

# Comparação *in vitro* de duas técnicas de fixação interna rígida utilizadas em avanços mandibulares: estudo biomecânico em mandíbulas de carneiro

*In vitro comparison of two techniques of rigid internal fixation used for mandibular advancements : biomechanical study in sheep mandible*

Valfrido Antonio Pereira Filho<sup>1</sup>  
Marisa Aparecida Cabrini Gabrielli<sup>1</sup>  
Eduardo Hochuli-Vieira<sup>1</sup>  
Mário Francisco Real Gabrielli<sup>2</sup>  
Luis Geraldo Vaz<sup>3</sup>  
Leonor de Castro Monteiro Loffredo<sup>4</sup>

## Resumo

Os principais métodos para a fixação da osteotomia sagital do ramo mandibular são a utilização de placas monocorticais de forma não compressiva e a instalação de parafusos bicorticais de maneira posicional, cada um deles apresentando vantagens e desvantagens. Ambos os métodos são descritos como rígidos e, dessa forma, eliminam a necessidade de bloqueio maxilomandibular no pós-operatório. Contudo, existem dois pontos a serem esclarecidos: o primeiro é se ambas as formas de fixação promovem a mesma rigidez e o segundo é o quanto de carga cada forma de fixação pode tolerar. O resultado obtido foi que a força necessária para levar o sistema a falhar é muito maior no caso da fixação realizada por meio de parafusos bicorticais, ou seja, este tipo de fixação apresenta uma resistência mecânica maior.

**Palavras-chave:** osteotomia, parafusos ósseos, placas ósseas, avanço mandibular.

## Introdução

A fixação da osteotomia sagital do ramo evoluiu muito com o desenvolvimento de novos materiais e técnicas (Bloomquist, 1984). A fixação interna rígida na osteotomia sagital foi descrita pela primeira vez por Spiessl (1976), que utilizou parafusos compressivos. Entretanto, essa técnica apresenta uma grande desvantagem, que é o torque do segmento condilar, alterando a sua posição. A utilização de parafusos posicionais foi introduzida por Niederdelmann et al. (apud Ilg, 1998) e Lindorf (1986), não permitindo o reparo ósseo primário, porém resultando em menor torque condilar.

Atualmente, essa é a técnica escolhida para a fixação da osteotomia sagital (Jeter et al., 1984; Tucker, 1993). Muitos estudos clínicos demonstram a superioridade da estabilidade da osteotomia sagital quando fixada rigidamente (Michelet et al., 1973; Jeter et al., 1984; Mayo e Ellis, 1987; Sche-

erlinck et al., 1994; Hoffman e Moloney, 1995; Proffit 1996).

Entretanto, nos casos de grandes avanços mandibulares ou nos movimentos assimétricos da mandíbula, há uma diminuição entre o contato ósseo do segmento distal e proximal dessa osteotomia, levando a uma dificuldade na instalação dos parafusos bicorticais (Bell, 1992). Essa falta de contato pode ser solucionada através da realização de desgastes compensatórios em ambos os segmentos, por meio de enxertos ósseos entre os segmentos. Contudo, muitas vezes, em razão da magnitude do movimento, existe a necessidade de alterar a técnica de fixação, lançando mão de placas e de parafusos monocorticais. Essa técnica, além de permitir a fixação em grandes avanços, também apresenta como vantagens um menor índice de lesão ao feixe vasculonervoso e um menor torque ao segmento proximal (Tucker et al., 1991).

<sup>1</sup> Professores assistentes, Doutores na disciplina de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial - Unesp – Araraquara.

<sup>2</sup> Professor titular da disciplina de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial - Unesp – Araraquara.

<sup>3</sup> Professor assistente Doutor na disciplina de Materiais Dentários - Unesp – Araraquara.

<sup>4</sup> Professor adjunto da disciplina de Bioestatística e Metodologia Científica - Unesp – Araraquara.

MacDonald et al. (1987) descreveram a utilização de placa e de parafusos monocorticais na fixação de osteotomia sagital para avanço de mandíbula, sendo a fixação realizada por meio de dois parafusos no segmento proximal e um no segmento distal, com a necessidade de bloqueio maxilomandibular por seis semanas. Obtiveram como resultado uma boa estabilização do segmento proximal, entretanto havia sido eliminado o maior benefício da fixação interna rígida, que é a função imediata.

