

AKTIVITAS PADA SKELET KRANIOFASIAL SELAMA PERIODE PERTUMBUHAN

Magdalena Lesmana

Peserta Program Pendidikan Doktor
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

Magdalena Lesmana: Aktivitas pada Skelet Kraniofasial Selama Periode Pertumbuhan. Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Indonesia. 2003;10(Edisi Khusus):308-313

Abstract

The human skull is a complicated structure made up from 20 constituent bones and it is thus not surprising that the pattern of growth is complicated. The fully grown skull is not simply a larger version of the infant form. The adult skull differs not only in size but also in shape, indicating that there must be a process of differential growth. The differential growth process must be a differential activity seen in the craniofacial skelet, during the growing period and it may be divided into four component. Knowledge of craniofacial growth provides a background to the understanding of the treatment planning process and to undertake suitable interreceptive treatment, to hinder the stomatognathic function-problems in the future.

Key words: Growth Activity; craniofacial Skelet

Pendahuluan

Skelet kraniofasial dengan topografi kompleks dari 20 tulang sebagai unsur pokok, merupakan suatu susunan struktur yang mendukung dan melindungi fungsi-fungsi penting. Pertumbuhan kraniofasial dengan berbagai bentuk tulang tersebut masing-masing mempunyai pola pertumbuhan, waktu, kecepatan dan juga arah serta besarnya pertumbuhan yang berbeda. Untuk itu perubahan struktur harus mempunyai interaksi bermakna yang konstan antara pertumbuhan dan struktur yang merupakan tempat terjadinya pertumbuhan itu sendiri. Pertumbuhan kraniofasial dan strukturnya serta fungsi mempunyai saling ketergantungan biologis sehingga tidak dapat dipisahkan¹.

Kuhn (1970) cit. Moyers mengemukakan "revolusi ilmiah" dan oleh Carlson konsep ini diaplikasikan pada bidang biologi kraniofasial. Telah dirasakan perlunya suatu konsep kerangka kerja untuk segala yang berkaitan dengan pertumbuhan kraniofasial. Akan tetapi hal ini belum sukses dilakukan karena sangat bervariasi aspek dan kompleksnya pertumbuhan tersebut. Menurut Carlson telah terjadi pergeseran paradigma dari pendekatan genetik ke struktur-fungsional²

Untuk dapat mengerti pertumbuhan skelet kraniofasial maka perlu pemahaman mengenai komponen-komponen aktivitas pada skelet kraniofasial selama periode pertumbuhan yang terdiri dari mekanisme, pola, kecepatan dan pengendali pertumbuhan. Pemahaman mengenai pertumbuhan skelet kraniofasial ini dapat

dijadikan dasar pengetahuan untuk tindakan pencegahan dengan memprediksikan dan mengantisipasi akan adanya penyimpangan pola pertumbuhan. Disamping itu pada kasus dengan penyimpangan pertumbuhan skelet kraniofasial maka dapat ditentukan diagnosa, etiologi, rencana perawatan dan waktu yang tepat untuk dimulainya perawatan serta memperoleh kestabilan hasil perawatan³.

Terdapatnya mekanisme kompensasi bila terjadi kegagalan pertumbuhan ataupun terjadi pertumbuhan abnormal pada masing-masing daerah pertumbuhan, perlu diperhatikan karena mempunyai implikasi klinis. Daerah dengan mekanisme kompensasi ini berkemampuan untuk berespons terhadap gaya yang ditimbulkan secara klinis².

