asigură mărirea îndeosebi verticală a ramurii ascendente (deoarece restul se osifică foarte repede).

Prin depuneri de straturi noi osoase, condilul nu poate fi deplasat posterior şi în sus datorită raporturilor cu planul articular al temporalului, punct relativ fix, ci se deplasează restul mandibulei în direcţie opusă, adică în jos şi înainte.

Rezultă că gnationul avansează şi coboară şi ca rezultat al creşterii de la nivelul acestui cartilaj.

Activitatea proliferativă deosebită a cartilajului condilian ar fi atestată şi de faptul că

este străbătut de canale vasculare speciale până la celulele proliferative.

El creşte într-o zonă liberă, dar vulnerabilă, şi este protejat printr-un mecanism muscular de şocurile şi presiunile masticatorii. I se atribuie un rol mare în reglarea cantităţii şi direcţiei de creştere a mandibulei.

Oprirea în creştere a cartilajului condilian determină o hipodezvoltare mandibulară.

Direcţia de creştere cea mai frecventă este antero-inferioară, dar există şi multe variaţii; uneori este *aproape orizontală – înainte*, alteori *aproape verticală*, foarte rar ar avea un *sens şi către posterior*.

Aceste variaţii ar juca un rol în producerea unor anumite anomalii dentomaxilare.

Chateau (1950), într-o încercare de clasificare a anomaliilor dentomaxilare, propune denumirea de *hipocondilie* pentru afecţiunea tipică situată în împărţirea Angle în Clasa a II-a, subdiviziunea 1, caracterizată prin îngustarea, compresiunea arcadei superioare cu prodenţie accentuată, ocluzie foarte adâncă şi foarte distalizată [3].

Experimentele de transplantare au demonstrat că nu toate cartilajele scheletale reacţionează în aceeaşi manieră atunci când sunt transplantate.

Dacă este transplantată o parte din epifiza unui os lung, aceasta va continua să crească într-o nouă zonă sau în culturi, indicând faptul că aceste cartilaje au potenţial înnăscut de creştere.

Cartilajul de la nivelul sincondrozei sfeno-occipitale a bazei craniului creşte, de asemenea, atunci când este transplantat, dar nu atât de bine (experiment realizat *in vitro* datorită condiţiilor dificile de obţinere a cartilajului de la nivelul bazei craniului).

Experimentele recente au demonstrat că septul nazal cartilaginos creşte în culturi la fel de bine ca şi cartilajul epifizar.

Rolul în creştere al septului cartilaginos a fost relevat şi de puţinele cazuri în care pierderea acestuia la o vârstă mică printr-un traumatism, a determinat un deficit de dezvoltare al etajului mijlociu al figurii.

De asemenea, nu s-a observat creştere sau doar într-o mică măsură atunci când a fost transplantat condilul mandibular, iar cartilajul de la nivelul condilului mandibular a arătat o creştere semnificativ mai mică în culturi decât alte cartilaje.

1.4. Activitatea osteogenetică și osteo-transformatoare a ligamentului alveolo-dentar

Activitatea ligamentului alveolodentar pare să fie reglată în primul rând de influenţele funcţionale.

Existenţa unei corelaţii între sistemul dentar şi cel osos a stat la baza formulării diferitelor categorii de indici utilizaţi în ortodonţie.

Impulsurile sosite din contactele funcţionale interarcadice sunt transmise, prin intermediul unităţii dinte - proces alveolar, restului maxilarelor, iar mai departe oaselor faciale şi bazei craniului.

Schimbările din sistemul de transmitere a forţelor pot determina modificări în structura şi forma oaselor, ca de exemplu, mărirea sinusurilor frontale în prognatisme mandibulare.

Se pare că sistemul dentar joacă un rol şi în închiderea unghiului mandibulei, care este foarte deschis la copilul mic (circa 160 grade la naştere) şi se închide treptat până la 115 grade.

Aceste modificări ar fi paralele cu creşterea în înălţime a arcadei dentare [1].

Unele fapte de patologie duc însă la anumite rezerve (de exemplu, la ocluzia adâncă acoperită, unghiul mandibulei este mic, dar înălţimea verticală este redusă).

1.5. Modificările de dimensiune, formă şi raporturi prin acţiuni osteotransformatoare și modelante (resorbţie si apoziţie)

Procesul de remaniere osoasă se face prin acţiunea conjugată a proceselor de: resorbţie osoasă (prin osteoliză – fenomen chimic şi osteoclazie – fenomen celular) şi de apoziţie cu formarea de os nou.

Cunoaşterea acestui fenomen are importanţă deosebită pentru înţelegerea mecanismelor de apariţie ale anomaliilor dento-

maxilare şi a mecanismelor de acţiune ale aparatelor ortodontice.

Resorbţia şi apoziţia osoasă, în cadrul unui proces corelat, reprezintă o modalitate importantă de creştere mandibulară. Au fost deja prezentate mecanismele de creştere în lungime care au loc la nivelul cartilajului condilian. Acest al doilea mecanism se referă la lungirea ramurii orizontale şi la modificările ramurii ascendente.

La nivelul marginilor anterioare ale ramurii ascendente, a apofizei coronoide, la incizura sigmoidă, pe faţa posterioară a condilului.

Totul se petrece ca şi cum ramura ascendentă ar fi deplasată succesiv către posterior.

