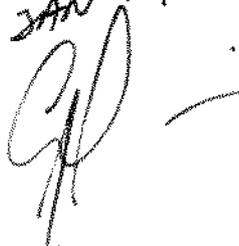


JAN PETER ILG

- Cirurgião Dentista -

**RESISTÊNCIA DA FIXAÇÃO INTERNA EM DUAS
TÉCNICAS DE OSTEOTOMIA PARA AVANÇO
MANDIBULAR: ESTUDO BIOMECÂNICO EM
MANDÍBULA DE CARNEIRO.**

*Este exemplar foi
deviamente corrigido de
acordo com a resolução
CC 25 036/83
18 JAN 99*



Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba -
Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção de título de
Doutor em Clínica Odontológica - Área Cirurgia Buco-Maxilo-
Facial



JAN PETER ILG

- Cirurgião Dentista -

**RESISTÊNCIA DA FIXAÇÃO INTERNA EM DUAS
TÉCNICAS DE OSTEOTOMIA PARA AVANÇO
MANDIBULAR: ESTUDO BIOMECÂNICO EM
MANDÍBULA DE CARNEIRO.**

Orientador: Prof. Dr. Luis Augusto Passeri

Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba -
Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção de título de
Doutor em Clínica Odontológica - Área Cirurgia Buco-Maxilo-
Facial

Piracicaba - SP

1998

Ficha Catalográfica

IL4r

Ilg, Jan Peter.

Resistência da fixação interna em duas técnicas de osteotomia para avanço mandibular : estudo biomecânico em mandíbula de carneiro. / Jan Peter Ilg. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1998.

124f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Luis Augusto Passeri.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Mandíbula. 2. Osteotomia. 3. Cirurgia. 4. Fixadores Internos
5. Titânio. I. Passeri, Luis Augusto. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 18 de Dezembro de 1998, considerou o candidato JAN PETER ILG aprovado.

1. Prof. Dr. LUIS AUGUSTO PASSERI

2. Prof. Dr. EDUVALDO SILVINO DE BRITO MARQUES

3. Prof. Dr. RENATO MAZZONETTO

4. Prof. Dr. GUILHERME ELIAS PESSANHA HENRIQUES

5. Prof. Dr. JOSE RICARDO DE ALBERGARIA BARBOSA

DEDICATÓRIA

Para meus

incentivadores:

Elaine e nossa

filha, Helena.

Para Heinz e Eva, e

meus irmãos Oliver e

Gregor

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor LUIS AUGUSTO PASSERI, pela orientação, ajuda, e sobretudo amizade nestes anos todos de convivência. Conhecendo a agenda e as muitas atividades do meu orientador, agradeço em especial à paciência que teve na revisão deste trabalho e durante as diversas fases do mestrado e do doutorado.

Ao meu primeiro mestre, YGAR RIBEIRO GANDRA, que nos incentivou a seguir a especialidade.

Aos Professores da Área de Cirurgia Buco-Maxilo-Facial da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp, JOSÉ RICARDO DE ALBERGARIA BARBOSA, RENATO MAZZONETTO E MÁRCIO DE MORAES, pela colaboração.

Ao amigo e colega de turma RALF GOBBO LIZA, pela amizade e ajuda neste período de formação.

Ao colega ANTÔNIO LUÍS RODRIGUES, pela ajuda na análise estatística dos dados.

Ao Sr. JOSÉ LUÍS LISBOA, da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, pela colaboração na parte experimental junto à máquina de ensaio universal.

Ao Eng.º JOSÉ TADEU LEME, da Engimplan pelo fornecimento do material de síntese utilizado no experimento.

Às Sras. SUELI DUARTE DE OLIVEIRA SOLIANI, LUZIA DE FÁTIMA DA SILVA e MARILENE GIRELLO, funcionárias da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp, pelo auxílio na elaboração deste trabalho.

Aos Drs. MAURO FORTES DE MORAES, RUI BUENO DE OLIVEIRA e ARALDO AYRES MONTEIRO JR., pelo incentivo constante, e finalmente, a todos meus amigos que me incentivaram e colaboraram de alguma forma na elaboração desta tese.

SUMÁRIO

<i>LISTAS</i>	2
<i>RESUMO</i>	6
<i>1. INTRODUÇÃO</i>	9
<i>2. REVISÃO DA LITERATURA</i>	16
2.1. Osteotomia Sagital do Ramo Mandibular	17
2.2 Osteotomia em "C"-Sagital do Ramo Mandibular	37
2.3 Aspectos Biomecânicos	46
<i>3. PROPOSIÇÃO</i>	56
<i>4. MATERIAIS E MÉTODOS</i>	58
<i>5. RESULTADOS</i>	77
<i>6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</i>	86
<i>7. CONCLUSÃO</i>	102
<i>SUMMARY</i>	104
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	107

LISTAS

LISTAS

1. Lista de palavras, abreviaturas e significados em latim

apud = em

et al. = e outros (abreviatura de et alii)

in vitro = em laboratório

id. = o mesmo autor (abreviatura de "idem")

Me = menton

op.cit.= (abreviatura de "opus citatum")

2. Lista de palavras, abreviaturas e significados em alemão

AO = grupo de estudos para questões de osteossíntese

3. Lista de palavras, abreviaturas e significados em inglês

SLOT = técnica de osteossíntese com fenda

Slot = fenda

ostheosynthesis = osteossíntese

overjet = sobressaliência horizontal

technique = técnica

4. Lista de palavras e abreviaturas em português

cm = centímetros

Co = condílio

Fig. = figura

Go = gônio

kgf = quilograma-força

mm = milímetros

mm/s = milímetros por segundo

N = newtons

n° = número

OCS = osteotomia combinada em "C" - Sagital

OS = osteotomia sagital do ramo mandibular

p = página
Po = pogônio
r = coeficiente de correlação
rpm = rotações por minuto
vs = verso
% = por cento

5. Lista de esquemas

Esquema 1. Osteotomia em “L” (modificado de HAYES ⁴⁰).	p. 41
Esquema 2. Osteotomia “C”-Sagital (modificado de HAYES ⁴⁰).	p. 44
Esquema 3. Osteotomia “C”-Sagital, completa com avanço mandibular (modificado de HAYES ⁴⁰).	p. 45
Esquema 4. Medidas mensuradas das mandíbulas.	p. 60
Esquema 5. Desenho do suporte das mandíbulas.	p. 72

6. Lista de tabelas

Tabela 1. Dimensões das mandíbulas em mm.	p. 78
Tabela 2. Tabulação das médias e respectivos desvio padrão.	p. 82
Tabela 3. Resultados da ANOVA, para os valores de compressão.	p. 85

7. Lista de gráficos

Gráfico 1. Valor médio de força vs deslocamento.	p. 83
Gráfico 2. Valores de força vs. deslocamento OS.	p. 84
Gráfico 3. Valores de força vs. deslocamento OCS.	p. 84

1.8. Lista de figuras

Fig. 1. Desenho da Osteotomia Sagital, vista lateral.	p. 61
Fig. 2. Desenho da Osteotomia Sagital, vista medial.	p. 61
Fig. 3. Desenho da Osteotomia "C" - Sagital, vista lateral.	p. 62
Fig. 4. Desenho da Osteotomia "C" - Sagital, vista medial.	p. 62
Fig. 5. Osteotomia Sagital, segmentos separados, vista lateral.	p. 64
Fig. 6. Osteotomia Sagital, segmentos separados, vista medial.	p. 64
Fig. 7. Osteotomia Sagital, avanço de 5 mm, vista lateral.	p. 66
Fig. 8. Osteotomia Sagital, avanço de 5 mm, vista medial.	p. 66
Fig. 9. Osteotomia "C"-Sagital, segmentos separados , vista lateral.	p. 69
Fig. 10. Osteotomia "C"-Sagital, segmentos separados, vista medial.	p. 69
Fig. 11. Osteotomia "C" - Sagital, avanço de 5 mm, vista lateral.	p. 71
Fig. 12. Osteotomia "C" - Sagital, avanço de 5 mm, vista medial.	p. 71
Fig. 13. Mandíbula montada no suporte, carga sendo aplicada.	p. 72
Fig. 14. Máquina de ensaio universal, com mandíbula montada.	p. 74
Fig. 15. Fratura do segmento proximal, Osteotomia Sagital.	p. 80
Fig. 16. Fratura da borda inferior, Osteotomia "C"- Sagital.	p. 80
Fig. 17. Fratura na borda superior, Osteotomia "C"- Sagital.	p. 81
Fig. 18. Falha na fixação sem fratura, Osteotomia Sagital.	p. 81

RESUMO

2. RESUMO

A fixação interna rígida em osteotomias mandibulares é rotina em cirurgia ortognática. Entre as osteotomias, a sagital do ramo é a mais popular, pois além de permitir tanto o recuo como o avanço mandibular, permite a aplicação da fixação interna rígida. Contudo, em certos casos, tal como avanços muito grandes ou reoperações, o cirurgião buco-maxilo-facial depara com uma situação em que a osteotomia sagital não é satisfatória. Neste caso, a osteotomia em "C"-Sagital é de valia.

Para comparar a resistência da fixação, *in vitro*, dessas duas osteotomias, 13 mandíbulas de carneiro foram divididas ao meio, obtendo-se assim 2 grupos de 13 hemimandíbulas. No primeiro grupo, foi realizada a osteotomia sagital do ramo, e no segundo a osteotomia em "C"-Sagital. As osteotomias sagitais foram fixadas por 3 parafusos posicionais, de 2 mm de diâmetro, sendo 2 na borda superior e 1 na borda inferior. A osteotomia em "C"-Sagital foi fixada por 3 parafusos posicionais, na borda inferior e 1 placa com 2 parafusos, aplicada na borda anterior do ramo mandibular, para agir como banda de tensão. Os dois grupos foram submetidos a teste em máquina

de ensaio universal, aplicando-se força dinâmica de compressão axial no último molar. A falha no sistema foi definida como deslocamento maior que 5 mm do cabeçote da máquina de ensaio ou fratura da mandíbula. Através da análise de variância (ANOVA), não foi verificada diferença estatisticamente significativa na força necessária para promover o deslocamento dos segmentos osteotomizados, entre os dois grupos ensaiados. Nas duas técnicas testadas, houve diferença significativa no nível da força necessária para deslocar as osteotomias, sendo que essa força foi progressivamente maior. Isto determinou que quanto maior o deslocamento, maior foi a força aplicada, sendo significativamente mais elevada nos intervalos medidos. Analisando os resultados, concluiu-se que a fixação interna rígida pode ser aplicada na osteotomia em “C”-Sagital, tal como é aplicada rotineiramente na osteotomia sagital do ramo mandibular.

Título: “ Resistência da fixação interna em duas técnicas de osteotomia para avanço mandibular: Estudo biomecânico em mandíbula de carneiro”.

Palavras chave: Mandíbula, Osteotomia, Cirurgia, Fixadores Internos, Titânio

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a cirurgia ortognática é uma das áreas da cirurgia buco-maxilo-facial que mais interesse desperta, devido aos avanços conseguidos nos últimos 20 anos, principalmente na área de fixação interna rígida dos segmentos osteotomizados. Esses progressos podem ter aumentado a procura para correção de deformidades dentofaciais. Este aumento na procura por tratamento e também o maior número de pacientes adultos que buscam correção ortodôntica, podem, por outro lado, ter propiciado um aprimoramento nas técnicas da cirurgia ortognática. Assim, os profissionais da área, cirurgiões, ortodontistas e fonoaudiólogos, têm optado cada vez mais por tratar pacientes portadores de deformidades esqueléticas através do tratamento combinado ortodôntico-cirúrgico, ao invés de tentar camuflar o problema por compensação dentária. Também, a maior divulgação nos meios especializados, das técnicas e vantagens do tratamento ortodôntico-cirúrgico, deve ter contribuído para esse aumento de demanda.

A fixação interna rígida evoluiu muito, pois permite a reparação de osteotomias maxilomandibulares, bem como de fraturas, sem requerer bloqueio maxilomandibular no período pós-operatório. A ausência do bloqueio maxilomandibular é, sem dúvida, a maior vantagem da fixação

interna rígida, pois possibilita maior conforto pós-operatório ao paciente, facilitando sua higiene bucal e permitindo seu retorno às atividades normais mais precocemente. Isso porque, através da fixação por placas e parafusos, conseguimos uma estabilidade nos segmentos osteotomizados ou fraturados, que permite a mobilização precoce da mandíbula, evitando todas as desvantagens da imobilização de uma unidade músculo-esquelética (ELLIS & CARLSON²⁵, 1989). Outra vantagem da fixação interna rígida é a maior estabilidade esquelética (JETER et al.⁴⁶ 1984; RUBENS et al.⁷² , 1988; KNAUP et al.⁵⁰,1993; SCHEERLINCK et al.⁷⁵, 1994 HOFFMAN & MOLONEY⁴³, 1995; PROFFIT et al.⁶⁹, 1996;). Diversos estudos clínicos (RUBENS et al.⁷², 1988; KIERL et al.⁴⁷,1990; FORSELL et al.³⁴, 1992) mostraram que as osteotomias mandibulares são mais estáveis quando fixadas rigidamente, se comparadas com fixação por fio de aço. Outros autores (DOUMA et al.²⁴,1991; PUTNAM et al.⁷⁰,1993; PROFFIT et al.⁶⁹, 1996) não verificaram diferenças, estatisticamente significantes, a longo prazo na estabilidade pós-operatória em avanços mandibulares fixados por fios de aço e fixação interna rígida.

Desde a introdução da osteotomia sagital do ramo mandibular por TRAUNER & OBWEGESER⁹², em 1955, e sua modificação por DAL

PONT^{22,23} (1959,1961), essa osteotomia é possivelmente o procedimento ortognático mandibular mais utilizado. Isso é devido à sua versatilidade, pois serve tanto para avanços como para recuos, e a grande área de contato ósseo permite boa reparação (EPKER & FISH²⁹, 1986). Outra vantagem é a possibilidade de uso da fixação interna rígida (JETER et al.⁴⁶,1984; LINDORF⁵⁵, 1986). Contudo, existem limites para quanto uma mandíbula pode ser avançada por esta técnica, principalmente, quando o cirurgião usa o corte lingual curto, modificação introduzida por HUNSUCK⁴⁵, em 1968. Uma das opções é a osteotomia em “C” para avanços mandibulares, sendo o procedimento de eleição para alguns cirurgiões (HULL & SMITH⁴⁴, 1976; BROADBENT & WOOLF¹³, 1977)

Em grandes avanços, nos quais a sobreposição óssea não permite contato adequado entre os segmentos da osteotomia sagital, o cirurgião buco-maxilo-facial pode optar por uma osteotomia combinada em “C”- Sagital do ramo, com interposição de enxertos ósseos. Essa osteotomia, descrita por HAYES⁴⁰, em 1973, tem a vantagem de poder ser utilizada em grandes avanços (maiores que 15 mm), empregada nos casos em que o cirurgião antecipa dificuldades, como por exemplo em uma operação repetida ou uma assimetria extrema. Contudo, a osteotomia em “C”- Sagital requer um acesso

extra-oral para poder ser realizada, trazendo com isso as potenciais desvantagens de lesão do nervo facial e uma cicatriz externa. A fixação dos segmentos ósseos pode ser realizada com fios de aço ou por fixação interna rígida através de parafusos interfragmentários (TERRY & WHITE⁹⁰, 1991). Quando inicialmente descrita por HAYES⁴⁰ (1973), o uso da fixação interna rígida não era comum, e o autor não fez nenhuma alusão à sua utilização. Como não encontramos na literatura nenhum estudo biomecânico com a técnica, sua resistência à força de mastigação, quando fixada por parafusos, continua desconhecida.

Diversos estudos mostram que a osteotomia sagital do ramo mandibular pode ser fixada por meio de placas e/ou parafusos interfragmentários, com bons resultados *in vitro* (HAMMER et al.³⁹, 1995, SHETTY et al.^{79,80}, 1996 a e b) e também em pacientes (VAN SICKELS & FLANARY⁹⁹, 1985, RUBENS et al.⁷², 1988). A estabilização, por fixação interna rígida, da osteotomia sagital pode ser feita apenas por parafusos, sendo esses compressivos (SPIESSL⁸⁶, 1976) ou posicionais (LINDORF⁵⁵, 1984; JETER et al.⁴⁶, 1984; NIEDERDELLMANN et al.⁶⁵, 1984), placas monocorticais (LUHR et al.⁵⁸, 1986; RUBENS et al.⁷², 1988) ou uma associação de ambas as técnicas (SCHWARTZ & RELLE⁷⁶, 1996).

Aparentemente, todas essas técnicas de fixação interna rígida apresentam o mesmo tipo de estabilidade a nível clínico, se observados a longo prazo (RUBENS et al.⁷², 1988; WATZKE et al.¹⁰², 1991; ABELOOS et al.¹, 1993; BLOMQVIST & ISSAKSSON⁹, 1994).

As osteotomias em “L” invertido, em “C” e “C”- Sagital, por serem menos utilizadas, tem na literatura um número bem mais limitado de relatos, com relação à estabilidade clínica. A osteotomia em “L” invertido tem boa estabilidade para avanços, com números comparáveis à osteotomia sagital do ramo mandibular (FARREL & KENT³⁰, 1977; REITZIK⁷¹, 1980; BARER et al.⁵, 1987). O único relato encontrado na literatura sobre a estabilidade clínica da osteotomia em “C” foi publicado por FARREL & KENT³⁰ (1977), onde verificaram boa estabilidade pós-operatória em 10 pacientes tratados por esta técnica. Outros artigos publicados (WEINSTEIN¹⁰³, 1971; HULL & SMITH⁴⁴, 1976; BEAR & PRIEST⁶, 1980) não apresentam uma casuística significativa, sendo normalmente relatos de casos isolados. Não encontramos na literatura qualquer relato sobre a estabilidade da osteotomia “C”-sagital descrita por HAYES⁴⁰ (1973).

Portanto, achamos oportuno um estudo que avalie a resistência da fixação interna rígida nas duas técnicas, comparando-as através de uma avaliação biomecânica, *in vitro*, em mandíbula de carneiro.

REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Osteotomia Sagital do Ramo Mandibular

A osteotomia sagital da mandíbula foi descrita pela primeira vez na literatura por **TRAUNER & OBWEGESER**⁹², em 1955, em que o primeiro autor descreve sua experiência com a osteotomia em “L” invertido e o segundo autor preconizou o uso de uma osteotomia no ramo mandibular, por acesso intra-bucal. Esta última técnica ganhou maior popularidade após sua publicação na literatura americana, em 1957, pelos mesmos autores. Segundo **WOLFE & BERKOWITZ**¹⁰⁵ (1989), Obwegeser quando questionado sobre como e quando iniciou o uso da osteotomia sagital, respondeu: “Foi em 1952, após minha volta do meu treino com Sir Harold Gillies, quando fiz um estudo dos casos de prognatismo operados pela técnica de Kostečka (técnica transcutânea feita com uma serra de Gigli). Tínhamos então uma alta incidência de maus resultados oclusais e estéticos, e também uma taxa elevada de complicações. Trauner era de opinião que isto era devido ao alinhamento impróprio dos fragmentos pela técnica de Kostečka. Ele então sugeriu que ambos pensássemos num procedimento que garantisse uma união óssea melhor. Nessa época eu já tinha uma boa experiência em tratar de

fraturas mandibulares, e sabia que não ocorria infecção no traço de fraturas mandibulares, mesmo na região dentada, se a fratura fosse reduzida e imobilizada nas primeiras 24 horas. Por acaso, tratei de dois casos que tinham fraturas no ramo mandibular semelhantes a uma osteotomia sagital. Então iniciei uma investigação da anatomia do ramo mandibular e verifiquei que era possível realizar essa osteotomia, pois havia osso esponjoso entre as corticais dos ramos de mandíbulas que preparei no Instituto de Anatomia. A primeira cirurgia foi feita sob anestesia local e medicação pré-anestésica, em posição semi-sentada. Quinze cirurgias foram realizadas com anestesia local, e a primeira que fiz com anestesia geral foi em Zurique, em 1955. E essa é a história do procedimento”. Obwegeser popularizou a técnica e merece o crédito de ter batizado esse procedimento com o nome utilizado atualmente - Osteotomia sagital do ramo mandibular.

Basicamente, a técnica original de Obwegeser consiste em uma osteotomia através da cortical lateral do ramo mandibular, indo da região distal ao segundo molar até a borda posterior da mandíbula e uma corticotomia horizontal mais alta, através da face medial do ramo, acima da língua. Uma osteotomia sagital une estes dois cortes, de modo a separar a

mandíbula em um segmento proximal, que inclui o côndilo mandibular, e o segmento distal, que inclui os dentes.

Várias modificações foram sugeridas no decorrer dos anos, até os dias de hoje, na tentativa de tornar o procedimento mais fácil e reduzir suas complicações.

DAL PONT^{22,23} (1959, 1961) modificou a técnica inicialmente descrita por TRAUNER & OBWEGESER⁹³ (1957), trazendo a osteotomia lateral para a região do corpo mandibular, visando aumentar a área de contato entre os segmentos. HUNSUCK⁴⁵ (1968) estendeu o corte lateral através de ambas as corticais, na região abaixo do canal alveolar inferior, na tentativa de minimizar o risco de dano ao feixe vâsculo-nervoso. Ele também foi o primeiro a sugerir que a osteotomia medial não necessitava ir até a borda posterior da mandíbula, como proposto por TRAUNER & OBWEGESER⁹² (1955). Consequentemente, HUNSUCK⁴⁵ (1968) recomendou que a osteotomia medial fosse levada somente até a depressão retro-lingular, logo após o forame mandibular. Essa osteotomia lingual mais curta permite uma separação dos segmentos ósseos mais previsível e com menor risco de dano ao nervo alveolar inferior. GALLO et al.³⁷ (1976) descreveram a realização de um degrau na porção lateral da osteotomia, buscando evitar a rotação do

fragmento proximal. EPKER²⁸ (1977) realizou modificações no sentido de reduzir o descolamento de periósteo e a dissecação cega da alça ptérido-massetérica, sugerindo que a osteossíntese a fio de aço fosse realizada na borda superior dos fragmentos, com a perfuração do fragmento proximal abaixo da perfuração do fragmento distal, auxiliando o reposicionamento do côndilo em direção à fossa articular. NIEDERDELLMANN & SHETTY⁶⁶ (1989) propuseram o uso da serra recíproca para realizar as corticotomias mandibulares, e o uso de um osteótomo com a angulação de 5 graus, para separar os segmentos. WOLFORD & DAVIS¹⁰⁷ (1990) recomendaram o uso de uma lâmina de serra recíproca para fazer a osteotomia da borda inferior da mandíbula, visando uma separação mais precisa e previsível dos segmentos ósseos. Outra vantagem é a separação no meio da borda inferior da mandíbula, ao invés da região lingual, o que vai permitir uma superfície óssea mais ampla para colocação do parafuso, da fixação interna rígida, no local.

FREIHOFER³⁵ (1991) sugere a realização de uma osteotomia sagital no corpo mandibular, para alongamento e rotação do segmento anterior da mandíbula.

SMITH et al.⁸³ (1991) realizaram estudo anatômico, em mandíbulas humanas, e recomendaram que a osteotomia horizontal, por medial, fosse

realizada ao nível do topo da línula ou ligeiramente acima dela, pois mais superiormente existe um aumento da fusão das corticais ósseas, podendo levar à dificuldade de separação dos segmentos e aumento da incidência de danos ao nervo alveolar inferior.

WYATT¹⁰⁸ (1997) recomendou estender a osteotomia vertical até a região entre o segundo pré-molar e o primeiro molar inferior, pois o nervo alveolar inferior se localiza mais medialmente nesta região, evitando assim danos durante a separação dos segmentos ósseos. Além destas, outras modificações foram sugeridas (BELL & SCHENDEL⁷, 1977; BOOTH¹⁰, 1981; WOLFORD et al.¹⁰⁶, 1987; FUN-CHEE³⁶, 1992), e o procedimento hoje é realizado com pequenas alterações individuais de cada cirurgião.

