

DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA DE REBORDO ALVEOLAR ATRÓFICO PARA COLOCAÇÃO DE IMPLANTES OSSEOINTEGRADOS

OSTEOGENIC DISTRACTION OF ATROPHIC ALVEOLAR RIDGE FOR PLACEMENT OF OSSEOINTEGRATED IMPLANTS

GUSTAVO FARIA CERQUEIRA¹, KELLY REGINA MICHELETTI CERQUEIRA^{2*}, NILESH JORIEL MONIZ³, GIOVANI DE OLIVEIRA CORRÊA⁴, GLAYKON ALEX VITTI STABILE⁵

1. Especialista em Cirurgia Bucomaxilofacial e Mestrando em Odontologia pela Universidade Estadual de Londrina; 2. PhD e Pós-doutoranda no curso de Mestrado em Odontologia da Universidade Estadual de Londrina. 3. Cirurgião Bucomaxilofacial; 4. Professor Doutor da Disciplina de Prótese Dentária do curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina. 5. Professor Doutor da Disciplina de Cirurgia do curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina.

* Rua Pernambuco, 540, Centro, Londrina, Paraná, Brasil. CEP: 86020-120. kellymicheletti@hotmail.com

Recebido em 05/06/2016. Aceito para publicação em 10/08/2016

RESUMO

A distração osteogênica (DO) é uma técnica empregada para o ganho de tecido ósseo e mole em cirurgia ortopédica e vem sendo utilizada por cirurgiões bucomaxilofaciais para reconstrução de rebordos alveolares mandibulares e maxilares, com a finalidade de permitir a instalação de implantes osseointegrados bem posicionados e com maior previsibilidade de sucesso, quando submetidos a cargas funcionais. O objetivo desse trabalho é realizar uma revisão da literatura sobre a utilização da Distração Osteogênica em rebordos atróficos para colocação de implantes, levando-se em consideração os índices de distração, períodos de latência adequados, fatores que possam comprometer o sucesso do tratamento bem como os mecanismos celulares e bioquímicos envolvidos no processo de neo-formação óssea.

PALAVRAS-CHAVE: Osteogênese, distração, perda óssea alveolar, aumento do rebordo alveolar, implantes.

ABSTRACT

Osteogenic distraction (OD) is a technique used to acquire bone and soft tissue in orthopedic surgery and has been used by oral and maxillofacial surgeons for alveolar jaws reconstruction to allow the installation of osteointegrated implants with better success predictability after. The aim of this paper is to realize a literature review about osteogenic distraction in atrophic ridges for osteointegrated implants set-ups considering distraction rates, adequate latency period, influence factor which could compromises the treatment success as well as cellular and biochemical mechanisms involved in neo-bone formation process.

KEYWORDS: Osteogenesis, distraction, alveolar bone loss, alveolar ridge augmentation, implants.

1. INTRODUÇÃO

A distração osteogênica (DO), em Cirurgia Bucomaxilofacial, é uma técnica que visa produzir osso e tecido mole para reconstruções maxilofaciais¹. Existem diversas indicações, entre elas, pacientes que apresentam excessiva atrofia de rebordo maxilar e mandibular e vão ser submetidos à colocação de implantes².

Assim, em implantodontia, frente à necessidade de aumento vertical acima de 4mm, o tecido mole pode não recobrir o osso enxertado sendo a DO uma alternativa para o aumento planejado. Preconiza-se a aplicação de força contínua e lenta até que a quantidade de osso desejado seja obtida³.

Alguns princípios devem ser observados para o sucesso da DO: osteotomia, descolamento periosteal, período de latência, índice de distração, ritmo da distração e período de consolidação². Entretanto, a literatura é controversa quanto ao índice de distração, período de latência, período de consolidação e sua aplicação em implantodontia.

Alguns fatores locais, como ação muscular pode comprometer o sucesso da DO, pois ao se iniciar o processo de distração, os músculos são estirados causando uma alteração no vetor de distração resultando em deslocamento do disco de transporte⁴. Um plano de tratamento meticuloso, bem como acompanhamento constante do paciente é essencial para o sucesso do procedimento.