Tinjauan Pustaka

Dinamika Pertumbuhan Skelet Kraniofasial

Pertumbuhan kraniofasial merupakan proses yang dinamis dengan keseimbangan bentuk dan fungsi. Keseimbangan ini mudah sekali terganggu oleh berbagai tingkat perubahan aktif maupun pasif dari salah satu mekanisme terkait. Proliferasi sel, pendorongan kedepan dari otak serta fungsi memegang peranan penting untuk mengaktifkan pertumbuhan.⁴

Adanya hubungan antara fungsi dan pertumbuhan telah dikemukakan Moss dan Moyers pada tahun 1952 dalam bentuk teori matriks fungsional. Diduga oleh Moss, skelet kraniofasial sebagai kesatuan unit merupakan penunjang biomekanik dari fungsinya. Hasil dari proses yang dinamis ini merupakan variasi dari tekanan-tekanan di dalam rongga-rongga ataupun aktivitas otot. Dugaan Moss ini telah dibantah oleh Dambraun (1986) berdasarkan bukti-bukti nyata, walaupun memang benar fungsi mempengaruhi pertumbuhan.⁴

Pertumbuhan kraniofasial merupakan fenomena yang berkesinambungan, tetapi terjadi pada berbagai lokasi yang berbeda dan dengan

kecepatan yang bervariasi. Hal ini dinyatakan sebagai irama pertumbuhan. Sebagai contoh klasik yaitu adanya perbedaan antara pertumbuhan di cranium yang berlanjut sampai usia 3 tahun sedangkan pertumbuhan fasial dipengaruhi oleh pacuan pertumbuhan (*growth spurt*) yang berbeda dalam arah, lokasi dan waktu.⁴

Hubungan kranium dan fasial akan berubah dengan perjalanan waktu, ratio yang semula 8:1 pada waktu lahir akan menjadi 4:1 pada masa anak usia 5 tahun dan akan menjadi 2:1 pada usia dewasa. Dimensi fasial yang pada usia 3 bulan adalah 40 % dari ukuran dewasa akan menjadi 70 % pada usia 2 tahun dan menjadi 80% pada usia 5 tahun.⁴

Irama pertumbuhan mengikuti pertumbuhan tinggi badan walaupun lebih lambat seperti telah dikemukakan oleh Bjork (1955) yang telah membandingkan pertumbuhan sutura, kondilus dan tinggi badan. Pertumbuhan sutura akan berhenti 2 tahun sebelum berhentinya pertumbuhan tinggi badan. (3) Kesesuaian antara lajunya pertumbuhan dengan irama yang dapat diprediksikan, dapat berguna untuk menentukan saat yang tepat difakukannya koreksi dari suatu malformasi.⁴

Keseimbangan fasial yang normal ataupun yang menyimpang dalam pembentukannya maupun yang telah dilakukan koreksi, dapat terancam oleh periode kritis pada waktu mana gangguan akan terjadi. Periode kritis ini adalah transisi dari periode gigi sulung ke gigi tetapnya dan periode pubertas dengan adanya pacuan pertumbuhan dari mandibula.⁴

Pertumbuhan skelet kranium merupakan perkembangan berkesinambungan dalam waktu yang singkat, unifaktorial, mempunyai pemacu pertumbuhan tunggal yaitu otak dengan mekanisme suturalnya yang eksklusif. Sedangkan pertumbuhan fasial merupakan pertumbuhan yang tidak berkesinambungan dalam waktu yang panjang, multifaktorial, dengan mekanisme *synchondrosis*, sutura dan aposisi-resorpsi.⁴

Mekanisme Pertumbuhan Skelet Kraniofasial

Mekanisme pertumbuhan skelet kraniofasial merupakan salah satu komponen aktivitas pertumbuhan skelet kraniofasial. Pada pertumbuhan skelet kraniofasial terjadi penambahan dalam ukuran dan perubahan bentuk melalui 3 mekanisme dasar, yaitu konversi kartilago, deposisi sutura dan remodeling.¹

Pada konversi kartilago, penambahan ukuran terjadi secara penambahan interstitial. Pada akhir tahun pertama kelahiran tersisa hanya 3 daerah yang memungkinkan yaitu: *synchondrosis spheno-occipital*, septum nasalis dan pertumbuhan kartilago sekunder pada kepala sendi mandibula.¹

Deposisi sutura sebagai mekanisme dasar pertumbuhan skelet kraniofasial ke arah depan dan bawah yang terjadi antara basis kranium dan kompleks fasial. Pembentukan tulang terjadi secara aktif mengisi fontanela.¹