A fixação dos segmentos evoluiu com o desenvolvimento de novos materiais e técnicas. Alguns autores, como MARTIS⁵⁹ (1984), recomendaram não utilizar qualquer tipo de fixação, deixando a cargo da alça muscular ptérido-massetérica a aproximação dos segmentos proximais e distais. Outros autores (EPKER²⁸, 1977; BOOTH¹⁰, 1981; EPKER & FISH²⁹, 1986) recomendaram a utilização do fio de aço para evitar a rotação do segmento proximal e para manter o côndilo mandibular bem relacionado na cavidade glenóide.

Com relação à fixação interna rígida, a técnica que utiliza parafusos compressivos foi descrita por SPIESSL⁸⁶ (1976). Consiste na realização de uma perfuração com o mesmo diâmetro externo do parafuso no segmento proximal, e com diâmetro da alma do parafuso no segmento distal. Este procedimento determina que as roscas do parafuso engajem somente na cortical mais interna. Assim, ao apertar o parafuso, a cabeça do mesmo encosta na cortical externa aproximando as duas corticais ósseas, resultando em compressão entre os segmentos.

Acreditava-se que a compressão era necessária para permitir um contato íntimo entre os segmentos ósseos, permitindo reparo inicial sem calo ósseo, com consolidação mais rápida dos fragmentos. A maior e mais nítida desvantagem era o grande risco de deficiência sensitiva do nervo alveolar inferior, por lesão permanente causada pela compressão dos fragmentos. Além disso, um torque considerável do segmento condilar era necessário para estabelecer um íntimo contato ósseo. Desta forma, havia um potencial aumento no risco de um posicionamento alterado do côndilo mandibular com relação à fossa glenóide e ao disco articular, podendo causar disfunção da articulação temporomandibular.

SOURYS⁸⁴ (1978) utilizou a técnica compressiva para fixação da osteotomia sagital, tanto para avanço como para recuo da mandíbula, e não encontrou recidiva ou problema de articulação temporomandibular. Apenas foi relatada alteração de sensibilidade em 4 pacientes de 25 tratados.

A alternativa mais utilizada à técnica compressiva é a colocação de parafusos posicionais para fixar os segmentos, conceito introduzido por NIEDERDELLMANN et al.⁶⁵ (1984) e LINDORF⁵⁵ (1986). Uma perfuração do mesmo diâmetro da alma do parafuso é realizada no segmento distal e no proximal, e o parafuso posicional é então colocado. Qualquer espaço que exista entre os fragmentos é mantido após a colocação do parafuso. Teoricamente, esta técnica previne a compressão do nervo alveolar inferior e impede que o segmento proximal seja empurrado contra o segmento distal, à medida em que o parafuso é inserido. No entanto, esta técnica não permite a reparação óssea primária, devido ao espaço presente entre os segmentos. A ausência de máxima interface óssea pode também diminuir a estabilidade, devido à falta do encaixe friccional. Entretanto, há menos torque condilar, e este fica em uma posição axial mais apropriada do que quando o parafuso de compressão é aplicado. A técnica de parafusos posicionais é a mais empregada hoje em dia, para a fixação rígida em

osteotomia sagital do ramo mandibular (SWIFT⁸⁸, 1993; TUCKER⁹⁴, 1993; BOUWMAN et al.¹¹, 1995).

JETER et al.⁴⁶ (1984) recomendaram o uso de parafusos de 2 mm de diâmetro, colocados perpendicularmente à tábua óssea vestibular. A perfuração foi feita percutaneamente com um fio de Kirschner através de uma agulha grossa (nº 14), para proteger os tecido moles da bochecha. O parafuso foi colocado transbucalmente e apertado com a chave de fenda inserida pela luz da agulha. Na série de 20 pacientes, os autores relataram bons resultados com essa fixação, sem aumento da incidência de alterações de sensibilidade do lábio inferior e sem necessidade de remoção dos parafusos.

Os parafusos para fixação da osteotomia sagital do ramo também podem ser colocados por via transbucal, o que pode evitar a pequena cicatriz do acesso percutâneo. As vantagens da técnica, tais como diminuição do tempo operatório e menor risco de dano ao nervo facial, foram discutidas por TURVEY & HALL⁹⁶ (1986).

SUURONEN et al.⁸⁷ (1994) reportaram nove pacientes que foram submetidos à osteotomia sagital da mandíbula, sendo as osteotomias fixadas por 2 parafusos reabsorvíveis de poli-L-lactato. Não foi utilizado

bloqueio maxilomandibular no período pós-operatório, e os resultados preliminares mostram que a reparação foi normal, sem complicações no período de até 23 meses.

No caso das osteotomias sagitais, o cirurgião pode optar pela fixação dos segmentos com placas e parafuso. LUHR et al.⁵⁸ (1986) descreveram o uso da fixação intrabucal da osteotomia sagital do ramo mandibular através de placas e parafusos monocorticais aplicados na borda superior da mandíbula. A vantagem da técnica seria a flexibilidade que permitiria uma boa posição condilar, além da possibilidade de testar a oclusão no trans-operatório. O tamanho, espessura e formato da placa variam de acordo com a marca comercial, podendo ser associado a parafusos interfragmentários para aumentar a resistência biomecânica (SCHWARTZ & RELLE⁷⁶, 1996).

Com base em estudo anatômico da espessura da cortical óssea mandibular, OBEID & LINDQVIST⁶⁷ (1991) recomendaram como área ideal para aplicação de parafusos interfragmentários a região distal ao segundo molar inferior, por essa área apresentar uma cortical mais espessa que as demais regiões. Os autores também recomendaram não realizar o escareamento das corticais, pelo risco de transformar parafusos posicionais em parafusos compressivos. Isto ocorreu em mais da metade das mandíbulas

estudadas quando utilizaram parafusos de 2,7 mm de diâmetro e em torno de 27 % das mandíbulas fixadas por parafusos de 2,0 mm de diâmetro. Sem o escareamento, não se observou a falta de engajamento das roscas dos parafusos na cortical externa, resultando em parafusos posicionais firmes na totalidade das mandíbulas estudadas. Estes resultados estão de acordo com CARTER et al.¹⁷ (1991), que verificaram que a região da mandíbula que apresenta a maior espessura de corticais ósseas, e portanto a melhor região para inserção de parafusos, é justamente a extensão mais anterior e superior da osteotomia.

Para otimizar a posição condilar, e evitar refixação dos segmentos, MOMMAERTS⁶² (1991) introduziu uma nova técnica, denominada SLOT (Slot Osteosynthesis Technique), idealizada para melhor controlar a oclusão no trans-operatório. A técnica consiste em um parafuso colocado em cada lado da mandíbula, e cuja perfuração na cortical externa é ovalada. Os parafusos são apertados com o paciente bloqueado com a goteira final. O bloqueio intermaxilar é removido e a oclusão verificada. Se houver alguma discrepância, os parafusos são afrouxados e reapertados depois do segmento condilar ter sido reposicionado. Uma vez que a oclusão estiver satisfatória,

outros dois parafusos posicionais são colocados de cada lado, para completar a fixação.

Outra técnica de fixação interna rígida da osteotomia sagital da mandíbula é o uso percutâneo de fios de Kirschner de 0,045 polegadas, que atravessam ambas as corticais ósseas, permitindo a estabilidade funcional da mandíbula sem compressão interfragmentária, como descrito por GINGRASS & MESSER³⁸ (1986). BHATIA et al.⁸ (1992) relataram boa estabilidade com essa técnica, sendo que os fios de Kirschner foram removidos duas semanas após a cirurgia, sob anestesia local. A oclusão foi mantida por elásticos intermaxilares pesados, que permitiram a movimentação mandibular, mas mantiveram uma intercuspidação adequada.

A estabilidade da fixação interna rígida das osteotomias sagitais já foi estabelecida, tanto em estudos com modelos de mandíbulas em plástico (HAMMER et al.³⁹, 1995; SHETTY et al.^{79,80}, 1996 a e b), bem como em mandíbulas secas e em osso fresco, incluindo modelos de costelas ou mandíbulas de carneiro (FOLEY et al.³², 1989; FOLEY & BECKMAN³¹, 1992; MORAES⁶⁴, 1995).

Muitos estudos clínicos também demonstram a superior estabilidade da osteotomia sagital, quando fixada rigidamente (MICHELET et al.⁶¹, 1973;

JETER et al.⁴⁶, 1984; MAYO & ELLIS⁶⁰, 1987; SCHEERLINCK et al.⁷⁵, 1994; HOFFMAN & MOLONEY⁴³, 1995; PROFFIT et al.⁶⁹, 1996).

RUBENS et al.⁷² (1988) relataram o uso de placas e parafusos monocorticais para fixar osteotomias sagitais da mandíbula para avanço em vinte pacientes, com bloqueio maxilomandibular de cinco dias, em média. O avanço médio do ponto B foi de 6,07 mm, com recidiva de 10,7% no período de controle, que variou de 6 a 14 meses. Os autores concluíram que a técnica oferece vantagens, tais como melhor posição condilar e acesso intrabucal exclusivo, com relação à fixação por parafusos posicionais ou fios de aço, com resultados que permitem a defesa da técnica.

PERROTT et al.⁶⁸ (1994) avaliaram retrospectivamente a estabilidade de avanços mandibulares após osteotomias sagitais e fixação interna rígida por parafusos posicionais lineares na borda superior da mandíbula. Trinta e três pacientes foram avaliados no pré, pós-operatório e a longo prazo (média 13 meses). Os pacientes foram divididos em grupo 1 (10 pacientes), com fixação não rígida e bloqueio maxilomandibular de 6 semanas; grupo 2 (12 pacientes) com fixação interna rígida e função imediata e grupo 3 com fixação interna rígida e 2 semanas de bloqueio maxilomandibular. O grupo 3 teve o menor grau de recidiva vertical e sagital, com diferenças significativas entre

grupo 1 e 3 no plano sagital. Grupo 2 mostrou uma recidiva maior que o grupo 3, porém não estatisticamente significativa. Os resultados indicaram que a associação de fixação interna rígida e bloqueio maxilo-mandibular por um período limitado é mais estável que fixação interna rígida sozinha ou fixação não rígida e bloqueio maxilomandibular, em osteotomias sagitais da mandíbula.

THUER et al.⁹¹ (1994) verificaram num estudo prospectivo, com 30 pacientes que tiveram, em média, avanços de mandíbula de 5 mm por osteotomia sagital do ramo mandibular e fixação interna rígida, que houve uma recidiva de 30 por cento do total avançado e que o movimento compensatório de incisivos teve um efeito de overjet de 83%, com a quantidade de recidiva correlacionada com o tamanho do avanço.

BLOMQVIST & ISAKSSON⁹(1994) compararam 38 pacientes que tiveram suas mandíbulas avançadas, por osteotomia sagital do ramo mandibular e fixação interna rígida. Dezesesseis pacientes tiveram parafusos posicionais inseridos e 22 tiveram a fixação por placas e parafusos monocorticais. Não houve diferença da quantidade de avanço entre os grupos e não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos no que se refere à estabilidade, porém foi demonstrado a correlação positiva entre a

quantidade de avanço e a instabilidade. Os autores concluíram que o tipo de fixação depende da preferência do cirurgião.

FORSSELL et al.³⁴ (1992) compararam pacientes que tiveram reposicionamento superior de maxila e avanço de mandíbula, sendo que 24 pacientes receberam fixação interna rígida, na mandíbula, e 53 pacientes receberam fio de aço. No período de fixação houve uma recidiva maior no grupo do fio de aço que no fixação interna rígida (1,1 mm contra 0,15 mm), tendência que se confirmou a longo prazo. No grupo de fixação interna rígida, 96% dos pacientes tiveram um resultado clínico julgado excelente, enquanto no grupo do fio de aço essa porcentagem foi de 60%.

HOFFMAN & MOLONEY⁴³ (1995) compararam a posição da mandíbula de 15 pacientes que tiveram osteotomia sagital do ramo mandibular e fixação interna rígida por parafusos bicorticais posicionais, 6 semanas e 12 meses pós-operatório. No primeiro período, a mandíbula assumiu, em média uma posição mais anterior de 0,16 mm, e a longo prazo houve um recuo de 0,46 mm, para um avanço médio total de 6,1 mm, correspondendo a 7,5% de recidiva. Os autores concluíram que a osteotomia sagital do ramo mandibular e fixação interna rígida é, estatisticamente e cirurgicamente, previsível e estável, quando avaliada 1 ano após a cirurgia.

PUTNAM et al.⁷⁰ (1993) avaliaram pacientes com o ângulo do plano mandibular diminuído ou normal no pré-operatório, com relação a posição do segmento condilar em relação ao corpo da mandíbula, após osteotomia sagital do ramo a longo prazo. Dez pacientes tiveram bloqueio maxilo-mandibular por 5 semanas e 10 tiveram parafusos posicionais de 2,0 mm de diâmetro inseridos. Também foram analisadas seis pacientes que tinham bruxismo concomitante. Não foi verificada diferença significativa entre qualquer dos grupos, bem como o ângulo goniaco manteve-se inalterado.

KNAUP et al.⁵⁰ (1993), em estudo retrospectivo para estabelecer a estabilidade a longo prazo (mais de 2 anos), compararam os dados de pacientes submetidos a grandes avanços mandibulares, fixados por 3 ou 4 parafusos posicionais. Não foi encontrada diferença na estabilidade pós-operatória entre os dois grupos. Os autores relataram uma correlação positiva entre o tamanho do avanço e o grau de recidiva.

Vinte pacientes foram avaliados por ABELOOS et al.¹ (1993) após fixação de osteotomia sagital do ramo mandibular, para avanço, por placas monocorticais, através de 3 ângulos e 4 medidas lineares. Radiografias feitas 6 meses após a cirurgia foram comparadas com radiografias tiradas imediatamente após a cirurgia. O avanço médio foi de 5,0 mm, e houve um

aumento do avanço de 0,3 mm devido à melhor intercuspidação. O comprimento Go-Me foi aumentado em 5,8 mm em média, com recidiva de 0,3 mm (5,2%) após 6 meses. Os autores concluíram que o procedimento é estável neste período.

Num estudo realizado por WATZKE et al.¹⁰² (1991), avaliou-se a diferença, em estabilidade, entre parafusos posicionais e compressivos de 2,0 mm de diâmetro, para fixar a osteotomia sagital do ramo para avanço de mandíbula. Cinco pontos cefalométricos foram avaliados e se achou uma pequena, porém estatisticamente significativa, diferença nos movimentos verticais e horizontais de Go. No geral, a estabilidade existiu nos dois grupos e as mudanças no Go e ângulo goníaco não tiveram efeito no resultado clínico final.

SIMMONS et al.⁸² (1992) reportaram as relações esqueléticas e dentais avaliadas em um grupo de 35 pacientes cuja deficiência de mandíbula foi corrigida pelo mesmo cirurgião através da osteotomia sagital do ramo mandibular, sem fixação interna rígida. No período de 1 a 5 anos pós operatórios, houve uma pequena (0,9 mm), mas estatisticamente significativa diminuição do comprimento mandibular (Co a B). Em seis pacientes, a diminuição do comprimento mandibular foi de 2 a 4 mm e em 2 pacientes foi

de mais de 4 mm, sendo que apenas um deles apresentava um aumento de mais de 2 mm de *overjet*. Não houve alteração no *overjet* médio, mas três pacientes tiveram um aumento de 2 a 4 mm. Destes, um teve um encurtamento de 3,2 mm da mandíbula, outro teve um encurtamento de 1,4 mm, e o último não teve alteração no comprimento mandibular, e sim reposicionamento dos incisivos. A maioria dos pacientes tinham uma sobremordida profunda inicial, sendo que houve uma tendência da mordida se aprofundar no período de 1 a 5 anos pós-operatórios, mais como resultado da extrusão de incisivos, que da rotação mandibular. A remodelação da área do ângulos goníacos foi notada com reposicionamento de Go vertical e horizontalmente em mais da metade dos pacientes. Aparentemente, mudanças morfológicas relacionadas com remodelamento esquelético contínuo, muitas vezes compensadas por mudanças pequenas em postura mandibular e posição dentária, continuam depois de 1 ano da cirurgia em muitos pacientes.

Em estudo de 1991, VAN SICKELS⁹⁸ comparou 2 grupos de pacientes tratados com grandes avanços de mandíbula. O primeiro grupo (avanço médio de 10,9 mm) foi fixado com 2 parafusos posicionais e permitido a funcionar imediatamente após a cirurgia. O segundo grupo (avanço médio de

12,2 mm) foi fixado com 2 parafusos posicionais, e foi feita a suspensão esquelética e bloqueio maxilomandibular de 1 semana. O primeiro grupo recidivou 2 mm nas 6 primeiras semanas pós-operatórias, com mais recidiva daí em diante. O segundo grupo recidivou 0,6 mm nas 6 primeiras semanas e teve um pequeno avanço a longo prazo. As diferenças foram significantes entre os grupos nas primeiras 6 semanas pós-operatórias e também a longo prazo. Enquanto a estabilidade foi marcadamente melhor no segundo grupo para avanços de até 13 mm, em avanço maiores foi notada recidiva em maior escala.

KIERL et al.⁴⁷ (1990) avaliaram 19 pacientes cujas mandíbulas foram fixadas rigidamente, através de radiografias no pré-operatório, no pós-operatório imediato e 3 anos após a cirurgia. O avanço mandibular médio foi de 6,7 mm \pm 2,3 mm e a recidiva 1,3 mm \pm 2,0 mm, representando 14% de recidiva do avanço inicial. Houve variação individual na quantidade e direção do movimento de recidiva, sendo que a recidiva é proporcional à quantidade de avanço. Dois pacientes tiveram recidiva de até 50% do movimento inicial. Cinco pacientes apresentaram um reposicionamento mais anterior da mandíbula, com um paciente avançando até 50% a mais do avanço original. Este estudo sugere que osteotomia sagital e fixação interna rígida não

obtiveram resultados consistentemente estáveis no pós operatório, contudo os resultados são superiores quando comparados com fixação não rígida.

DOUMA et al.²⁴ (1991) avaliaram dois grupos de pacientes para comparar a estabilidade pós-operatória após avanço de mandíbula. O primeiro grupo foi fixado por fio de aço e o segundo com fixação interna rígida. Não houveram diferenças nos resultados finais, sendo a recidiva atribuída às variações individuais, como adaptação do equilíbrio funcional alterado.

ELLIS & GALLO²⁶ (1986) verificaram a estabilidade a curto prazo de um grupo de 20 pacientes que foram submetidos a avanço mandibular e bloqueio maxilomandibular através de amarras interdentais e suplementado por suspensão esquelética por cerclagem mandibular e suspensão na abertura piriforme durante 8 semanas. Neste período houve uma recidiva insignificante de 8,9% em pogônio. Houve uma movimentação vertical significativa de, em média, 0,83 mm num sentido superior. Mudanças dentais notadas foram a verticalização dos incisivos superiores e a inclinação vestibular dos incisivos inferiores. Os autores compararam estes resultados obtidos com estudos em que apenas bloqueio maxilomandibular por amarra interdental foi usada, e sugeriram que o uso de suspensão esquelética é

vantajosa na prevenção de recidiva esquelética horizontal. Isto porque os dentes podem movimentar-se no período de bloqueio maxilomandibular, o que já não ocorre com a suspensão esquelética.

SCHEERLINCK et al.⁷⁵ (1994) avaliaram 103 paciente após avanço mandibular e fixação interna rígida por placas e parafusos monocorticais, no mínimo 2 anos após a cirurgia. O avanço médio foi de 5,85 mm, e não houve recidiva significativa em 90,3% dos pacientes. Em 7% dos pacientes houve recidiva por reabsorção condilar. Houve diminuição da abertura interincisal de 1 mm. Dos pacientes sintomáticos, 68% tiveram melhora de disfunção da articulação temporomandibular e 16% tiveram piora do quadro de dor da mesma articulação.

Num estudo experimental, ELLIS et al.²⁷ (1988) avaliaram a estabilidade pós-operatória após avanço mandibular em animais (Maccaca mulatta) a curto prazo. Os resultados mostram que fixação esquelética e fixação interna rígida foram eficientes para prevenir a recidiva a curto prazo, enquanto animais submetidos apenas ao bloqueio maxilomandibular, apresentaram recidiva e compensações dentárias importantes.

O principal fator de instabilidade é a magnitude do avanço mandibular, sendo que existe um correlação positiva entre eles, isto é, quanto maior o

avanço, maior o grau de recidiva (VAN SICKELS et al.¹⁰⁰, 1988; KIERL et al.⁴⁷,1990; VAN SICKELS⁹⁸, 1991; KNAUP et al.⁵⁰, 1993; SCHEERLINCK et al.⁷⁵, 1994; THUER et al.⁹¹,1994). O único procedimento que melhora a estabilidade a longo prazo em avanços mandibulares é a associação de fixação interna rígida e bloqueio maxilomandibular por suspensão esquelética durante um período variável (2 a 8 semanas). Isto foi comprovado em estudos clínicos (ELLIS & GALLO²⁶, 1986; VAN SICKELS⁹⁸, 1991; PERROT et al.⁶⁸, 1994) e em estudos em animais (ELLIS et al.²⁷, 1998).

2.2 Osteotomia em “C”-Sagital do Ramo Mandibular

Diversas osteotomias do ramo mandibular foram descritas para tratar deficiências mandibulares. Antes da popularização da osteotomia sagital do ramo mandibular, os avanços mandibulares eram realizados por osteotomias na região do ramo mandibular, acessado por via cutânea. Diversos desenhos de osteotomias foram relatados na literatura, sendo que a maior parte delas deriva da osteotomia vertical do ramo, tais como a osteotomia em “L”, em “L” invertido ou em “C”.

A osteotomia vertical do ramo mandibular por acesso submandibular, apesar de ter sido descrita anteriormente, foi popularizada por CALDWELL & LETTERMAN¹⁶, em 1954, sendo que até hoje é realizada devido à facilidade da técnica e aos bons resultados conseguidos, para a correção do excesso mandibular. Da modificação da osteotomia vertical do ramo mandibular surgiram as osteotomias em “L”, em “C” e a combinação da osteotomia em “C”- sagital.

CALDWELL & AMARAL¹⁴ (1960) modificaram a técnica da osteotomia vertical do ramo para permitir o avanço mandibular, adicionando um enxerto de crista ilíaca interposicional entre os segmentos proximal e distal.

HINDS & GIROTTI⁴¹ (1967) recomendaram o acesso retromandibular, para realização da técnica vertical do ramo, com uma broca esférica, enfatizando a excelente exposição cirúrgica conseguida.

Uma das primeiras osteotomias em “L” invertido foi descrita por WASSMUND¹⁰¹, em 1927, sendo basicamente uma osteotomia horizontal do ramo, com uma pequena extensão vertical posterior, para evitar a rotação do segmento proximal. Esta osteotomia era utilizada para alongar a mandíbula e também para fechar mordida aberta anterior.

TRAUNER & OBWEGESER⁹² (1955) alteraram a osteotomia em “L” invertido, realizando a osteotomia vertical com uma cizalha modificada, que segundo o autor facilita a realização desta cirurgia. Também, foi sugerido o uso do fio de aço para manter a posição dos segmentos ósseos.

ADEKEYE et al.² (1976) utilizaram a osteotomia em “L” invertido para corrigir a má oclusão de um paciente com luxação de longa data, com bons resultados estáveis no período de 1 ano pós-operatório.

LEVINE & TOPAZIAN⁵⁴ (1976) recomendaram a via intra-bucal para realização da osteotomia em “L” invertido, com o auxílio da então recém desenvolvida serra oscilatória.

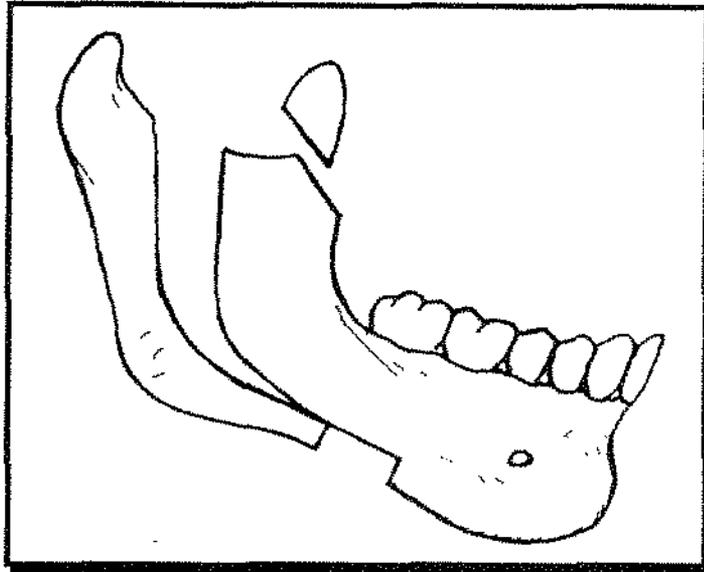
FARREL & KENT³⁰ (1977) revisaram 10 casos de osteotomia em “L” invertido e verificaram perdas de 4 a 8 % dos movimentos cirúrgicos, e recomendaram medidas para compensar tais recidivas, com por exemplo o uso de goteira cirúrgica, com sobrecorreção, e osteotomias oblíquas para melhor contato ósseo.