A anatomia óssea local é um fator que pode comprometer a realização da DO, principalmente em pacientes com rebordos delgados, em formato de ponta de faca e deformidades seladas posteriores da mandíbula⁴.

Diante disso, o objetivo desse trabalho é realizar uma revisão da literatura sobre a utilização da Distração Osteogênica em rebordos atróficos para instalação de implantes, levando-se em consideração os

índices de distração, períodos de latência adequados, fatores que possam comprometer o sucesso do tratamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados artigos através da base de dados Pubmed utilizando para a busca a frase "Osteogenic distraction for implants".

3. DESENVOLVIMENTO

A utilização prévia de enxertos ósseos para tratamento reabilitador com implantes dentários está bem estabelecida na área da implantodontia². Entretanto, frente à necessidade de aumento vertical maior que 4 – 5mm e/ou ausência de tecido mole para recobrimento do enxerto, a DO tem demonstrado resultados satisfatórios⁴.

A técnica cirúrgica, respeitando os princípios propostos por Ilizarov e os protocolos de ativação, período de latência, ritmo e índice de distração do distrator e período de consolidação seguem os mesmos padrões já relatados anteriormente⁵. Porém no aumento ósseo vertical sugere-se uma sobre-distração, situação onde o disco de transporte é deslocado acima da crista óssea alveolar dos dentes adjacentes, sendo esse excesso remodelado no momento da instalação dos implantes².

4. DISCUSSÃO

O resultado final da DO é decorrente dos processos de reparo ósseo e a capacidade de adaptação desse tecido frente a diversos estímulos mecânicos. A criação de um espaço entre os dois fragmentos ósseos seguidos de sua tração é o que possibilita a obtenção da DO¹.

A neo-formação óssea é obtida devido às respostas adaptativas frente às forças de tração e tensão aplicadas ao osso que vão induzir o deslocamento ósseo acompanhado pelos tecidos moles adjacentes^{6,7}.

Histologicamente a DO apresenta característica de ossificação predominantemente intramembranosa com baixo nível de ossificação endocondral^{1,8}. Outros estudos acrescentam que durante o período de distração pode ser observado formação de osso trabecular imaturo e fibras colágenas dispostas na direção da distração⁹.

Yamamoto *et al.* (1997)¹⁰, observaram que 2 semanas ao término da distração havia presença de tecido de conexão fibroso no espaço inter-fragmentar, fibras colágenas estiradas orientadas no sentido do vetor de distração, camada de tecido ósseo imaturo nos bordos do disco de transporte e osso remanescente nativo, corroborando com os relatos de Siciliano *et al.* (1998)¹¹ e Hasse *et al.* (2005)⁹. Na 4^a semana após a distração, Yamamoto *et al.* (1997)¹⁰ puderam encontrar tecido ósseo regenerado localizado ao longo das fibras colágenas. E na 8^a semana, tecido ósseo maduro neo-

formado no espaço intra-fragmentar preenchido por uma rede de tecido ósseo lamelar. Em 6 semanas observa-se tecido fibroso com regiões de atividade angiogênica, pouca atividade osteogênica com pequenas e escassas trabéculas ósseas circundadas por vasos sem deposição de osteoblastos.

A literatura consultada apresenta consenso quanto aos exames de imagem complementares utilizados no planejamento e acompanhamento da DO. Dos exames disponíveis, a radiografia panorâmica e a telerradiografia com traçados cefalométricos são os mais utilizados^{3,4,12,13}.

Entretanto, outros estudos acrescentam novos exames como a tomografia computadorizada, reconstrução 3-D e ressonância magnética^{3,6,14,15}. Além dos exames por imagem, modelos de estudos e fotografias intra-orais são úteis para avaliar a relação oclusal e as distâncias interdentárias^{3,12,13}.

