Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial

www.elsevier.pt/spemd

Investigação original

Orientação do plano mandibular após distração osteogénica dento-suportada: estudo experimental no cão

Francisco do Vale[a,*], *Silvério Cabrita*[a], *Francisco Caramelo*[a], *Miguel Amaral*[b], *Carlos Viegas*[a] *e João Luis Maló Abreu*[a]

[a] *Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC), Coimbra, Portugal*
[b] *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal*

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:
Recebido a 7 de abril de 2013
Aceite a 30 de novembro de 2013
On-line a 14 de janeiro de 2014

Palavras-chave:
Distração osteogénica
Mandíbula
Dispositivo médico
Cefalometria

R E S U M O

Objectivos: Vários estudos sugerem que a orientação dos distratores é um dos parâmetros biomecânicos mais importantes no sucesso da distração osteogénica mandibular. O propósito deste trabalho é avaliar a angulação do corpo da mandíbula antes e após o processo de distração osteogénica num modelo animal.

Métodos: Foram utilizados 10 cães machos de raça beagle, com um ano de idade. Três permaneceram como grupo de controlo e 7 sofreram alongamento mandibular bilateral pelo método de distração osteogénica intraoral. Foram tiradas telerradiografias laterais da cabeça a cada animal, antes do início da distração e após o período de consolidação. As análises cefalométricas foram efetuadas pelo método digital direto. Foi criada uma variável cefalométrica angular (*Cd-Aa-Ii* (°)) com um plano cefalométrico de orientação e referência (*Cd-Aa*), não alterável pela experimentação e que permitisse assim medir a angulação da parte anterior do corpo da mandíbula e do ramo ascendente antes e após o alongamento mandibular.

Resultados: Verificou-se existirem diferenças estatisticamente significativas da variável linear entre os diferentes grupos. O alongamento médio, medido radiograficamente, foi de 8,7 mm. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na variável angular, entre o grupo de controle e os grupos de protocolo.

Conclusões: Os distratores ancorados sobre os dentes e paralelos ao plano oclusal aumentam significativamente o segmento ósseo anterior sem produzir alterações transversais ou verticais estatisticamente significativas.

© 2013 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos os direitos reservados.

* *Autor para correspondência.*
Correio eletrónico: franciscofvale@gmail.com (F. do Vale).

1646-2890/$ – see front matter © 2013 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos os direitos reservados.
http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2013.11.004

Mandibular plane orientation after tooth- supported distraction osteogenesis: An experimental study in dog

Keywords:
Distraction osteogenesis
Mandible
Medical device
Cephalometry

A B S T R A C T

Objectives: Several studies suggest that the orientation of the distractors is one of the most important biomechanical parameters in the success of mandibular distraction osteogenesis. The purpose of this study is to evaluate the angle of the mandible body before and after the process of distraction osteogenesis in an animal model.

Methods: Ten one year old male dogs, weighting 15-18 Kg, were used for this experiment. Three remained as a control group and seven underwent of bilateral mandibular lengthening by intraoral distraction osteogenesis. Lateral cephalometric radiographs were taken of each animal's head before the beginning of distraction and after the consolidation period. Cephalometric analyses were performed by direct digital method. It was created a cephalometric angular variable (***Cd-Aa-Ii (°)***) and a cephalometric plane (***Cd-Aa)*** for orientation and reference, not changeable by the experimentation and thus allowing to measure the angle of the anterior part of the mandibular body and ramus, before and after mandibular lengthening.

Results: There were statistically significant differences from the linear variable between the different groups. The mean lengthening, measured in radiographic cephalometry, was 8.7 mm. There were no statistically significant differences in the variable angle between the control group and the group protocol.

Conclusions: The distractors anchored on the teeth and parallel to the occlusal plane; significantly increase the anterior bone segment without producing lateral changes or vertical statistically significant changes.