REITZIK⁷¹ (1980) avaliou a estabilidade da osteotomia em “L” invertido fixada por placas e parafusos, com enxertos interposicional de crista ilíaca, em 9 pacientes, e verificou excelente estabilidade deste procedimento, sem recidivas importantes a curto ou longo prazo. Estes resultados foram

confirmados por BARER et al.⁵ (1987), que revisaram quarenta e três pacientes submetidos a avanço mandibular pela osteotomia de “L” invertido com enxerto e fixação interna rígida, por placas e parafusos, e que foram avaliados por estudo cefalométrico retrospectivo. A resposta a longo prazo (média de 1 ano e 9 meses) foi de um alto nível de estabilidade, com alguma variação individual. Não foi verificada nenhuma tendência à recidiva, em qualquer período pós-operatório específico. Reposicionamento condilar foi um importante fator nos pacientes que tiveram alguma tendência à recidiva. A estabilidade pós-operatória geral desta técnica cirúrgica e de fixação, aparentemente, é superior às técnicas documentadas previamente.

Em 1968, a osteotomia em L foi descrita por CALDWELL et al.¹⁵. Esse método é uma evolução da osteotomia vertical do ramo mandibular por acesso externo, descrita por CALDWELL & LETTERMAN¹⁶, em 1954. A osteotomia em “L” necessita também um acesso externo, portanto, não é tecnicamente difícil. Ela consiste em uma osteotomia que inicia na chanfradura sigmóide, descendo, verticalmente, paralela à borda posterior, distalmente ao forame mandibular. Na altura do ângulo mandibular, a osteotomia se curva discretamente, numa direção

anterior, ficando sempre abaixo do nervo alveolar inferior, terminando na altura da metade do corpo mandibular, num pequeno degrau (Esquema 1).



Esquema 1. Osteotomia em "L" (modificado de HAYES ⁴⁰).

Além da osteotomia em si, o procedimento é acompanhada de uma coronoidectomia, para liberação da musculatura temporal. Devido ao desenho da osteotomia, o contato ósseo é reduzido, e resulta em grande separação dos segmentos ósseos. Para uma reparação adequada, enxertos autógenos são requeridos, resultando em mais morbidade, devido à área doadora. Outra desvantagem é a alteração da orientação das fibras musculares, devido à coronoidectomia. Todos esses fatores podem levar a uma união fibrosa, com uma qualidade óssea pobre, propiciando uma maior incidência de recidiva.

A osteotomia em “C” do ramo mandibular é semelhante à osteotomia em “L”, porém inclui o processo coronóide no segmento proximal. Este desenho permite mínima modificação da orientação muscular e diminui a necessidade de enxerto ósseo no defeito remanescente. A técnica cirúrgica da osteotomia em “C” foi bem descrita por HINDS & KENT⁴² (1972), sendo indicada para o avanço mandibular e fechamento de mordida aberta anterior.

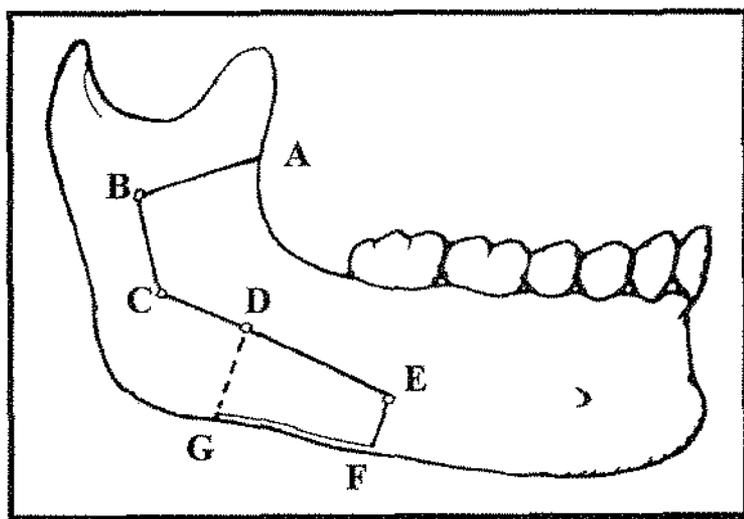
Em uma revisão de literatura, HULL & SMITH⁴⁴ (1976) apresentaram e discutiram casos de pacientes com mandíbulas retrognáticas. A etiologia, efeitos adversos e modalidades de tratamentos foram discutidos. Os autores recomendaram a osteotomia em “C” devido aos consistentes bons resultados obtidos, pois o cirurgião tem controle total e visão do procedimento e a porção avançada pode ser mantida, em posição firme, com fios de aço. O risco de dano ao nervo alveolar inferior é mínimo e alterações musculares inexistem. Não foram encontradas perdas de sangue significativas ou problemas com as vias aéreas, infecção ou recidiva importantes. Os autores recomendaram que se houver procedimentos múltiplos, os mesmos sejam feitos em um tempo cirúrgico. Os autores reconheceram os bons resultados da osteotomia sagital, porém recomendam o uso da osteotomia em “C”, por acreditarem ser um procedimento superior.

FARREL & KENT³⁰ (1977) reportaram a estabilidade em 10 pacientes tratados por osteotomia em "C" para avanço mandibular, com enxerto ósseo autógeno, que foram seguidos por 1 ano, sendo que 3% do avanço inicial foi perdido neste período. Não foram observadas alterações oclusais em qualquer caso, sendo os resultados esqueléticos aceitáveis.

BEAR & PRIEST⁶ (1980) reportaram um caso em que a osteotomia em "C", associada a enxerto cortico-esponjoso de ilíaco, foi utilizada para avançar a mandíbula, de um paciente, com a síndrome da apnéia obstrutiva do sono. Houve uma reversão completa dos sintomas da síndrome e os resultados da polissonografia voltaram aos padrões normais. Os autores recomendaram o procedimento em detrimento à traqueotomia para pacientes com esta síndrome.

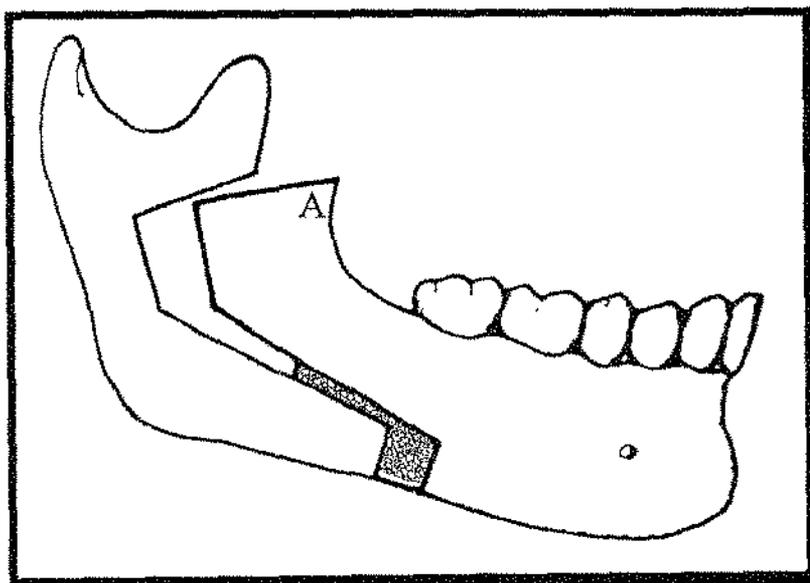
Tendo em mente os problemas associados às osteotomias em "C" e em "L" invertido, HAYES⁴⁰ (1973) idealizou um novo procedimento, chamado de osteotomia modificada em "C" do ramo e sagital do corpo mandibular. Através de uma incisão externa de 3 cm, feita 1 cm abaixo do ângulo mandibular, o ramo é exposto, combinando dissecação romba e cortante. São identificadas todas as referências anatômicas e marcas são colocadas com brocas para orientação. A osteotomia (Esquema 2) é iniciada na borda

anterior da mandíbula (ponto A), indo até o ponto B, localizado posteriormente ao forame mandibular. O corte é estendido inferiormente até o ponto C, onde a osteotomia é levada numa direção anterior, até o limite entre o ramo e o corpo mandibular (ponto D). A partir deste ponto, o corte é continuado na mesma direção, sendo porém feito apenas através da cortical externa, até atingir o ponto E. A osteotomia vertical do ponto E até a borda inferior (ponto F) é feita perpendicularmente à borda inferior da mandíbula, e tem em torno de 7 mm de comprimento. A borda inferior é osteotomizada num sentido posterior, do ponto F ao ponto G. A última osteotomia a ser realizada, é feita com uma serra recíprocante e, é feita apenas na cortical interna, do ponto G ao ponto D.



Esquema 2. Osteotomia "C" - Sagital (modificado de HAYES⁴⁰).

Com cinzéis, os segmentos são separados cuidadosamente. A parte dentada é avançada para a oclusão planejada e o bloqueio maxilomandibular é aplicado, criando um defeito ósseo posterior ao forame mandibular (Esquema 3). O autor recomendou osteossíntese na borda inferior, com fio de aço, e como procedimento eletivo a remoção de osso no ponto A para não deixar uma projeção óssea que pode irritar os tecidos moles no pós-operatório. O uso de enxerto autógeno, conseguido localmente, é recomendado para melhor consolidação óssea, porém não é de importância vital para obter-se o reparo ósseo dos segmentos.



Esquema 3. Osteotomia "C"-Sagital, completa com avanço mandibular (modificado de HAYES⁴⁰).

Essa osteotomia tem a vantagem sobre a osteotomia em “C”, de permitir a aplicação de fixação interna rígida (TERRY & WHITE⁹⁰, 1991), evitando assim o bloqueio maxilomandibular, que de outro modo seria inevitável. Estes autores recomendaram a colocação de 3 parafusos na borda inferior da mandíbula, onde existe uma sobreposição das corticais internas e externas.

2.3 Aspectos Biomecânicos

A mandíbula é um osso único, com duas articulações que, através de movimentos de rotação e translação, permitem movimentos de abertura, lateralidade e protrusão. Durante fonação, mastigação e deglutição, a mandíbula é sujeita à ação dos diversos músculos, que vão produzir áreas de tensão, compressão e torção. As trabéculas ósseas são dispostas de modo a converter as complexas forças mastigatórias em tensão e compressão (SHETTY & CAPUTO⁷⁸, 1992). Os estudos de CHAMPY et al.¹⁸, (1976), e de LODDE & CHAMPY⁵⁶ (1976), mostraram que durante a mastigação, existe uma área de tensão na região alveolar da mandíbula, e uma área de compressão na região da borda inferior, com uma área neutra entre elas. Também foi notado que, na região simfisária existe uma área de grandes forças torcionais. Essas áreas de resistência possuem uma camada cortical mais espessa, para melhor resistir à dinâmica mastigatória (SHETTY &

CAPUTO⁷⁸, 1992). Esses autores confirmaram os achados de CHAMPY et al.¹⁸, (1976), concluindo que existe uma linha ideal de osteossíntese na mandíbula, que está localizada próxima da região alveolar. Essa linha normalmente é levada em consideração durante a aplicação de fixação interna rígida, quer seja em fraturas ou em osteotomias faciais. TAMS et al.⁸⁹ (1996) descreveram os valores e a direção das cargas que incidem sobre a mandíbula através de linhas de fraturas, em diferentes localizações na mandíbula. Num modelo tridimensional, foi verificado que na região do ângulo e da parte posterior do corpo mandibular incidem altas forças de compressão, na borda inferior da mandíbula, com pequenos momentos de torção e altas forças de cisalhamento. Na região anterior do corpo mandibular, na região dos caninos e na sínfise, ocorrem altas forças de compressão, na região alveolar, com momentos de torção elevados.

Os estudos biomecânicos, *in vitro*, de estabilidade podem ser feitos em simulações de fraturas ou podem estar associados às osteotomias, normalmente realizadas na mandíbula.

KROON et al.⁵³ (1991) desenvolveram um modelo tridimensional utilizando mandíbulas de plástico, para testar a estabilidade de osteossíntese com miniplacas, no sistema preconizado por CHAMPY et al.²⁰ (1978). Os

autores concluíram que em fraturas mandibulares existem situações em que apenas uma placa não foi o suficiente para resistir à forças aplicadas ao modelo, sendo necessário melhor investigação biomecânica.

SHETTY et al.⁸⁰ (1995 b) compararam, *in vitro*, a estabilidade inicial, de seis sistemas de fixação interna rígida, utilizados para estabilizar fraturas de ângulos mandibulares. Os autores determinaram que os sistemas compressivos variavam pouco entre si, contudo foram, significativamente, mais estáveis que os sistemas sem compressão.

Com relação à cirurgia ortognática, ARDARY et al.⁴ (1989) estudaram a disposição de parafusos para fixação de osteotomias sagitais. Em um modelo de cadáver humano, compararam a capacidade de carga imediata das diversas disposições de parafusos mais comumente usadas. O grupo fixado na configuração tripoidal (dois parafusos acima do canal mandibular e um abaixo) teve um aumento significativo, de 58%, na rigidez quando comparado com a configuração linear (três parafusos colocados acima do canal mandibular). Os autores recomendam o uso da configuração tripoidal.

KIM et al.⁴⁹ (1993) verificaram a estabilidade e o comportamento biomecânico de fixação interna da osteotomia sagital do ramo mandibular, por parafusos posicionais. Com um modelo fotoelástico, os autores

estabeleceram que a fixação com 3 parafusos lineares oblíquos, ou tripoidais, era mais estável que 2 ou 3 parafusos lineares inseridos perpendicularmente ao osso.

FOLEY & BECKMAN³¹ (1992) compararam *in vitro*, em mandíbulas frescas de carneiro, a rigidez transversal de três tipos de fixação para osteotomias sagitais. O primeiro grupo foi fixado com três parafusos de 2,0 mm de diâmetro na posição tripoidal, sendo o segundo grupo fixado por uma placa monocortical na borda superior e o terceiro grupo fixado por apenas dois parafusos de 2,7 mm de diâmetro na borda superior. As mandíbulas, após osteotomizadas e fixadas, foram submetidas a teste de compressão em máquina de ensaio universal. Quando o deslocamento da ponta da máquina de ensaio atingiu 3 mm, os autores consideraram o sistema com falho. Os dois primeiros grupos foram significativamente mais rígidos que o último grupo, e não houveram diferenças significativas entre os primeiros dois grupos. Com base nestes resultados, os autores não recomendaram o uso de apenas dois parafusos para fixar osteotomias sagitais.

Utilizando um modelo de costelas bovinas para simular uma mandíbula, ANUCUL et al.³ (1992) comparam o uso de parafusos posicionais e placas monocorticais, variando o avanço entre os segmentos. Nesse estudo,



a falha do sistema foi arbitrariamente fixada em 1 mm de deslocamento. Os resultados mostraram que a osteossíntese através de placas monocorticais mostrou-se menos rígida e mais passível à deformações, que a fixação por parafusos bicorticais posicionais.

FOLEY et al.³² (1989) também utilizaram um modelo de costelas bovinas e compararam seis grupos diferentes de fixação, de osteotomias sagitais, por parafusos ou fios de Kirschner, variando também o ângulo de inserção dos parafusos. Falha foi considerada quando houve deslocamento de 3 mm do cabeçote da máquina de ensaio. Notou-se que o padrão triangular é mais rígido que o padrão linear e que não existiu diferença entre parafusos compressivos e não compressivos.

BOUWMAN et al.¹² (1994) compararam a fixação de osteotomias sagitais do ramo, *in vitro*, em mandíbulas humanas frescas. Foram comparadas as técnicas de parafusos posicionais, dispostos linearmente na borda superior, com a técnica de uma placa monocortical aplicada na linha oblíqua externa, e com o uso de pinos biodegradáveis dispostos linearmente, na borda superior da mandíbula. A melhor fixação foi obtida pelos parafusos de titânio, seguido pelos pinos reabsorvíveis, que foram superiores em

matéria de estabilidade à fixação com apenas 1 placa na borda superior da mandíbula.

SCHWIMMER et al.⁷⁷ (1994) compararam diferentes diâmetros de parafusos e métodos de inserção, em mandíbulas cadavéricas frescas, para estabelecer se existe alteração de estabilidade, *in vitro*. Após osteotomizar as mandíbulas e avançá-las 5 mm, foram utilizados parafusos de aço inoxidável de 2,0 e 2,7 mm de diâmetro e aplicados de maneira compressiva e não compressiva. Não houve diferenças entre os grupos testados, validando o uso de parafusos de 2,0 mm de diâmetro para fixação de osteotomias sagitais.

UMSTADT et al.⁹⁷ (1994) relataram o uso de rebites de ácido poliláctico para fixação, *in vitro*, da osteotomia sagital da mandíbula. Um modelo de plástico, onde foi realizada uma osteotomia sagital, foi submetido a esforços repetitivos para simular o movimento mastigatório durante 4 semanas. A fixação por rebites reabsorvíveis foi ligeiramente menos estável que os controles, representados por parafusos posicionais, e os autores concluíram que a fixação por rebites reabsorvíveis tem a estabilidade experimental necessária para permitir a reparação óssea.

O efeito do material de síntese (titânio, ácido poliláctico e poliglicólico), configuração (linear e triangular), diâmetro (2,0 e 2,7 mm) e

material a ser fixado (osso mandibular humano, costela bovina e polímero sintético) e velocidade de deslocamento (1mm por minuto e 10 mm por minuto) foram comparados para testar a osteotomia sagital por KOHN et al.⁵² (1995). Os resultados mostraram que houve diferenças significativas, entre material de síntese, com o titânio mais resistente que o ácido polilático e poliglicólico. Com relação ao diâmetro dos parafusos, também houve diferenças significativas, com os parafusos de maior diâmetro oferecendo maior resistência que os de menor diâmetro. O material de teste também apresentou diferenças significativas, com as mandíbulas sendo mais resistentes que osso de costela ou polímero sintético. Não houve diferença entre a velocidade de deslocamento ou configuração dos parafusos.

KIM et al.⁴⁸ (1995) utilizaram mandíbulas cadavéricas para testar a estabilidade mecânica da osteotomia sagital do ramo mandibular. Foram avaliadas 20 mandíbulas frescas, humanas, com 3 tipos de fixação: 3 parafusos perpendiculares à tábua vestibular colocados na borda superior da mandíbula, 3 parafusos colocados obliquamente acima do canal mandibular e por fim 3 parafusos colocados de maneira tripoidal, com dois acima do canal e um na borda inferior. Falha na fixação foi considerada como sendo deslocamento de 1 mm entre os segmentos. O sistema mais estável foi a

configuração tripoidal, que foi 59 % mais resistente que a configuração oblíqua, que por sua vez se mostrou 39 % mais forte que a configuração perpendicular.

HAMMER et al.³⁹ (1995) testaram a estabilidade de 4 tipos de osteossíntese para a osteotomia sagital curta do ramo mandibular. O grupo I teve a fixação colocada em 3 partes do ramo mandibular (anterior, média e posterior) com uma placa e parafusos monocorticais. O grupo II também foi fixado com placas, porém 2 dos parafusos engajaram ambas as corticais. O terceiro grupo teve a mesma fixação do grupo II, com a adição de um parafuso posicional extra. O grupo IV consistiu de fixação por 3 parafusos posicionais, sendo a referência de fixação, por ser um padrão aprovado clinicamente. Houve uma diferença significativa entre o grupo I e o restante das fixações, com uma instabilidade maior do primeiro grupo. A única fixação mais resistente que os três parafusos posicionais foi o grupo III, porém não foi estatisticamente significativa.

MORAES⁶⁴ (1995) comparou duas técnicas de inserção de parafusos para fixação da osteotomia sagital do ramo mandibular, usando mandíbulas de carneiro, com metodologia semelhante a FOLEY & BECKMAN³¹(1992), contudo a falha foi considerada como sendo o deslocamento de 2 mm do

cabeçote da máquina de ensaio. O primeiro grupo utilizou 3 parafusos posicionais dispostos linearmente na borda superior, inseridos perpendicularmente à tábua óssea vestibular, de modo a simular a inserção percutânea. As mandíbulas do segundo grupo foram fixadas com 2 parafusos posicionais inseridos em 60 graus, em relação à tábua óssea vestibular, para simular a colocação transbucal, como preconizado por TUSLANE & SCHENDEL⁹⁴ (1989). O primeiro grupo mostrou-se significativamente mais rígido que o segundo, quando testado o deslocamento do segmento distal.

SHETTY et al.⁷⁹ (1996 a) desenvolveram um sofisticado modelo de plástico para analisar estabilidade entre os segmentos de uma osteotomia sagital do ramo mandibular. Os segmento distal foi avançado 7 mm e fixado com parafusos de 2,0 mm ou 2,4 mm de diâmetro, em disposição linear ou tripoidal. Com o uso de sensores especiais, o deslocamento foi medido na linha da osteotomia. Os autores concluíram que nenhum tipo de fixação usado é obviamente instável, porém o padrão linear é menos rígido que o padrão triangular e os parafusos de 2,4 mm de diâmetro trazem maior estabilidade que os parafusos de 2,0 mm de diâmetro. Não houve diferença, em estabilidade, quando se utilizou 2 ou 3 parafusos num padrão linear,

contanto que os parafusos mais externos tenham uma distância de uma polegada entre si.

Usando o mesmo modelo de plástico descrito anteriormente, SHETTY et al.⁸⁰ (1996 b) compararam diversas configurações de três sistemas de miniplacas, associando as placas com um parafuso bicortical posicional na região retromolar, como preconizado por SCHWARTZ & RELLE⁷⁶ (1996). Os resultados foram comparados com um padrão de fixação de três parafusos de 2,4 mm de diâmetro dispostos linearmente, na borda superior. As osteotomias estabilizadas pela combinação de placas e um parafuso posicional foram mais estáveis que as fixadas por placas apenas e pelo padrão de três parafusos lineares. A conclusão dos autores é de que miniplacas usadas isoladamente podem não prover estabilidade funcional suficiente, nos casos de fixação de osteotomias sagitais do ramo mandibular e que a adição de um parafuso posicional melhorou, substancialmente, a fixação nestes casos, independente da marca do material de síntese.

Apesar da disseminação do uso de fixação interna rígida, não foram encontrados na literatura estudos que verifiquem, *in vitro*, a estabilidade da osteotomia em “C”- Sagital.

PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

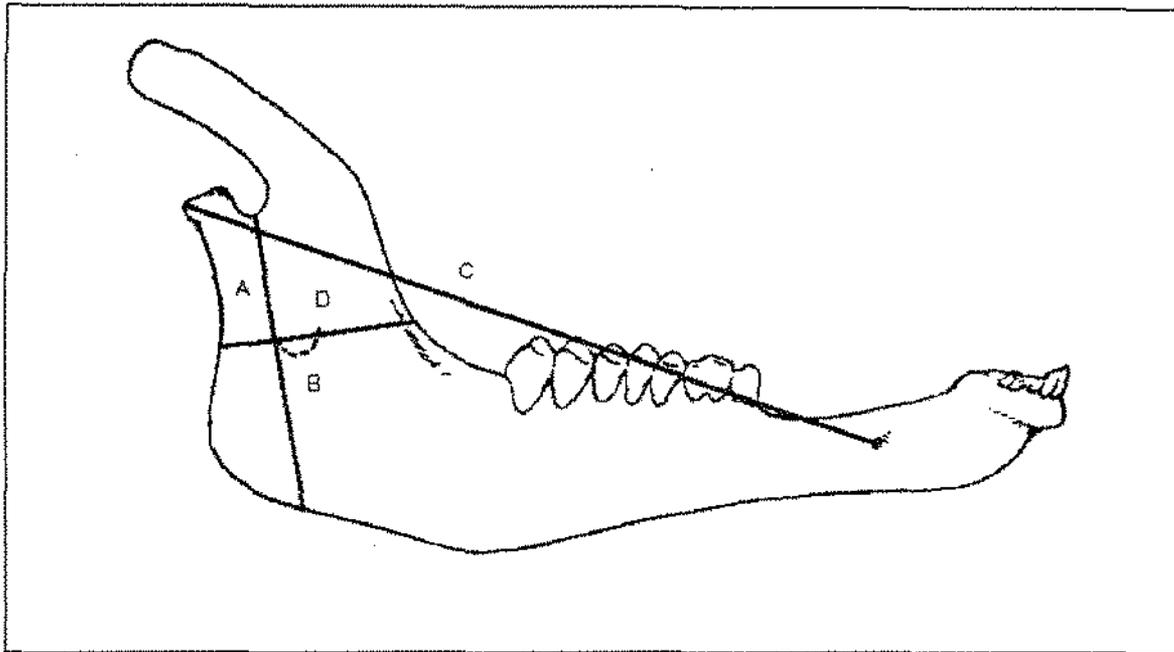
Este estudo experimental propõe avaliar, *in vitro*, a resistência biomecânica fixação interna, obtida através de placas e/ou parafusos interfragmentários, não compressivos, nas osteotomias sagital do ramo mandibular e na osteotomia em “C”- Sagital, quando submetidas à força de compressão, utilizando mandíbulas frescas de carneiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas neste estudo 13 mandíbulas de carneiros adultos, da raça Hampshire, com idade que variava de 1 ano a 1 ano e meio. As cabeças congeladas inteiras dos carneiros foram obtidas junto a diversos frigoríficos. As mandíbulas foram separadas da cabeça do animal e coletadas após remoção de todos tecidos moles que as envolviam, sendo mantidas sob congelamento, até a realização do experimento. As mandíbulas foram seccionadas na sínfise mandibular, obtendo-se assim 26 hemimandíbulas. Todas as hemimandíbulas foram medidas, com o auxílio de um paquímetro^a mecânico com sensibilidade 1 mm, para comparação e evitar o uso de mandíbulas de tamanho muito desigual. As dimensões mensuradas foram (esquema 4): **A** - altura do ramo (chanfradura sigmóide à borda inferior da mandíbula), **B** - largura do ramo (borda posterior à borda anterior, na altura do forame mandibular), passando pelo limite posterior do forame mandibular), **C** - o comprimento (côndilo ao forame mentoniano), e **D** - distância entre o o limite anterior do forame mandibular e a borda anterior da mandíbula.

^a Mitutoyo Co, Tokio



Esquema 4. Medidas mensuradas das mandíbulas.

As hemimandíbulas foram divididas em dois grupos. As hemimandíbulas esquerdas receberam osteotomia sagital (OS), constituindo o primeiro grupo. A osteotomia em “C”-Sagital (OCS) foi realizada nas hemimandíbulas do lado direito, integrando portanto o segundo grupo.

Para a osteotomia sagital, foram feitas adaptações do desenho das osteotomias segundo a anatomia da mandíbula de carneiro, como preconizado por FOLEY et al.³² (1989) e MORAES⁶⁴ (1995),. Com o auxílio de um lápis, as corticais foram demarcadas (figuras 1, 2, 3, 4) e as osteotomias realizadas com o auxílio de serra recíproca^b. Foram utilizadas somente serras de lâminas finas^c (0,3 mm de espessura).

^b Stryker Corporation, Kalamazoo, MI

^c Stryker nº 296-37-133

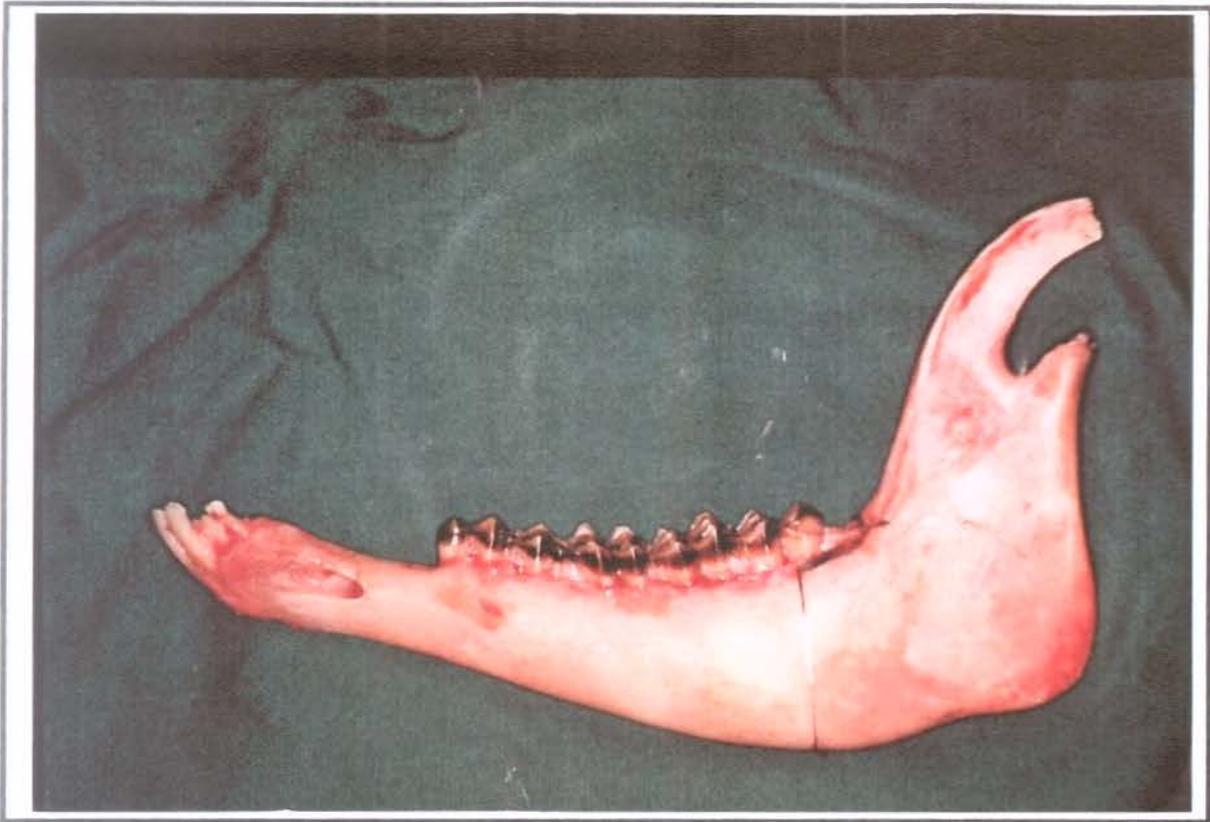


Fig. 1. Desenho da Osteotomia Sagital, vista lateral.

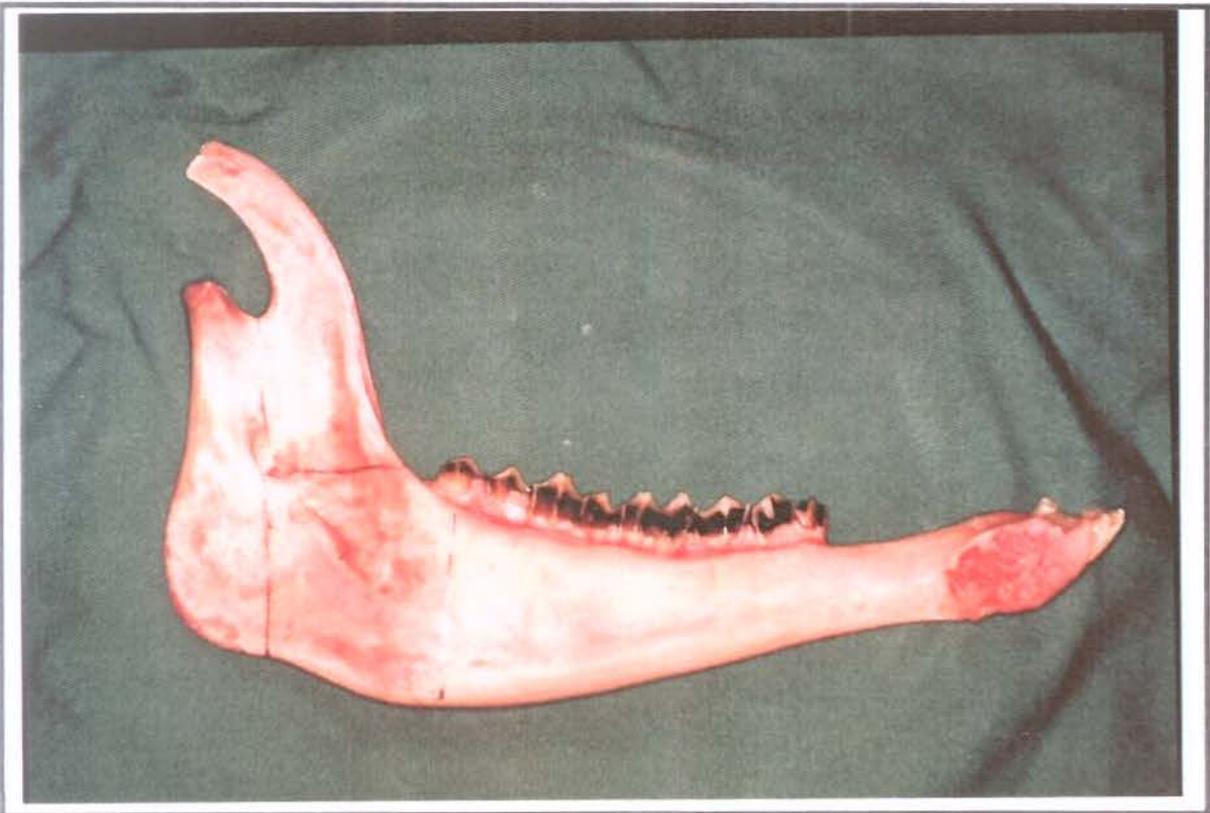


Fig. 2. Desenho da Osteotomia Sagital, vista medial.

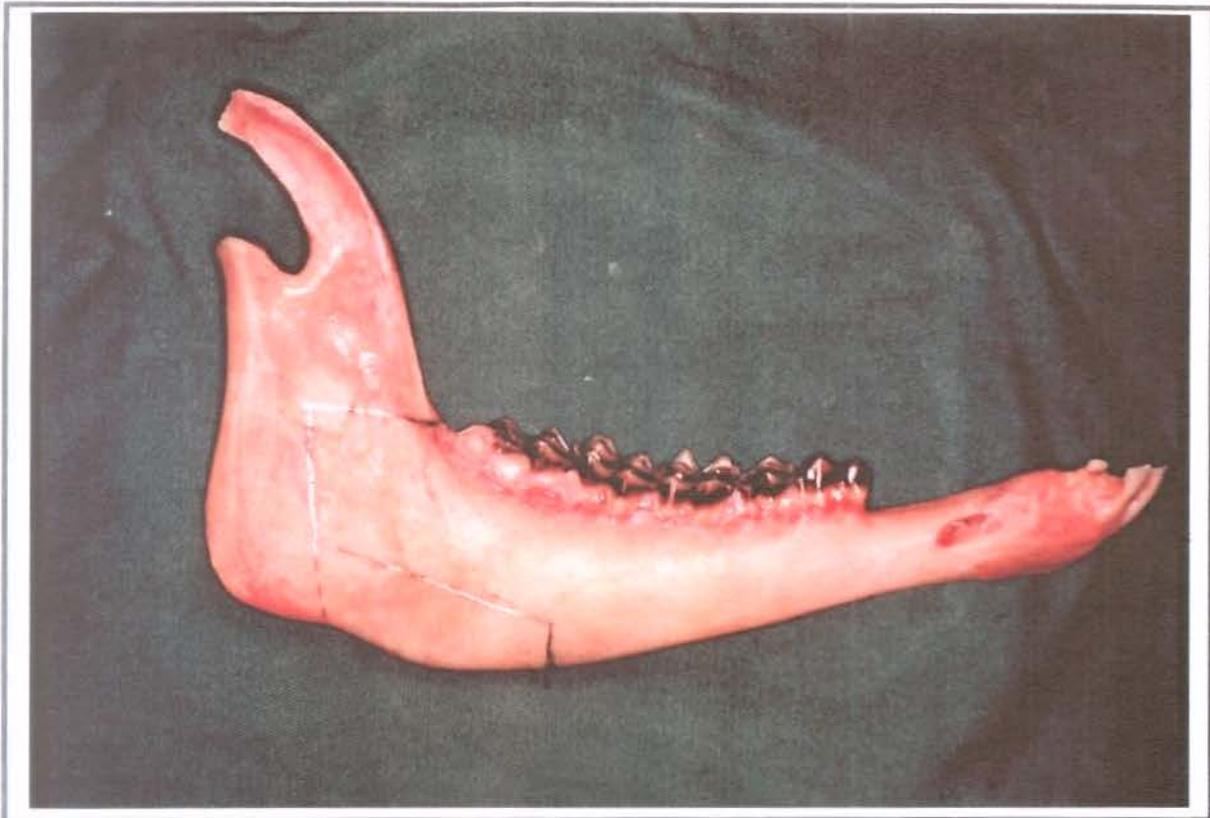


Fig. 3. Desenho da Osteotomia "C" - Sagital, vista lateral.

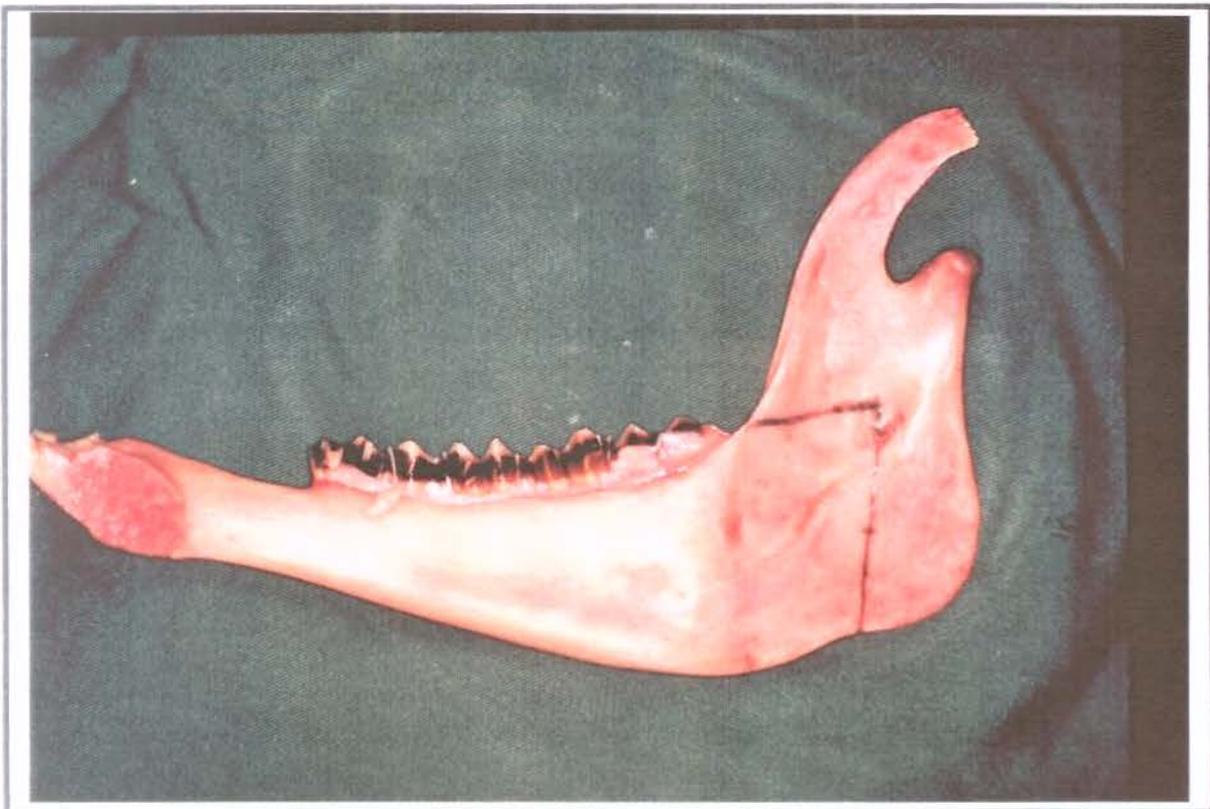


Fig. 4. Desenho da Osteotomia "C" - Sagital, vista medial.

Para realização da osteotomia sagital, um corte medial foi feito obliquamente a partir do forame mandibular, até a borda anterior da mandíbula, perpendicular ao ramo mandibular. Pela face vestibular, a osteotomia vertical se estendia da região do segundo molar inferior até a borda inferior da mandíbula. Conectando estas duas osteotomias, foi realizada a osteotomia sagital, que acompanhava a linha oblíqua externa. Para simular a osteotomia descrita por HUNSUCK⁴⁵ (1968), foi feita uma osteotomia na cortical medial do ramo, que se estendia da porção mais posterior do forame mandibular até a borda inferior da mandíbula, com leve inclinação para anterior, tal como descrito por MORAES⁶⁴. Esta última osteotomia foi conectada à osteotomia vertical pela borda inferior da mandíbula. Após completadas as osteotomias, os segmentos foram separados (figuras 5 e 6) com o auxílio de cinzéis^d e alavancas especiais^e. Uma vez completada a separação, foram removidas interferências ósseas ou de raízes dentárias que impedissem uma boa adaptação dos segmentos. O segmento distal, que continha os dentes, foi avançado 5 mm e aplicada fixação entre os segmentos, através de parafusos interfragmentários não compressivos.

^d 02-0245BF, 01-0572, 01-0574 W. Lorenz, Jacksonville, FL
^e QD 260-20, 130-06, 130-08, Quinelato, Rio Claro, SP

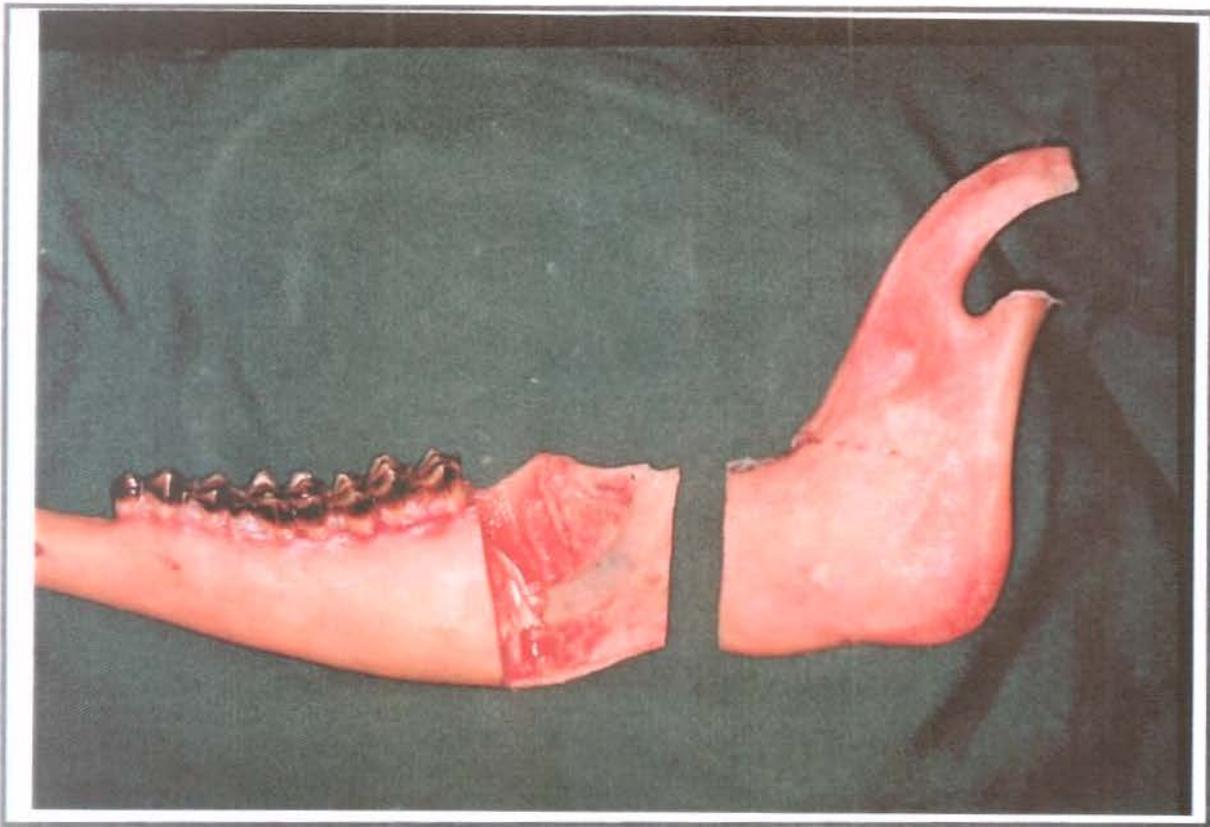


Fig. 5. Osteotomia Sagital. segmentos separados, vista lateral.

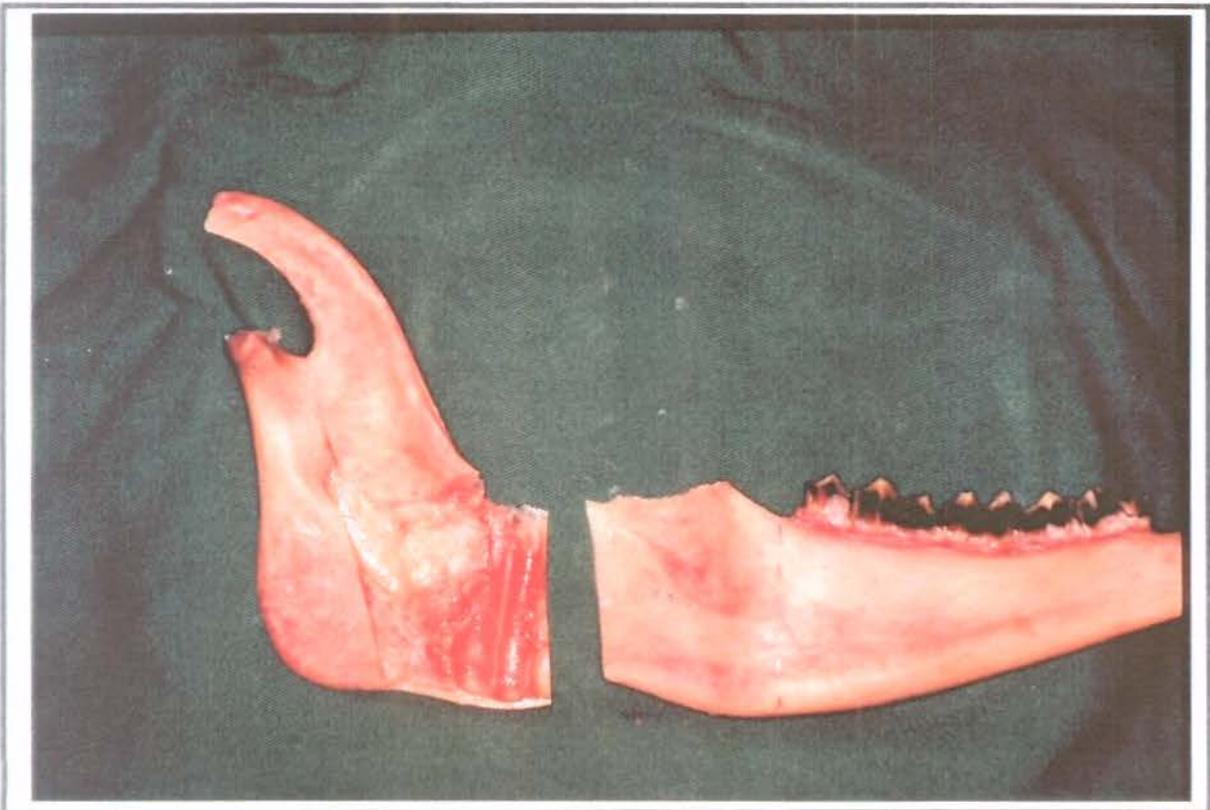


Fig. 6. Osteotomia Sagital. segmentos separados, vista medial.

