

## POSTER PRESENTATION

### STUDY OF VITAMIN D AND ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT

#### Abstract

(Herniyati, Bagian Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember)

Orthodontic tooth movement (OTM) occurs during the bone remodeling sequence that is induced by therapeutic mechanical stress. It has been known that some materials and medicines can affect the acceleration of orthodontic tooth movement. Vitamin D and its active metabolite, which is 1,25 2(OH) D<sub>3</sub>, together with Parathyroid hormone and calcitonin, regulates the amount of calcium and phosphorus levels. The purpose of the study was to observe the effect of Vitamin D towards the acceleration of orthodontic tooth movement. The result of the study showed that supplying Vitamin D (1,25 dihydroxycholecalciferol) in the periodontal ligament can accelerate orthodontic tooth movement. Histological examination showed the increase of osteoclast number and resulting in the increase of amount of alveolar bone resorption in the pressure side of periodontal ligament. Other study suggests Vit D<sub>3</sub> is bone resorption promoting agent due to its stimulating effect on osteoclast. Vit D receptors showed not only in osteoblast but also in osteoclast precursors and in active osteoclasts. Besides, stimulatory action of Vit D in osteoblast can help stabilize orthodontic tooth movement. In conclusion, the supply of Vit D can increase the acceleration orthodontic tooth movement.

Key words: orthodontic tooth movement, Vitamin D, periodontal ligament

#### 1. Pendahuluan

Perawatan ortodonsi merupakan salah satu kebutuhan yang mendasar bagi manusia dalam menjaga dan meningkatkan kesehatan gigi dan mulut. Pada perawatan ortodonsi diperlukan alat ortodonsi yang digunakan untuk membetulkan maloklusi/kelainan oklusi. Kelainan oklusi dapat menyebabkan kerusakan jaringan periodontal, terjadinya karies, gangguan fungsi bicara, gangguan fungsi pengunyahan dan gangguan estetika yang dapat menimbulkan kelainan psikologis pada penderita (Foster, 2000)

Pemakaian alat ortodonsi untuk membetulkan maloklusi melibatkan proses *remodeling* tulang alveolar (Proffit, 1986). Proses ini dapat dirangsang menggunakan gaya mekanis yang didapat dari aktivasi komponen-komponen alat ortodonsi yang diaplikasikan untuk menekan gigi dan mempengaruhi jaringan sekitar gigi termasuk *gingiva*, *ligament periodontal* dan tulang *alveolar*. Pemberian gaya mekanis akan menyebabkan daerah sekitar gigi terbagi menjadi dua daerah yaitu daerah tekanan dan daerah regangan. Pada daerah tekanan gaya

mekanis akan merangsang osteoklas untuk melakukan resorpsi tulang alveolar. Di lain pihak pada daerah regangan, osteoblas teraktivasi untuk melakukan aktifitas pembentukan tulang baru (aposisi) (Hill, 1998).

Pergerakan gigi berhubungan dengan perawatan ortodonti yang memerlukan waktu 1-2 tahun; di mana alat ortodonti harus terus dipakai, membuat pemeliharaan kebersihan mulut lebih sulit dan memakan waktu, sehingga lebih rentan terhadap penyakit periodontal dan karies. (Yi Jianru. et al., 2012). Untuk mempersingkat masa perawatan ortodonti berbagai upaya telah dilakukan antara lain dengan pemberian vitamin D.

Pemberian Vitamin D dapat menyebabkan resorpsi tulang karena efek stimulasi pada osteoklas. Reseptor vitamin D telah dibuktikan tidak hanya di osteoblas tetapi juga pada prekursor osteoklas dan osteoklas. Pada tahun 2004 Kale dkk mengamati bahwa aplikasi lokal vitamin D dapat mempercepat pergerakan gigi pada tikus. Stimulasi tindakan vitamin D pada osteoblas dapat membantu menstabilkan pergerakan gigi secara ortodontik (Nayak K, 2011).

Tulisan ini dibuat untuk menjelaskan efek vitamin D pada proses remodeling tulang alveolar setelah pergerakan gigi ortodontik dan menjelaskan mekanisme kerja vitamin D dalam mempercepat pergerakan gigi ortodontik.

## **2. Remodeling tulang alveolar pada pergerakan gigi ortodontik**

Pemberian gaya mekanis dari alat ortodonti menyebabkan daerah sekitar gigi terbagi menjadi dua bagian yaitu daerah tekanan dan daerah regangan. Pada daerah tekanan, gaya mekanis akan merangsang osteoklas untuk melakukan resorpsi tulang alveolar. Tekanan yang adekuat atau memadai akan menghasilkan resorpsi yang sesuai disebut *frontal resorption*. Setelah proses resorpsi selesai maka osteoklas akan mengalami apoptosis sehingga proses resorpsi berhenti. Di lain pihak pada daerah regangan osteoblas teraktivasi untuk melakukan aktifitas pembentukan tulang baru (aposisi). Jika tekanan memadai maka proses resorpsi dan aposisi tulang alveolar ini dalam keadaan seimbang. Kondisi inilah yang diharapkan, sehingga gigi dapat bergerak sesuai dengan yang diinginkan (Raiston, 2002)

Respon awal jaringan periodontal terhadap stres mekanik melibatkan beberapa perubahan metabolik yang memungkinkan pergerakan gigi. Sebuah perubahan kecil pada ligamen periodontal terjadi setelah 1 jam aplikasi kekuatan ortodontik, sementara perubahan yang lebih signifikan terlihat setelah 6 jam.

