



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
ÁREA DE CIRURGIA BUCO-MAXILO-FACIAL



Luciana Asprino
(Cirurgiã-Dentista)

**COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CARREGAMENTO DE TRÊS
TÉCNICAS DE FIXAÇÃO INTERNA RÍGIDA UTILIZADAS NO
TRATAMENTO DE FRATURAS CONDILARES. ESTUDO *IN VITRO*
EM HEMIMANDIBULAS DE POLIURETANO.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, Área de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais.

Piracicaba – SP

- 2005 -

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

2005 11817

**Luciana Asprino
(Cirurgiã-Dentista)**

**COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CARREGAMENTO DE TRÊS
TÉCNICAS DE FIXAÇÃO INTERNA RÍGIDA UTILIZADAS NO
TRATAMENTO DE FRATURAS CONDILARES. ESTUDO *IN VITRO*,
EM HEMIMANDIBULAS DE POLIURETANO.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, Área de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais.

Orientador: Prof. Dr. Márcio de Moraes

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Hochuli Vieira

Prof. Dr. Luis Augusto Passeri

Prof. Dr. Márcio de Moraes

Profa. Dra. Marisa Aparecida Cabrini Gabrielli

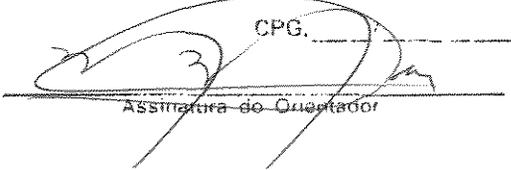
Prof. Dr. Simonides Consani

Piracicaba – SP

- 2005 -

ii

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG. _____

Assinatura do Orientador

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	T/Unicamp
	As68c
V	EX
TOMBO BC/	64377
PROC.	16-P-00000-05
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	15/06/05
Nº CPD	

Bibid: 352875

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

As68c	<p>Asprino, Luciana. Comparação da resistência ao carregamento de três técnicas de fixação interna rígida utilizadas no tratamento de fraturas condilares. Estudo <i>in vitro</i>, em hemimandíbulas de poliuretano. / Luciana Asprino. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.</p> <p align="center">Orientador: Márcio de Moraes. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p align="center">I. Côndilo mandibular. 2. Fraturas – Fixação. 3. Placas ósseas. 4. Parafusos ósseos. I. Moraes, Márcio de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p> <p align="right">(mg/fop)</p>
-------	--

Título em inglês: A comparative biomechanical evaluation of three mandibular condyle fracture plating techniques

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): Mandibular condyle; Fracture – fixation; Bone plates; Bone screws

Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais

Titulação: Doutor em Clínica Odontológica

Banca examinadora: Eduardo Hochuli Vieira; Luis Augusto Passeri; Márcio de Moraes; Marisa Aparecida Cabrini Gabrielli; Simonides Consani

Data da defesa: 18/03/2005



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 Março de 2005, considerou a candidata LUCIANA ASPRINO aprovada.

PROF. DR. MARCIO DE MORAES

PROF. DR. EDUARDO HOCHULI VIEIRA

PROFa. DRa. MARISA APARECIDA CABRINI GABRIELLI

PROF. DR. LUIS AUGUSTO PASSERI

PROF. DR. SIMONIDES CONSANI

DEDICATÓRIA

A Alberto, pelo apoio e incentivo, que tornaram este dia possível. Pelo amor e dedicação, por tomar como seus, os meus objetivos. Minha eterna gratidão pelo seu desprendimento e atenção as minhas aspirações.

A Mônica, minha mãe, pelo exemplo de vida e dedicação a seus filhos, pelo amor e amizade incondicionais, que me norteiam. E nesta ocasião, em especial, por acreditar e apoiar as minhas pretensões.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Deus, pela presença constante em minha vida e por todos os benefícios que me concedestes.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela estrutura física e científica oferecidas para realização de mais esta etapa da minha formação profissional.

À CAPES, pela concessão de bolsa durante o período de realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Márcio de Moraes, pela orientação neste trabalho, pela dedicação aos alunos de pós-graduação, exemplo profissional, amizade, incentivo e, principalmente, pela imensurável contribuição a minha formação.