Para fixar as osteotomias sagitais, foram utilizados 3 parafusos^f de titânio, de 2,0 mm de diâmetro externo e 1,5 mm de diâmetro da alma, de maneira autorroscante. Os parafusos foram inseridos de modo não compressivo, ou seja, colocados de maneira a não comprimirem os segmentos ósseos. Para isso, após o posicionamento dos segmentos, foi utilizada uma broca^g de 1,5 mm de diâmetro, que perfurou ambas corticais, sob irrigação abundante de água, para evitar dano térmico ao osso. O comprimento dos parafusos foi determinado para atravessar ambas as corticais e protruir pelo menos 1 mm pela cortical interna. A disposição dos parafusos foi tripoidal, com dois parafusos na região da borda superior e 1 parafuso na borda inferior, e foram colocados perpendiculares à cortical óssea (figuras 7 e 8). A distância entre os parafusos da borda superior foi de aproximadamente 10 mm, sendo aplicados na área que apresentou o melhor contato entre as corticais internas e externas. O parafuso inferior foi colocado junto à borda inferior, onde as corticais apresentaram uma espessura maior, e onde houve uma boa área de contato entre as mesmas.

^f Engimplan, Rio Claro, SP

^g Stryker nº 1608-2-59

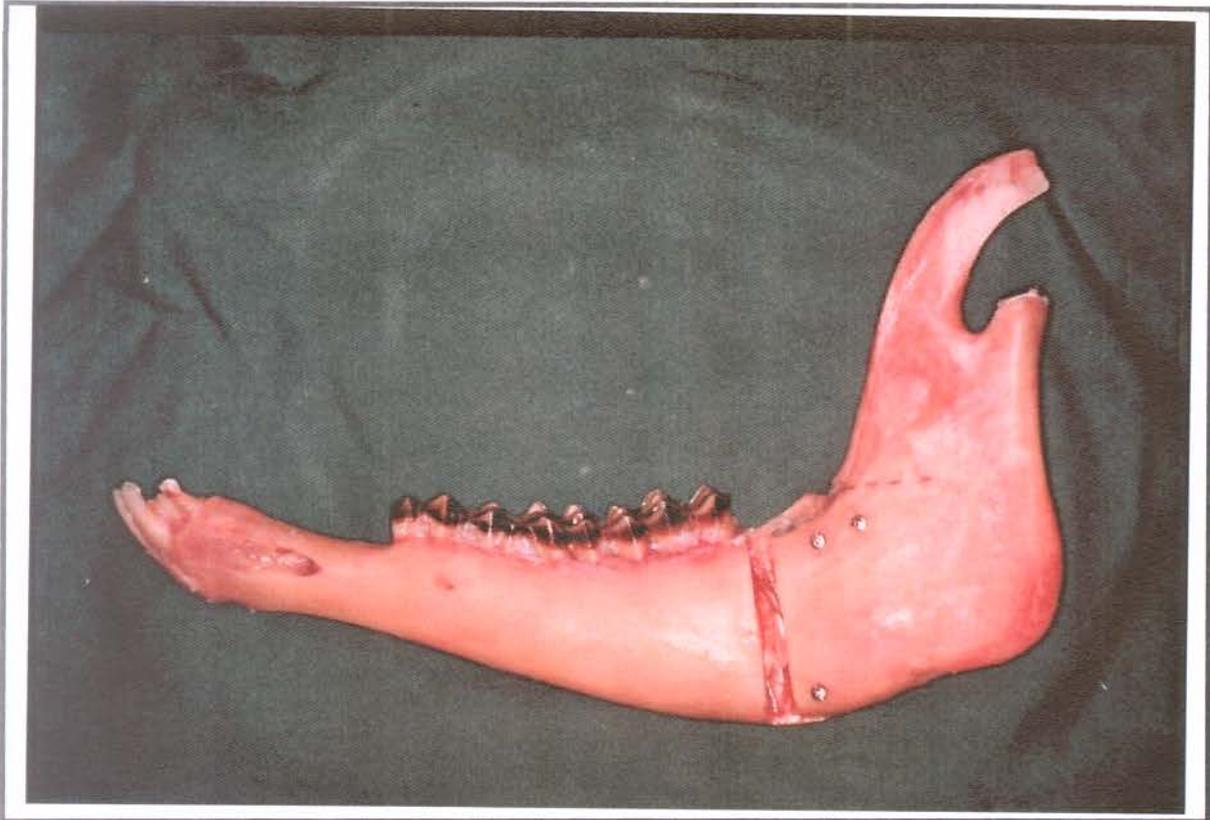


Fig. 7. Osteotomia Sagital, avanço de 5 mm, vista lateral.



Fig. 8. Osteotomia Sagital, avanço de 5 mm, vista medial.

As osteotomias em “C”-Sagital foram realizadas com as mesmas brocas^h e lâminasⁱ de serra recíproca utilizadas nas osteotomias sagitais. A osteotomia foi iniciada com a marcação de dois pontos no ramo mandibular, sendo o primeiro imediatamente acima e posterior ao forame mandibular e o segundo na meia altura entre o forame mandibular e a borda inferior da mandíbula. A linha de união destes pontos era paralela à borda posterior da mandíbula. Com a broca de 1,5 mm de diâmetro, estes dois pontos foram perfurados bicorticalmente. A partir deste ponto mais superior, foi realizada uma osteotomia, com serra recíproca fina, por toda espessura do ramo mandibular, até a borda anterior da mandíbula, na altura da linha oclusal.

Em seguida, os dois pontos marcados inicialmente foram conectados paralelamente, à borda posterior da mandíbula, também por toda espessura do ramo mandibular, com a serra recíproca. A partir do ponto marcado mais inferiormente, foi então realizada a parte sagital da osteotomia. Pela cortical externa, foi feita uma corticotomia paralela à borda inferior da mandíbula, com uma ligeira inclinação anterior, até atingir a altura do primeiro molar inferior. A partir deste ponto, a corticotomia foi direcionada verticalmente

^h Stryker nº 1608-2-59

ⁱ Stryker nº 296-37-133

até a borda inferior da mandíbula. Pelo aspecto lingual, outra corticotomia foi realizada verticalmente, apenas pela cortical interna da mandíbula, do ponto marcado mais inferiormente até a borda inferior da mandíbula. Uma corticotomia através da borda inferior da mandíbula, ligando as duas osteotomias verticais completou a osteotomia.

Os segmentos foram então separados (figuras 9 e 10), com o auxílio dos mesmos cinzéis e alavancas usadas nas osteotomias sagitais. Uma vez completada a separação, foram removidas interferências ósseas ou de raízes dentárias que impedissem uma boa adaptação dos segmentos. O segmento distal, que continha os dentes foi avançado 5 mm e aplicada fixação entre os segmentos ósseos.

As osteotomias em "C"-sagital foram fixadas por 3 parafusos posicionais na borda inferior e a fixação foi complementada por uma placa, de dois furos, na região da borda superior e anterior do ramo mandibular, com 1 parafuso de cada lado da osteotomia. A placa utilizada pertencia ao mesmo sistema¹ dos parafusos, sendo de titânio, do tipo olhetes interligados, não compressiva, de 0,6 mm de espessura, o que permitiu uma fácil adaptação à osteotomia. Essa fixação suplementar foi colocada para funcionar como

¹ Engimplan, Rio Claro, SP

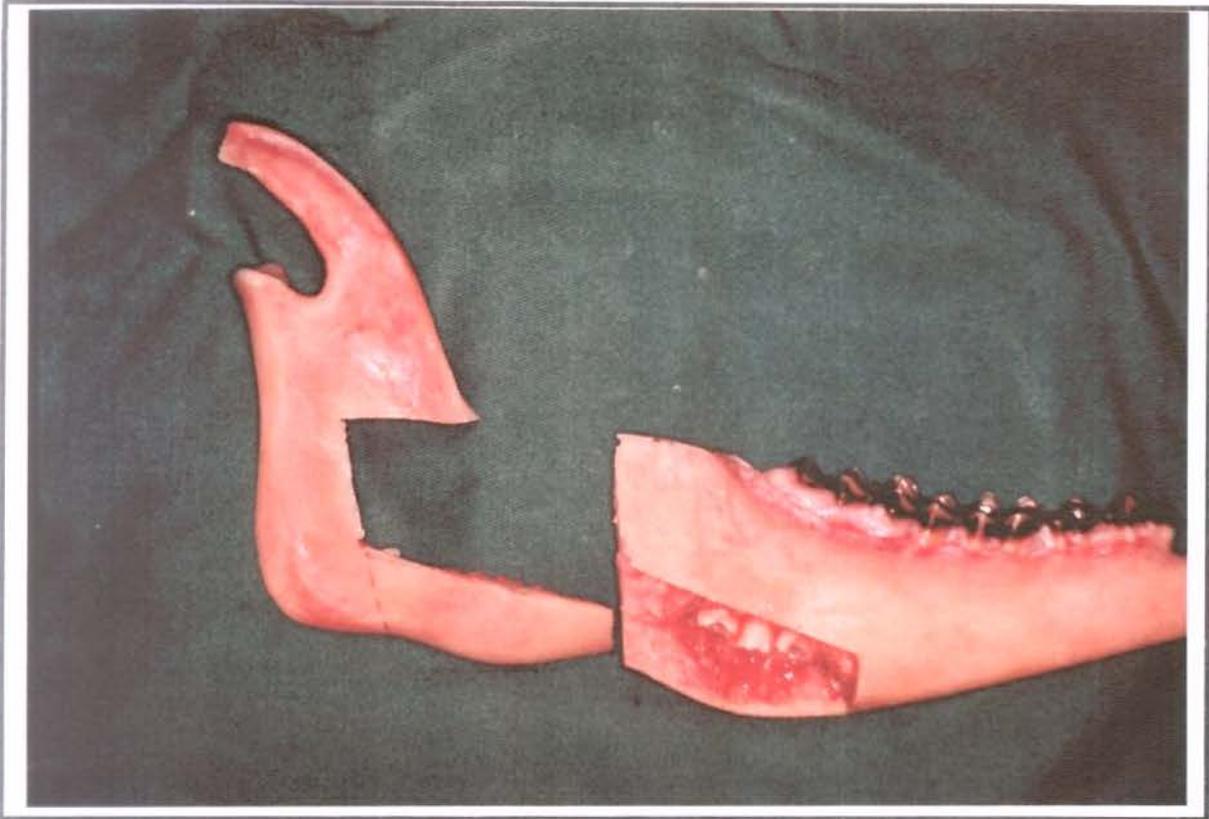


Fig. 9. Osteotomía "C"- Sagital, segmentos separados, vista lateral.

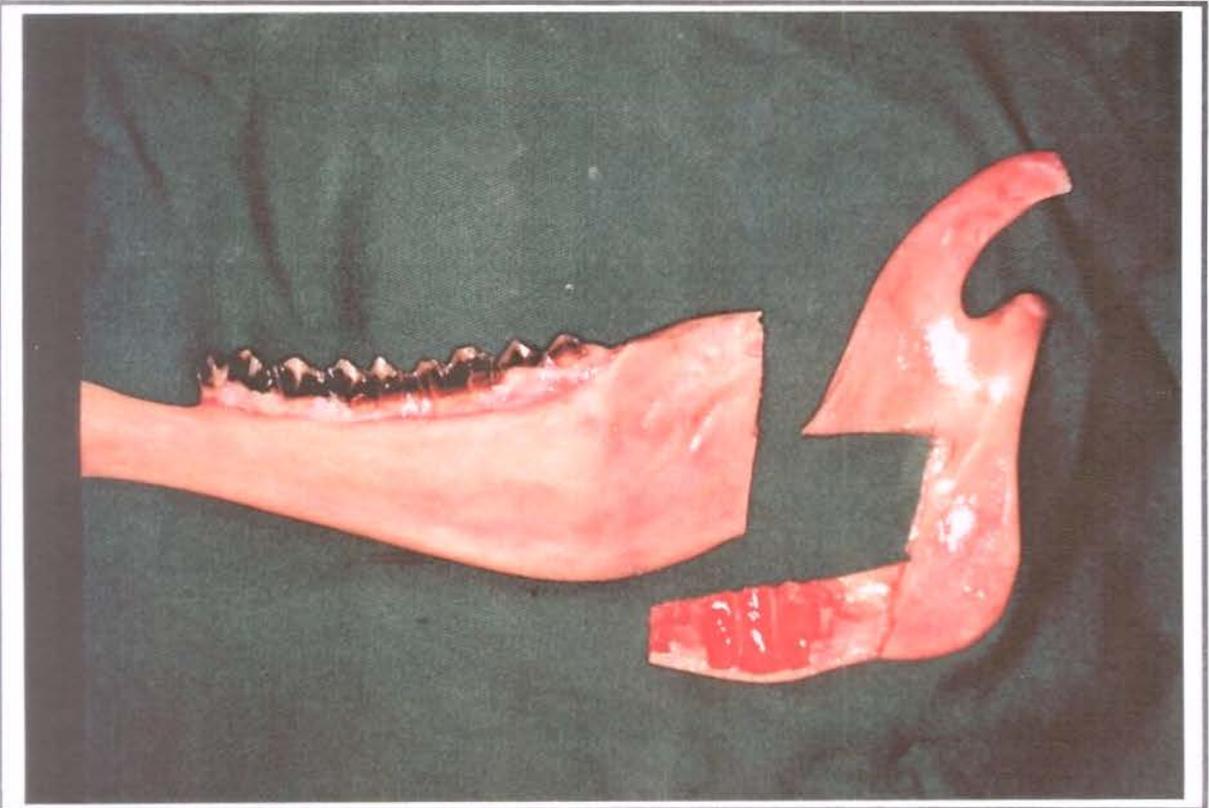


Fig. 10. Osteotomía "C"- Sagital, segmentos separados, vista medial.

banda de tensão e neutralizar as forças tensionais, que ocorrem na borda superior da mandíbula (figuras 11 e 12).

Uma vez fixadas, as hemimandíbulas foram montadas em um bloco de resina acrílica quimicamente ativada^k incolor, sendo incluída a borda posterior e o côndilo mandibular, porém sem permitir que a resina tivesse contato com o segmento distal, para evitar colagem dos segmentos. Essa montagem foi realizada colocando a resina, na fase arenosa, em um molde de silicone^l, e posicionando a hemimandíbula até a polimerização final da resina. O molde permitiu a padronização das dimensões de todas as peças, para facilitar a fixação das peças na máquina de teste.

Para o ensaio, as mandíbulas foram fixadas através do bloco de resina em um suporte de aço especialmente confeccionado para tal (figura 13). O suporte consistiu em uma cantoneira de aço em formato de U, soldada verticalmente sobre uma base quadrada, com reforços laterais. A dimensão da cantoneira era aproximadamente a mesma do bloco de resina, para que houvesse um bom encaixe entre as peças. De cada lado da cantoneira foram colocados 2 parafusos que, quando apertados, comprimiam o bloco de resina,

^k Clássico, São Paulo, SP

^l RTV 573P, Profor Prod. e Form Químicas, São Paulo, SP

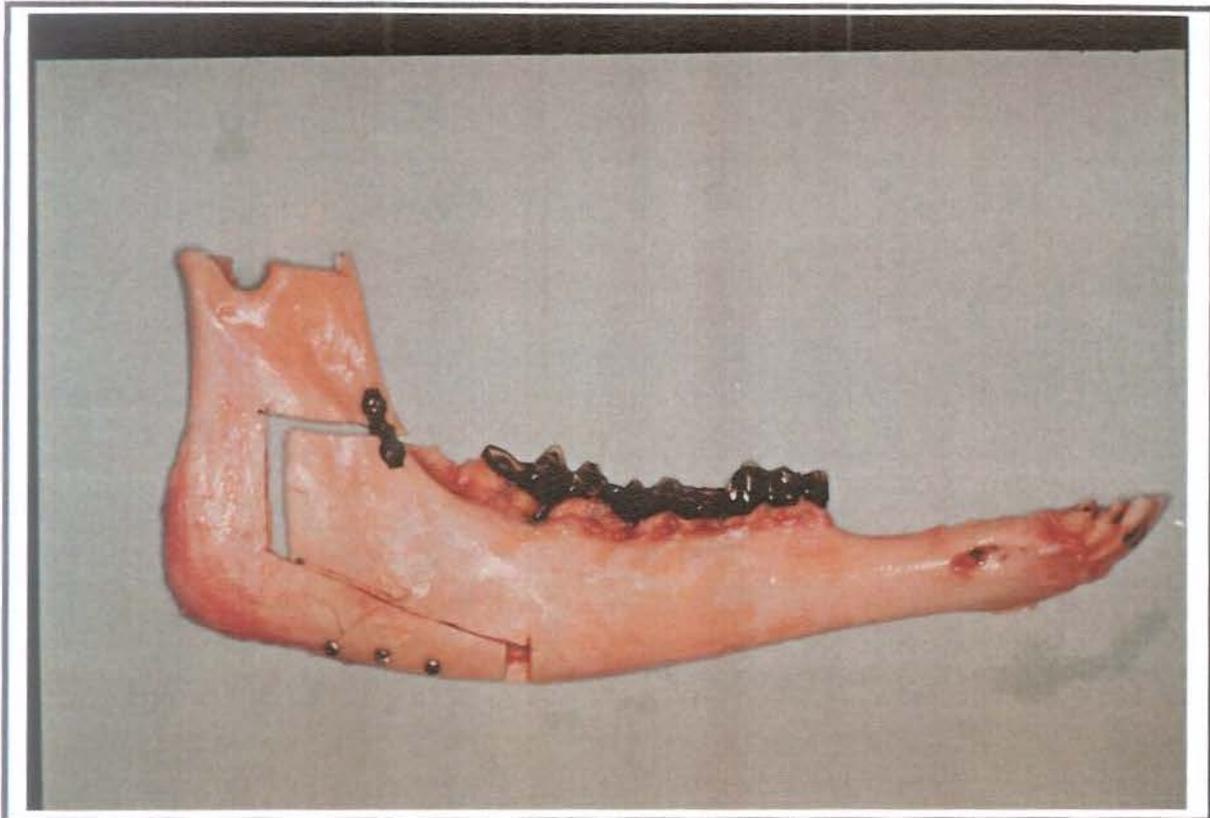


Fig. 11. Osteotomia "C"- Sagital, avanço de 5 mm, vista lateral.

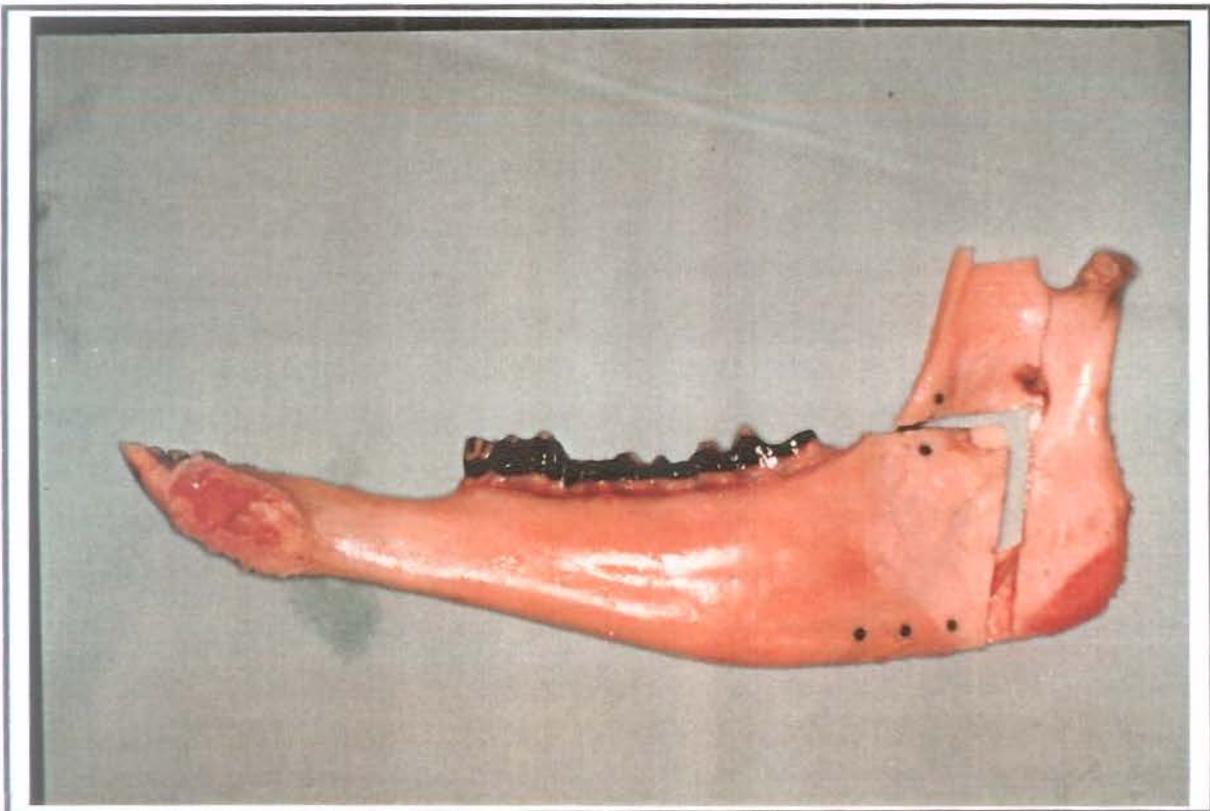


Fig. 12. Osteotomia "C"- Sagital, avanço de 5 mm, vista medial.