No entanto, inúmeras outras técnicas têm sido descritas como as radiografias oclusais³, PA de crânio¹¹, a PA de mandíbula¹⁶, radiografias periapicais¹⁷.

Segundo Gaggl *et al.* (2002)¹⁸ a DO pode ser a técnica de reconstrução de escolha para pacientes portadores de atrofia severa de rebordo alveolar, defeitos na crista alveolar decorrentes de trauma local e perdas dentária de origem traumática. Cano *et al.* (2006)¹⁹ indicam a DO em pacientes com atrofia severas que impossibilitem a instalação de implantes osseointegrados sendo uma técnica hábil em rebordos delgados, movimentação vertical de dentes anquilosados e implantes ósseo-integrados junto com o osso adjacente. Consolo *et al.* (2006)⁶, referem que reabsorções dos ossos gnáticos acima de 5mm restringe a reabilitação protética sendo a DO um tratamento com alta previsibilidade e aumento ósseo vertical significativo. Além disso, sugerem que a DO em defeitos acima de 3mm, disco de transporte maior que 4mm e remanescente ósseo de 7mm acima do nervo alveolar mandibular. Block *et al.* (2005)⁴ relataram que frente a esses aumentos, quando realizado enxertos ósseos, os tecidos moles adjacentes podem não ser suficientes para o recobrimento do mesmo.

Em relação, a ressecção de lesões malignas na região maxilofacial, geralmente é associada à radiação e resulta em grandes deformidades. Nessas regiões, a DO pode ser indicada, mas é frequente o aparecimento de complicações advindas da radioterapia¹⁶. Klein *et al.* (2001)²⁰ realizaram DO com sucesso em paciente pós-ressecção de carcinoma em assoalho de boca com perda de rebordo alveolar. Nesse trabalho o aumento ósseo vertical obtido foi de 7mm na região da sínfise mandibular. Holmes *et al.* (2002)²¹ realizaram a DO nessa mesma situação, porém, alertam quantos às complicações advindas da radioterapia como hipóxia e hipovascularização comprometendo a população e o recrutamento celular para o espaço inter-fragmentar. Afim de amenizar essas complicações, esses autores sugerem a oxigenação hiperbárica para melhorar o aporte celular, sanguíneo e de oxigênio no segmento inter-fragmentar.

Em seu estudo, Polo *et al.* (2005)²² aplicaram a DO em região posterior de mandíbula com remanescente ósseo acima do canal mandibular entre 6-10 mm, valores esses que se assemelham ao trabalho de Klein *et al.* (2001)²⁰.

Van Strinjen *et al.* (2003)²³ dividem as complicações advindas da DO em três tipos: trans-operatórias, intra-distração e pós-distração. Dentre as trans-operatórias encontram-se a fratura na região da osteotomia em sentido indesejado, a fratura incompleta, lesão nervosa e sangramento excessivo. Contudo, outros estudos relatam ainda o desenvolvimento de infecção, problemas e fraturas no distrator, dor, má nutrição dos tecidos e consolidação prematura no período intra-distração^{4,21,23}.

Van Strinjen *et al.* (2003)²³ observaram que a ocorrência de má união, recidivas e lesão nervosa permanente se enquadram nas complicações tardias e podem se manifestar durante o período de consolidação ou após a remoção do distrator.

Segundo, Siciliano *et al.* (1998)¹¹, o índice de distração muito rápido gera uma cavidade regenerativa em forma de ampulheta apresentando-se centralmente fina ou pode não ocorrer a união entre os segmentos. Em contrapartida, o índice de distração muito lento, poderia acarretar em uma ossificação prematura.

Ilizarov elaborou os princípios para o sucesso da DO, sendo eles a osteotomia com mínimo deslocamento periosteal, período de latência entre 3 e 7 dias, índice de distração de 1mm por dia, aplicação de força contínua e gradual, período de consolidação de aproximadamente 6 semanas. Todos esses são na visão do autor princípios primordiais para obter uma distração satisfatória. Os períodos de latência, índice de distração e período de consolidação, preconizados por Ilizarov bem como a técnica cirúrgica são princípios ainda seguidos atualmente^{4,5}.