Tuslane e Schendel (1989) relataram a utilização de duas miniplacas paralelas com a utilização de dois parafusos monocorticais para cada lado da placa. Observaram que a instalação da segunda placa mais próxima do bordo inferior eliminaria as forças rotacionais e, portanto, não haveria a necessidade de bloqueio maxilomandibular.

Bell (1992) afirma que os parafusos bicorticais promovem melhor estabilidade óssea, mas há casos em que esse método pode gerar lesões a dentes adjacentes. Nesses casos, a utilização de uma miniplaca com parafusos monocorticais promove fixação suficiente.

Blomqvist et al. (1997) compararam o efeito de duas técnicas de fixação, a utilização de três parafusos bicorticais dispostos em L invertido e de uma placa e quatro parafusos monocorticais sobre a estabilidade da osteotomia sagital para avanço em sessenta pacientes. Observaram que os dois métodos de fixação interna rígida para avanço são muito estáveis e não diferem quanto à tendência de recidiva. Em conclusão, ressaltam que a escolha nos casos em que o avanço permite um bom contato ósseo é pessoal, já que ambas as técnicas são de fácil execução e permitem função no pós-operatório.

Apesar de algumas controvérsias, a literatura demonstra a viabilidade da utilização de placas e de parafusos monocorticais na fixação da osteotomia sagital da mandíbula (Anacul et al., 1992; Foley e Beckman, 1992; Bouwman et al., 1994). Entretanto, poucos trabalhos relacionam a resistência mecânica dos materiais de origem nacional em ambas as formas de fixação na situação de avanço mandibular. Portanto, o objetivo deste trabalho foi comparar *in vitro* a resistência mecânica de duas formas de fixação interna rígida utilizadas na fixação da osteotomia sagital da mandíbula.

## Material e método

Foram utilizadas no experimento dez mandíbulas de carneiros adultos da raça *hampshire*, com idade que variava de um ano a um ano e meio. As cabeças congeladas foram obtidas junto a frigoríficos. As mandíbulas, depois de separadas das cabeças após total dissecação dos tecidos moles, foram congeladas até a data da execução do experimento. Para a realização deste estudo, as mandíbulas foram seccionadas na sínfise mandibular, obtendo-se, assim, vinte hemimandíbulas. Os espécimes foram mensurados de forma a evitar o uso de mandíbulas de tamanhos desproporcionais,

o que poderia interferir no ensaio mecânico.

As hemimandíbulas receberam então osteotomia sagital do ramo mandibular, com adaptações no desenho, segundo a anatomia da mandíbula do carneiro (Foley e Beckman, 1992; Moraes, 1995). Completada a separação e removidas as interferências ósseas ou de raízes dentárias que impediavam uma boa adaptação das partes osteotomizadas, o segmento distal foi avançado 5 mm e a fixação, aplicada por meio de parafusos posicionais no primeiro grupo e por meio de uma placa de quatro furos e parafusos monocorticais no segundo grupo.

No primeiro grupo (Grupo I), para fixar a osteotomia, foram utilizados três parafusos<sup>5</sup> de 2,0 mm de diâmetro externo e 1,5 mm de diâmetro interno, de maneira auto-rosqueável (Fig. 1). Os parafusos foram inseridos de forma não compressiva. Para isso, após o posicionamento dos segmentos, com uma broca de 1,5 mm de diâmetro, perfuraram-se ambas as corticais sob irrigação abundante de água para evitar dano térmico ao osso. O comprimento do parafuso foi determinado para atravessar ambas as corticais e ultrapassar, pelo menos, 1 mm da cortical interna. A disposição dos parafusos foi tripoidal, com dois parafusos na região da borda superior e um na borda inferior, instalados perpendicularmente à cortical óssea (Foley et al., 1989).

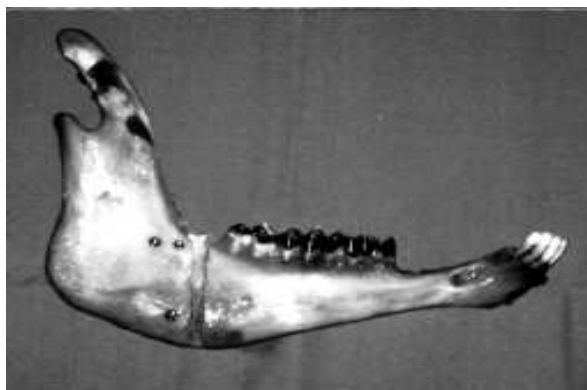


Figura 1 - Osteotomia sagital fixada por meio de parafusos bicorticais.