Ao Prof. Dr. Luis Augusto Passeri, pela dedicação a este Curso, zelo e grande contribuição a minha formação. E por ter sido meu incentivador e amigo.

Ao Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa, pela orientação no Mestrado, amizade, e ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Roger William Fernandes Moreira, pela contribuição na qualificação deste trabalho, pelos ensinamentos transmitidos, incentivo e dedicação aos alunos de pós-graduação.

À Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Prof. Dr. Simonides Consani, pela disponibilidade da estrutura e equipamentos necessários para realização dos testes mecânicos deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Mário Sinhoreti, Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela contribuição na qualificação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato, pela contribuição na qualificação deste trabalho, amizade e incentivo.

Ao Prof. Dr. Simonides Consani pela ajuda e contribuição no delineamento do projeto deste trabalho e pelo exemplo de dedicação e entusiasmo com a Pesquisa Odontológica.

A Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano, pela análise estatística deste trabalho, e pela maneira cordial e atenciosa que sempre me atendeu.

Ao engenheiro Marcos Blanco Cagiani, da Área Materiais Dentários desta Faculdade, pela ajuda e atenção destinados a mim durante a realização dos testes mecânicos deste trabalho.

A Engimplan, pela doação do material de fixação utilizado neste trabalho.

A Sandra Sardinha, pelo incentivo e apoio a minha formação, pelo exemplo de coleguismo e amizade, pelo carinho e companheirismo, e por ter me mostrado o caminho que hoje me trouxe aqui.

A Petrus e Alessandra Gomes, cuja amizade, apoio e atenção amenizaram os momentos difíceis e a distância da minha família.

Ao Prof. Carlos Elias de Freitas, pelos ensinamentos transmitidos, pelo apoio e incentivo a minha formação profissional, pela amizade e, sobretudo por ter me admitido como sua estagiária, há 9 anos, e mostrado, através da sua competência, a Cirurgia Buco-Maxilo-Facial pela qual me encantei.

Aos colegas e amigos do Curso de Pós-graduação: Adriano, Aleysson, Rubens, Sandra, Wagner, André Luis, Botelho, Gustavo, Julio, Petrus e Rodrygo, pelos conhecimentos compartilhados, companheirismo e amizade.

Aos colegas e amigos do Curso de Pós-graduação, da turma atual: Aníbal Luna, Alexander Sverzut, Bernardo Brasileiro, Cecília Pereira, Fabrício Serra e Silva, Glaykon Stabile e Greison Rabelo pela ajuda no atendimento aos pacientes, presteza e atenção com a qual sempre me atenderam e, sobretudo pela amizade e companhia.

As funcionárias Sueli Cristina Scarassatti Teixeira da Cruz e Edilaine Cristina Mendes Felipe, e às estagiárias Daiana Tonin e Cristiane Jóia pela atenção e ajuda no atendimento aos pacientes.

Às funcionárias da secretaria de pós-graduação, Sra. Sônia, Érica, Mônica e Raquel pela ajuda e atenção.

Aos estagiários da Área de Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, desta Faculdade, pelo auxílio nas cirurgias.

A Grace Mendonça, Graziela Denardin, Juliana Bittar Cortez, Bento Stang, Alessandra Castro Alves, Ângela Guimarães, Sandro Bittencourt e Daniel Filgueiras, pela amizade e companhia em Piracicaba.

Aos professores da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, pela minha formação profissional, em especial ao Prof. Onaldo Aguiar, mestre e amigo, que muito me ensinou.

Aos amigos Adriano Araújo de Souza, Celso Cabo, Carla Lopes, Carlos e Nájila Gomes, Camilo e Maria Isabel Carrara e Ana Carolina Fragoso Motta, pela sinceridade dos sentimentos que nos unem a tantos anos.

Aos meus padrinhos, Jorge e Norma Gonçalves, pelo amor e atenção, sempre destinados a mim.

Aos meus tios e primos, cujo amor e carinho sempre me confortaram. Em especial, as minhas tias Jacy, Bernadete, Diva, Maria Inês e Maria Lúcia, pelo zelo e atenção às minhas aspirações.