Entretanto, período de consolidação de 4 semanas foi preconizado por Hamada *et al.* (2007)¹². Ainda no mesmo ano, Schendel *et al.* (2007)¹³ utilizaram para o avanço mandibular período de latência de 10 dias, índice de distração de 1mm por dia e remoção do distrator 5 dias ao término da distração. Todavia, manteve o paciente com elásticos classe II por 8 semanas.

Os primeiros distratores utilizados foram os extra-orais. Porém eles aumentavam a formação de cicatriz hipertrófica, problemas sociais, desconforto, índices de infecção e possíveis lesões nervosas⁹. Em seguida, foi desenvolvido o distrator intra-oral. No entanto, este se localizava próximo à mucosa dificultando a higienização do paciente favorecendo o aparecimento de infecções⁹. Posteriormente, distratores extra-ósseos subperiosteais foram criados, amenizando as desvantagens dos distratores supraperiosteais¹.

Cope *et al.* (1999)²⁴ alertam quanto à necessidade de melhorias nos distratores frente ao controle do vetor por meio de dispositivos multidirecionais, ancoragem através de materiais reabsorvíveis e facilitação nas técnicas de instalação.

Segundo Miloro *et al.* (2008)², a utilização de enxertos ósseos como coadjuvante no tratamento reabilitador com implantes está bem fundamentada. Contudo, a DO apresenta menor morbidade relacionada ao procedimento, pois não necessita de um sítio doador secundário⁷. Miloro *et al.* (2008)² sugerem que na ausência de tecidos moles adjacentes suficientes para o recobrimento dos enxertos, a DO deve ser considerada. A DO também pode apresentar resultados satisfatórios em defeitos ósseos verticais entre 4-5mm⁴.

A DO está baseada em um processo de reconstrução biológica²⁵. Esta característica permite uma maior previsibilidade no resultado final⁷, pois os tecidos neoformados são de alta qualidade favorecendo a instalação de implantes²⁵.

Observa-se também, menor reabsorção óssea frente às técnicas de enxertia, menor tempo para reabilitação definitiva^{7,25}, aumentos ósseos ilimitados²⁵, além dos tecidos moles acompanharem o disco de transporte^{4,5}. Por se tratar de um aumento tecidual lento e gradual, não ocorre tensão na ferida operatória nem perda do fundo de sulco vestibular⁵.

A literatura tem mostrado algumas desvantagens que devem ser levadas em consideração, como o mal posicionamento do disco de transporte, a possibilidade de deiscência na ferida operatória, como também o crescimento epitelial sobre o distrator quando este se encontra sobre a mucosa^{4,5}.

Ao aplicar DO em mandíbulas edêntulas com severo grau de reabsorção, a fratura da basal pode ocorrer^{5,25}, assim como a fratura do distrator²⁶. Bianchi *et al.* (2008)⁵ relatam a possibilidade do aparecimento de dor no período da distração, além da fratura do distrator. Raghoebar *et al.* (2002)²⁵ alertam quanto a possibilidade de instalação de implantes em região onde não houve consolidação óssea, hipoestesia na região durante o período de distração, necessidade de colaboração do paciente para sucesso do procedimento e impossibilidade de utilização das próteses. Além disso, podem ocorrer problemas no distrator tal como dificuldade de ativação do parafuso⁵. Stellingsma *et al.* (2004)²⁶ orientam quanto à possibilidade de aparecimento de infecções.

O estiramento das fibras musculares pode exercer força contrária sobre o disco de transporte interferindo assim na matriz óssea, deslocando o disco de transporte em direção ao músculo⁵. Miloro *et al.* (2008)² observaram que a possibilidade de deslocamento do disco de transporte tende a ser maior quanto menor for esse segmento.