A distância entre os parafusos da borda superior foi de aproximadamente 10 mm, sendo aplicados nas áreas que apresentavam melhor contato entre as corticais. Os parafusos inferiores foram instalados junto à borda inferior, nos locais onde as corticais apresentavam uma maior espessura e onde havia uma boa área de contato entre as mesmas.

No segundo grupo (Grupo II), para a fixação da osteotomia, foram utilizados uma placa (221-04), aplicada na “zona de tensão”, e quatro parafusos monocorticais de 2,0 mm de diâmetro externo, 1,5 mm de diâmetro interno e 6,0 mm de comprimento, de maneira auto-rosqueável; dois desses foram instalados no segmento distal e os outros dois, no segmento proximal (Fig. 2). A distância entre a placa e a borda superior foi de aproximadamente 10 mm (Michelet et al., 1971).

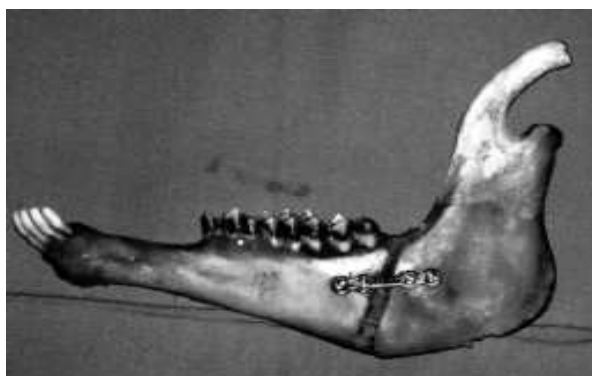


Figura 2 - Osteotomia sagital fixada por meio de placas e parafusos monocorticais.

Uma vez fixadas, as hemimandíbulas foram montadas em um bloco de resina acrílica quimicamente ativada,<sup>6</sup> sendo incluídos a borda posterior e o côndilo mandibular, porém sem permitir que a resina tivesse contato com o segmento distal, evitando a colagem do segmento. Essa montagem foi realizada colocando-se a resina na fase arenosa, em um molde de cera<sup>7</sup> e posicionando-se a hemimandíbula até a polimerização final. O molde permitiu a padronização das dimensões de todas as peças, facilitando sua fixação ao dispositivo da máquina de ensaio.

Para o ensaio mecânico, as mandíbulas foram fixadas por meio do bloco de resina em suporte de aço, que foi então fixado na base da máquina de ensaio mecânico. No cabeçote da máquina de ensaio, foi fixado um sensor de força, denominado “célula de carga”. A capacidade máxima da célula é 1 kN, sendo nela rosqueado um pino para aplicação de força no modelo. Para testar a amostra, uma força progressiva de compressão (2 mm/min) foi aplicada verticalmente na região do último molar até ocorrer falha na fixação ou fratura da hemimandíbula (Kohn et al., 1995).

Os dados foram transmitidos diretamente da célula de carga para um computador que gerou uma planilha de dados de força *versus* deslocamento. A falha na fixação foi verificada pelo deslocamento do cabeçote da máquina de ensaio mecânico, sendo considerada arbitrariamente uma falha quando ocorresse um deslocamento anterior maior que 5 mm do cabeçote da máquina de ensaio ou fratura da mandíbula.

Os dados sobre a força máxima necessária para trazer instabilidade e falha ao sistema foram coletados em N e a média, calculada com seu desvio-padrão para cada grupo.

## Resultados

A carga máxima necessária para provocar a falha do sistema de fixação para cada espécime dos grupos estudados está relacionada na Tabela 1.

Para os dados da Tabela 1, aplicou-se o teste t-student com 18 graus de liberdade, encontrando-se  $t_0 = 5,11$ ; rejeitou-se a hipótese de que os dois métodos sejam semelhantes, ou seja, pode-se dizer que o Grupo

I apresentou uma maior resistência mecânica do que o Grupo II.

