

PENGARUH KEKURANGAN KALSIUM TERHADAP DAYA REVERSIBILITAS KALSIFIKASI TULANG SEBAGAI FAKTOR PENUNJANG KEBERHASILAN PERAWATAN ORTODONTIK

Pinandi Sri Pudyani

Bagian Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada

Pinandi Sri Pudyani. Pengaruh kekurangan kalsium terhadap daya reversibilitas kalsifikasi tulang sebagai faktor penunjang keberhasilan perawatan ortodontik. Indonesian Journal of Dentistry 2005; 12 (1): 30-35.

Abstract

The growth and development of bone play an important role in orthodontics, where bone calcification can be used to estimate bone maturity for diagnosis and treatment planning. Nutritional status during pregnancy and infant period will influence the growth and development of bone. Calcium diet is an important factor determining optimal calcification during bone growth and development stages. The purpose of this study was to investigate the possibility to restore calcium and phosphorus in bone after pre- and postnatal calcium deficiency. Three groups of *Rattus norvegicus* rats were used in the experiments. The first group was the control group with standard diet, the second was infant group with pre- and postnatal calcium deficiency, and the third group consisted of young rats at weaning age with pre- and postnatal calcium deficiency but supplemented with enough calcium in the diet. Bone calcification stages were analyzed 1) histologically by measuring epiphyseal width on right femur, 2) by measuring calcium and phosphorus concentration on left femur with spectrophotometry, atomic absorption and UV spectroscopy. The data were analyzed by one way Anova and t testing. The results showed that there were significant differences in the epiphyseal width and in calcium and phosphorus concentrations between all three groups ($p < 0.01$). It was concluded that bone calcification damage because of pre- and postnatal calcium deficiency was an irreversible process. Calcium supplement after bone calcification could not restore the condition.

Keywords: calcification, calcium, reversibility

Pendahuluan

Faktor tumbuh kembang memegang peranan penting dalam bidang ortodonsia. Pertumbuhan merupakan variabel yang sangat kritis pada perawatan ortodontik. Faktor pertumbuhan akan mempengaruhi berbagai rencana perawatan yaitu dari tanpa atau dengan pencabutan gigi, dan bedah orthognathik. Tahap tumbuh kembang anak dapat diukur dari

beberapa indikator yaitu : kematangan seksual, umur kronologis, tumbuh kembang gigi, tinggi badan, berat badan dan perkembangan tulang. Umur biologik, umur tulang, kematangan tulang adalah istilah-istilah yang digunakan untuk menerangkan tahap kematangan seseorang. Oleh adanya variasi dan waktu, dimensi dan kecepatan pertumbuhan maka penetapan umur tulang sangat dibutuhkan dalam memformulasikan rencana perawatan orto-

dontik yang akan dilakukan. Kematangan tulang dapat dirujuk dari derajat perkembangan penulangan atau disebut juga kalsifikasi tulang. Selama tumbuh kembang, setiap tulang mengalami suatu seri perubahan yang dapat dilihat secara radiografi. Rangkaian perubahan adalah konsisten untuk masing-masing tulang untuk setiap individu. Waktu perubahan bervariasi, karena setiap orang mempunyai jadwal biologik tersendiri.¹

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur kematangan tulang, yaitu : 1. Radiografi tulang tangan dan telapak tangan, salah satu metodenya adalah dengan TW2 (*Tanner White House 2*). Banyaknya kalsifikasi pada tulang akan menyebabkan gambaran *radiopaque* yang menandai pemunculan tulang karpal dan tulang telapak tangan kemudian dibandingkan dengan atlas standar pertumbuhan tulang. 2. Metode lain yang lebih efisien adalah dengan penggunaan sefalometri radiografi untuk mengukur pemunculan lempeng epiphysis dari proses odontoid vertebra servikal.² Ketebalan lempeng epiphysis tulang panjang, misalnya : radius, ukuran femur, vertebra servikal merupakan indikator pertumbuhan.^{2,3} Penelitian tentang kematangan tulang yang diukur dari banyaknya kalsifikasi tulang dapat juga dilakukan secara laboratoris dengan cara : mengukur densitas tulang dengan beberapa metode yaitu : DXA (X-ray absorptiometri)⁴ dengan fotodensitometri,⁵ dapat juga dengan mengukur kadar mineral tulang, diantaranya kalsium, fosfor, seng dan magnesium.⁶