A anatomia óssea local é um fator importante que pode influenciar no controle vetor². Afim de, amenizar as forças externas, Zaffe *et al.* (2002)⁷ sugerem a utilização de distratores extra-ósseos com ligeira vestibularização. Em contrapartida, Garcia *et al.* (2002)²⁷ preconizam a utilização de dois distratores quando o comprimento do disco de transporte excede 2cm, nessas situações os distratores são instalados um em cada extremidade do segmento a ser distraído.

Outra opção foi proposta por Cano *et al.* (2006)¹⁹

com a utilização de distratores tipo LEADS que permite uma posição mais palatinizada do distrator além de minimizar a tração dos tecidos moles adjacentes. Em mandíbula, esses autores orientam a utilização de placas de acrílico acopladas aos dentes.

Gaggl *et al.* (2005)¹⁸ estudaram a DO em rebordos em ponta de faca. Para correção desses defeitos realizaram uma osteotomia vertical na maxila para um posicionamento mais anteriorizado melhorando a espessura óssea e diminuindo a deficiência intermaxilar. Não obstante, Mazzoneto & Maurette (2005)²⁸ associaram enxertos ósseos ao término da DO em rebordos delgados. Com esse estudo concluíram que enxertos ósseos combinados à DO proporciona aumento ósseo vertical e horizontal bem como melhores resultados estéticos. Trabalho semelhante foi conduzido por Block *et al.* (2005)⁴ obtendo conclusões que sustentam esta técnica. Outra opção de tratamentos em rebordos delgados foi proposta por Miloro *et al.* (2008)², através da realização de osteotomia lingual incompleta. Com esse artifício, após instalado o plano de distração, ocorrerá um movimento de articulação possibilitando maior deslocamento da parede vestibular, favorecendo a formação de uma superfície maior na crista alveolar passível de receber implantes ósseo-integrados.

Polo *et al.* (2005)²² observaram que a DO em região posterior de mandíbula pode ser realizada com sucesso. Porém observaram níveis de reabsorção entre 0,03 e 2,53mm, associando esses índices ao deslocamento do disco de transporte e sua reabsorção. Afim de diminuir esses efeitos, os autores sugerem uma sobre-distração e associação de enxertos ósseos em mandíbulas com severos graus de atrofia vestibulo-linguais. Bianchi *et al.* (2005)⁵ realizaram trabalho semelhante comparando a DO e enxertos ósseos em defeitos posteriores de mandíbula e obtiveram aumentos verticais maiores com a DO, porém, uma maior incidência de complicações no período pré-implante foi observada. Entretanto, não observaram diferenças entre as duas técnicas quando avaliado a sobrevivência dos implantes.

Segundo Miloro *et al.* (2008)², em curva de Spee acentuada, a DO tende a obter maior formação óssea na região posterior. Nesses casos os mesmos indicam uma osteotomia em "L" e aplicação de uma placa monocortical posteriormente à osteotomia. Através dessa manobra o disco de transporte tende a rotacionar agrupando-se à placa na região posterior, aumentando diferencialmente a região anterior.

Gaggl *et al.* (1999)¹⁸ utilizaram distratores intra-ósseos para aumento vertical em mandíbula edêntula obtendo aumento ósseo de 6mm e instalaram próteses tipo *overdenture* sobre os distratores após 6 meses. Já Raghoebar *et al.* (2002)²⁵ avaliaram a eficácia dos distratores intra-ósseos substituindo-os 2 meses após o período de consolidação. Concluindo que distratores intra-ósseos podem ser úteis em aumentos ósseos verticais. Miloro *et al.* (2008)² também indicam a DO em maxila e mandíbulas edêntulas. Entretanto, alertam

quanto à possibilidade de fratura da basal mandibular que pode ser prevenida com a realização de uma osteotomia trapezoidal e arredondamento dos seus vértices. Em casos de atrofia severas pode ser associada a uma placa de reconstrução no momento da osteotomia.