© 2013 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introdução

Distração osteogénica (DO) é um processo de formação de novo osso entre 2 segmentos ósseos, divididos por osteotomia e separados de forma gradual através da ação de uma força externa. A técnica baseia-se na lei tensão-stress de Ilizarov[1] e foi pela primeira vez descrita por Codivilla[2] no início do séc. XX. Em 1973, Snyder[3] aplicou, com sucesso, esta técnica de alongamento ósseo a mandíbulas caninas e em 1992 foi feita a primeira aplicação em humanos, para reconstrução mandibular de um paciente com microsomia hemifacial[4]. Atualmente a DO é universalmente aceite para tratamento de deformidades craniofaciais, congénitas ou adquiridas, na área da ortodontia e cirurgia maxilofacial.

Vários estudos sugerem que a orientação dos distratores é um dos parâmetros biomecânicos mais importantes no sucesso da DO mandibular[5–7].

Os objetivos do estudo são:

a) Comparar o alongamento real obtido com o alongamento teórico que deveríamos obter.
b) Avaliar a angulação da parte anterior do corpo da mandíbula com o ramo ascendente e côndilo mandibular antes e após o processo de DO, com distratores dento-ancorados.

Materiais e métodos

Este estudo experimental animal foi realizado de acordo com as normas da Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (alínea b do n.° 49, da portaria n.° 1.005/92, de 23 de outubro), com autorização n.° 0420/000/000/2012.

A amostra é constituída por 10 cães machos de raça beagle, com cerca de um ano de idade e peso entre os 15-18 kg.

Em ambiente estéril e sob anestesia, foi efetuada uma incisão vestibular inferior com descolamento subperiósteo revelando o bordo alveolar e basilar, e a face externa do corpo da mandíbula. De seguida, foi realizada a osteotomia entre o terceiro e quarto pré-molar inferior preservando sempre a continuidade do rolo vásculo-nervoso alveolar inferior (fig. 1). Após a verificação da mobilidade óssea, hemóstase e sutura contínua, procedeu-se à colocação de um distrator por cada hemimandíbula, com exceção dos animais de controle, ancorados no canino e primeiro molar (fig. 2).

Posteriormente à intervenção cirúrgica e após 7 dias de latência, foi iniciado o processo de aumento do comprimento mandibular que se fez diariamente e ininterruptamente durante 10 dias.

Foram aplicados 3 protocolos distintos:

Grupo A: 6 hemimandíbulas não sofreram qualquer intervenção cirúrgica, permanecendo como grupo de controlo.
Grupo B: 7 hemimandíbulas foram submetidas a uma distração bidiária de 0,5 mm de 12 em 12 h.
Grupo C: 7 hemimandíbulas foram submetidas a uma distração diária única de 1 mm.

Após o período de distração, todos os dispositivos foram devidamente bloqueados e seguiu-se um período de consolidação de 12 semanas.

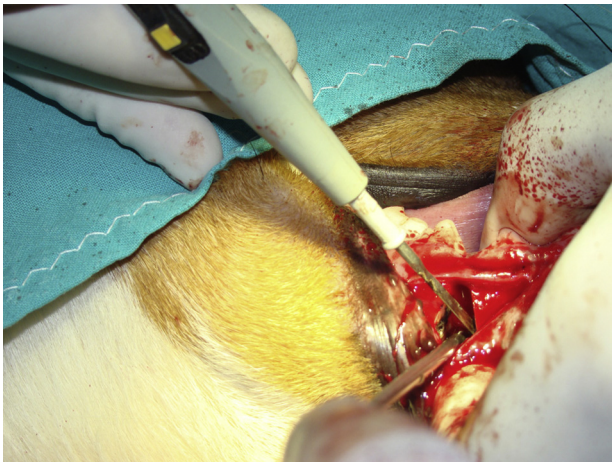

Figura 1 – Osteotomia.

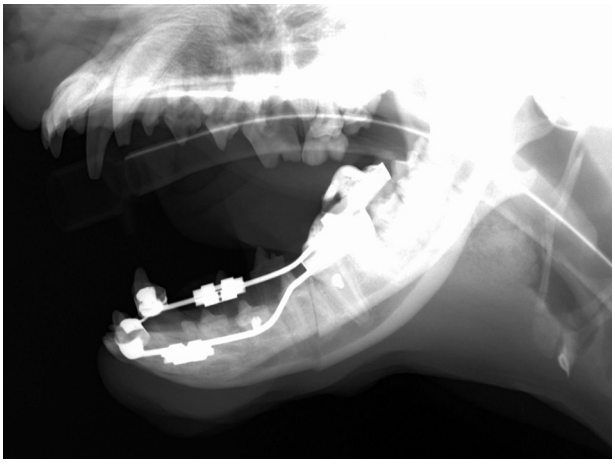

Figura 3 – Telerradiografia cefalométrica.