Tumbuh kembang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, hormonal dan genetik. Nutrisi termasuk salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh pada tumbuh kembang tulang sejak prenatal.^{7,8} Pembentukan tulang terjadi secara berkesinambungan. Nutrien dapat mempengaruhi pembentukan tulang dengan jalan merubah reaksi terhadap faktor pertumbuhan tulang dengan jalan menghambat diferensiasi seluler, dan mempengaruhi kecepatan sintesis unsur pokok matriks. Unsur pokok matriks yaitu protein kolagen dan non kolagen, masing-masing mempunyai peranan spesifik pada pembentukan tulang.⁹ Kalsifikasi tulang menyebabkan tulang menjadi padat, hal ini terus berjalan sepanjang periode derak. Disekitar usia 20 tahun akan tercapai puncak kepadatan tulang dan kemudian akan menurun secara perlahan-lahan oleh karena penambahan umur. Dengan tercapainya puncak kepadatan tulang, maka tercapai pula umur tulang maksimal.¹⁰

Kalsium merupakan salah satu nutrien yang sangat penting untuk metabolisme tulang. Kalsium tulang berfungsi menjaga integritas skelet, sedang

yang terdapat pada cairan intra dan ekstra seluler sangat penting untuk fungsi biokimia yang normal, termasuk eksitabilitas neuromuskular, pembekuan darah, integritas dan fungsimembran, enzimatik seluler dan aktifitas sekretori.

Kalsium merupakan bagian terbesar bahan anorganik pembentuk tulang. Kekurangan kalsium akan mempengaruhi kualitas tulang. Tulang merupakan jaringan yang terdiri dari sel yang tertanam dalam matriks ekstra seluler yang terdapat serabut-serabut kolagen yang bersatu dengan substansia dasar mukopolisakarida, jaringan matriks akan menjadi keras dengan adanya deposisi jaringan kalsium. Proporsi relatif komponen tersebut akan menentukan kualitas tulang yaitu: kekerasan, fungsi dan peran metabolik tulang pada organisme.^{10,11}

Tahap pertama pembentukan tulang adalah pembentukan jaringan organik yang dibentuk pada periode awal embrio yang berasal dari jaringan mesenkim. Proses kematangan jaringan menjadi jaringan tulang dapat secara osifikasi intra membran dan endokondral. Pada pembentukan tulang intra membran seperti pada tulang kranial dan tulang fasial, jaringan lunak termineralisasi menjadi tulang dewasa. Pada pembentukan secara endokondral seperti pada pembentukan tulang panjang melalui pembentukan kartilago. Kekurangan nutrien, terutama kalsium berpengaruh pada berbagai tahap perkembangan tulang. Beberapa sel atau sekelompok sel kemungkinan lebih peka dari sel yang lain selama siklus kehidupan. Tahap peka ini kemungkinan bersifat sementara, tetapi rangkaian kelainan yang parah dapat mempengaruhi kemampuan pembentukan struktur jaringan yang normal,⁹ sehingga kelainan kemungkinan bersifat ireversibel. Penambahan pakan standar pada anak tikus yang berasal dari induk tikus dengan kekurangan kalsium setelah masa saphi menunjukkan adanya perbaikan derajat kalsifikasi, tetapi kristal yang terbentuk tetap lebih tipis dari kelompok kontrol.¹²

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian makan standar dengan cukup kalsium pada anak tikus usia saphi (yang berasal dari induk tikus kekurangan kalsium) terhadap daya reversibilitas kalsifikasi tulang.