A meu pai, Luiz Carlos (in memoriam) e meu irmão, Luiz Fernando (in memoriam), pelo amor, que nos mantém em sintonia e me fortalece. Aos meus irmãos Patrícia e Pedro e às minhas sobrinhas Milena e Lilla.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para concretização deste trabalho meu muito obrigada.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SECÃO CIRCULANTE

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1- INTRODUÇÃO	3
2- REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1- Incidência e Classificação das Fraturas de Côndilo Mandibular	7
2.2- Tratamento das Fraturas de Côndilo Mandibular	9
2.2.1- Estudos Clínicos Comparativos Tratamento Conservador X Cirúrgico	15
2.3- Fixação Interna Rígida das Fraturas de Côndilo Mandibular	17
2.3.1- Estudos Clínicos Comparativos das Técnicas de FIR	18
2.3.1- Estudos Laboratoriais Comparativos das Técnicas de FIR	21
3- PROPOSIÇÃO	25
4- MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1- Placas e Parafusos	26
4.2- Hemimandíbulas de Poliuretano	27
4.3- Preparo da Amostra	27
4.4- Teste de Carregamento	34
4.5- Análise Estatística	38
5- RESULTADOS	39
5.1- Placas e Parafusos	39
5.2- Teste de Carregamento	42
6- DISCUSSÃO	47
7- CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55
ANEXO 1	64

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente a resistência de três técnicas de fixação interna rígida com uso de mini placas em fratura de côndilo mandibular. Foram obtidas 80 réplicas de hemimandíbulas humanas em resina de poliuretano, sendo 20 do grupo controle. As 60 hemimandíbulas restantes foram submetidas a seccionamento simulando fratura subcondilar e em seguida fixadas com três técnicas da aplicação de placas e parafusos do sistema 2,0mm, que deram origem a seis grupos experimentais, cada um com 10 hemimandíbulas. As técnicas de fixação foram: uma placa de quatro furos com quatro parafusos de 6mm; uma placa de quatro furos com quatro parafusos de 8mm; e duas placas de quatro furos com quatro parafusos de 6mm cada. Cada sistema foi submetido ao teste de carregamento com aplicação de carga no sentido médio-lateral e antero-posterior em máquina de ensaio universal Instron 4411. Foram mensurados valores de carga e deslocamento de pico. Médias e desvio padrão foram avaliados aplicando-se Análise de Variância ($P < .05$), verificada a significância estatística, aplicou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5%. Tanto para o valor de carga como de deslocamento de pico, as hemimandíbulas fixadas com duas placas tiveram melhor comportamento, seguidas de uma placa com quatro parafusos de 8mm e uma placa com quatro parafusos de 6mm. Os sistemas de fixação aplicados foram mais resistentes ao carregamento no sentido antero-posterior e a aplicação de parafusos de 8mm aumentou a resistência da fixação comparado à aplicação de parafusos de 6 mm somente no teste antero-posterior. Pode-se concluir, dentro das condições testadas, que a utilização do sistema de fixação com a utilização de duas placas traz maior resistência à fixação aplicada às fraturas condilares. E, pode-se sugerir, que o uso de parafusos mais longos aumentaria a resistência da fixação aplicada à fratura de côndilo mandibular.

UNITERMOS: Côndilo mandibular, Fraturas – Fixação, Placas ósseas, Parafusos ósseos.

ABSTRACT

The aim of this study was to comparatively evaluate the resistance of three plating rigid internal fixation techniques for mandibular condylar process fractures. Eighty synthetic hemi-mandible replicas made in polyurethane were used to evaluate a control, and three mandibular condyle plating techniques using 2.0-mm system plates and screws. The plating techniques were fixation with a four-hole plate and four 6-mm screws, fixation with a four-hole plate and four 8-mm screws and fixation with two four-hole plates with four 6-mm screws each. Each one was subjected to linear loading in medial to lateral and anterior to posterior directions by an Instron 4411 servo hydraulic mechanical testing unit. Load peak value and peak displacement were measured. Means and standard derivations were derived and compared for statistical significance using an analyses variance ($P < .05$) and compared by Tukey test. Statistically significant differences were noted between fixation groups for the different mechanical measures evaluated under the different directions of linear loading. The two-plate fixation system presented better behavior, followed by one plate with four 8-mm screws and one plate with four 6-mm screws. The employed fixation systems were more resistant to antero-posterior load and the use of 8-mm screws improved the resistance of the fixation when compared to 6-mm screws only in the antero-posterior test. Under the conditions tested the two-plate fixation system provided the most favorable mechanical behavior. We can suggest that lengthy screws can increase the stability at fixation of mandibular condylar process fractures.