Para estudar o comportamento dos fragmentos ósseos durante a distração osteogénica foram obtidas telerradiografias cefalométricas de cada um dos animais, previamente posicionados em decúbito lateral esquerdo e direito, antes da cirurgia, imediatamente após e mensalmente até ao dia da eutanásia (figs. 3 e 4). O aparelho utilizado foi o Philips Optimus, com 65 Kv, 20,0 mA e 18,1 ms (Philips Healthcare, Best, Países Baixos).

As sedações, para avaliação radiográfica periódica, foram realizadas por via intravenosa com butorfanol (0,2 mg/kg) e dexmedetomidina (0,01 mg/kg).

As análises cefalométricas das telerradiografias obtidas antes do início da DO e após o período de consolidação foram efetuadas pelo método digital direto, através do programa Dolphin Imaging Software/32 (High Quality Digital Imaging Software for Orthodontics, Orthognahic Surgery, Cosmetics and Medical Imaging, versão 8.0.6.12, da Dolphin Imaging Systems Inc, EUA) (figs. 5 e 6).

Foi criada uma variável cefalométrica angular (Cd-Aa-Ii) e outra linear (LM-LC), com um plano cefalométrico de orientação e referência (Cd-Aa) não alterável pela experimentação, permitindo assim medir a angulação da mandíbula e o comprimento mandibular radiográfico, antes e após a DO (fig. 7). Os pontos cefalométricos utilizados foram os seguintes:

Cd - Ponto situado no centro do côndilo mandibular.
Aa - Ponto situado no centro da apófise angular.
Ii - Ponto do bordo incisal do incisivo central inferior.
LM - Ponto situado na parte média da face mesial do primeiro molar inferior.
LC - Ponto situado na parte média da face distal do canino inferior.

A medição clínica foi efetuada com a um instrumento usado para medir com precisão as dimensões de pequenos objetos – paquímetro (Starret Ind., SP, Brasil).

Para aferir as alterações sagitais provocadas pela distração, mediu-se a distância entre a face mesial do primeiro molar e a face distal do canino, antes da primeira ativação do distrator e após a eutanásia.

Para aferir as alterações transversais mediu-se a distância entre as faces linguais dos primeiros molares, para o segmento posterior, e as faces linguais dos caninos para o segmento anterior, antes da primeira ativação e após a eutanásia.

Figura 2 – Distrator dento-ancorado.

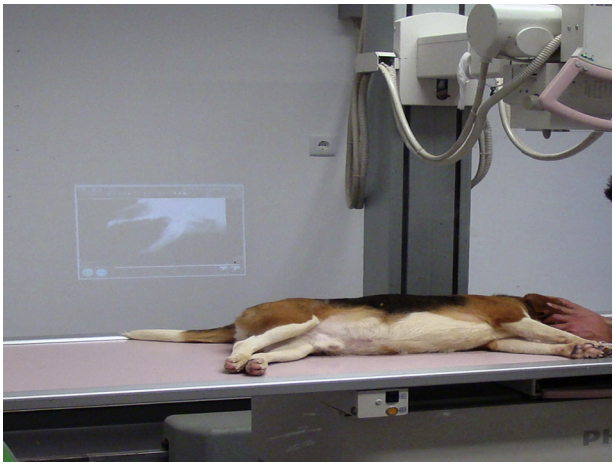

Figura 4 – Posicionamento para a telerradiografia cefalométrica.