Bahan dan Metode :

Bahan :

Subjek penelitian terdiri dari 30 ekor anak tikus *Rattus norvegicus* yang dibagi menjadi 3 kelompok penelitian. Kelompok I, yaitu kelompok kontrol,

terdiri dari 10 ekor anak tikus yang berasal dari induk dengan pakan standar sejak bunting, dan menyusui, setelah usia sapih (30 hari) anak tetap diberi pakan standar sampai umur 56 hari. Kelompok II (kelompok perlakuan 1) : terdiri dari 10 ekor anak tikus berasal dari induk kurang kalsium (%), sejak bunting dan menyusui, setelah anak usia sapih (30 hari) , tetap diberi pakan kurang kalsium sampai umur 56 hari. Kelompok III (kelompok perlakuan 2) terdiri dari 10 ekor anak tikus yang berasal dari induk kurang kalsium (%) sejak bunting dan menyusui, setelah usia 30 hari anak tikus diberi pakan standar dengan cukup kalsium.

Susunan bahan pakan rendah kalsium adalah :

Kasein 25%, sukrosa 31,5%, tepung jagung 30%, selulos 5%, minyak jagung 5%, campuran mineral bebas kalsium 3,5%, dengan tambahan vitamin 1 cc/hr, dengan kandungan : lysin Hcl, I; glutamic acid, vitamin A, B, B1, B2, B6, B12, C, D, panthenol, niaciamid.

Susunan pakan standar :

Kasein 25%, sukrosa 31,5%, tepung jagung 30%, selulosa 5%, minyak jagung 5%, campuran mineral termasuk kalsium 4,5%, yaitu : kalsium fosfat, natrium fosfat, natrium khlorid, kalium sulfat, magnesium oksid, mangan karbonat, ferri sitrat, anik karbonat, kupri karbonat, kalium yodat, natrium silinit, krom kalium sulfat, Cr potasium sulfat $12H_2O$. Dikutip dari : Nutrient requirement of laboratory animals. 3rd Ed. 1978. The National research council, National Academy at Sciences, Washington DC.

Untuk mengetahui pengaruh kekurangan kalsium pre-postnatal terhadap daya reversibilitas kalsifikasi tulang, maka :

1. Diukur lebar epiphysis tulang femur kanan pada ke 3 kelompok penelitian. Lebar epiphysis tulang diukur secara histologis dengan pengecatan haematoxylin eosin, dihitung dalam mikron.
2. Diukur kadar kalsium dan fosfor tulang femur kiri untuk mengetahui kepadatan tulang, oleh karena kepadatan tulang akan menentukan kematangan tulang. Kadar kalsium tulang diukur dengan metode SSA (Spektroskopi Serapan Atom) dan kadar fosfor tulang dengan Spektrofotometri *Ultra Light Visible*, dihitung dalam ugr/100 gr. Analisa data dilakukan dengan one way anova dan t test.

Hasil

Rerata dan simpang baku lebar epiphysis, kadar kalsium dan fosfor tulang pada kelompok I, II, dan III dapat dilihat pada tabel 1. Hasil analisis dengan one way anova didapatkan bahwa kekurangan protein pre dan postnatal berpengaruh terhadap lebar epiphysis, kadar kalsium dan fosfor tulang ($P < 0,01$). Hasil uji t lebar epiphysis, kadar kalsium dan fosfor tulang diantara kelompok I, II dan III dapat dilihat pada tabel 2. Didapatkan adanya perbedaan yang bermakna ($P < 0,01$) lebar epiphysis, kadar kalsium dan fosfor tulang diantara kelompok I, II dan III.