UNITERMS: Mandibular condyle; Fracture – fixation; Bone plates; Bone screws.

1- INTRODUÇÃO

As fraturas de côndilo mandibular são referidas como as fraturas mais comuns da região maxilo-facial e da mandíbula, ocorrendo em cerca de 8% a 50% de todas as fraturas mandibulares (CHALMERS J. LIONS CLUB, 1947; SILVERNNOINEN *et al.*, 1992; WIDMARK, 2000; SANTLER, 2001; SCHÖN *et al.*, 2003). Ainda assim há grande controvérsia quanto ao seu tratamento com redução aberta ou fechada e quanto ao método de fixação, quando planejada redução aberta.

Diversas formas de tratamento foram descritas para as fraturas condilares, variando desde não realizar tratamento algum, realizar alguma forma de imobilização maxilo-mandibular, até exploração cirúrgica, redução e fixação da fratura (BAKER *et al.*, 1998).

A literatura comparativa entre o tratamento conservador ou fechado das fraturas de côndilo, que consiste basicamente em bloqueio maxilo-mandibular (BMM) e/ou fisioterapia, e o tratamento aberto ou cirúrgico é extensa (ZIDE & KENT, 1983; ELLIS III *et al.*, 2000; ELLIS III & THROCKMORTON, 2000; HAUG & ASSAEL, 2001). A determinação de qual tratamento instituir para cada paciente com fratura condilar depende dos seguintes parâmetros clínicos: limitação dos movimentos excursivos da mandíbula e/ou abertura bucal, incapacidade de se restabelecer a oclusão pré-trauma com tratamento fechado e/ou mantê-la estável, cooperação/compreensão do paciente, localização e número de traços da fratura (HAUG & ASSAEL, 2001).

A reparação é comumente compreendida como reposição de componentes perdidos no organismo por elementos iguais ao tecido de origem e altamente organizados. O osso tem um potencial único para restaurar sua estrutura original e suas propriedades mecânicas. No entanto a capacidade de reparo ósseo tem suas limitações se enfrentar condições como alterações de

vascularização, instabilidade mecânica ou competição com tecidos de alta atividade proliferativa (SCHENK, 1996).

O reparo ósseo envolve fatores biológicos e mecânicos. Como fatores biológicos temos o suprimento sanguíneo e o estado geral do paciente e como mecânico, a quantidade de movimentação dos segmentos fraturados (PREIN & RANH, 1998). E existem basicamente dois processos pelo qual o reparo ósseo pode ocorrer, o primário e o secundário. A diferença está relacionada ao fato de que no reparo ósseo primário a formação óssea é direta, enquanto no secundário existe a formação de tecido cartilaginoso precedendo o tecido ósseo, ocasionando duração mais longa do processo de reparo secundário (LUYK, 1992). Sendo a distância e o grau de mobilidade entre os fragmentos ósseos presentes os fatores que determinam qual processo irá ocorrer (CAWOOD, 1985).

Desta forma o processo de reparo é otimizado quando se obtém redução anatômica precisa e rigidez na imobilização dos fragmentos (TU e TENHULZEM, 1985).

A fixação interna rígida (FIR) é um dispositivo utilizado para estabilização da fratura, que é colocado em contato direto com a estrutura óssea, permitindo sua função durante o reparo ósseo. Caso não seja possível o retorno à função ou sejam associadas outras formas de fixação durante a fase de reparo ósseo, é denominada fixação interna não rígida (ELLIS 1993).

DANIS, em 1949, segundo ELLIS III (1993), publicou Teoria e Prática da Osteossíntese, no qual formulou três princípios para fixação interna rígida. Primeiro possibilitar o restabelecimento da função do órgão imediatamente após a redução e fixação da fratura; segundo possibilitar a completa restauração da forma após a reparação óssea; e terceiro permitir a reparação óssea sem formação de calo visível.