Deoarece condilul are o poziţie determinată de către celelalte elemente ale A.T.M., el rămâne pe loc şi ramura orizontală se alungeşte.

Aşa se explică faptul că deşi molarii permanenţi se formează unul înapoia celuilalt, ei ocupă poziţii asemănătoare în raport cu marginea anterioară a ramurii ascendente. Această creştere osoasă le oferă posibilitatea să-şi redreseze axul.

Procesul de resorbţie şi apoziţie corticală prezintă două mecanisme:

- unul periostal, extern şi
- unul endoosos, intern (pe faţa internă a corticalei).

Osificarea corticală poate proveni numai din unul din cele două mecanisme, sau poate fi rezultanta interacţiunii unor efecte inverse pe cele două feţe ale corticalei osoase.

Altfel spus, cele două laturi pot acţiona în acelaşi sens, deplasând structura osoasă, cu păstrarea în mare a dimensiunii acesteia, sau pot avea sens centripet, caz în care se ajunge la joncţiunea dintre cele două procese, cu modificarea formei substratului osos. Locul de joncţiune poartă denumirea de linie de inversiune (eng. *reverse line).*

În timpul creşterii, pe măsura structurării scheletului cranio - facial, fenomenele corticale îşi pot schimba direcţia.

În acest fel, stimularea endoosoasă poate antrena după sine, în timp, modificarea direcţiei de creştere periostală – externă.

Aceste modificări atrag după sine deplasarea corticalelor ca urmare a mecanismelor descrise mai sus.

Dacă masa de ţesut osos care se resoarbe este echivalentă cantitativ cu masa de os care se formează, grosimea corticalei rămâne constantă.

În schimb, dacă apoziţia este superioară resorbţiei, se remarcă, pe lângă îngroşarea corticalei şi mărirea globală a osului, acest fenomen predominând în faza de creştere [6].

Bibliografie

1. **Ajacques, J.C., Bordais, P., Cayron, R., Couly, G., Deffez, J.P., Marie, M.P., Mugnier, A.** (1979). Pediatric dentistry and maxillofacial surgery (author's transl). *Rev Stomatol Chir Maxillofac, 80*(5), 313-315.
2. **Baltadjiev, G.** (1995). Morphological aspects of periostal osteogenesis. *Folia Med (Plovdiv), 37*(4A Suppl), 20.
3. **Chateau, M.** (1950). Dental diagnosis in orthodontics. *Rev Odontol Parana, 72*(7-8), 476-484.
4. **Dermaut, L.R., van den Eynde, F., de Pauw, G.** (1992). Skeletal and dento-alveolar changes as a result of headgear activator therapy related to different vertical growth patterns. *Eur J Orthod, 14*(2), 140-146.
5. **Enlow, D.H., Hunter, W.S. (1966).** A differential analysis of sutural and remodeling growth in the human face. *Am J Orthod, 52*(11), 823-830.
6. **Georgescu, C.E., Rusu, M.C., Sandulescu, M., Enache, A.M., Didilescu, A.C.** (2012). Quantitative and qualitative bone analysis in the maxillary lateral region. *Surg Radiol Anat, 34*(6), 551-558. doi: 10.1007/s00276-012-0955-6
7. **Hohoff, A., Stamm, T., Meyer, U., Wiechmann, D., Ehmer, U.** (2006). Objective growth monitoring of the maxilla in full term infants. *Arch Oral Biol, 51*(3), 222-235. doi: 10.1016/j.archoralbio.2005.07.007
8. **Lebourg, L., Champagne, C.** (1951). Postnatal mandibular development; exact details on the chronology of the symphysis. *Revue Stomatol, 52*(10), 891-897.

9. **Lee, S.K., Kim, Y.S., Lim, C.Y., Chi, J.G.** (1992). Prenatal growth pattern of the human maxilla. *Acta Anat (Basel), 145*(1), 1-10.
10. **Maronneaud, P.L.** (1965). Considerations of histo-embryology and comparative anatomy on the dental appendages and the dentitions. *Rev Odontostomatol Midi Fr, 23*(2), 59-78.
11. **Nahhas, R.W., Valiathan, M., Sherwood, R.J.** (2014). Variation in timing, duration, intensity, and direction of adolescent growth in the mandible, maxilla, and cranial base: the Fels longitudinal study. *Anat Rec (Hoboken), 297*(7), 1195-1207. doi: 10.1002/ar.22918
12. **Oudhof, H.A.** (1982). Sutural growth. *Acta Anat (Basel), 112*(1), 58-68.
13. **Pritchard, J.J., Scott, J.H., Girgis, F.G.** (1956). The structure and development of cranial and facial sutures. *J Anat, 90*(1), 73-86.
14. **Stanciu, R., Temelcea, A., Simion, I., Stanciu, D.** (2009). Specific morphological aspects of the teeth and alveolar bone in Class II/2 malocclusion. *J Med Life, 2*(1), 76-79.
15. **Todd, J.T., Mark, L.S.** (1981). Issues related to the prediction of craniofacial growth. *Am J Orthod, 79*(1), 63-80.
16. **Yovich, S., Seydel, U., Papadimitriou, J.M., Nicholson, G. C., Wood, D.J., Zheng, M.H.** (1998). Evidence that failure of osteoid bone matrix resorption is caused by perturbation of osteoclast polarization. *Histochem J, 30*(4), 267-273.