Tabel 1 : Rerata dan simpang baku epiphysis, kadar kalsium dan fosfor tulang.

| Kelompok | Rerata dan simpang baku | | |
|----------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| | Lebar epiphysis tulang | Kadar kalsium tulang | Kadar fosfor tulang |
| I | 143.500 ± 11,068 | 30,357 ± 0,035 | 10,544 ± 1,802 |
| II | 374.500 ± 86,993 | 11,555 ± 1,625 | 4,034 ± 0,657 |
| III | 220.500 ± 23,623 | 16,700 ± 2,020 | 6,831 ± 1,701 |

Tabel 2 : Uji t lebar epiphysis tulang antar kelompok

| Kelompok | I | II | III |
|----------|---|--------|---------|
| I | | < 0,01 | < 0,01* |
| II | | | < 0,01* |

Keterangan: * Berbeda bermakna

Dari hasil uji t didapatkan perbedaan yang bermakna ($P < 0,01$) kadar kalsium tulang diantara kelompok I, II, III (Tabel 3).

Tabel 3 : Uji t kadar kalsium tulang antar kelompok

| Kelompok | I | II | III |
|----------|---|---------|---------|
| I | | < 0,01* | < 0,01* |
| II | | | < 0,01* |

Keterangan: * Berbeda bermakna

Dari hasil uji t didapatkan perbedaan yang bermakna ($P < 0,01$) kadar fosfor tulang diantara kelompok I, II dan III (Tabel 4)

Tabel 4 : Uji t kadar fosfor tulang antar kelompok

| Kelompok | I | II | III |
|----------|---|---------|---------|
| I | | < 0,01* | < 0,01* |
| II | | | < 0,01* |

Keterangan: * Berbeda bermakna

Pembahasan

Kekurangan kalsium pre dan postnatal menyebabkan hambatan kalsifikasi tulang, hal ini dapat dilihat dari beberapa aspek, yaitu : 1. masih lebarnya lempeng epiphysis tulang kelompok II (perlakuan 1) yaitu : $374,500 \pm 86,993$ dibandingkan dengan kelompok kontrol yaitu : $143,500 \pm 11,068$. 2. penurunan kadar kalsium tulang kelompok II (perlakuan 1) yaitu : $11,555 \pm 1,625$ dibanding dengan kelompok kontrol yaitu $30,357 \pm 0,035$. 3. penurunan kadar fosfor tulang kelompok II (perlakuan 1) yaitu : $4,034 \pm 0,657$ dibanding dengan kelompok kontrol yaitu $10,544 \pm 1,802$.

Untuk mengetahui daya reversibilitas kalsifikasi tulang akibat kekurangan kalsium pre dan postnatal, maka setelah umur sapih (30 hari) anak tikus yang berasal dari induk tikus kurang kalsium diberi pakan standar dengan cukup kalsium sampai umur 56 hari (kelompok III). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ($P < 0,01$) untuk lebar epiphysis, kadar kalsium dan fosfor tulang antara kelompok III dengan kelompok kontrol, yaitu lebar lempeng epiphyseal kelompok kontrol : $143,500 \pm 11,068$ sedang kelompok III : $220,500 \pm 23,623$; kadar kalsium tulang kelompok kontrol : $30,357 \pm 0,035$; sedang kelompok III : $16,700 \pm 2,020$; kadar fosfor tulang kelompok kontrol : $10,544 \pm 1,802$ sedang kelompok III : $4,034 \pm 0,657$.

Penambahan pakan standar dengan cukup kalsium tidak dapat memperbaiki hambatan kalsifikasi tulang, hal ini dapat dibuktikan dari masih lebarnya lempeng epiphysis dan penurunan kadar kalsium dan fosfor tulang pada kelompok III, yaitu : kelompok dengan penambahan pakan cukup kalsium dari umur sapih (30 hari) sampai umur dewasa (56 hari). Dari hasil penelitian diatas dapat ditetapkan bahwa hambatan kalsifikasi pre-postnatal bersifat ireversibel, oleh karena tidak dapat kembali (*recovery*) menjadi normal.