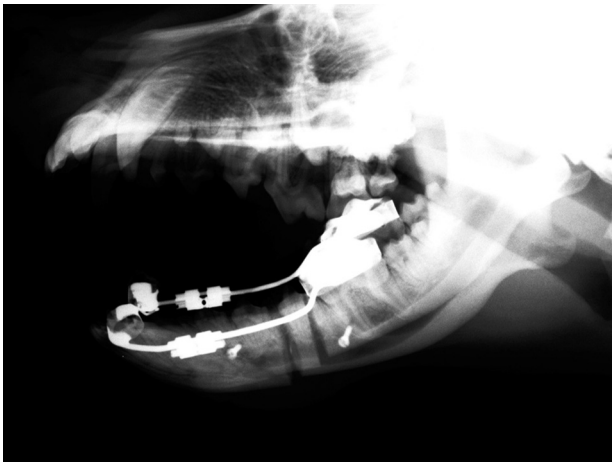

Figura 5 – Início da distração osteogénica.

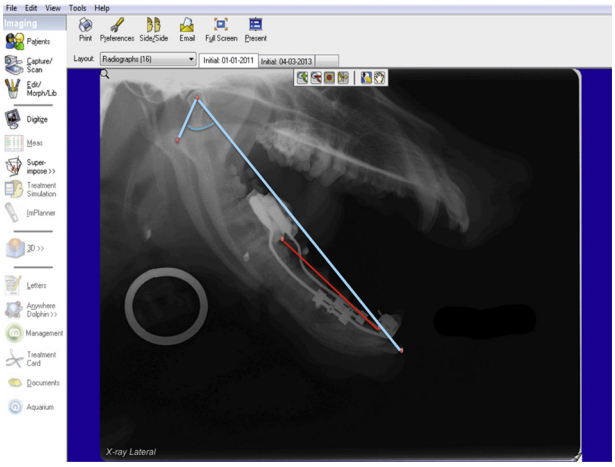

Figura 7 – Variáveis cefalométricas.

A primeira abordagem do estudo estatístico foi feita para detetar e calcular os erros sistemáticos e aleatórios inerentes às medições cefalométricas.

Para tal, fez-se a repetição do traçado cefalométrico, pelo método digital direto, de todas as telerradiografias. Esta repetição foi feita 5 semanas após os traçados iniciais e sempre pelo mesmo investigador (o primeiro autor).

Para detetar o erro sistemático foi usado o teste t de Student para cada par de registos, com nível de significância de 5%.

O erro aleatório foi estudado através da fórmula $Se=\sqrt{\sum d^2/2n}$ proposta por Dahlberg[8].

Também para eliminar os riscos de erro na identificação e mensuração da variável a estudar, foi determinado o coeficiente de correlação de Pearson (r) para cada par de registos.

A variação ocorrida durante a DO foi avaliada por intermédio de um intervalo de confiança a 95% (IC95%) da diferença da distância linear e da distância angular. Verificou-se, por intermédio de um teste de Wilcoxon, se existia diferença entre os 2 momentos, antes e após a DO.

Para avaliar o comportamento nos diferentes grupos foi efetuado um teste de Kruskal Wallis às diferenças das medidas lineares e uma avaliação descritiva com base nas médias e coeficientes de variação.

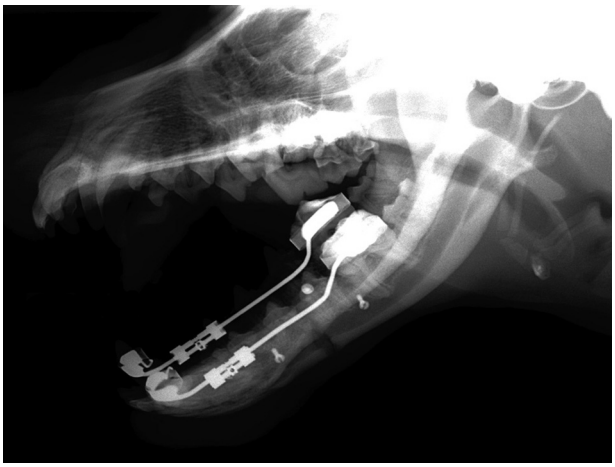

Figura 6 – Fase de consolidação, após distração osteogénica.

Resultados

Pela medição clínica, verificou-se um aumento médio de 9,8 mm no comprimento mandibular após o período de consolidação. As distâncias transversais mantiveram-se inalteradas devido à estabilidade e rigidez da fixação proporcionada pelos distratores.