Tabela 1 - Força máxima necessária para provocar a falha do sistema de fixação para cada espécime dos grupos estudados

Mandíbulas	Carga máxima (Newtons)	
	Grupo I	Grupo II
1	101,033	62,347
2	115,244	76,271
3	110,272	60,663
4	102,383	50,218
5	76,102	51,402
6	63,108	70,692
7	110,983	63,104
8	135,842	41,616
9	114,004	60,832
10	97,167	89,708
Média	103,4138	62,6853
Desvio-padrão	21,07657	13,79767

## Discussão

Os estudos biomecânicos *in vitro* fazem parte da análise de um implante, servindo para avaliar a resistência da fixação, bem como a disposição dos materiais de osteossíntese. Atualmente, no intuito de obter uma padronização desses ensaios, tem-se optado pela utilização de modelos em resina.

Entretanto, apesar da vantagem da padronização, esses modelos têm como desvantagem módulos de elasticidade diferentes do osso fresco, problema esse que não ocorre quando da utilização do osso fresco. As costelas bovinas frescas são utilizadas com maior frequência, em virtude de sua fácil obtenção, entretanto não apresentam anatomia muito semelhante à da mandíbula, o que praticamente contra-indica sua utilização nesse tipo específico de ensaio. A utilização de mandíbulas frescas congeladas de animais é a melhor indicação (Foley e Beckman, 1992; Moraes, 1995). A conservação das peças por meio do congelamento ou da conservação em solução salina em temperatura ambiente não promove alterações significantes na resistência biomecânica do osso por vários meses (Bouwman et al., 1994; Moraes, 1995).

Kohn et al. (1995) avaliaram as diferenças mecânicas do osso humano, do osso bovino e de um polímero, tendo concluído que houve diferenças significativas entre os materiais testados. As mandíbulas humanas mostraram-se mais resistentes que os demais materiais, contudo cada material apresentou um coeficiente de elasticidade diferente. Pelo fato de não existir um material de fácil obtenção que se assemelhe ao osso humano em propriedades biomecânicas e de a anatomia da mandíbula do carneiro ser adequada a esse tipo de ensaio biomecânico, optou-se pela sua utilização.

A utilização de parafusos posicionais é o pro-

cedimento mais difundido para fixação das osteotomias sagitais. A disposição em L invertido dos parafusos posicionais, dos quais dois são instalados no bordo superior e um, no bordo inferior abaixo do canal mandibular, é a forma que apresenta melhor resistência mecânica quando comparada com outras formas de fixação, bem como com outras disposições dos parafusos (Foley et al., 1989; Foley e Beckman, 1992; Kim et al., 1993; Bouwman et al., 1994; Shetty et al., 1996), o que também foi possível verificar nos resultados do presente estudo.

A utilização de placas e de parafusos monocorticais na fixação das osteotomias sagitais também se tornou bem difundida (Michelet et al., 1971; Rubens et al., 1988; Bouwman et al., 1994).

Bouwman et al. (1994) compararam a resistência da fixação por meio de parafusos bicorticais e por meio de placas e de parafusos monocorticais, tendo verificado que as forças médias para levar à falha do sistema foram de 199 N para o primeiro método e de 49 N para o último, o que confirma a superioridade mecânica da utilização de parafusos bicorticais. Essa conclusão é corroborada neste trabalho, no qual se obteve uma força de 103,04 N para levar à instabilidade a fixação por meio de parafusos contra 62,68 N para as placas monocorticais. Quanto às diferenças dos valores deste trabalho quando comparados com os de Bouwman et al. (1994), deveriam-se às diferenças do material de fixação, bem como à forma como foram testados.

Shetty et al. (1996) avaliaram mecanicamente as alterações quanto ao número e à disposição dos parafusos bicorticais e das placas e parafusos monocorticais, tendo concluído que o uso exclusivo de miniplacas não promove uma fixação adequada para uma função precoce após a realização de osteotomias mandibulares. Propuseram, então, a utilização de um parafuso posicional disposto de forma bicortical instalado na região retromolar, juntamente com

a fixação por meio de miniplacas de forma a promover uma melhora mecânica nesse tipo de fixação. Hammer et al. (1995) estudaram *in vitro* a melhora mecânica ao se instalar um parafuso posicional juntamente com a fixação por meio de miniplacas e de parafusos monocorticais e observaram que, apesar da melhora mecânica oferecida por esse parafuso, esta foi menor que quando da utilização de parafusos bicorticais.