Tumbuh kembang yang dimulai pada periode embrional merupakan proses yang sangat kompleks dan memerlukan rangkaian metabolisme yang baik.⁹ Meskipun faktor genetik memegang peranan khusus pada pertumbuhan, tetapi faktor lingkungan termasuk nutrisi merupakan hal utama yang penting untuk tercapainya hasil optimal pada proses tumbuh kembang, oleh karena nutrisi mengandung berbagai nutrisi yang merupakan bahan bakar dalam metabolisme tubuh.^{8,13}

Kalsium memegang peranan penting dalam tumbuh kembang tulang. Kurang lebih 99% kalsium

tubuh terdapat dalam skelet, kebanyakan dalam bentuk hidroksi apatit, struktur kristal kalsium fosfat dan bentuk ion hidroksil. Meskipun hanya kurang lebih 1% kalsium dalam skelet yang bebas bertukar dengan kalsium ekstra seluler, tetapi pertukaran ini merupakan gudang penyimpanan yang penting atau sebagai bufer dari 5000 – 10.000 mg kalsium tubuh^{10,11}. Pembentukan tulang terjadi secara berkesinambungan. Nutrien dapat mempengaruhi pembentukan tulang dengan jalan menghambat diferensiasi seluler, sehingga dapat merubah reaksi terhadap faktor pertumbuhan tulang dan mempengaruhi kecepatan sintesis unsur pokok matriks yaitu protein kolagen dan non kolagen. Nutrien yang berpengaruh terhadap sintesis protein pada umumnya juga berpengaruh pada pertumbuhan tulang. Kalsium merupakan nutrisi yang berpengaruh pada pembentukan tulang tingkat seluler.⁹

Terdapat dua metabolisme utama dalam pembentukan tulang yang rentan terhadap kekurangan nutrisi. Kedua proses tersebut adalah sintesis protein untuk membentuk matriks tulang yang terdiri dari jaringan kolagen dan non kolagen protein kemudian proses selanjutnya adalah kalsifikasi jaringan matriks. Kalsium merupakan bagian besar bahan anorganik pembentuk tulang, kekurangan kalsium akan mempengaruhi kualitas kekerasan tulang.¹³

Fosfor merupakan salah satu pembentuk terbesar bahan anorganik tulang disamping kalsium. Kebutuhan kalsium dan fosfor untuk pertumbuhan optimal, reproduksi dan kalsifikasi tulang dapat dicapai dengan pemberian makan yang mengandung 0,5 sampai 0,6 kalsium dan konsentrasi fosfor yang sama atau sedikit dibawahnya. Jumlah kalsium yang dibutuhkan tubuh perhari adalah 40 -50 mg dan untuk fosfor adalah 35 – 45 mg. Penurunan kadar fosfor dalam tulang juga akan menurunkan kualitas tulang.¹⁴

Dari hasil penelitian juga didapatkan adanya hambatan kalsifikasi tulang akibat kekurangan kalsium pre – postnatal, hal tersebut ditandai dengan masih lebarnya lempeng epiphysis, penurunan kadar kalsium dan fosfor tulang. Hasil yang serupa juga didapatkan pada penelitian tentang pengaruh diet rendah kalsium (0,15%), kalsium dalam jumlah normal (0,45%) dan diet tinggi kalsium (1,35%) terhadap kekerasan tulang vertebra pada masa pertumbuhan kelinci. Penelitian dilakukan dengan cara QCT (Quantitative Computed Tomografi). Hasil yang didapatkan pada umur kematangan tulang (35 minggu) adalah : pada kelompok rendah kalsium terjadi pengurangan kekerasan tulang, kelambatan penutupan epiphysis dan pengurangan

ketebalan jaringan kortikal tulang lumbal III. Kesimpulannya ialah bahwa pengurangan diet kalsium selama masa pertumbuhan akan mengurangi masa tulang optimal (*peak bone mass*) pada kematangan tulang, tetapi diet kalsium diatas kebutuhan normal tidak akan menaikkan masa tulang optimal.¹⁵ Gambaran histologis tulang dengan kekurangan kalsium ditandai dengan pelebaran zona hipertropik kartilago dan pengurangan matriks kalsifikasi disekeliling hipertrofi chondrosit, selanjutnya akan terjadi hambatan kalsifikasi matriks tulang dan trabekula menjadi tipis dan tidak beraturan.^{10,16}