Remodeling merupakan mekanisme dasar pertumbuhan dari hampir semua tulang dengan berkemampuan bertumbuh dengan cara deposisi tulang subperiosteal baru. Bentuk dan ukurannya dapat dimodifikasi oleh deposisi subperiosteal dan diimbangi dengan resorpsi pada lokasi yang berbeda.¹

Pola Pertumbuhan

Perubahan bentuk mulai dari bayi sampai dewasa, bervariasi tergantung pada karakteristik komponen individu. Berdasarkan lokasinya maka pertumbuhan skelet kraniofasial terbagi dalam 4 daerah yaitu: (1) tempurung kranium, (2) basis kranium, (3) kompleks nasomaksila, dan (4) mandibula.¹⁻⁵

Konfigurasi neurokranium, yang terdiri dari tempurung dan basis kranium menentukan tipe bentuk kepala yang memberikan gambaran karakteristik tipe fasial seseorang. Pada seseorang dengan Basiskranium yang panjang dan sempit (dolichosefalik) akan mempunyai karakteristik pola fasial yang memanjang vertikal dan anteroposterior dan kecenderungan retrusi mandibula. Basiskranium yang membulat (brachisefalik) mempunyai

karakteristik melebar tetapi konfigurasi anteroposterior memendek. Kompleks nasomaksilarisnya melebar tetapi vertikal dan anteroposteriornya memendek. Gambaran yang diberikan profil pada umumnya lebih ortognatik atau berkurangnya retrognatik, atau mempunyai kecenderungan protrusi mandibula atau protrusi bimaksilaris.⁶

Pertumbuhan tempurung kranium terjadi pada sutura koronal, sagital, parietal dan temporal sebagai penyesuaian pertumbuhan untuk mengimbangi pertumbuhan yang cepat dari otak.⁴ Mekanisme pertumbuhan intramembranous dari sutura akan menggantikan fontanel-fontanel yang masih terdapat pada waktu lahir. Tugas akhir dari fontanel ini untuk mendapatkan fleksibilitas yang cukup dari kranium pada waktu lahir. Pertumbuhan tempurung kranium diasumsikan mengikuti kurva neural yaitu pertumbuhan cepat pada tahun-tahun pertama kelahiran yang diikuti penurunan kecepatan pertumbuhan. Pada usia 2 tahun, rongga kranial akan mencapai ukuran 87% dari ukuran dewasa, 90% pada usia 5 tahun dan 98% pada usia 15 tahun. Antara 15 tahun dan usia dewasa perubahan-perubahan pada pertumbuhan terjadi terutama dengan adanya perkembangan sinus frontalis dan penebalan dari tulang frontal bagian anterior.³

Pada pertumbuhan basis kranium, perubahan-perubahan pada basis kranium langsung terjadi sebagai hasil pertumbuhan *endochondral* melalui sistem *synchondrosis*. Pada masa prenatal, basis kranium mempunyai rangkaian *synchondrosis* di dalam dan di antara tulang *ethmoid*, *sphenoid* dan *occipital*. Rangkaian ini memungkinkan penambahan panjangnya basis kranium secara cepat untuk mengimbangi pertumbuhan otak. *Synchondrosis intraethmoidalis*, *intrasphenoidalis* telah menutup sebelum lahir sedangkan *synchondrosis intraoccipital* menutup sebelum usia 5 tahun. *Synchondrosis sphenothmoidalis* menutup pada usia sekitar 6 tahun dan segmen anterior dari basis kranium dikenal sebagai *planum sphenoidale* yang menjadi relatif stabil pada waktu dini, sehingga

digunakan untuk superimposisi sefalometri untuk mengevaluasi perubahan pada muka sebagai hasil pertumbuhan ataupun perawatan. *Synchodrosis spheno-occipital* akan menutup pada usia 13 sampai 15 tahun., maka perubahan selanjutnya dari basis kranium terjadi dengan adanya deposisi dan resorpsi permukaan.³