O erro da variância, estudado por não se terem verificado diferenças significativas entre a média dos 2 traçados (erro sistemático), não excedeu os 3% e o coeficiente de correlação entre as medições do traçado inicial e as medições repetidas excedeu sempre o valor de 0,9.

Nas tabelas (tabelas 1 e 2) encontram-se os resultados e a estatística descritiva correspondente ao estudo cefalométrico.

Os gráficos (figs. 8 e 9) representam as médias marginais estimadas das medida angular e linear, respetivamente, nos diferentes momentos de avaliação e nos diferentes grupos.

Relativamente à medida linear verifica-se um aumento estatisticamente significativo ($Z=-3{,}3$; $p=0{,}001$) entre os 2 momentos em que foi avaliado, em qualquer um dos grupos

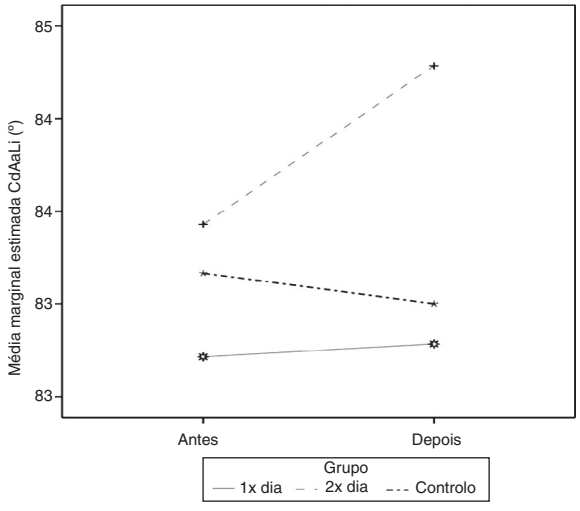

Figura 8 – Médias marginais medidas angulares.

Tabela 1 – Resultados e estatística descritiva das medidas angulares

Variável	Grupo A		Grupo B			Grupo C		
Cd-Aa-Ii (°)	T1	T2	T1	T2	T1-T2	T1	T2	T1-T2
média	83,2	83,0	83,4	84,3	0,9	82,7	82,8	0,1
mediana	83,5	83,5	83,0	84,0	2,0	84,0	83,0	0,0
std	1,5	2,1	4,0	4,2	3,6	4,2	1,8	4,4
máx	85	85,0	88	92,0	4,0	87	85,0	6,0
mín	81	80,0	77	79,0	−5,0	76	79,5	−5,0
IC 95%	(81,6;84,7)	(80,8;85,2)	(79,7;87,2)	(80,4;88,2)	(−2,5;4,2)	(78,9;86,6)	(81,1;84,5)	(−4,0;4,1)

Tabela 2 – Resultados e estatística descritiva das medidas lineares

Variável	Grupo A		Grupo B			Grupo C		
LM-LC (mm)	T1	T2	T1	T2	T1-T2	T1	T2	T1-T2
média	44,8	44,8	45,1	53,7	8,6	45,1	53,8	8,7
mediana	44,5	44,5	46,0	54,6	8,9	46,0	54,8	8,8
std	1,0	1,0	1,7	2,8	3,5	1,7	2,7	3,2
max	46,0	46,0	47,0	56,0	12,0	47,0	56,0	12,0
min	44,0	44,0	42,0	47,6	1,6	42,0	48,4	2,4
IC 95%	(43,8;45,9)	(43,8;45,9)	(43,5;46,6)	(51,2;56.3)	(5,4;11,9)	(43,5;46,6)	(51,3;56,2)	(5,8;11,6)
CV			0,04	0,05	0,41	0,04	0,05	0,37

de protocolo. O valor médio do alongamento medido na telerradiografia foi de 8,7 mm.

A medida angular não apresenta diferenças estatisticamente significativas (Z = −0,285; p = 0,775) entre os 2 momentos avaliados, em qualquer dos grupos de protocolo.

Comparando os diferentes grupos de protocolo, verifica-se existirem diferenças estatisticamente significativas (χ_KW$\hat{2}$(2) = 12,381; p = 0,002) relativamente à diferença entre medidas lineares. No entanto, não se verificam diferenças estatisticamente significativas (χ_KW$\hat{2}$(2) = 0,381; p = 0,8274) relativamente à diferença das medidas angulares.