Block *et al.* (1998)²⁹ realizaram DO com finalidade de instalação de implantes ósseo-integrados instalados 10 semanas ao término da distração, permanecendo 4 meses sem aplicação de cargas. Após 1 ano de acompanhamento, estes implantes encontravam-se funcionais. Diferentemente, Gaggl *et al.* (2005)¹⁸ instalaram os implantes após 12 semanas do término do período de distração, aplicando cargas 4 meses após sua instalação. O mesmo período de instalação de implantes foi utilizado por Mazzoneto & Maurette (2005)²⁸. Contudo, os implantes foram mantidos 6 meses sem aplicação de cargas. Stellingma *et al.* (2004)²⁶ concluíram que uma vez instalados os implantes, estes devem ser mantidos sem carga por 3 meses.

Block *et al.* (2005)⁴ associaram a DO e enxertos ósseos, sendo os implantes instalados 4-6 meses após o enxerto. De acordo com esse trabalho, nenhum implante havia sido perdido no acompanhamento de 6 meses a 3 anos.

A instalação dos implantes ósseo-integrados pode ser realizada imediatamente após a remoção do distrator ou em um período de 30 dias^{2,25}. Porém, Miloro *et al.* (2008)², sugerem que a colocação dos implantes em um segundo procedimento cirúrgico permite que ocorra maturação dos tecidos moles adjacentes propiciando um plano de tratamento mais adequado para a reabilitação.

Miloro *et al.* (2008)², preconizam que a instalação dos implantes siga o mesmo protocolo utilizado para casos rotineiros, com a diferença de que o implante deve ser instalado de tal forma que seu comprimento total atinja a região do disco de transporte, cavidade regenerada e a porção distal da osteotomia.

5. CONCLUSÃO

- A DOA se apresenta como terapia promissora com alto potencial para regeneração óssea e ganho de tecido mole em rebordos alveolares atrofico;
- O osso formado é capaz de suportar cargas funcionais através de utilização de próteses implanto suportadas;
- Os princípios citados pela literatura devem ser seguidos para uma melhor previsibilidade no resultado final;
- Um bom planejamento associado à avaliação clínica minuciosa é imprescindível para o sucesso dessa técnica.

REFERÊNCIAS

- [1] Zheng LW, Wong MCM, Rabie ABM *et al.* Evaluation of recombinant human bone morphogenetic protein-2 in