Penambahan diet standar dengan cukup kalsium tidak dapat memperbaiki hambatan kalsifikasi yang telah terjadi, hal ini dapat dibuktikan dengan masih lebarnya lempeng epiphysis dan berkurangnya kadar kalsium, fosfor tulang pada tikus dewasa yaitu pada kelompok III (kelompok dengan penambahan diet standar pada anak tikus umur sapih (30 hari) yang berasal dari induk kurang kalsium sampai umur 56 hari). Hasil serupa juga didapatkan pada penelitian tentang penambahan diet kalsium untuk meningkatkan kalsifikasi tulang pada kelompok dengan kurang kalsium pada umur pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan diet kalsium akan meningkatkan jumlah kalsium total dalam tulang.¹⁶ Kenaikan kalsium tulang juga didapatkan: pada kelompok penelitian dengan penambahan diet standar (kelompok III), yaitu dari $11,555 \pm 1,625$ menjadi $16,700 \pm 2,020$. Oleh karena diet kalsium juga berpengaruh terhadap metabolisme fosfor maka kadar fosfor dalam kelompok III juga mengalami kenaikan yaitu dari $4,034 \pm 0,657$ menjadi $6,831 \pm 1,701$. Kenaikan kadar kalsium dan fosfor tersebut tidak dapat memperbaiki hambatan kalsifikasi secara keseluruhan oleh karena pada tulang dewasa normal (kelompok I) kadar kalsiumnya adalah $30,357 \pm 0,035$ dan kadar fosfor tulang adalah $10,544 \pm 1,802$ sehingga hambatan kalsifikasi tulang bersifat ireversibel. Mekanismenya dapat dijelaskan sebagai berikut: pada perkembangan tulang terdapat dua proses metabolisme utama yang rentan terhadap kekurangan nutrisi. Kedua proses tersebut adalah sintesis protein dan kalsifikasi tulang. Nutrien dapat mempengaruhi pertumbuhan tulang dengan jalan memperlambat diferensiasi sel, merubah respon terhadap faktor pertumbuhan tulang dan mempengaruhi kecepatan sintesis unsur pokok matriks. Kalsium merupakan nutrien yang dapat mempengaruhi pembentukan tulang pada tingkat seluler,^{9,13} sehingga kekurangan kalsium pre postnatal akan menyebabkan hambatan kalsifikasi

tulang yang bersifat ireversibel oleh karena kerusakan terjadi pada tingkat seluler.

Hasil penelitian menunjukkan tetap lebarnya lempeng epiphysis pada kelompok perlakuan, yaitu kelompok yang kekurangan kalsium pre postnatal (kelompok II) tikus umur sapih 30 hari sampai umur 56 hari (kelompok III). Mekanismenya dapat dijelaskan sebagai berikut: Pertumbuhan memanjang pada tulang panjang disebabkan oleh adanya proliferasi zona tenang (hipertrofi) dan zona proliferasi lempeng epiphysis yang bersifat kartilago. Pada akhir pertumbuhan kartilago pada epiphysis tulang seluruhnya akan diganti dengan tulang melalui kalsifikasi tulang yaitu dengan mengendapkan mineral-mineral, diantaranya kalsium dan fosfor dalam matriks tulang sehingga epiphysis bersatu dengan diaphysis (terjadi fusi) yang ditandai dengan terbentuknya garis epiphyseal.¹⁷ Pada keadaan kurang kalsium, didapatkan gambaran yang khas, yaitu menurunnya zona hipertrofi dan berkurangnya kalsifikasi matriks disekeliling chondrocyt yang hipertrofi, hal ini akan menghambat kalsifikasi matriks tulang sehingga trabekula tulang menjadi tipis dan tidak beraturan.¹⁰