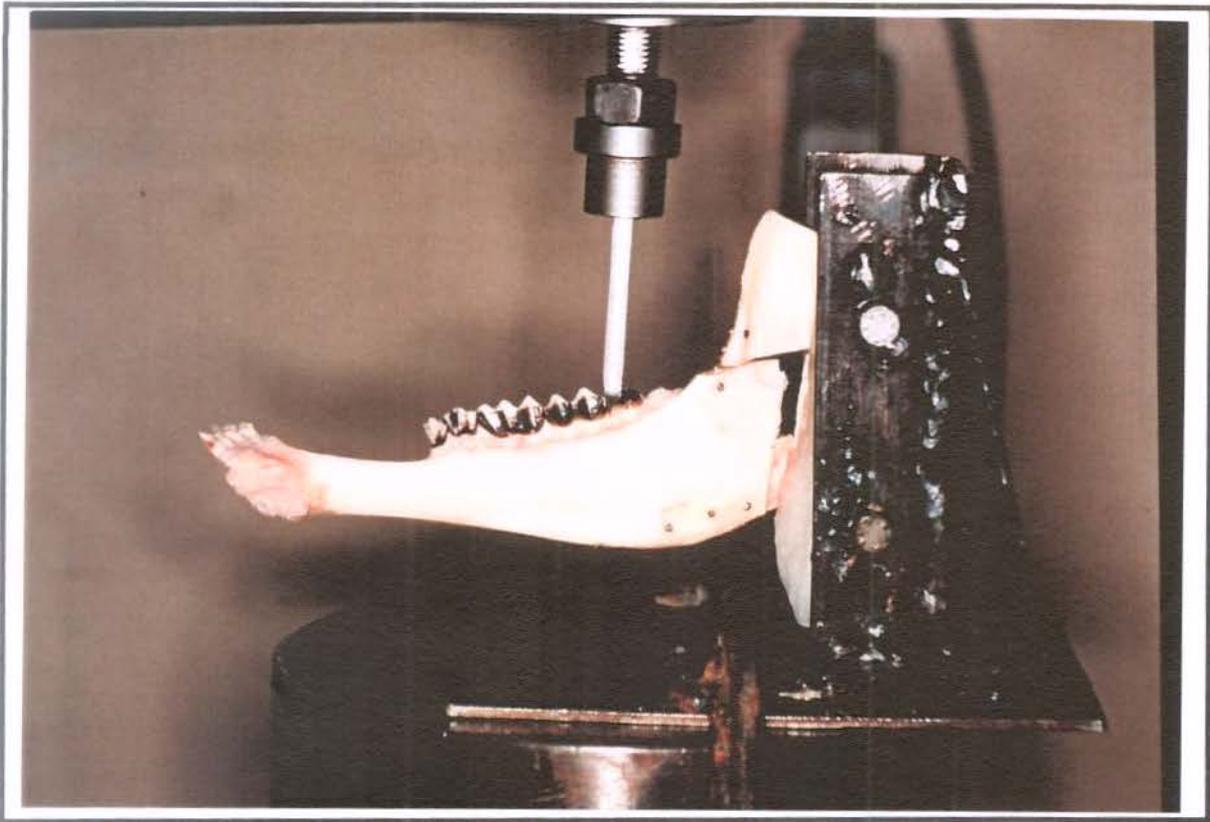
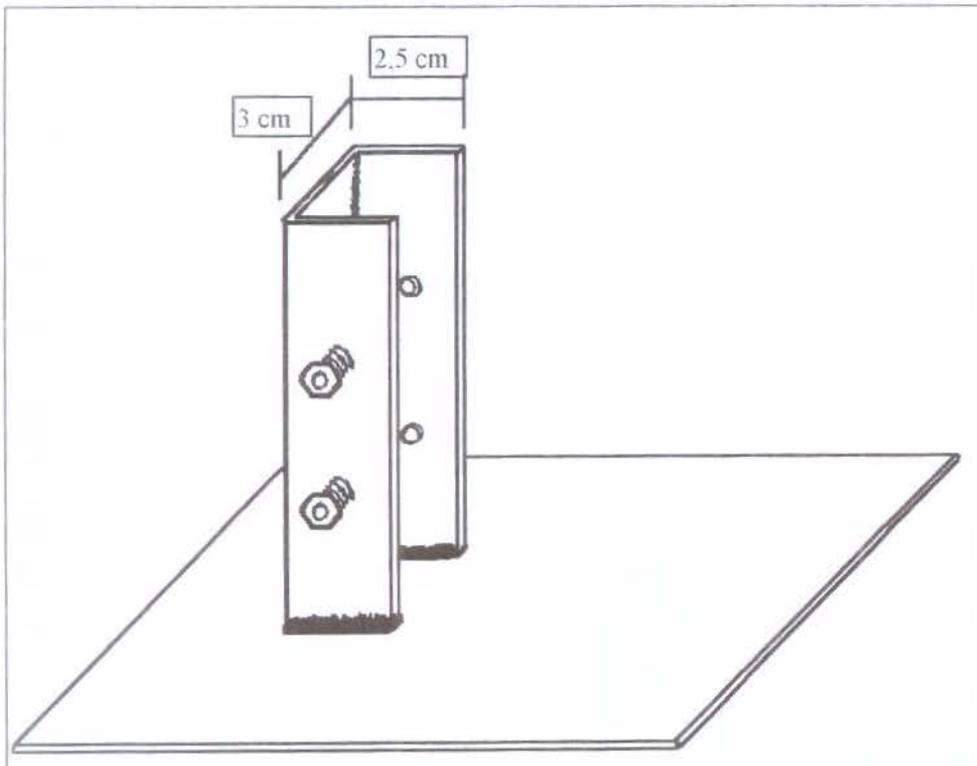


Fig. 13. Mandibula montada no suporte, carga sendo aplicada.



Esquema 5. Desenho do suporte das mandíbulas.

imobilizando-o (Esquema 5). Esse sistema permitiu uma flexibilidade de ajuste das mandíbulas para a realização do experimento.

O suporte foi fixado (figura 14) na base da máquina de ensaio universal, marca MTS^m. No cabeçote da máquina de ensaio universal foi fixado um sensor de força, denominado célula de carga, construído em liga de alumínio. A capacidade máxima da célula de carga era de 100 kgf, com sensibilidade de 5 gramas. O transdutor da célula de carga transforma força ou peso em voltagem. Estruturalmente consiste em uma coluna de metal extremamente duro. Sensores de tensão são colados nesta coluna, para detectar mudanças de dimensão causadas pela força. Estes sensores estão conectados de modo a formar um esquema elétrico, conhecido como ponte de Wheatstone balanceada. Isso significa que quando uma voltagem de excitação é aplicada através dos sensores, não há voltagem de saída. Quando uma força é aplicada na célula de carga, ocorre um desbalanceamento da ponte de Wheatstone, produzindo uma voltagem de saída. Essa voltagem é amplificada e traduzida em força. Se a polaridade for positiva, a força é de tração e quando negativa, a força é compressiva.

^m MTS Systems Inc, Minneapolis, MN

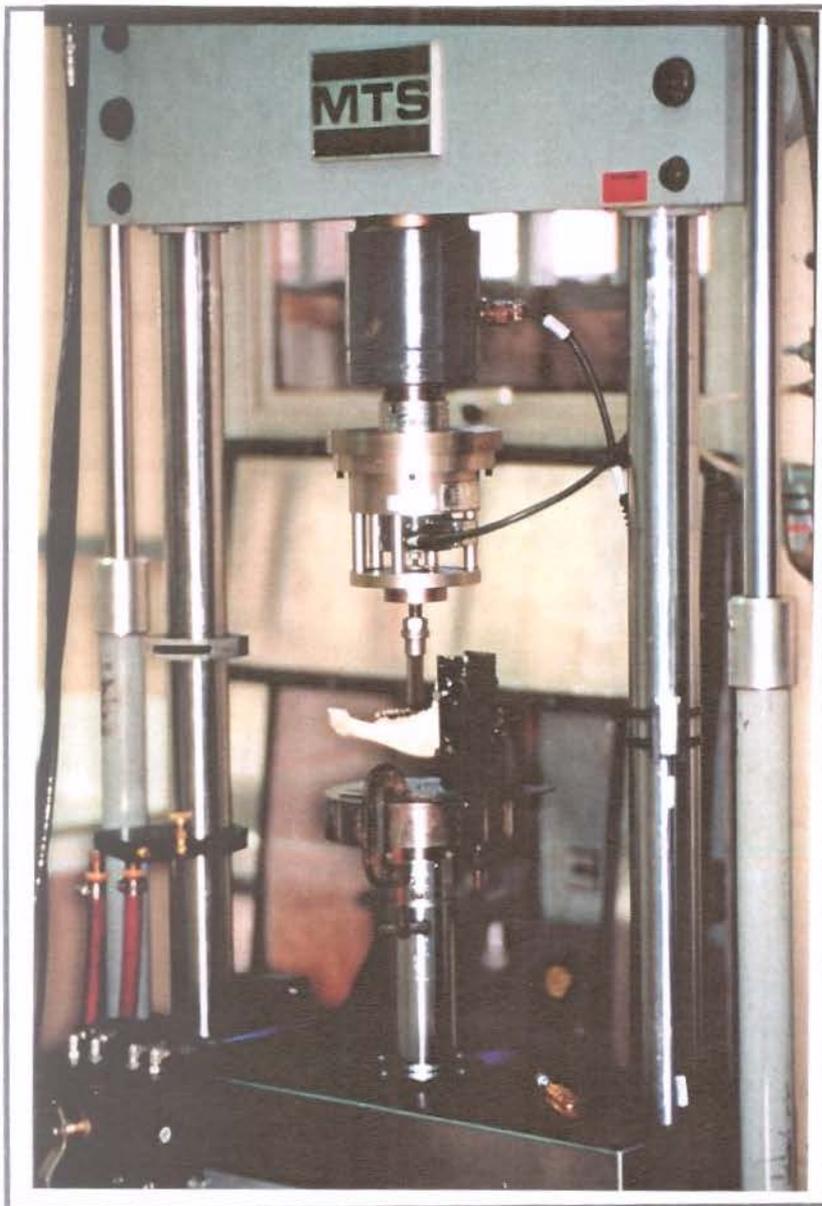


Fig. 14. Máquina de ensaio universal, com mandíbula montada.

Na célula de carga foi rosqueado um pino, para aplicar força no modelo desenvolvido. Para testar a amostra, uma força progressiva de compressão (10 mm por minuto) foi aplicada verticalmente na região do

último molar durante 1 minuto, até ocorrer falha na fixação ou fratura da hemimandíbula (KOHN et al.⁵², 1995). Os dados foram transmitidos diretamente da célula de carga para um computador, que gerou uma planilha de dados no programa Excel[®], de força vs. deslocamento. A falha na fixação foi verificada pelo deslocamento do cabeçote da máquina de ensaio universal, sendo que foi considerado arbitrariamente uma falha, quando ocorreu movimentação maior que 5 mm na altura do último molar.

Os dados sobre a força necessária para trazer instabilidade e falha ao sistema foram coletados em kgf, e a média calculada com seu desvio padrão para cada grupo. Foram consideradas as seguintes variáveis explanatórias: “tipo de osteotomia” (OCS ou OS - qualitativa), “mandíbula” (1,2,3,... 13 - qualitativa, e o “deslocamento” (de 0 a 5 mm, igualmente espaçados em 0,2 mm - quantitativa). A blocagem foi feita segundo o fator “mandíbula”, dado fornecer informações comparativas entre os “tipos de osteotomia”, na mesma unidade experimental.

A avaliação estatística, dos valores obtidos para compressão, foi realizada pela Análise de Variância (ANOVA) tipo Split-Plot

⁵² 1293 n° 56452 Microsoft Corporation Inc., Redmont, WA

(MONTGOMERY⁶³, 1991), onde cada mandíbula participou como um bloco completo. Foi utilizado o pacote estatístico STATA^o.

^o Computing Resource Center, Santa Monica, CA

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Foi verificado que as hemimandíbulas de carneiro maiores suportaram maior carga quando comparadas às mandíbulas menores, em ambas as osteotomias testadas. As dimensões das mandíbulas com suas respectivas médias e desvios padrões estão na tabela 1.

Peça	Comprimento Co - Me	Altura do Ramo	Largura do ramo	F. Mandibular a Borda anterior
1	160	71	51	25
2	148	66	42	23
3	142	63	44	20
4	162	73	48	24
5	142	67	46	22
6	178	76	60	29
7	165	75	52	26
8	147	66	45	23
9	158	71	52	22
10	145	71	50	23
11	170	73	52	25
12	169	72	54	25
13	161	76	55	27
Média	157,46	70,77	50,08	24,15
Desvio Padrão	8,86	3,33	3,40	1,82

Tabela 1. Dimensões das mandíbulas em mm.

Houve falha em todas as mandíbulas testadas, ocorrendo fraturas ou deslocamentos significativos no traço da osteotomia. As fraturas mais

comuns foram: fratura do ramo mandibular na osteotomia sagital (figura 15), fratura da borda inferior na osteotomia “C”-Sagital (figura 16), e fratura na borda superior na osteotomia “C”-Sagital (figura 17). Também foi verificado deslocamento através do traço da osteotomia sem fratura (figura 18).



Fig. 15. Fratura do segmento proximal. Osteotomia Sagital.

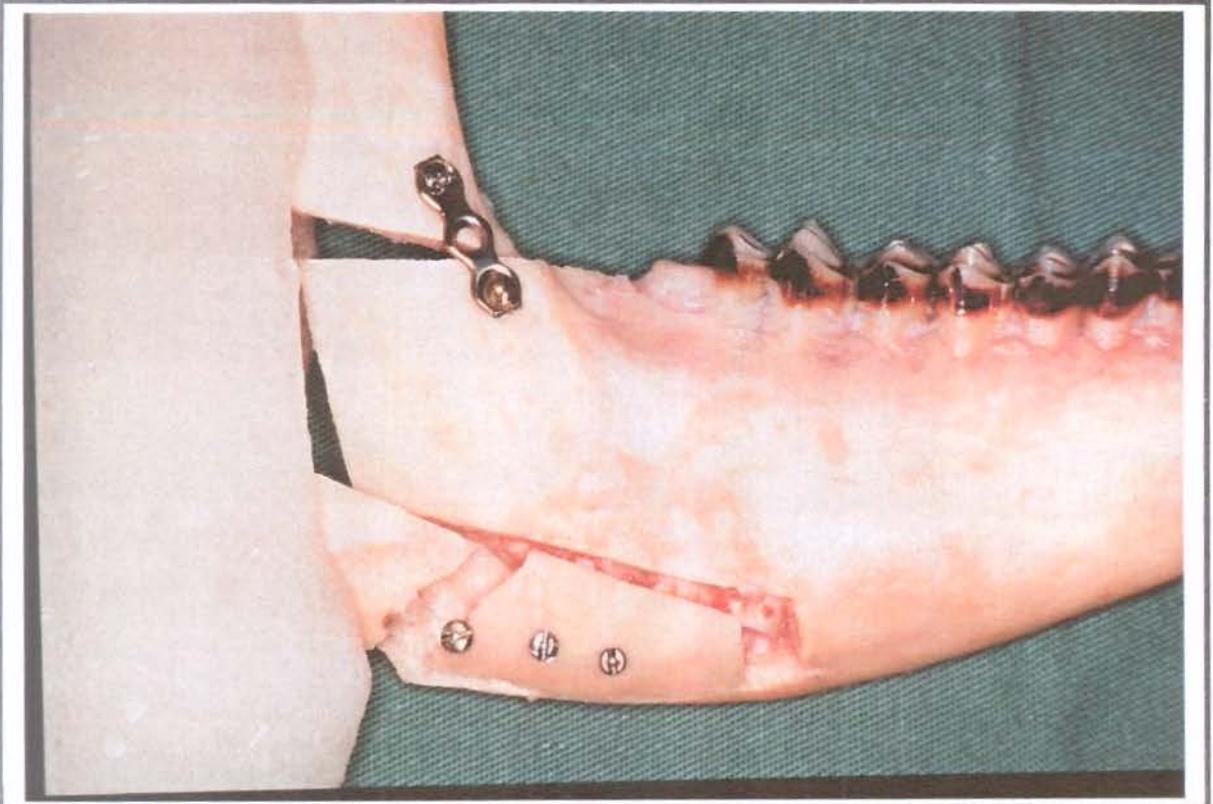


Fig. 16. Fratura da borda inferior, Osteotomia "C"- Sagital

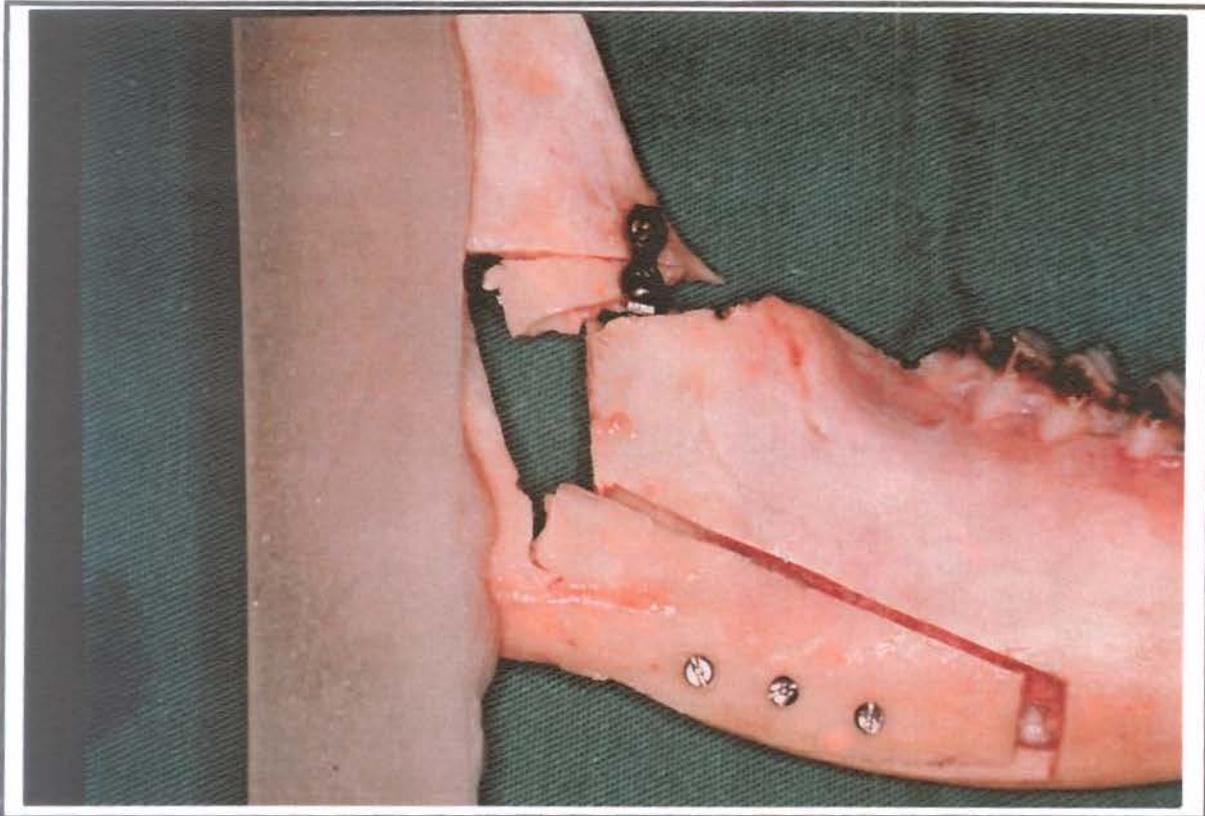


Fig. 17. Fratura na borda superior, Osteotomia "C"- Sagital.

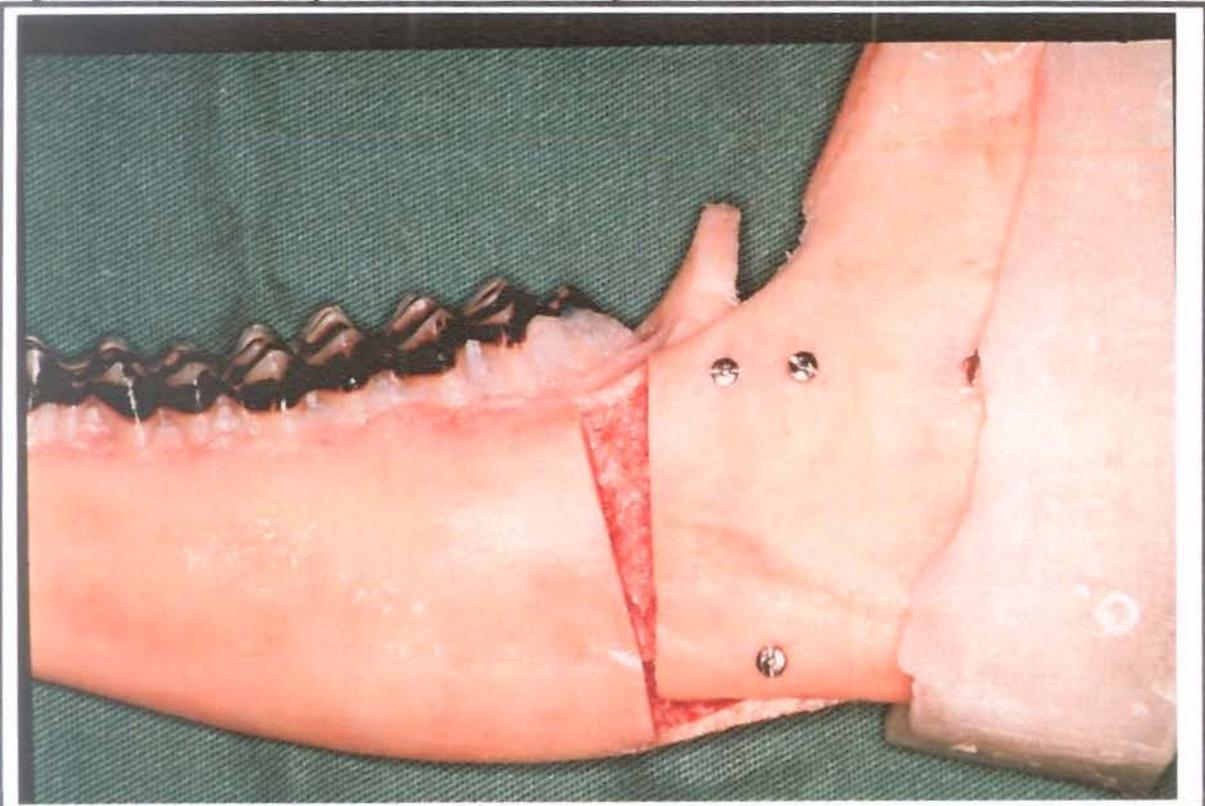


Fig. 18. Falha na fixação sem fratura, Osteotomia Sagital.

A tabela 2 mostra os valores médios obtidos para cada osteotomia, junto com o respectivo desvio-padrão para cada intervalo de 0,2 mm de deslocamento do cabeçote da máquina de ensaio universal.

Deslocamento em mm	Média Osteotomia "C" Sagital (kgf)	Desvio Padrão	Média Osteotomia Sagital (kgf)	Desvio Padrão
0,20	1,29	0,79	1,11	0,65
0,40	2,94	1,50	2,44	1,48
0,60	4,58	1,97	3,98	2,56
0,80	6,65	2,45	5,54	3,21
1,00	8,63	3,27	6,87	3,69
1,20	10,55	4,36	7,56	4,35
1,40	11,86	5,22	8,82	4,88
1,60	13,45	5,98	10,12	5,26
1,80	14,84	6,73	11,35	5,66
2,00	16,29	7,22	12,47	6,02
2,20	17,28	7,45	13,51	6,39
2,40	18,82	7,67	14,39	6,78
2,60	20,35	7,76	14,76	7,39
2,80	21,78	8,05	15,53	7,77
3,00	22,98	8,71	16,27	8,09
3,20	24,19	8,89	16,70	7,90
3,40	24,69	7,89	17,55	8,63
3,60	23,31	6,41	18,39	9,07
3,80	22,58	8,72	19,23	9,55
4,00	23,41	9,10	20,07	9,69
4,20	23,49	9,00	19,58	8,65
4,40	23,52	9,51	20,84	9,24
4,60	24,10	10,56	22,00	9,85
4,80	23,87	11,50	22,27	9,33
5,00	22,85	13,07	22,70	9,23

Tabela 2. Tabulação das médias e respectivo desvio padrão.

Estes valores também são visualizados através do gráfico 1, que mostra as médias de força vs. deslocamento das duas osteotomias testadas, sendo esse valor a média dos valores representados nos gráficos 2 e 3. Verificou-se que a osteotomia "C"- Sagital necessitou de mais força para o mesmo deslocamento, quando comparado à osteotomia sagital do

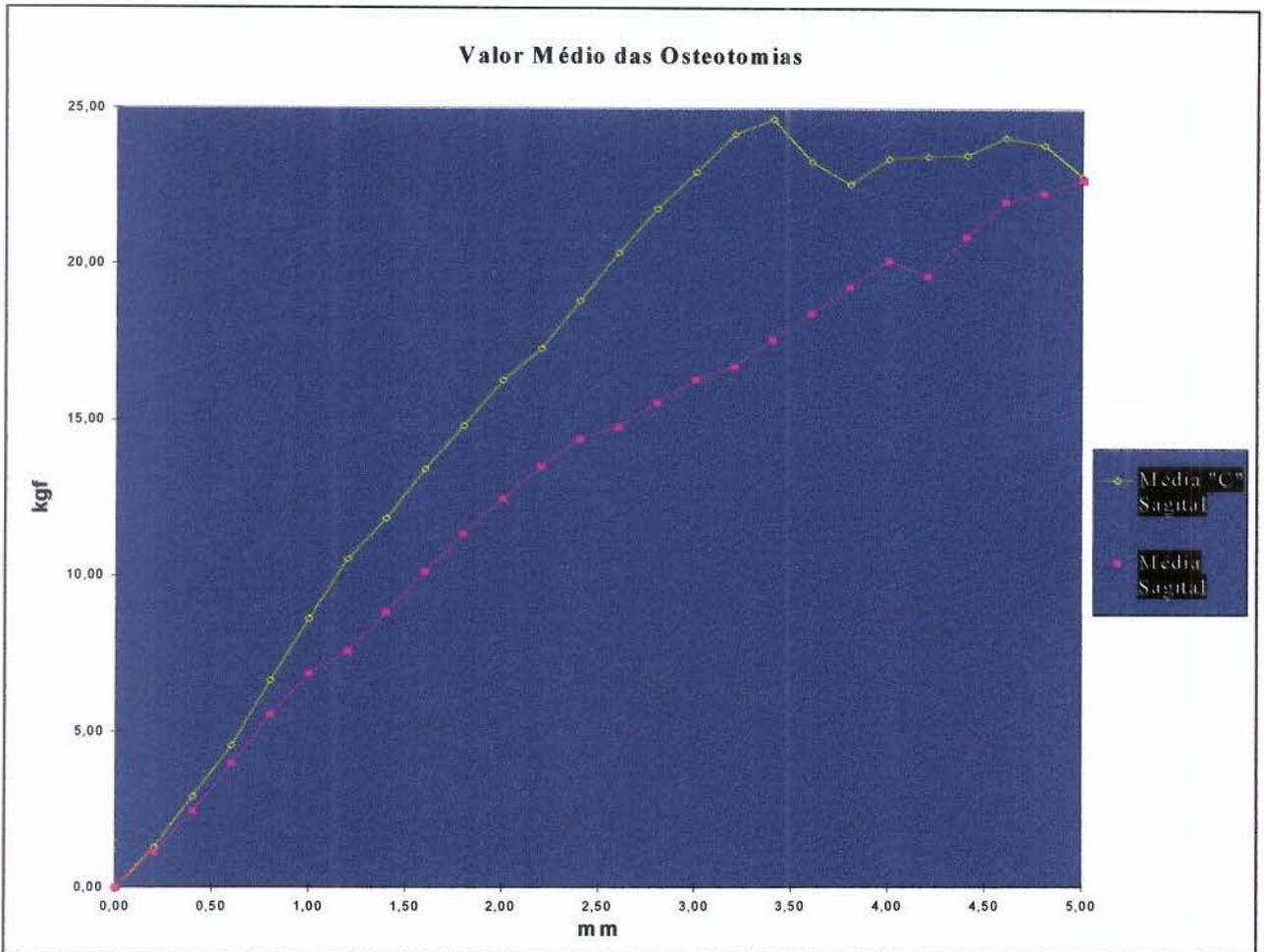


Gráfico 1. Valor médio de força vs deslocamento.