Tendo em conta as diferenças estatisticamente significativas encontradas pelo teste de Kruskal-Wallis para variável de diferenças lineares, foram testados todos os pares dos grupos usando um teste de Mann-Whitney. Neste caso, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o grupo de controlo e o grupo C (U = 0,000; Z = −3,156; p = 0,002) e entre o grupo de controlo e o grupo B (U = 0,000; Z = −3,160; p = 0,002). Não há diferenças estatisticamente significativas entre os grupos B e C (U = 23,500; Z = −0,128; p = 0,898).

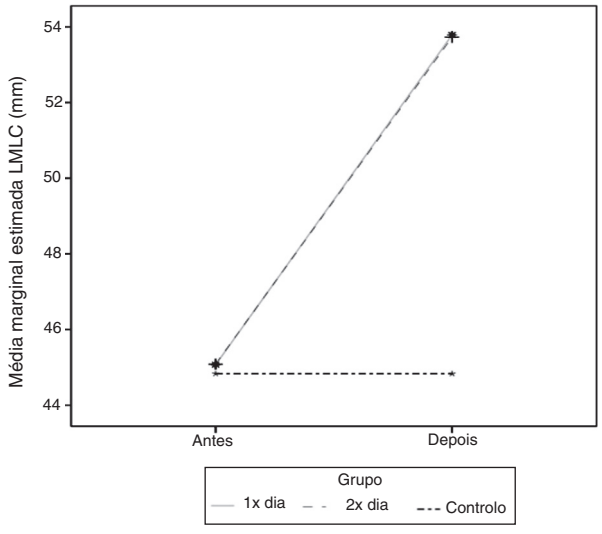

Figura 9 – Médias marginais medidas lineares.

Discussão

A área da mandíbula escolhida para a osteotomia, situada no espaço entre o terceiro e quarto pré-molar, revelou-se bastante importante no êxito deste trabalho, pois como é uma zona livre de oclusão permitiu uma maior estabilidade do distrator. No final de todo o processo, nenhum dos 14 distratores sofreram descimentação ou fratura, explicando em parte a ausência completa de infeção e o bem-estar dos animais.

Os distratores extraorais e ósteo-ancorados apresentam frequentemente problemas de estabilidade devido à movimentação dos parafusos de fixação óssea, podendo originar diferenças grandes entre o alongamento teórico e real[9]. São vários os estudos onde se verifica que a ativação do distrator foi superior ao alongamento produzido[10–13]. Neste estudo, a diferença entre o alongamento do distrator (teórico) e o alongamento da mandíbula (real) foi ligeiramente superior a 1 mm quando medido radiograficamente. Esta diferença, pela sua pouca magnitude, deveu-se provavelmente à distorção radiográfica.

Contrariamente aos dispositivos ósteo-ancorados, a colocação e remoção do aparelho utilizado neste estudo são efetuadas sem recorrer à intervenção cirúrgica.

Os distratores usados foram colocados sobre os dentes, permitindo que cada um estivesse paralelo ao seu homólogo contra-lateral e ambos paralelos ao plano oclusal, e não ao plano inferior da mandíbula. Desta forma, o vetor de distração de ambos os aparelhos fica paralelo ao eixo sagital comum, indo ao encontro do que é advogado em alguns estudos biomecânicos da DO[5,14–16].

A orientação do vetor de distração é habitualmente influenciada pela colocação do distrator e é um dos parâmetros mais importantes em todo o processo da DO. Quando é paralelo ao plano mandibular e não ao plano oclusal, geram-se forças laterais diretamente proporcionais à quantidade de alongamento mandibular, que vão deslocar as porções mesiais e distais dos fragmentos ósseos, tornando imprevisível a morfologia mandibular no final da DO[5,16,17]. Para além de aumentar a distância transversal da porção distal e a distância intercondilar, provoca também uma rotação anti-horária dos côndilos mandibulares e uma rotação horária do fragmento da mandíbula mesial à osteotomia, com consequente aumento do ângulo goníaco. As implicações clínicas podem ser nefastas e as mais comuns são: mordida aberta anterior (dependendo da localização da osteotomia); disfunção da articulação mandibular e aumento da recidiva por alteração da posição do côndilo mandibular na fossa glenoide; e reabsorção condilar, devido às forças de compressão provocadas quer pela rotação quer pelo aumento da distância intercondilar[18].