Kalsifikasi tulang akan menentukan kualitas tulang dengan demikian akan menentukan kematangan tulang oleh karena kematangan tulang ditentukan oleh jumlah deposisi mineral, diantaranya kalsium dan fosfor ke dalam matriks tulang. Penentuan kematangan dan evaluasi potensi pertumbuhan penting dalam bidang ortodonsia oleh karena selama pertumbuhan setiap tulang mengalami perubahan berurutan yang relatif konsisten untuk setiap tulang pada individu. Variasi dalam waktu perubahan tulang terjadi oleh karena tiap individu mempunyai jadwal biologik tersendiri.^{1,18,19} Kualitas tulang juga merupakan faktor terpenting dalam mendukung keberhasilan perawatan ortodontik oleh karena pergerakan gigi akibat kekuatan ortodonsi tergantung pada remodeling tulang alveolus. Pada proses yang sangat aktif tersebut melibatkan pembentukan tulang oleh osteoblas dan resorpsi tulang oleh osteoklas^{20,21}. Osteoklas adalah sel multinukleotid yang berasal dari granulosit-monosit yang terdapat pada sumsum tulang sebagai organ hematopoetik. Osteoklas berfungsi melalui pembentukan ruang ekstra seluler yang bersifat asam kuat dengan cara melarutkan mineral-mineral.²¹

Pada keadaan kurang kalsium, maka ditemukan adanya penurunan aktifitas osteoblas dan berkurangnya jumlah osteoblas, sedang sebagian besar osteoklas tetap aktif disertai dengan kenaikan jumlah osteoklas. Didapatkan penambahan lebar sel chondrosit sedang matriks tulang yang terkalsifikasi

disekeliling chondrosit menurun. Terdapat kenaikan jumlah chondroklas dibanding dengan kelompok kontrol. Pada matriks tulang, terjadi pengurangan pembentukan tulang dan kenaikan resorpsi tulang oleh karena ada penurunan osteoblas dan juga oleh karena kenaikan dan jumlah aktifitas osteoklas, hal ini akan menyebabkan pengurangan kepadatan tulang, dengan demikian akan mengurangi kualitas tulang.¹⁰

Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa pada keadaan kurang kalsium menyebabkan hambatan pada proses remodeling tulang, oleh karena adanya kekuatan yang dikenakan pada gigi. Hambatan tersebut disebabkan oleh ketidak seimbangan pembentukan tulang oleh osteoblas dan resorpsi tulang oleh osteoklas. Banyaknya area resorpsi yang tidak diimbangi dengan pembentukan tulang akan menghambat perawatan ortodontik, oleh karena gigi-gigi dapat menjadi goyah dan kemungkinan dapat terlepas dari tulang alveolus. Menurut Gianelly dan Goldman²² proses pembentukan dan resorpsi tulang pada pergerakan gigi oleh karena alat ortodonsi hanya terjadi dengan baik jika keadaan tulang baik serta adanya tekanan dan tarikan yang optimal.

Kesimpulan

Kekurangan kalsium pre – postnatal menyebabkan hambatan kalsifikasi tulang yang bersifat ireversibel. Tambahan diet standard pada umur sapuh dewasa tidak dapat memperbaiki hambatan kalsifikasi tulang yang telah terjadi.

Saran

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut perubahan-perubahan histologis pada tulang akibat kekurangan kalsium pre – postnatal dengan metode yang lebih teliti yaitu: dengan *Scanning Electron Microscop* dan serta *Transmission Electron Microscop* pengaruh mineral-mineral lain terhadap kalsifikasi tulang misalnya: zing, magnesium, yodium, selenicum.