Daerah tekanan, Wilayah tekanan merupakan daerah yang ditekan oleh gaya dari alat ortodonsi. Hasil tekanan adalah kerusakan pembuluh darah dan kekacauan dari jaringan sekitar gigi. Selanjutnya, aliran darah dan perubahan jaringan periodontal dapat beradaptasi dengan gaya tekan. Perubahan metabolik dapat terjadi pada sel-sel ligamen periodontal sebagai akibat dari hipoksia dan penurunan tingkat gizi. Pada kondisi hipoksia, sel-sel akan bergantung pada glikolisis anaerobik. Banyak enzim yang terlibat dalam metabolisme anaerobik menjadi penanda potensial. Laktat hidrogenase adalah contoh sebuah molekul yang terakumulasi selama metabolisme anaerobik. Sel yang beradaptasi melalui perubahan metabolik akan terus hidup dan sel-sel yang tidak dapat beradaptasi dengan kondisi iskemik akan mati. Sel yang mati akan mengalami lisis dan melepaskan semua isinya ke lingkungan dan kemudian menyebabkan aktivasi proses inflamasi lokal.

Kekuatan mekanik sering menimbulkan hyalinisasi yang menyebabkan nekrosis pada ligamen periodontal dan menyebabkan resorpsi tulang. Hyalinisasi ditunjukkan sebagai daerah bebas sel pada ligamen periodontal, di mana arsitektur jaringan normal dan pewarnaan karakteristik kolagen pada sediaan histologis hilang. Terlihat distorsi dalam susunan sabut periodontal normal. Fragmen sel banyak, matriks terdegradasi di antara sabut kolagen yang utuh, dan dalam beberapa kasus inti piknotik juga terjadi pada daerah hyalinisasi. Dalam model tikus, timbulnya hyalinisasi pada daerah tekanan terjadi setelah 24 jam aplikasi kekuatan ortodonti. Makrofag bertanggung jawab untuk mengeluarkan jaringan terhyalinisasi.

Resorpsi tulang terjadi pada daerah tekanan saat pergerakan gigi. Resorpsi tulang terjadi melalui aktivitas osteoklastik oleh osteoklas sehingga menciptakan rongga dalam tulang yang nantinya akan diisi oleh sel osteoblas untuk menutupi rongga. Dua proses yang terlibat dalam resorpsi tulang adalah pelarutan mineral dan degradasi matriks organik, yang terutama terdiri dari kolagen tipe 1. Proses ini didorong oleh enzim proteolitik dan khususnya matriks metaloproteinase dan sistein proteinase lisosomal. Menurut konsep respon jaringan setelah pergerakan gigi ortodontik, perbaikan tulang pada daerah tekanan hanya terjadi ketika besarnya gaya berkurang. Namun pengamatan mikroskop menunjukkan bahwa perbaikan jaringan dan pembentukan tulang terjadi pada daerah tekanan bahkan ketika kekuatan ortodonsi diberikan. Segera setelah osteoklas menjadi tidak aktif dan menjauh dari permukaan tulang, daerah tekanan memperlihatkan pembentukan tulang. Penanda remodeling tulang dapat diperiksa dengan mengukur aktivitas osteoklastik dan osteoblastik di daerah tekanan selama fase awal pergerakan gigi ortodontik.

Daerah tarikan . Pada wilayah tarikan, tulang baru dibentuk sebagai hasil dari kekuatan yang diberikan oleh kawat gigi selama perawatan ortodonsi. Osteoblas dibedakan dari sel-sel prekursor lokal, yaitu sel stem mesenchymal. Osteoblas dewasa membentuk osteoid dan terjadi proses mineralisasi. Selain itu *endotel oksida nitrat sintase* (eNOS) ditunjukkan untuk memediasi pembentukan tulang di daerah tarikan, yang pada gilirannya menunjukkan bahwa eNOS bisa menjadi penanda berguna untuk aktivitas osteoblastik. Profil enzim juga telah diteliti dalam kaitannya dengan pembentukan tulang pada daerah tarikan. Penanda biokimia lain yang mungkin berguna selama aktivitas osteoblastik adalah *alkaline phosphatase* (ALP) (Hisham Shahrul Z.A.et al.,2011)

### **3. Peran vitamin D pada proses remodeling tulang setelah aplikasi gaya ortodontik.**

Bahan yang berperan dalam metabolisme tulang selama pergerakan gigi adalah 1,25-*dihydroxycholecalciferol* (1,25-DHCC). 1,25-DHCC adalah hormon dan bentuk fisiologis aktif vitamin D, yang bersama dengan *Parathyroid hormone* (PTH) dan calcitonin , membantu untuk mempertahankan homeostasis kalsium dan fosfor sistemik.