Pertumbuhan kompleks nasomaksila akan ke arah bawah dan depan dengan adanya pertumbuhan kartilago nasal septum, menyebabkan kompleks nasomaksila akan bertumbuh ke bawah dan depan. Penggeseran ini akan memungkinkan pertumbuhan pada bagian posterior maksila seperti juga pada tuberositas maksilaris untuk memungkinkan erupsinya gigi molar tetap. Pertumbuhan maksila ke depan juga memungkinkan pembesaran nasal dan oropharynx untuk memperbesar kebutuhan fungsi pernapasan pada anak yang sedang bertumbuh. Kompleks maksila dikelilingi sistem sutura yang memungkinkan pertumbuhan berbagai tulang ke antero posterior dan lateral. Sutura tersebut antara lain *zygomaticomaxillaris*, *frontozygomatico*, *sphenopalatini* dan *palatomaxillaris*. Untuk memperbesar ruang respirasi maka dasar hidung akan tumbuh ke bawah dengan translasi kebawah secara menyeluruh dan bersamaan dengan terjadinya resorpsi permukaan. Dan hal ini diimbangi deposisi tulang pada bagian dalam mulut dari lengkung palatal tulang maksila. Kedalaman atap langit-langit akan terus bertambah dengan meningkatnya usia. Peningkatan ini sebagai hasil pertumbuhan tulang alveolar berkaitan dengan erupsinya gigi sulung maupun gigi tetap. Perubahan lebar maksila terjadi dengan pertumbuhan lebar pada sutura palatinus yang berlangsung pada usia 5 tahun terutama pada sutura intermaksilaris dan interpalatinus.. Pada tahapan berikutnya setiap penambahan lebar dari maksila anterior terjadi dengan adanya deposisi tulang pada permukaan luar maksila dan erupsinya gigi posterior tetap.³

Pada waktu lahir, mandibula yang terdiri dari 2 belahan yang terpisah akan menyatu di median pada akhir tahun pertama kehidupan. Mandibula terbentuk

dari jaringan intramembranosa dan kartilago primer dari mandibula yaitu kartilago Meckel akan menghilang sewaktu masih dalam kandungan dan meninggalkan sisa yang disebut *malleus incus ossicle* didalam telinga dan ligament mandibula. Oleh karena itu kartilago kondilus berasal dari kartilago sekunder. Pada umumnya arah pertumbuhan kepala sendi terjadi ke atas dan belakang. Sedangkan mandibula ke bawah dan depan. Pertumbuhan pada kondilus dikompensasikan untuk pergeseran mandibula ke bawah dan memungkinkan erupsi gigi. Pada sisi lainnya resorpsi tulang pada bagian anterior dan deposisi bagian posterior akan menjadi pertumbuhan mandibula dalam arah anteroposterior yang diperlukan untuk erupsinya gigi Molar.³

Pertumbuhan dari tulang alveolaris akan lengkap tergantung erupsinya gigi. Bertambah tingginya fasial merupakan hasil pertumbuhan alveolaris maksila dan mandibula yang berkaitan dengan erupsinya gigi. Pada proses remodeling tulang mandibula, maka permukaan tulang akan mengalami resorpsi dan deposisi misalnya pada dagu yang semakin menonjol dengan meningkatnya usia. Apalagi dengan adanya resorpsi tulang di atas dagu untuk mengimbangi pertumbuhan ke depan dari mandibula.³

Kecepatan Pertumbuhan

Pola dasar pertumbuhan menjadi kompleks dengan ketidakberaturannya kecepatan pertumbuhan untuk mencapai ukuran dewasa. Kecepatan pertumbuhan ditentukan berdasarkan jadwal yang telah dikemukakan oleh Gréer-Walker (1961) dengan definisinya mengenai 3 masa dari fasial yaitu (1) tempurung kranium, basis kranium, (2) kompleks nasomaksila dan (3) mandibula.³

Pertumbuhan tempurung kranium mengikuti pertumbuhan ekspansi otak dengan bagian terbesar sudah lengkap pada permulaan masa kanak-kanak. Oleh sebab itu tempurung kranium merupakan regio pertama yang mencapai ukuran seutuhnya.³