No início dos anos 70, SPIESSL introduziu modificações nos princípios da ortopedia e nos instrumentais para adequá-los a utilização na cirurgia buco-maxilo-facial, onde os princípios da AO/ASIF para o reparo da fratura óssea foram aplicados para a área buco-maxilo-facial, com obtenção de estabilidade absoluta promovida pelo uso de placas e parafusos.

Desta forma, a Fundação para o Estudo da Fixação Interna, designada na língua alemã de "Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen" e na inglesa de "Association for the Study of Internal Fixation" (AO/ASIF) determina como princípios básicos da FIR: 1) redução anatômica dos fragmentos ósseos, 2) fixação estável da fratura, 3) emprego de técnica atraumática e, 4) retorno imediato a função. Estes princípios são baseados na busca de se permitir reparo ósseo primário com manutenção da função (PREIN & RAHN 1998).

No tratamento das fraturas da mandíbula são empregadas várias técnicas de FIR, selecionadas de acordo com o local, tipo e tempo de fratura, gênero, idade e comportamento do paciente, experiência do cirurgião, e custo do material de fixação (SCHILLI, 1998).

Embora haja controvérsias quanto a terapia de fraturas condilares em pacientes adultos, muitos cirurgiões defendem o tratamento aberto das fraturas com deslocamento, uma vez que a redução e FIR permitem bom reposicionamento anatômico e retorno imediato a função (CHOI *et al.*, 2001). Optando-se por tratar uma fratura condilar cirurgicamente deve-se realizar a redução anatômica da fratura e empregar fixação estável (ELLIS III *et al.*, 2000a).

Entre os métodos de osteossíntese descritos para tratamento das fraturas de côndilo mandibular podemos citar uso de osteossíntese com fio de aço, fio de Kirschner, parafusos compressivos, e mini placas em diferentes disposições (SUGIURA, *et al.*, 2001). HAMMER *et al.* (1997) relataram as complicações associadas a diferentes técnicas de FIR de fraturas de côndilo, porém com um

número de casos muito limitado. Contudo, poucos estudos têm investigado qual sistema é mais eficaz biomecanicamente.

Segundo HAUG (1994) testes isolados do material de fixação promovem dados incompletos para transferir seus resultados para prática clínica, diferentemente de quando um sistema biológico é utilizado. Porém, não se possui substituto do osso humano e sistema estomatognático ideais para testes biomecânicos.

A realização de estudos biomecânicos do comportamento das diferentes técnicas de FIR de fraturas condilares citadas na literatura, utilizando-se um sistema nacional de fixação, se faz necessária. Ao avaliarmos a estabilidade funcional desta fixação através da simulação dos vetores e intensidade de carga a que este sistema será submetido, os resultados poderão ser projetados em estudos clínicos durante o reparo ósseo, quando aplicado clinicamente. Para isto é necessário o uso de um modelo que simule a anatomia da mandíbula humana, sendo utilizado neste trabalho uma réplica em resina de poliuretano, já mencionada na literatura, como substituto da mandíbula humana em testes biomecânicos (ZICCARDI *et al.*, 1997; HAUG *et al.*, 2002).

2 – REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – Incidência e Classificação das Fraturas de Côndilo Mandibular

A incidência das fraturas condilares varia na literatura e é influenciada por fatores como idade, localização geográfica, e nível sócio-econômico da população estudada. Os relatos mais antigos apresentam uma incidência mais baixa, em torno de 8% das fraturas mandibulares (CHALMERS J. LIONS CLUB, 1947), enquanto relatos mais atuais chegam a uma incidência de 50% (SILVERNNOINEN *et al.*, 1992). Este fato se deve a melhora nas condições de diagnóstico com exames de imagem. Atualmente é consenso na literatura a alta incidência da fraturas condilares, sendo citada com a incidência de 25 a 35% nos casos de fratura facial (DE RIU *et al.*, 2001), e 25 a 40% das fraturas mandibulares (TALWAR *et al.*, 1998).