*Osteoklas-stimulating factor*, seperti PTH dan vitamin D3 dapat menghambat apoptosis osteoklas. Perkembangan remodeling tulang membutuhkan penambahan terus menerus osteoklas, karena hanya memiliki rentang hidup yang terbatas yaitu kurang dari 12,5 hari.(Roodman,1996)

Reseptor vitamin D telah dibuktikan tidak hanya di osteoblas tetapi juga pada prekursor dan osteoklas aktif. Vitamin D ini telah terbukti menjadi stimulator protein potensial pada resorpsi tulang dengan menginduksi diferensiasi osteoklas , serta meningkatkan aktivitas osteoklas. Pada penelitian *in vivo* telah menunjukkan bahwa setelah pemberian 1,25-DHCC pada kultur sel osteoblas menunjukkan dua sampai empat kali lipat peningkatan resorpsi tulang osteoklastik dibandingkan dengan kontrol. Hasil yang sama terlihat ketika 1,25-DHCC ditambahkan ke osteoklas yang dikubasi, Tapi setelah pemberian actinomycin D, yang merupakan inhibitor osteoblas, 1,25-DHCC tidak mampu untuk merangsang resorpsi osteoklastik. Hal ini menunjukkan bahwa 1,25-DHCC merangsang resorpsi tulang melalui aksi utama pada sel osteoblas yang disebabkan oleh hormon untuk merangsang resorpsi tulang osteoklastik. Stimulasi ini berdasar pada kemampuan hormon untuk mendorong peningkatan dan penurunan tingkat ekspresi mRNA RANKL dan Osteoprogenin (OPG) .

Pada studi in vivo telah menunjukkan peningkatan tingkat pergerakan gigi otodontik pada ligamen periodontal yang diberi suntikan 1,25-DHCC. Jumlah peningkatan pergerakan gigi dibandingkan kontrol telah dilaporkan sebesar 60% pada model tikus dan kucing. Setelah membandingkan efek dari 1,25-DHCC terhadap Prostaglandin /PGE-2 jumlah pergerakan gigi meningkat secara signifikan pada kedua kelompok dibandingkan dengan kontrol.

Jumlah osteoklas, lakuna Howship dan kapiler pada sisi tekanan jauh lebih besar pada kelompok PGE-2, sedangkan jumlah osteoblas pada permukaan luar tulang alveolar pada sisi yang sama lebih besar pada kelompok 1,25-DHCC. Para penulis menyimpulkan bahwa ini membuktikan bahwa 1,25-DHCC untuk menjadi efektif pada remodeling tulang, modulasi pada pembentukan dan penyerapan tulang adalah seimbang. Pada model tikus suntikan berulang dari 1,25-DHCC bersamaan dengan pemberian tekanan untuk menggerakkan gigi menurunkan tingkat aposisi mineral pada sisi tekanan dan meningkat pada sisi tarikan. Para penulis mengklaim temuan ini yang menunjukkan bahwa 1,25-DHCC dapat meningkatkan regenerasi jaringan penyangga setelah perawatan ortodonsi dan berpotensi dapat mengurangi terjadinya relaps (L. Zachary Varble, 2009).

Efek 1,25-DHCC dalam mestimulasi tulang disebabkan oleh peningkatan ekspresi RANKL (Receptor Activator for Nuclear)factor-B Ligand) pada osteoblas, yang akhirnya mendorong terjadinya diferensiasi osteoklas melalui sistem RANK/RANKL. (Bartzela, T. et al., 2009)

#### 4. Kesimpulan :

Pemberian vitamin D berperan pada remodeling tulang alveolar dan dapat meningkatkan pergerakan gigi ortodontik .

#### Daftar Pustaka

- Bartzela, T., Jeans C.T., Edith M dan Jaap C., 2009. Medication effect on the rate of orthodontic tooth movement : A systematic literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* vol.135(1).16-26
- Foster, T.D. 2000. Buku Ajar Ortodonsi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran, EGC.
- Hill, P.A. 1998. *Bone Remodelling*. British Journal of Orthodontics. Vol.25;101-107.
- L.Zachary Varble, 2009. *The effect of growth hormone on tooth movement in rats*. Faculty of Graduate School of Saint Louis University

Nayak, Krishna. 2011. *Role of drugs in orthodontics* . [www.guident.net](http://www.guident.net)

Proffit, W.R.,1986.*Contemporary Orthodontics*.Toronto:The C.V. Mosby Company.

Raiston,H. 2002. *Bone Anatomy and cell Biology*. Department of Medicine and Therapeutics,University of Aberdeen.

Roodman GD.1996.Advances in Bone Biology : the 2011. Cellular and Molecular Changes in Orthodontic Tooth Movement.*The Scientific World Journal*. Hindawi Publishing Corporation.

Yi Jianru, Zhang L, Yan B, Yang L, Li Y, Zhao Z. 2012.Drinking coffee may help accelerate orthodontic tooth movement. *Dent Hypotheses* ;3:72-5