Pada waktu lahir kartilago primordial hanya sedikit yang tersisa karena biasanya sudah berubah menjadi tulang

kecuali *spheno-occipital synchondrosis* dan kartilago nasal sehingga lokasi dan orientasi dari struktur tersebut perlu mendapat perhatian karena adanya pertumbuhan pada regio-regio tertentu dari kepala. *Spheno-occipital synchondrosis* ini akan menetap sampai melewati masa pubertas. Hal ini akan berpengaruh pada pertumbuhan sagital dari posterior basis kranium (S-Ba). Basis kranium anterior dan posterior mempunyai pola pertumbuhan yang berbeda. Pertumbuhan segmen anterior secara lengkap terjadi beberapa tahun sebelum segmen posterior.³

Stamrud mengukur dimensi anterior dari banyak subyek pada berbagai usia dan mengemukakannya sebagai fungsi usia. Pada penelitiannya, pertumbuhan basis kranium anterior relatif lambat. Pertumbuhan sutural dari basis kranium anterior (S-N) selesai sekitar usia 8 tahun. Jarak S-N bertambah untuk beberapa tahun setelah itu, tetapi sebagai hasil apposisi dari tulang frontal. Dengan selesainya pertumbuhan yang dini maka basis kranium anterior digunakan sebagai referensi pada analisa sefalometri. Sebaliknya basis kranium posterior berkemampuan untuk berekspansi pada masa menjelang dewasa.³

Sesudah lahir, penambahan ukuran basis kranium dalam jurusan anteroposterior terjadi karena pertumbuhan pada *synchondrosis spheno-occipital* dan sutura antara *ethmoid* dan *sphenoid*, dan sutura antara *ethmoid* dan frontal.³

Pertumbuhan pascanatal pada basis kranium merupakan gabungan dari 2 proses yang berbeda yaitu aktivitas *synchondrotic* dan adaptasi sutural. Dengan lengkapnya pertumbuhan otak maka remodeling fossa kranial akan berkurang dan melanjutkan pertumbuhannya untuk beberapa waktu lagi.³

Pada saat lahir, maksila terdiri dari struktur tulang yang rapuh yang menyelimuti benih gigi geligi, terutama permukaan oklusalnya dan pada usia 1 tahun maksila mempunyai ukuran lebih besar secara nyata. Sutura medialis terbuka sampai pertumbuhan berhenti sehingga dimungkinkan untuk melebar secara cepat. Menjelang usia 7 tahun, ekspansi otak akan memanjangkan

basis kranium anterior, pertumbuhan mata akan mengekspansi rongga orbital, dan nasal kartilago akan mendorong maksila ke bawah. Kartilago lainnya yaitu *synchondrosis spheno-occipital* dan kartilago kondilus akan bersama-sama aktif. Setelah 7 tahun, otak dan mata akan selesai pertumbuhannya. basis kranium anterior berhenti pertumbuhannya dan rongga orbital stabil, juga kartilago nasal akan berhenti pertumbuhannya pada saat ini dan terjadi mekanisme pertumbuhan aktivitas sutural yang menurun. Jarak S-N akan meningkat sebagai hasil dari pembentukan sinus frontalis dan pergeseran ke anterior dari tulang nasal. Rongga nasal akan bertambah ukurannya ke lateral melalui proses drifting.

Sedangkan pertumbuhan vertikal terjadi melalui kombinasi dari penempatan dan pergeseran. Pergeseran akan meningkatkan volume dari sinus ke arah atas, bawah dan lateral. Prosesus aveolaris akan bertambah tinggi karena erupsi dari gigi-gigi. Pertambahan tinggi maksila sesuai dengan pertumbuhan vertikal dari mandibula. Pada usia 10 tahun bagian oral dari maksila akan mempunyai panjang anteroposterior yang maksimal dengan pembentukan tulang pada regio tuberositas maksila. Sutura midpalatal melanjutkan pertumbuhannya ke arah lateral di atas dan samping luar dari gigi posterior melalui proses apposisi dan resorpsi. Pada usia dewasa sinus maksilaris mulai bergeser ke arah posterior dari gigi C dan P sampai diatas gigi molar terakhir yaitu diatas dinding posterior tuberositas.³