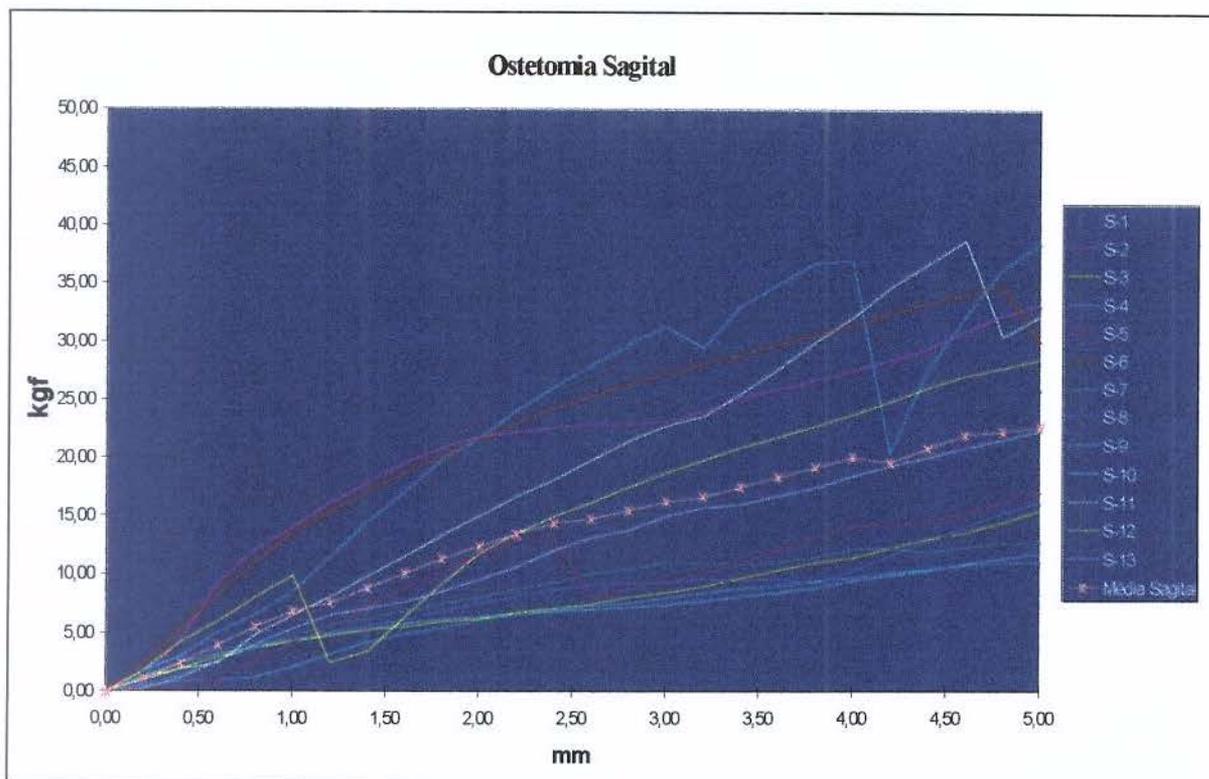


Grafico 2. Valores de força vs. deslocamento OS.

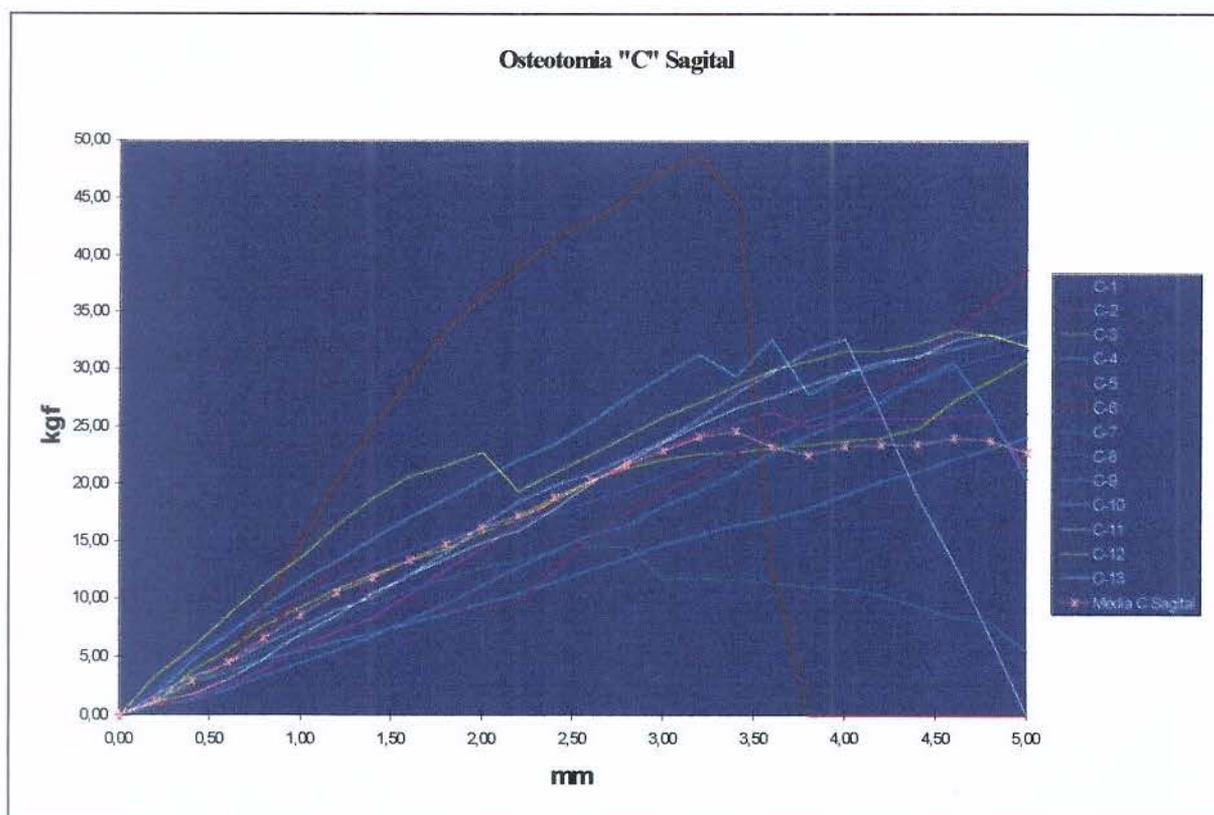


Grafico 3. Valores de força vs. deslocamento OCS.

ramo mandibular. Contudo, essa diferença não é estatisticamente significativa.

A tabela 3 apresenta os resultados obtidos pela ANOVA, onde observam-se os níveis de significância (α) para cada fator em estudo. O nível de significância adotado internacionalmente é de 5 %. Assim fatores que apresentam níveis de significância menores que 0,05 são considerados significativos, sendo, portanto, esta uma evidência de existência de diferenças.

Fatores	G. L.	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F α	
Osteotomia Mandíbula	1	1773,48858	1773,48858	3,24	0,0970
Resíduo (a)	12	8587,51965	1451,03199		
sub total	12	6559,51180	546,62598		
Deslocamento osteot. x desloc.	25	36275,79980	1451,03199	46,40	*0,0000
Resíduo (b)	25	781,83469	31,27339	1,07	0,3726
Total	600	17474,86940	29,12478		
Total	675	71453,02390	105,85633		

* significativo

Tabela 3. Resultados da ANOVA, para os valores de compressão.

Como se verifica na tabela 3, não houve efeito significativo para os diferentes tipos de osteotomia ($\alpha = 0,0970$), nem para a interação osteotomia-deslocamento ($\alpha = 0,3726$). Houve efeito significativo para o fator deslocamento, em que o valor de α encontrado foi de 0,0000, ou seja altamente significativo para este fator.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo biomecânico *in vitro* é uma maneira de se verificar a resistência da fixação, bem como a disposição dos materiais de osteossíntese e mesmo do próprio material de teste, seja ele osso, resina ou plástico.

No caso do objetivo do estudo ser a mandíbula humana, a mesma é, sem dúvida, o melhor corpo de prova para teste de material de síntese, pois seu desenho é único, bem como suas dimensões e particularidades anatômicas. Contudo, a obtenção de peças de cadáveres para experimentos científicos é difícil e pode levar a variações difíceis de controlar, como por exemplo, dentição incompleta, atrofia do rebordo alveolar, densidade e qualidade óssea heterogêneas e patologias ósseas mandibulares associadas. Alguns autores (ARDARY et al.⁴, 1989; BOUWMAN et al.¹², 1994; SCHWIMMER et al.⁷⁷, 1994; KIM et al.⁴⁸, 1995) utilizaram mandíbulas humanas para verificar *in vitro* a resistência de fixação interna rígida em osteotomias mandibulares e relataram dificuldades em padronizar os corpos de prova.

Para melhor uniformizar os testes biomecânicos, diversos investigadores (KROON et al.⁵³, 1991; KIM et al.⁴⁹, 1993; UMSTADT et al.⁹⁷, 1994; CHOI et al.²¹, 1995; HAMMER et al.³⁹, 1995; SHETTY et al.^{79,80}, 1996 a, b) preconizaram a utilização de modelos de plástico. Esse modelo tem como principal vantagem a uniformização da amostra, bem como a facilidade de obtenção dos corpos de prova. A principal desvantagem é que o plástico não tem as mesmas características mecânicas do osso fresco, com diferentes módulos de elasticidade e rigidez.

Tais problemas não ocorrem com osso fresco. FOLEY et al.³² (1989) e ANUCUL et al.³ (1992) utilizaram costelas bovinas frescas para testar fixação interna rígida de osteotomias. A costela tem como principal vantagem a fácil obtenção, porém não possui o formato peculiar da mandíbula, sendo portanto menos indicada sua utilização para testes biomecânicos. O mais lógico é a utilização de mandíbulas frescas de animais, como preconizado por FOLEY & BECKMAN³¹ (1992), MORAES⁶⁴ (1995) e WITTEMBERG et al.¹⁰⁴ (1997). Para que a padronização das mandíbulas seja a melhor possível, seria desejável que os animais tivessem idade e peso semelhantes, fossem da mesma raça e tivessem a mesma procedência e

alimentação do nascimento ao abate. Assim podem ser eliminadas diversas variáveis no tamanho e densidade óssea das mandíbulas.

KOHN et al.⁵² (1995) avaliaram o material a ser fixado (osso mandibular humano, costela bovina e polímero sintético) para testar a osteotomia sagital do ramo mandibular. Os resultados mostraram que houve diferenças significativas entre materiais de teste, com as mandíbulas sendo mais resistentes que osso de costela ou polímero sintético.

Pelos motivos discutidos acima, optamos por utilizar mandíbulas de carneiros, que tem o formato adequado para realização de osteotomias, bem como o tamanho semelhante à mandíbula humana na região do corpo e ramo mandibular. Também as mandíbulas de carneiro são mais facilmente obtidas e permitem uma padronização, para que os resultados sejam mais consistentes.

A conservação das peças foi feita sob congelação, para manter as características de resistência de peças frescas. Outro trabalho (MORAES⁶⁴, 1995) também utilizou o congelamento como meio de conservação das peças estudadas. Como o frio é uma meio popular de conservação de tecidos, deve ter sido usado em outros estudos^{3,4,12,31,32,77} que utilizaram osso fresco. Acreditamos que este procedimento não é fator de variação no experimento,

pois KO⁵¹ (1953) mostrou que não há mudança significativa em resistência tênsil de osso humano, mesmo sendo estocado em solução salina, em temperatura ambiente, por vários meses, quando comparado a osso fresco.

Com relação às forças que incidem sobre a mandíbula, existe um consenso que na região alveolar as forças de tensão predominam, enquanto na região da borda inferior da mandíbula ocorrem forças de compressão (CHAMPY et al.¹⁸, 1976; RUDDAMAN & MULLEN⁷³, 1992). Na região da sínfise mandibular existe um componente de forças torcionais importante. CHAMPY et al.¹⁸ (1976) demonstraram que este tipo de força vai diminuindo em sentido posterior, sendo ausente na região de pré-molares e molares. Essa posição é contestada por TAMS et al.⁸⁹ (1996), que verificaram forças torcionais, de magnitude semelhante, em toda região de sínfise mandibular até a região de pré-molares. Esses mesmos autores constataram altas forças de cisalhamento no ângulo e na região posterior do corpo mandibular.

Para neutralizar as forças que atuam na região do ângulo mandibular, é necessária a aplicação de material de síntese forte o suficiente para resistir à carga das forças mastigatórias. Nos casos de fraturas mandibulares, isto pode ser conseguido com a aplicação de osteossíntese do tipo compressiva, como placas e parafusos na borda inferior da mandíbula (LUHR⁵⁷, 1968;

SPIESSL⁸⁵, 1976). Outra opção é a aplicação de placas e parafusos na área de tensão da mandíbula, ou seja, na região da borda superior (MICHELET et al.⁶¹, 1973, CHAMPY et al.,^{18,19,20} 1976 a e b; 1978). Ambos os sistemas tem sucesso clínico, contudo os sistemas compressivos apresentam maior estabilidade quando comparados “*in vitro*” (SHETTY et al.⁸¹, 1995).

Em cirurgia ortognática mandibular é discutido qual o melhor tipo de fixação interna rígida. A osteotomia sagital do ramo mandibular é o objetivo da maior parte dos estudos de estabilidade pós-operatória. Isto é devido à grande versatilidade desta osteotomia, pois a mesma pode ser utilizada tanto para o avanço como para o recuo mandibular. Devido às características específicas da osteotomia sagital do ramo mandibular, que separa a cortical externa da cortical interna, com ampla área de sobreposição entre estas corticais, a utilização de parafusos interfragmentários foi amplamente difundido. SPIESSL⁸⁶ (1976) foi o primeiro a sugerir o uso de parafusos compressivos. O autor acreditava ser necessário o uso de compressão interfragmentária e parafusos de diâmetro de 2.7 mm para obter estabilidade funcional. SOURYS⁸⁴ (1978) reportou bons resultados clínicos com a técnica compressiva, sem recidivas ou problemas de articulação temporomandibular no pós-operatório.

O uso de parafusos posicionais é o mais difundido e utilizado hoje em dia, pois permite uma boa relação entre o côndilo e a fossa glenóide. Em nosso experimento, optamos pelo uso desta técnica em ambas as osteotomias, em detrimento aos parafusos compressivos, pois é a mais utilizada e mais testada entre as técnicas de fixação interna rígida (SWIFT⁸⁸, 1993; TUCKER⁹⁴, 1993; BOUWMANN et al.¹¹, 1995). Os parafusos compressivos talvez tivessem demonstrado uma melhor resistência ao deslocamento, devido ao maior encaixe friccional entre os segmentos. Contudo, como esta técnica raramente é empregada clinicamente, optamos por não utilizá-la em nenhuma das osteotomias.

Na osteotomia sagital, optamos pela disposição tripoidal dos parafusos posicionais, com dois colocados na borda superior da mandíbula e um na borda inferior, abaixo do nervo mandibular. Tal disposição mostrou-se a mais resistente em estudos biomecânicos *in vitro* publicados por diversos autores (ARDARY et al.⁴, 1989; FOLEY et al.³², 1989; FOLEY & BECKMAN³¹, 1992; KIM et al.⁴⁹, 1993; BOUWMAN et al.¹², 1994; KIM et al.⁴⁸, 1995; SHETTY et al.⁷⁹, 1996 a). Optamos por inserir os parafusos perpendicularmente à tábua óssea vestibular, tal como são inseridos pela técnica percutânea, devido à facilidade de inserção e padronização. KIM et

al.^{48,49} (1993; 1995) demonstraram maior resistência ao deslocamento na osteotomia sagital se os parafusos forem inseridos obliquamente à cortical óssea. Esses achados não foram confirmados por MORAES⁶⁴ (1995), porém o autor utilizou apenas 2 parafusos oblíquos na borda superior contra 3 parafusos preconizados pelos outros autores (KIM et al.^{48,49}, 1993; 1995).

A utilização de placas e parafusos para fixar osteotomias sagitais, como recomendado por LUHR et al.⁵⁸ (1986) e RUBENS et al.⁷²(1988), também foi investigado na literatura. BOUWMAN et al.¹², (1994) compararam a estabilidade *in vitro* da fixação de osteotomias sagitais por parafusos e placas fixadas monocorticalmente e verificaram que as mandíbulas fixadas apenas por placas obtiveram resultados piores que o grupo fixado por parafusos lineares. SHETTY et al.⁸⁰ (1996 b) concluíram que o uso isolado de placas não era tão estável quanto parafusos posicionais dispostos de maneira tripoidal, contudo se associadas com um parafuso posicional, as placas tornaram-se mais estáveis que parafusos posicionais tripoidais. HAMMER et al.³⁹ (1995) também verificaram que o uso de placas e um parafuso posicional aumentou a resistência mecânica da fixação da osteotomia sagital do ramo, contudo não sendo estatisticamente superior à fixação por 3 parafusos tripoidais.

A fixação da osteotomia “C”-sagital em nosso experimento foi realizada utilizando-se 3 parafusos posicionais na borda inferior, como recomendado por TERRY & WHITE⁹⁰ (1991). Contudo, optamos por adicionar uma placa na borda superior da mandíbula, fixada por dois parafusos, um de cada lado da osteotomia. Esse suplemento de fixação foi idealizado para neutralizar as forças descritas por CHAMPY et al.¹⁸ (1976), LODDE & CHAMPY⁵⁶ (1976), SHETTY & CAPUTO⁷⁸ (1992), TAMS et al.⁸⁹ (1996) e RUDMAN⁷⁴ et al. (1997). Quando iniciamos a fixação das osteotomias em “C”-sagital, notamos durante a manipulação, que a mandíbula se torna muito frágil, fraturando facilmente no início da extensão sagital do segmento proximal. Por essa razão optamos pela suplementação de fixação na borda superior da mandíbula. SPIESSL⁸⁵ (1976) recomenda essa complementação da fixação em fraturas do ângulo mandibular, quando não é possível a neutralização das forças tensionais por barras de Erich, devido à ausência de dentes ou pelo traço da fratura se localizar posteriormente à dentição. Neste caso, o autor recomenda o uso de uma placa curta, com 1 parafuso de cada lado da fratura, para complementar a fixação aplicada na borda inferior da mandíbula.

A definição de falha da fixação na literatura varia bastante, de acordo com os diferentes materiais e métodos. SHETTY et al.⁷⁹ (1996 a) derivaram um “Fator de Instabilidade” para definir a estabilidade de um sistema. Foram considerados força aplicada, o deslocamento nos diversos pontos da osteotomia e o lado (ipsilateral ou contralateral) no qual a força foi aplicada. Quanto maior o número, que varia de 0 a 1, maior a instabilidade do modelo testado. FOLEY et al.³² (1989) e FOLEY & BECKMAN³¹ (1992) definiram em 3 mm a deflexão entre os segmentos proximais e distais como sendo falha da fixação. MORAES⁶⁴ (1995) utilizou metodologia semelhante a dos últimos autores, contudo considerou falha com um deslocamento de 2 mm. Outros autores utilizaram valores, ainda menores, de 1 mm para caracterizar a falha do sistema testado (ARDARY et al.⁴;1989; KIM et al.⁴⁹ 1993). BOUWMAN et al.¹² (1994) consideraram dois aspectos como falha. O primeiro sendo a força necessária para deformar permanentemente o modelo testado, e o segundo o ponto de fratura do modelo. ANUCUL et al.³ (1992) também consideraram a deformação permanente com sendo o ponto de falha da fixação.

Em nosso experimento, optamos por aplicar uma força progressiva até a deflexão entre os segmentos atingir 5 mm. Assim podemos comparar as

duas osteotomias progressivamente, através de uma curva (gráfico 1). Podemos verificar que, durante todo o experimento, a fixação aplicada na osteotomia em “C”-Sagital resistiu mais ao deslocamento com a mesma força aplicada. Contudo essa diferença não foi estatisticamente significativa. Também, os valores absolutos observados não foram significativos por si. O intuito do experimento era a comparação entre as técnicas de fixação das duas osteotomias, e assim pudemos verificar que a resistência ao deslocamento, da fixação aplicada, em ambas as osteotomias se equivalem.

A variação de valores entre os diferentes relatos da literatura é grande. Os valores de experimentos semelhantes, mas com corpos de prova diferentes (mandíbulas frescas humanas, modelos de plástico ou costelas bovinas) não podem ser comparados com os valores obtidos em nosso experimento, devido aos diferentes resultados obtidos. Os únicos trabalhos com metodologia semelhante foram publicados por FOLEY & BECKMAN³¹ (1992) e MORAES⁶⁴ (1995). Os primeiros autores relataram uma carga média de 6 kgf para deslocar a osteotomia sagital em 3 mm. O último autor refere uma carga média de 3,01 kgf para um deslocamento de 2 mm. Em nosso experimento, a osteotomia sagital necessitou, em média, de 16,3 kgf para sofrer uma deflexão de 3 mm. Essa variação pode ser creditada a diversos

fatores, tais como marca do material de síntese, braço da alavanca na aplicação da força e qualidade do osso.

O material de síntese é um dos fatores que, associado à espessura do osso, vai determinar a resistência às forças aplicadas na mandíbula. Quanto maior o diâmetro do parafuso, maior é o poder de retenção do parafuso (FOLEY et al.³³, 1990; SCHWIMMER et al.⁷⁷, 1994) e maior a resistência ao deslocamento dos segmentos (SHETTY et al.⁷⁹, 1996 a). Isso é verdade se houver osso adequado para tal, sendo que os parafusos de diâmetro de 2,7 mm necessitam de 3 a 4 mm de espessura de cortical óssea para apresentar vantagem sobre os parafusos de 2 mm de diâmetro (SCHWIMMER et al.⁷⁷, 1994). A distância entre os parafusos utilizados para fixação da osteotomia sagital é um fator de resistência. Quando colocados numa disposição tripoidal, os parafusos ficam mais distantes, assim aumentando a resistência (SHETTY et al.⁷⁹, 1996 a). No trabalho de FOLEY & BECKMAN³¹ (1992), os parafusos dispostos tripoidalmente estavam a uma distância de 10 mm entre si, enquanto em nosso experimento, os dois parafusos colocados na borda superior estavam nesta mesma distância, contudo o parafuso da borda inferior estava localizado mais inferiormente. Essa diferença de distância pode ser um dos fatores que expliquem os valores superiores de nosso

experimento. Também a força foi aplicada na região do segundo molar nos estudos de FOLEY & BECKMAN³¹ (1992) e MORAES⁶⁴ (1995), sendo aplicada no último (terceiro) molar em nosso experimento. Assim, com um braço de alavanca menor, foi necessária uma força maior para deslocar os segmentos ósseo fixados. Para confirmar essa teoria, seria necessário estudo semelhante, no qual se aplicaria a força em pontos diferentes da dentição. Assim, poderíamos estabelecer essa relação de torque e deslocamento para as diversas fixações das osteotomias.