Daftar pustaka

- Hazel B, Farman G. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofax Orthop* 1995; 107 (1): 58 – 66.
- Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofax Orthop* 2002; 122 (4): 380 – 5.
- Suda N, Suzuki MI, Hirose K, Hiyama S, Suzuki S, Kuroda T. Effective treatment plan for maxillary protraction : Is the bone age useful to determine the treatment plan?. *Am J Orthod Dentofax Orthop* 2000; 118 (1): 55 – 62.
- Maki K, Sako K, Nishioka T, Marmoto A, Naito M, Kimura M. Bone mineral density in the radius measured by the DXA method and evaluation of the morphology of the mandible. *Dent In Japan* 2000; 36; 102 – 4.
- Mayama H. A study of mandibular bone mineral content and bone age in young patient with congenitally missing permanent teeth. *Dent In Japan* 2004; 40: 71 – 5.
- Narsito. Metode pengukuran spektroskopi serapan atom dan spektrofotometri ultra violet visibel. Laboratorium kimia dan fisika pusat Universitas Gadjah Mada. 1992.
- Arvytos, MG. Early eruption of Deciduous and permanent teeth. A case report. *Am J Orthod* 1974; 66 : 189 – 96.
- Carranza F, Marcaudes E, Sperrato G. Commentary of growth and body compation in childhood, dalam *Clinical Nutrition of the young chuld*. 1985. Eds. Bruner O, Carranza F, Gracey M; Nichols, B; Senterre, J Raven Press New York.
- Roughead ZK, Kunkel ME. Effect on diet on bone matrix constiments. *J Am Nutr* 1991; 10 (3) : 242 – 46.
- Kimura M, Nishude I, Tofani I, Kojima Y. Effect of calcium and zink on Eudochondral ossification in mandibular condyle of growing rats. *Dent In Japan* 2004; 40 : 106 – 14.
- Mc. Gillivary MH. Disorders of growth and development, dalam *Endorinology and metabolism*. Eds. Felig P, Baxter JD, Broadus AE, Frohman L, Mc. Graw Hill Book Company. 1987
- Bonucci E, Lozupone E, Silvestrini G, Favia A, Mocceti P. Morphological studies of hypomineralized enamel of rat pups on calcium – deficient diet, and of its change after return to normal diet, *Anat. Rec*. 1994; 293 (4) : 379 – 95.
- Roth G, Calmes R. *Oral Biologic*. 1st. ed. The CV Mosby company. St. Louis, Toronto. 1981 : 275 – 80.
- Ullrey DE, Stone HD. *Comparative Animal Nutrition*. 1984. Michigan State University, East Lamsing, Michigan. 1984.
- Gilzanz V, Rae D, Lecolle S, Chardin H. Dental mineralization. *Int J Dev Biol* 1995; 39 : 93 – 110.
- Thomas ML, Simmons DJ, Kidder L, Ibarra MJ. Calcium metabolism and bone mineralization in female rats fed diet marginally sufficient in calcium. Effect of increased Dietary calcium intake. *Bone Miner*. 1991; 12 (1) : 1 – 14.
- Paulen DE. *Basic Histology, examination and board review*. 1990, 1st.ed. Appleton & Lange, A Publishing Division of Prentice Hall. 1990.
- Revelo B, Fishman L. Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. *Am J Orthod Denfax Orthop* 1991; 105 (3) : 288 – 96.
- Franchi L, Bacceti T, Namara JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofax Orthop* 2000; 118 (3) : 335 – 40.
- Hashimoto F, Kobayashi Y, Miyazaki Y, Sakoi H, Kato Y, Kobayashi. Changes in expression of osteocalcin, matrix GLA protein and osteopontini in RNA during experimental tooth movement in Rats. *Dent In Japan* 1998; 34 : 77 – 80.
- Noxon S, King G, Gu G, Huang G. Osteoclast Clearance from periodontal tissues during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofax Orthop* 2001; 120 (5). 466 – 76.
- Gianelly A, Goldman HM. *Biologic basis of orthodontics*. 1st. ed, Lea and Febiger. 1971 : 116 – 20.