Conclusões

Este estudo demonstrou que é possível alongar sagitalmente a mandíbula através da DO, recorrendo a um distrator exclusivamente dento-ancorado, com um período de latência de 7 dias, a uma velocidade de distração de 1 mm/dia durante 10 dias e com período de consolidação de 12 semanas.

Na avaliação dos resultados verificamos que os distratores dento-ancorados e o local escolhido para a osteotomia não produziram efeitos no ângulo goníaco e não afetaram a posição transversal e a angulação dos segmentos ósseos durante o alongamento mandibular. Assim, permitiram uma correta direção do alongamento, favorecendo a criação de forças de tensão desejáveis ao processo de osteogénese, em detrimento das forças de compressão.

Responsabilidades éticas

Proteção dos seres humanos e animais. Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e Ética e de acordo com os da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinki.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

BIBLIOGRAFIA

1. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. Clin Orthop. 1989;238:249–81.
2. Codivilla A. On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. J Bone Joint Surg Am. 1905;s2–2:353–69.
3. Snyder CC, Levine GA, Swanson HM, Browne Jr EZ. Mandibular lengthening by gradual distraction. Preliminary report. Plast Reconstr Surg. 1973;51:506–8.
4. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorn CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. Plast Reconstr Surg. 1992;89:1–8.
5. Cope JB, Yamashita J, Healy S, Harper RP. Force level and strain patterns during bilateral mandibular osteodistraction. J Oral Maxillofac Surg. 2000;58:171–8.
6. Fitch RD, Thompson JG, Rizk WS, Seaber AV, Garrett Jr WE. The effects of the Ilizarov distraction technique on bone and muscle in a canine model: A preliminary report. Iowa orthop J. 1996;16:10–9.
7. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. Clin Orthop. 1989;239:263–85.
8. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. New York: Interscience Publications; 1940.
9. Guerrero CA, Bell WH, Contasti GI, Rodriguez AM. Mandibular widening by intraoral distraction osteogenesis. Br J Oral Maxillofac Surg. 1997;35:383–92.
10. Bell WH, Harper RP, Gonzalez M, Cherkashin AM, Samchukov ML. Distraction osteogenesis to widen the mandible. Br J Oral Maxillofac Surg. 1997;35:11–9.
11. Yanoff SR, Hulse DA, Palmer RH, Herron MR. Distraction osteogenesis using modified external fixation devices in five dogs. Vet Surg. 1992;22:480–7.
12. Kunz C, Adolphs N, Buscher P, Hammer B, Rahn B. Mineralization and mechanical properties of the canine mandible distraction wound following acute molding. Int J Oral Maxillofac Surg. 2006;35:822–7.
13. Nakamoto N, Nagasaka H, Daimaruya T, Takahashi I, Sugawara J, Mitani H. Experimental Experimental tooth movement through mature and immature bone regenerates after distraction osteogenesis in dogs tooth movement through mature and immature bone regenerates after distraction osteogenesis in dogs. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;121:385–95.
14. Aronson J, Harrison BH, Stewart CL, Harp JH. The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. Clin Orthop. 1989;241:106–16.
15. Aronson J, Harp JH. Mechanical forces as predictors of healin during tibial lengthening by distraction osteogenesis. Clin Orthop. 1994;301:73.
16. Samchukov M, Cope JB, Cherkashin AM. Craniofacial Distraction Osteogenesis. St. Louis MO Mosby; 2001.
17. Molina F, Ortiz Monasterio F. Mandibular elongation and remodeling by distraction: A farewell to major osteotomies. Plast Reconstr Surg. 1995;96:825.
18. Ow A, Cheung LK. Skeletal stability and complications of bilateral sagittal split osteotomies and mandibular distraction osteogenesis: An evidence-based review. J Oral Maxillofac Surg. 2009;67:2344–53.