Não verificamos diferenças estatisticamente significantes entre os valores médios das duas osteotomias ensaiadas. Isto implica que a fixação aplicada nas duas osteotomias se equivalem “*in vitro*”. Quando decidimos testar a osteotomia “C” - Sagital para verificar a resistência da fixação interna, necessitávamos de uma referência. Tendo em vista que a osteotomia sagital do ramo é o procedimento ortognático mandibular mais utilizado hoje em dia, com estabilidade clínica bem estabelecida, optamos por comparar as duas osteotomias. Como ficou comprovado por este experimento, a resistência de ambas é comparável do ponto de vista biomecânico. Assim, podemos sugerir a hipótese de sua utilização clínica com a diminuição ou abolição do período de bloqueio maxilomandibular, tal como normalmente ocorre nos pacientes

submetidos à osteotomia sagital do ramo, nos quais é aplicada a fixação interna rígida. Um estudo clínico seria de valia para estabelecer essa possibilidade.

Apesar da diferença no desenho das osteotomias e na fixação empregada, ambas osteotomias são realizadas na região do ramo mandibular. Portanto, para que exista uma semelhança nos resultados, o material de síntese deve prover fixação suficiente para resistir à força aplicada no ensaio. Acreditamos que a aplicação da placa na banda de tensão foi de vital importância para a estabilidade da osteotomia "C" Sagital, tendo em vista a fragilidade da síntese quando aplicada na borda inferior apenas. Contudo, em alguns casos, houve fratura da borda superior da mandíbula (figura 17). Se uma placa de 4 furos com 2 parafusos em cada segmento tivesse sido aplicada nessa região, talvez a fratura precoce da cortical pudesse ter sido evitada. Poderia haver assim o aumento da resistência, talvez até para um nível estatisticamente significativo. Novos estudos são necessários para comprovar esta hipótese. Contudo, o aumento da fixação pode não trazer nenhuma vantagem clínica, como já foi demonstrado por KNAUP et al.⁵⁰ (1993) nas osteotomias sagitais.

Foi verificado que existe uma diferença estatística entre os valores médios em kgf entre os intervalos de deflexão (cada 0,2 mm). Isso mostra que a força aplicada é significativamente maior, até a falha do sistema. Isto demonstra a estabilidade da fixação aplicada aos segmentos ósseos.

A metodologia utilizada por este estudo é baseada apenas na força aplicada e o deslocamento por ela provocado. Esta visão é simplista, pois sabemos que diversos músculos da mastigação atuam ao mesmo tempo durante a mastigação. Isto pode trazer deformações que não são previstas por este modelo. Possivelmente, o ideal seria um modelo que pudesse simular as forças mastigatórias e que pudesse-mos verificar onde e como ocorrem as deformações na mandíbula durante a função. Este modelo necessita ser desenvolvido para se compreender melhor a dinâmica das forças de tração e compressão que atuam sobre a mandíbula .

Novos estudos são necessários para que possamos aplicar a fixação interna rígida na osteotomia "C"-Sagital. O aumento da fixação na borda superior é um ponto que precisa ser esclarecido. Também são necessários estudos clínicos que permitam elucidar se a aplicação prática desta osteotomia é viável, tanto do ponto de vista de estabilidade como de

morbidade (tempo de cirurgia e suas consequências, dano ao nervo facial e cicatriz externa).

Obviamente outros fatores, que não foram avaliados neste experimento, devem influir na estabilidade clínica do avanço mandibular pela técnica da osteotomia "C" Sagital, mas dentro das limitações deste estudo, os resultados obtidos sugerem que a utilização de fixação interna rígida na osteotomia em "C"-Sagital é viável, do ponto de vista biomecânico.

CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

Com base na metodologia utilizada, podemos concluir que:

1. Para ocasionar falha no sistema, foi necessária uma força que aumentou gradualmente de intensidade., sendo que para cada intervalo de 0,2 mm de deslocamento, a força necessária foi significativamente maior.
2. Não houve diferença estatisticamente significante entre os tipos de fixação utilizados nas osteotomias testadas.

SUMMARY

SUMMARY

Rigid internal fixation is a routine in modern orthognatic surgery. Within mandibular osteotomies, the sagittal split ramus osteotomy is very popular, because it allows for both advancements and setbacks, and also because rigid internal fixation can be applied relatively easy. Sometimes, however, the maxillofacial surgeon is in a situation where the sagittal split osteotomy is not adequate (for example reoperation). In this cases, the combined "C"-Sagittal osteotomy is very helpful.

In order to compare both techniques, 13 sheep mandibles were separated at the symphysis, and divided in two groups. The first group had a sagittal split done, and the combined "C"- Sagittal osteotomy was used on the second group. Rigid internal fixation was applied to the sagittal split osteotomy group by means of 3 positional screws, being two at the superior border and one bellow the mandibular canal. The "C"- Sagittal mandibles were stabilized by 3 positional screws at the inferior border and 1 small two-hole plate applied to the superior border to act as a tension band. Both group were tested on a MTS testing machine, with a compressive force being applied to the last molar. Data was acquired and compared. There was no statistical difference

between the groups. A significant difference in force level necessary to dislocate the osteotomy site in both groups was detected, being progressively larger as dislocation continued. Analyzing the results, the conclusion can be drawn that rigid internal fixation is valid for the “C”-Sagittal osteotomy, like it is done routinely in the Sagittal Split ramus osteotomy.

Title: “The internal fixation stability of two osteotomy techniques for mandibular advancement: a biomechanical study in sheep mandibles.”

Key Words: Mandible, Osteotomy, Surgery, Internal Fixators, Titanium

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS^p

1. Abeloos J, De-Clercq C, Neyt L: Skeletal stability following miniplate fixation after bilateral sagittal split osteotomy for mandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg* 51:366, 1993.
2. Adekeye EO, Shamia RI, Cove P: Inverted L-shaped ramus osteotomy for prolonged bilateral dislocation of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 41:568, 1976.
3. Anucul B, Waite PD, Lemons JE: In vitro strength analysis of sagittal split osteotomy fixation: Noncompression monocortical versus bicortical position screws. *J Oral Maxillofac Surg* 50:1295, 1992.
4. Ardary WC, Tracy DJ, Brownridge GW, et al.: Comparative evaluation of screw configuration on the stability of the sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 68:125, 1989.

^p De acordo com normas de publicação do *J Oral Maxillofac Surg*

5. Barer PG, Wallen TR, McNeill RW, et al: Stability of mandibular advancement osteotomy using rigid internal fixation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 92:403, 1987.
6. Bear SE, Priest JH: Sleep apnea syndrome: correction with surgical advancement of the mandible. *J Oral Surg* 38:543, 1980.
7. Bell WH, Schendel AS. Biologic basis for modification of the sagittal ramus split operation. *J Oral Surg* 35:362, 1977.
8. Bhatia S, Nanda RS, Kinnebrew MC: Stability of transient, semirigid pin fixation of sagittal split mandibular osteotomies. *Int J Adult Ortho Orthognath Surg* 7:265, 1992.
9. Blomqvist JE, Isaksson S: Skeletal stability after mandibular advancement : a comparison of two rigid internal fixation techniques. *J Oral Maxillofac Surg* 52:1133, 1994.
10. Booth DF: Control of the proximal segment by lower border wiring in the sagittal split osteotomy. *J Maxillofac Surg* 9:126, 1981.
11. Bouwman JPB, Putnam GD, Tuinzing DB: Fixation following bilateral sagittal ramus osteotomy for mandibular advancement - complications in 700 consecutive cases. *Br J Oral Maxillofac Surg* 33:231, 1995.

12. Bouwman JPB, Tuinzing DB, Konstense PJ: A comparative in vitro study on fixation of sagittal split osteotomies with Wurzburg screws, Champy miniplates and Biofix (biodegradable) rods. *Int J Oral maxillofac Surg* 23:46, 1994.
13. Broadbent TR, Woolf RM: Our experience with sagittal split osteotomy for retrognathia. *Plast Reconstr Surg* 60:860, 1977.
14. Caldwell JB, Amaral WJ: Mandibular micrognathia corrected by vertical osteotomy in the rami and iliac bone graft. *J Oral Surg* 18:3, 1960.
15. Caldwell JB, Hayward J, Lister R: Correction of mandibular retrognathia by vertical L osteotomy: a new technique. *J Oral Surg* 26:259, 1968.
16. Caldwell J, Letterman G: Vertical osteotomy in the mandibular Rami for correction of prognathism. *J Oral Surg* 12:185, 1954.
17. Carter TB, Frost DE, Tucker MR, et al: Cortical thickness in human mandibles: clinical relevance to the sagittal split ramus osteotomy. *Int J Adult Orthodon Orthognth Surg* 6:257, 1991.

18. Champy M, Loddé JP, Jaeger JH, et al: Ostéosynthèse mandibulaires selon la technique de Michelet - I Bases biomécaniques. *Rev Stomat* 77:569, 1976.
19. Champy M, Loddá JP, Jaeger JH, et al: Ostéosynthèse mandibulaires selon la technique de Michelet - Presentation d'un nouveau matériel. Results. *Rev Stomat* 77:577, 1976.
20. Champy M, Lodde JP, Schmitt R, et al: Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach. *J Maxillofac Surg* 6:14, 1978.
21. Choi BH, Yoo JH, Kim KN, et al: Stability testing of a two miniplate fixation technique for mandibular angle fractures. An in vitro study. *J Cranio Max Fac Surg* 23:122, 1995.
22. Dal Pont, G. L'osteotomia retromolare per la correzione della progenia. *Minerva Chir* 14:1138, 1959.
23. Dal Pont G: Retro-molar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg* 19:42, 1961.
24. Douma E, Kuffinec MM, Moshiri F: A comparative study of stability after mandibular advancement surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 100:141, 1991.

25. Ellis E, Carlson DS: The effects of mandibular immobilization on the masticatory system: a review. *Clin Plast Surg* 16:133, 1989.
26. Ellis E, Gallo WJ: Relapse following mandibular advancement with dental plus skeletal maxillomandibular J Oral Maxillofac Surg 44:509, 1986.
27. Ellis E, Reynolds S, Carlson DS: Stability of the mandible following advancement: a comparison of three postsurgical fixation techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 94:38, 1988.
28. Epker BN: Modifications of the sagittal osteotomy of the mandible. *J Oral Surg* 35:157, 1977.
29. Epker BN, Fish LC: Dentofacial Deformities - Integrated Surgical and Orthodontic Correction. V. 1, pp 255-257, 1^a. ed, Mosby, 1986.
30. Farrel CD, Kent JN: Evaluation of the surgical stability os 20 cases of inverted - L and C osteotomies. *J Oral Surg* 35:239, 1977.
31. Foley WL, Beckman TW: In vitro comparison of screw versus plate fixation in the sagittal split osteotomy. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 7:147, 1992.

32. Foley WL, Frost DE, Paulin Jr WB, et al: Internal screw fixation: Comparison of placement pattern and rigidity. *J Oral Maxillofac Surg* 47:720, 1989.
33. Foley WL, Frost DE, Tucker MR: The effect os repetitive srew hole use on the retentive strength of pretapped and self tapped screws. *J Oral Maxilofac Surg* 48:264, 1990.
34. Forssell K, Turvey TA, Phillips C, et al: Superior repositioning of the maxilla combined with mandibular advancement: mandibular RIF improves stability. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 102:342, 1992.
35. Freihofer HPM: A modified sagittal step osteotomy of the mandibular body. Technical note. *J Craniomaxillofac Surg* 19:150, 1991.
36. Fun-Chee L: Technical modification of the sagittal split mandibular ramus osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 74:723, 1992.
37. Gallo WJ, Moss MM, Gaul JV, et al: Modification of the sagittal split ramus osteotomy for retrognathia. *J Oral Surg* 34:178, 1976.
38. Gingrass DJ, Messer EJ: Rigid noncompressive pin fixation of the mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 44:413, 1986.

39. Hammer B, Ettl D, Rahn B, et al: Stabilization of the short sagittal split osteotomy: in vitro testing of different plate and screw configurations. *J Cranio Maxillofac Surg* 23:321, 1995.
40. Hayes PA: Correction of retrognathia by modified "C" osteotomy of the ramus and sagittal osteotomy of the mandibular body. *J Oral Surg* 31:682, 1973.
41. Hinds EC, Girotti WJ: Vertical subcondylar osteotomy: a reappraisal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 24:164, 1967.
42. Hinds EC, Kent JN: Surgical treatment of developmental jaw deformities, St. Louis, The CV Mosby Company, p. 96-124, 1972.
43. Hoffman GR, Moloney FB: The stability of facial osteotomies. 2. Mandibular advancement with bicortical screw fixation. *Aust Dent J* 40:213, 1995.
44. Hull MJ, Smith RL: The retrognathic mandible--surgical correction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 41:2, 1976.
45. Hunsuck EE. Modified intraoral splitting technique for correction of mandibular prognathism. *J Oral Surg* 26:250, 1968.
46. Jeter TS, Van Sickels JE, Dolwick MF: Rigid internal fixation of ramus osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 42:270, 1984.

47. Kierl MJ, Nanda RS, Currier GF: A 3-year evaluation of skeletal stability of mandibular advancement with rigid fixation. *J Oral Maxillofac Surg* 48:587, 1990.
48. Kim HC, Essaki S, Kameyama T: Comparison of screw placement patterns on the rigidity of the sagittal split ramus osteotomy: technical note. *J Cranio Max Fac Surg* 23:54, 1995.
49. Kim HC, Essaki S, Kameyama T, et al: Photoelastic analysis of internal screw fixation after sagittal split ramus osteotomy. *J Cranio Max Fac Surg* 21:266, 1993.
50. Knaup CA, Wallen TR, Bloomqvist DS: Linear and rotational changes in large mandibular advancements using three or four fixation screws. *Int J Adult Orthod Orthognth Surg* 8:245, 1993.
51. Ko, R: The tension test upon the compact substance of the long bones of human extremities. *J Kyoto Pref Med Univ* v. 53, p. 503, 1953. Apud Bouwman JPD *et al.*, *Op. cit.* ref. 12.
52. Kohn DH, Richmond EM, Doot ER, et al: In vitro comparison of parameters affecting the fixation strength of sagittal split osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 53:1374, 1995.

53. Kroon FHM, Mathisson M, Cordey JR, et al: The use of miniplates in mandibular fractures: an *in vitro* study. *J Cranio Maxillofac Surg* 19:199, 1991.
54. Levine B, Topazian DS: The intraoral inverted - L double - oblique osteotomy of the mandibular ramus: a new technique for correction of mandibular prognathism. *J Oral Surg* 34:522, 1976.
55. Lindorf HH: Sagittal ramus osteotomy with tandem screw fixation. *J Maxillofac Surg* 14:311, 1986.
56. Loddé JP, Champy M: Justification biomécanique d'un nouveau matériel d'ostéosynthèse en chirurgie faciale. *Ann Chir Plast* 21:115, 1976.
57. Luhr HG: Zur stabilen Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen. *Dtsch Zahnarzt Z* 23: 754, 1968.
58. Luhr HG, Schauer W, Jäger A, et al.: Formveränderung des Unterkiefers durch Kieferorthopädisch-chirurgische Maßnahmen mit stabiler Fixation der Segmente. *Fortschr Kieferorthop* 47:39, 1986.
59. Martis CS: Complications after mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 42:101, 1984.

60. Mayo KH, Ellis E: Stability of mandibular advancement using dental plus skeletal maxillomandibular fixation. *J Oral Maxillofac Surg* 45:243, 1987.
61. Michelet FX, Deymes J, Dessus B: Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillofacial surgery. *J Maxillofac Surg* 1:79, 1973
Apud Champy M, Lodde JP, Jaeger JH, et al, *Op cit* ref. 18.
62. Mommaerts MY: Slot osteosynthesistechnique (SLOT) for sagittal ramus split osteotomies: a method for optimize occlusal control and condylar seating. *J Cranio Max.-Fac Surg* 19:147, 1991.
63. Montgomery DC: Design and analysis of experiments 3rd ed., John Wiley and Sons Inc., Singapore, p. 649, 1991.
64. Moraes AC: Comparação entre duas técnicas de fixação rígida por meio de ensaio mecânico de compressão. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
65. Niederdellmann H, Burhmann K, Collins FJV: Stellschraube, Adjvans in der kieferorthopadischen Chirurgie. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 8:62, 1984, Apud Luhr HG, Schauer W, Jager A, et al.,
Op cit. ref. 58.

66. Niederdellmann H, Shetty V: Technical improvements in the sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 67:25, 1989.
67. Obeid G, Lindqvist CC: Optimal placement of bicortical screws in sagittal split-ramus osteotomy of mandible. *Oral Med Oral surg Oral Pathol* 71:665, 1991.
68. Perrott DH, Lu Yf, Pogrel MA, et al: Stability of sagittal split osteotomies. A comparison of three stabilization techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 78:696, 1994.
69. Proffit WR., Turvey TA, Phillips C: Orthognathic surgery: A hierarchy of stability. *Int J Adult Orthod Orhtognath Surg* 11:191, 1996.
70. Putnam GD, Bouwman JP, Tuinzing DB: Stability of the osteotomy site following bilateral sagittal split osteotomy: screw fixation vs IMF. *Br J Oral Maxillofac Surg* 31:213, 1993.
71. Reitzik M: Mandibular advancement surgery: stability following a modified fixation technique. *J Oral Surg* 38:893, 1980.
72. Rubens BC, Stoeltinga PJW, Blijdorp PA, et al: Skeletal stability following sagittal split osteotomy using monocortical miniplate internal fixation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17:371, 1988.

73. Ruddeman RH, Mullen RL: Biomechanics of the facial skeleton. *Clin Plast Surg* 19:11, 1992.
74. Rudman RA, Rosenthal SC, Shen C, et al: Photoelastic analysis of miniplate osteosynthesis for mandibular angle fractures. *Oral Med Oral Surg Oral Pathol* 84:129, 1997.
75. Scheerlinck JP, Stoelinga PJ, Blijdorp PA, et al: Sagittal split advancement osteotomies stabilized with miniplates. A 2-5-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg* 23:127, 1994.
76. Schwartz HC, Relle RJ: Bicortical-Monocortical fixation of the sagittal mandibular osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 54:234, 1996.
77. Schwimmer A, Greenberg AM, Kummer F, et al: The effect of screw size and insertion technique on the stability of the mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 52:45, 1994.
78. Shetty V, Caputo A: Biomechanical considerations in oral and maxillofacial surgery. in Bell, WH. *Modern Practice in Orthognathic and Reconstructive Surgery*, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1992, pp. 1956-1977.
79. Shetty V, Freymiller E, McBready D, et al: Experimental Analysis of Functional stability of sagittal split ramus osteotomies: Effects of

- positional screw size and placement configuration. J Oral Maxillofac Surg, 54:601, 1996 a.
80. Shetty V, Freymiller E, McBrearty D, et al: Experimental analysis of functional stability of sagittal split ramus osteotomies secured by miniplates and position screws. J Oral Maxillofac Surg 54:1317,1996 b.
81. Shetty V, McBrearty D, Fournery M, et al: Fracture line stability as a function of the internal fixation system: an *in vitro* comparison using a mandibular angle fracture model. J Oral Maxillofac Surg 53:791, 1995.
82. Simmons KE, Turvey TA; Phillips C, et al: Surgical-orthodontic correction of mandibular deficiency: five-year follow-up. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 7:67, 1992.
83. Smith BR, Rajchel JL, Waite DE, et al: Mandibular anatomy as it relates to rigid fixation of the sagittal ramus split osteotomy. J Oral Maxillofac Surg 49:112, 1991.
84. Sourys, F: Sagittal splitting and bicortical screw fixation of the ascending ramus. J Maxillofac Surg 6:198, 1978.

85. Spiessl B. Principles of Rigid Internal Fixation of Fractures of the Lower Jaw. in Spiessl B. (ed.) *New Concepts in Maxillofacial Bone Surgery*, New York, NY, Springer-Verlag, pp 21-34, 1976.
86. Spiessl, B. Rigid internal fixation after sagittal split osteotomy of the ascending ramus. in Spiessl B. (ed.) *New Concepts in Maxillofacial Bone Surgery*. New York, NY, Springer-Verlag, pp 115-122, 1976.
87. Suuronen R, Laine P, Pohjonen T, et al: Sagittal ramus osteotomies fixed with biodegradable screws: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 52:715, 1994.
88. Swift JQ: Mandibular Advancement. *Atlas Oral Maxillofac Clin North Am* 1:17, 1993.
89. Tams J, Van Loon JP, Rozema FR, et al: A three dimensional study of load across the fracture for different fracture sites on the mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg* 34:400, 1996
90. Terry BC, White RP: Mandibular ramus osteotomy. *in* Proffit W.R., White, R.P. *Surgical-Orthodontic Treatment*. St Louis, Mosby, pp. 280-282, 1991.
91. Thuer U, Ingervall B, Vuillemin T: Stability and effect on the soft tissue profile of mandibular advancement with sagittal split osteotomy

- and rigid internal fixation. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 9:175, 1994.
92. Trauner R, Obwegeser H: Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderer Unterkieferanomalien. *Dtsch Z Mund Kieferheilk* 23:1, 1955.
93. Trauner RE, Obwegeser HL: The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. Part I. *Oral Surg* 10:677, 1957.
94. Tucker MR: Surgical correction of mandibular excess - technical considerations for mandibular setbacks. *in Atlas Oral Maxillofac Clin North Am* 1:29, 1993.
95. Tuslane JF, Schendel AS: Transoral placement of rigid fixation following sagittal ramus split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 44:651, 1989.
96. Turvey TA, Hall DJ: Intraoral self-threading screw fixation for sagittal osteotomies: early experiences *Int J Adult Orthod Orthogn Surg* 1:243, 1986.

97. Umstadt HE, Hochban W, Austermann KH, et al: Resorbable dowels for osteosynthesis of noncongruent bone fragments. *Int J Oral Maxillofac Surg* 23:446, 1994.
98. Van Sickels JE: A comparative study of bicortical screws and suspension wires versus bicortical screws in large mandibular advancements. *J Oral Maxillofac Surg* 49:1293, 1991.
99. Van Sickels JE, Flanary CM: Stability associated with mandibular advancement treated by rigid osseous fixation. *J Oral Maxillofac Surg* 43:338, 1985.
100. Van Sickels JE, Larsen AJ, Thrash WJ: A retrospective study of relapse in rigidly fixated sagittal split osteotomies:contributing factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 93:413, 1988.
101. Wassmund M. Frakturen und Luxationen des Gesichtschadel unter Beruksichtigung des Komplikationen des Hirnschadels. in *Klinik und Therapie: Praktischen Lehrbuch* (Vol. 20), Berlin: Meusser, 1927, Apud Trauner R, Obwegeser H. *Op cit* ref 92.
102. Watzke IM, Tucker MR, Turvey TA: Lag screw versus position screw techniques for rigid internal fixation of sagittal osteotomies: a

- comparison of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 6:19, 1991.
103. Weinstein I: "C" - osteotomy for correction of mandibular retrognathia: report of cases. *J Oral Surg* 29:358, 1971.
104. Wittemberg JM, Mukherjee DP, Smith BR, et al: Biomechanical evaluation of new fixation devices for mandibular angle fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 26:68, 1997.
105. Wolfe SA, Berkowitz S: *The mandible in Plastic Surgery of the Facial Skeleton*. Little, Brown and Company, Boston/Toronto pag. 154-156, 1989.
106. Wolford LM, Bennet MA, Rafferty CG: Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 64:146, 1987.
107. Wolford LM, Davis WM: The mandibular inferior border split: A modification in the sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 48:92, 1990.
108. Wyatt WM: Sagittal ramus split osteotomy: literature review and suggested modification of technique. *Br J Oral Maxillofac Surg* 35:137, 1997.