Foley e Beckman (1992) avaliaram a resistência mecânica de três formas de fixação em osteotomia sagital e obtiveram como resultado que não existe diferença estatisticamente significativa entre as osteotomias fixadas por meio de parafusos posicionais dispostos de forma tripoidal e as fixadas por meio de miniplacas e de parafusos monocorticais. Tais dados, entretanto, não foram corroborados neste experimento, pois observou-se que houve necessidade de uma força muito maior para levar à falha a fixação realizada por meio de parafusos bicorticais.

Concorda-se, entretanto, com os achados de Foley e Beckman (1992) quanto ao tipo de falha. No Grupo I, fixado por meio de parafusos bicorticais, as falhas na fixação ocorreram porque o parafuso se soltou da cortical lingual ou em razão de fraturas ósseas; já, no Grupo II, as falhas deveram-se à deformação das placas.

Apesar de as falhas ocorrerem de forma semelhante, obteve-se como resultado que a força máxima necessária para levar à falha o sistema fixado por meio de placas e de parafusos monocorticais foi muito menor que a necessária para falha na fixação por meio dos parafusos bicorticais, o que parece ser um consenso na literatura (Bouwman et al., 1994; Shetty et al., 1996; Hammer et al., 1995).

## Conclusão

A fixação por meio de parafusos bicorticais promoveu uma maior força de fixação do que a fixação por meio de placas e parafusos monocorticais.

## Abstract

The main methods for fixation of bilateral sagittal osteotomy are the use of monocortical plates in a non-compressive form and the installation of bicortical positional screws, each of them presenting advantages and disadvantages. The two methods are described as rigid and, thus, eliminate the need for postoperative maxillomandibular fixation. Nevertheless, there are two aspects to be cleared: the first one is if both the fixation forms promote the same rigidity and the second, how much load each fixation form can tolerate. The result was that the force, necessary to make the system fail, is very higher in case of the fixation made with bicortical screws, i.e., this type of fixation shows a higher mechanical strength.

**Key words:** osteotomy, bone screws, bone plates, mandibular advancement.

## Referências bibliográficas

- ANACUL, B.; WAITE, P. D.; LEMONS, J. E. In vitro strength analysis of sagittal split osteotomy fixation: noncompression monocortical plates versus bicortical positional screws. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 50, n.10, p. 1295-1299, Dez. 1992.
- BELL, W. H. Rigid fixation of the Le Fort I and sagittal split ramus osteotomies. In: YAREMCHUK, M. J.; GRUSS, J. S.; MANSOON, P.N. *Rigid fixation of the craniomaxillofacial skeleton*. Boston: Butterworth-Heinemann, 1992. p. 423-450.
- BLOMQUIST, J. E. et al. comparison of skeletal stability after mandibular advancement and use of two rigid internal fixation techniques. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 55, n. 6, p. 568-574, Jun. 1997.
- BLOOMQUIST, D. S. Rigid fixation in mandibular osteotomies. In: WORTHINGTON, P.; EVANS, J. R. *Controversies in oral and maxillofacial surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1984. cap. 13. p. 159-164.
- BOUWMAN, J. P. B.; TUINZING, D. B.; KOSTENSE, P. J. A comparative in vitro study on fixation of sagittal split osteotomies with Würzburg screws, Champy miniplates, and Biofix (biodegradable) rods. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, Copenhagen, v. 23, n. 1, p. 46-48, Feb. 1994.



FOLEY, W. L.; BECKMAN, T. W. In vitro comparison of screw versus plate fixation in the sagittal split osteotomy. *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath Surg.*, Lombard, v. 7, n. 3, p. 147-151, Mar. 1992.

FOLEY, W. L. et al. Internal screw fixation: Comparison of placement pattern and rigidity. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 47, n. 7, p. 720-723, Jun. 1989.

HAMMER, B. et al. Stabilization of the short sagittal split osteotomy: in vitro testing of different plate and screw configurations. *J. Cranio maxillofac. Surg.*, Edinburgh, v. 23, n. 5, p. 321-324, Oct. 1995.

HOFFMAN, G. R. MALONEY, F. B. The stability of facial osteotomies. *Aust. Dent. J.*, St. Leonards New South Wales, v. 40, n. 4, p. 213-215, Aug. 1995.