Pada waktu lahir mandibula terdiri dari tulang basal dengan benih gigi tetrabungkus lapisan tipis tulang dibagian oklusal. Ramusnya pendek dan sedikit diatas bagian lainnya. Kartilago tetap berada di midline sehingga memungkinkan pertumbuhan ke transversal secara cepat sampai terjadi osifikasi pada usia 6-12 bulan. Sebagian besar mandibula akan menjadi padat, ukuran penampang melintang meningkat, dan lapisan kortikal terbentuk tetapi pertambahan ke arah anteroposterior dan transversal sangat terbatas. Mandibula menjadi panjang karena penambahan di dorsal. *Growth spurt* pada mandibula anak

laki-laki lebih lambat 11/2 tahun dibandingkan anak perempuan. Pemacuian pada mandibula yang paling penting terutama pada masa pubertas sebelum mencapai puncak kecepatan pertumbuhan yaitu setelah ossifikasi ulna dan sebelum mens.⁷

Mekanisme Komensator

Sistem sutural dari tempurung kranium berkemampuan menyesuaikan untuk keadaan patologis misalnya hidrosefalus. Tetapi bila terjadi stenosis kranial hampir semua kemampuan kompensasi akan hilang dan dapat menyebabkan problem klinis.³

Basis kranium merupakan bagian skelet kraniofasial yang paling stabil karena basis kranium mengalami kematangan terdahulu dibandingkan bagian-bagian lainnya dan tidak mudah dipengaruhi faktor eksternal misalnya fungsi neuromuskular ataupun perawatan ortodonsi sehingga mekanisme kompensasi kurang diperlukan dibandingkan struktur kraniofasial lainnya. Semua mekanisme pertumbuhan nasomaksila di disain untuk pertumbuhan kompensasi dan adaptasi, tetapi adaptasi lebih nyata pada proses alveolaris.³

Kesimpulan

Pemahaman pertumbuhan skelet kraniofasial diperlukan dalam profesi kedokteran gigi, yaitu sebagai dasar pengetahuan untuk tindakan pencegahan dan perawatan kasus penyimpangan pertumbuhan. Pertumbuhan skelet kraniofasial meliputi 4 komponen aktivitas pertumbuhan yaitu mekanisme pertumbuhan, pola pertumbuhan, kecepatan pertumbuhan serta mekanisme kompensator. Terdapat 3 mekanisme dasar

pertumbuhan yaitu konversi kartilago, deposisi sutura dan remodeling subperiosteal.

Pola pertumbuhan merupakan perubahan dalam bentuk mulai dari lahir sampai dewasa, bervariasi dengan adanya karakteristik dari komponen individu. Kecepatan pertumbuhan bervariasi menurut waktu perkembangan seorang anak, type jaringan dan bagian tubuh. Pada kompleks fasial pertumbuhan dalam arah lebar selesai terlebih dahulu diikuti panjang dan terakhir tinggi (dimensi vertikal). Adanya mekanisme pengendali pada ke 3 mekanisme pertumbuhan perlu mendapat perhatian karena pola pertumbuhan akan termodifikasi dan mempunyai implikasi klinis.

Daftar Pustaka

1. Shaw WC. *Orthodontics and Occlusal Management*. Great Britain: Wright, 1994;26-37
2. Moyers RE. *Handbook of Orthodontics*. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc., 1988; 53-67.
3. Jones ML., Oliver RG. *W&H Orthodontic Notes*. Oxford:Wright, 2000
4. Stricker, B. et all, *Craniofacial development and growth*.
5. Proffit WR., Fields, Jr.H.W. *Contemporary Orthodontics*. St. Louis: Mosby, Inc, 2000:P38-45.
6. Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. Philadelphia:W.B.Saunders Company, 1996:11-12
7. Van der Linden FPGM. *Facial Growth and Facial Orthopedics* Chicago: Quintessence Publishing Co., Ltd., 1986:73.