- mandibular distraction osteogenesis in rabbits: Effect of dosage and number of doses on formation of bone. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2006; (44); 487–494.
- [2] Miloro M, Ghali GE, Larsen PE, Waite PD. *Princípios de Cirurgia Bucomaxilofacial de Peterson*. São Paulo: Santos; 2008. (2). 1277-1296.
- [3] Gökalp H. Effects of symphyseal distraction osteogenesis on the temporomandibular joint seen with magnetic resonance imaging and computerized tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008; (134): 689-699.
- [4] Block MS, Baughman DG. Reconstruction of Severe Anterior Maxillary Defects Using Distraction Osteogenesis, Bone Grafts, and Implants. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005; (63); 291 – 297.
- [5] Bianchi A, Felice P, Lizio G, Marchetti C. Alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting in posterior mandibular atrophy: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; (105); 282 – 92.
- [6] Consolo U, Bertoldi C, Zaffe D. Intermittent loading improves results in mandibular alveolar distraction osteogenesis. *Clin. Oral Impl. Res.* 2006; (17); 179–187.
- [7] Zaffe D, Bertoldi C, Palumbo C, Consolo U. Morphofunctional and clinical study on mandibular alveolar distraction osteogenesis. *Clin. Oral Impl. Res.* 2002; (13); 550–557.
- [8] Okafuji N, Liu ZJ, Gregory J, Kingc GJ. Assessment of cell proliferation during mandibular distraction osteogenesis in the maturing rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006; (130); 612 – 21.
- [9] Hasse ARF, Pörksen M, Zimmermann CE. Bilateral mandibular distraction in adult dogs with an epiperiosteal distractor. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2005; (43); 105 – 112.
- [10] Yamamoto H, Sawaki Y, Ohkubo H, Ueda M. Maxillary advancement by Distraction osteogenesis using osseointegrated implants. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 1997; (25), 186-191.
- [11] Siciliano S, Lengelé B, Reychler H. Distraction osteogenesis of a fibula free flap used for mandibular reconstruction: preliminary report. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 1998; (26); 386-390.
- [12] Hamada T, Ono T, Otsuka R, Honda E, Harada K, Kurabayashi T, Ohyamag K. Mandibular distraction osteogenesis in a skeletal Class II patient with obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007; (131); 415 – 425.
- [13] Schendel SA, Tulasne JF, Linck III DW. Idiopathic Condylar Resorption and Micrognathia: The Case for Distraction Osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg.*, 2007; (65); 1610 – 1616.
- [14] Cohenca N, Simon JH, Roges R, Morag Y, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: traumatic injuries. *Dental Traumatology*. 2007; (23); 95–104.
- [15] Liu DG, Zhang WL, Zhang ZY, Wu YT, Ma XC. Localization of impacted maxillary canines and observation of adjacent incisor resorption with cone-beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; (105); 91-8.
- [16] Stewart KJ, Lvoff GO, White SA, Bonar SE, Walsh WR, Smart RC, Poole MD. Mandibular distraction osteogenesis: a comparison of distraction rates in the rabbit model. *Journal of Cranio- Maxillofacial Surgery*. 1998; (26), 43 – 9.
- [17] Del Santo MJ, Guerrero CA, Buschang PH, English JD, Samchukov ML, Bell WH. Long-term skeletal and dental effects of mandibular symphyseal distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; (118): 485-493.
- [18] Gaggli A, Rainer H, Chiari FM. Horizontal distraction of the anterior maxilla in combination with bilateral sinuslift operation—preliminary report. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2005; (34): 37–44.
- [19] Cano J, Campo J, Moreno LA, Bascones A. Osteogenic alveolar distraction: A review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006. (01); 11-28.
- [20] Klein C, Papageorge M, Kovács A, Carchidi JE: Initial experiences using a new implant based distraction system for alveolar ridge augmentation. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2001; (30); 167–169.
- [21] Holmes SB, Lloyd T, Coghlan KM, Newman L. Distraction Osteogenesis of the Mandible in the Previously Irradiated Patient. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002; (60); 305-309.
- [22] Polo WCK, Cury PR, Sendyk WR, Gromatzky A. Posterior mandibular alveolar distraction osteogenesis utilizing an extraosseous distractor: a prospective study. *J Periodontol*. 2005; (76); 1463-1468.
- [23] Van Strijen PJ., Breuning KH, Becking AG, Tuinzing DB. Stability After Distraction Osteogenesis to Lengthen the Mandible: Results in 50 Patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004; (62); 304 – 307.
- [24] Cope JB, Samchukov ML, Cherkashin AM. Mandibular distraction osteogenesis: A historic perspective and future directions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999; (115): 448-460.
- [25] Raghoobar GM, Liem RSB, Vissink A. Vertical distraction of the severely resorbed edentulous mandible. A clinical, histological and electron microscopic study of 10 treated cases. *Clin. Oral Impl. Res.* 2002; (13); 558–565.
- [26] Stellingsma C, Vissink A, Meijer HJA, Kuiper C, Raghoobar GM. Implantology and the severely resorbed edentulous mandible. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 2004; (15); 240 – 248.
- [27] Garcia AG, Martin MS, Vila PG, Maceiras JL. Alveolar Ridge Osteogenesis Using 2 Intraosseous Distractors: Uniform and Nonuniform Distraction. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002; (60); 1510 – 1512.
- [28] Mazzonetto R, Maurette MA. Radiographic Evaluation of Alveolar Distraction Osteogenesis: Analysis of 60 Cases. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005; (63):1708-1711.
- [29] Block MS, Almerico B, Crawford C, Gardner D, Chang A. Bone response to functioning implants in dog mandibular alveolar ridges augmented with distraction osteogenesis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1998; (13); 342-351.