ILG, J. P. *Resistência da fixação interna em duas técnicas de osteotomia para avanço mandibular: estudo biomecânico em mandíbula de carneiro*. (Doutorado em Cirurgia) -Universidade de Campinas, Piracicaba, 1998.

JETER, T. S.; VAN SICKELS, J. E.; DOLWICK, M. F. Rigid internal fixation of ramus osteotomies. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 42, n. 4, p. 270-272, Apr. 1984.

KIM, H. C. et al. Photoelastic analysis of internal fixation after sagittal split ramus osteotomy. *J. Cranio Maxillofac. Surg.*, Edinburgh, v. 21, n. 6, p. 266, Sep. 1993.

KOHN, D. H. et al. In vitro comparison of affecting the fixation strength of sagittal split osteotomies. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 53, n. 12, p. 1374-1383, Dec. 1995.

LINDORF, H. H. Sagittal ramus osteotomy with tandem screw fixation. *J. Maxillofac. Surg.*, Stuttgart, v. 14, n. 6, p. 311-316, Dec. 1986.

MAYO, K. H.; ELLIS, E. Stability of mandibular advancement using dental plus skeletal maxillomandibular fixation. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 45, n. 3, p. 243-250, Mar. 1987.

MacDONALD, W. R. et al. Champy bone plate fixation in sagittal split osteotomies for mandibular advancement. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, Copenhagen, v. 2, n. 2, p. 89-91, Apr. 1987.

MICHELET, F. X. et al. Contention sans blocage osteotomies sagittales des branches montantes de la mandibule par plaques vissees endo-bucal dans le traitement des dysmorphoses antero-posterieures. *Rev Stomatol.*, French, v. 72, n. 4, p. 531-534, 1971.

MICHELET, F. X.; DEYMES, J.; DESSUS, B. Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillofacial surgery. *J. Maxillofac. Surg.*, Stuttgart, v. 1, n. 2, p. 79-84, Jun. 1973.

MORAES, A. C. *Comparação entre duas técnicas de fixação rígida por meio de ensaio mecânico de compressão*. Dissertação (Mestrado em Cirurgia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

PROFFIT, W. R. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath Surg.*, Lombard, v. 11, n. 3, p. 191-204, Apr. 1996.

RUBENS, B. C. et al. Skeletal stability following sagittal split osteotomy using monocortical miniplate internal fixation. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 17, n. 6, p. 371-376, Dec. 1988.

SCHEERLINCK, J. P. et al. Sagittal split Advancement osteotomies stabilized with miniplates. A 25-year follow-up. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 23, n. 3,

p. 127-131, Jun. 1994.

SHETTY, V. et al. Experimental analysis of functional stability of sagittal split ramus osteotomies secured by miniplates and position screws. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 54, n. 11, p. 1317-1324, Nov. 1996.

SPIESSL, B. Rigid internal fixation after sagittal split osteotomy of the ascending Ramus. In: SPIESSL, B. *New concepts in maxillofacial bone surgery*. New York: Springer-Verlag, 1976. p. 115-122.

TUCKER, M. R. Surgical correction of mandibular excess-technical considerations For mandibular setbacks. *Atlas Oral Maxillofac. Surg. Clin. North Am.*, Philadelphia, v. 1, n. 1, p. 29-39, Mar. 1993.

TUCKER, M. R.; TERRY, B. C.; WHITE, R. P. *Rigid fixation for maxillofacial surgery*. Philadelphia: J.B. Lippincott, 1991.

TUSLANE, J. F.; SCHENDEL, S. A. Transoral placement of rigid fixation following sagittal ramus split osteotomy. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v. 47, n. 6, p. 651-653, Jun. 1989.

## Notas

<sup>5</sup> Engimplan – Engenharia de implantes indústria e comércio Ltda. Av. 68, 227 – Rio Claro – Brasil.

<sup>6</sup> Clássico, São Paulo, SP – Brasil.

<sup>7</sup> Polidental Indústria e Comércio. Ltda – São Paulo, SP – Brasil.

## Endereço para correspondência

Valfrido Antonio Pereira Filho  
Rua Humaitá, 1680, Centro  
CEP: 14800-000  
Araraquara - SP  
Tel.: (16) 201-6359.  
e-mail: dinho@foar.unesp.br