A proporção de fraturas condilares é mais alta em crianças do que em adultos, e tem sido reportada em torno de 40 a 67% das fraturas mandibulares em crianças (LEHMAN & SADDAWI, 1976; AMARATUNGA, 1988). Segundo MYALL *et al.* (2000), isto se deve ao fato de que em crianças menores que dois anos de idade, as características do côndilo de ser mais curto e muito vascularizado, combinadas a uma cortical fina, torna esta região mais susceptível a fraturas intracapsulares. Conforme a mandíbula se desenvolve estruturalmente, por volta dos 7 a 8 anos de idade, a maioria das fraturas passam a ser extracapsulares, na região de pescoço do côndilo.

Quando se considera um planejamento de tratamento para uma determinada condição é importante estar baseado em circunstâncias similares, já relatadas. Para isto um sistema de classificação, terminologias e indicações de aplicação de determinada terapia devem existir. No entanto quando se trata de

fraturas de côndilo mandibular existem diversos sistemas de classificação e esquemas de indicação de terapia (BRANDT & HAUG, 2003).

WASSMUND, em 1927, segundo JOOS & KLEINHEINZ (1998), introduziu a primeira classificação para as fraturas de côndilo mandibular. No entanto, pela complexidade destas fraturas com respeito ao mecanismo, anatomia, e traumas associados vários autores propuseram sistemas diferentes para classificação das fraturas condilares baseadas na sua localização anatômica, relação do fragmento condilar com a mandíbula e fossa glenóide, sendo algumas mais compreensíveis e mais aplicáveis à prática clínica, assim como importantes para propósitos de estatística (ROMBACH & QUINN, 1997).

McLENNAN, em 1952, estabeleceu uma classificação das fraturas condilares, baseando-se primariamente na relação entre os segmentos proximal e distal. Este sistema de classificação é composto por quatro divisões: Fratura tipo I – não deslocada; Fratura tipo II – fratura em galho verde; Fratura tipo III – fratura com deslocamento entre os segmentos; Fratura tipo IV – fratura com deslocamento do côndilo para fora da fossa glenóide.

LINDAHL, em 1977, propôs uma classificação para as fraturas condilares baseada em um estudo prospectivo da avaliação de 123 pacientes com 138 fraturas de côndilo mandibular. Este sistema de classificação considera: sua localização anatômica em fratura da cabeça do côndilo, pescoço do côndilo e subcondilar; relação do segmento condilar com o segmento mandibular em não deslocada, desviada, deslocada com desvio para medial ou lateral, deslocada com desvio anterior ou posterior, e sem contato entre os fragmentos; e relação do segmento condilar com a fossa glenóide em não deslocada, deslocada e fora da fossa.

Na classificação de LINDAHL (1977) o componente mais utilizado e citado na literatura tem sido a delimitação da localização anatômica da fratura, em fratura da cabeça do côndilo, pescoço do côndilo e subcondilar (ELLIS III, 1999;

ELLIS III *et al.*, 2000b; HAUG *et al.*, 2002; BRANDT & HAUG, 2003). Na qual uma fratura subcondilar parte da incisura sigmóide para a região posterior da mandíbula logo abaixo do pescoço do côndilo. A fratura de pescoço do côndilo é aquela que ocorre na região de maior constrição, logo abaixo da cabeça do côndilo. E a fratura de cabeça do côndilo ocorre acima ou sobre a inserção dos ligamentos (FIGURA 1).

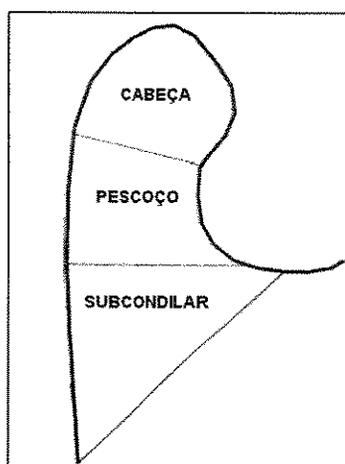


Figura 1 – Localização anatômica, segundo Lindahl, 1977.
Fonte: Ellis *et al.*, 1999.

2.2 – Tratamento das Fraturas de Côndilo Mandibular

A despeito da alta incidência das fraturas de côndilo mandibular, o seu tratamento é um dos pontos de controvérsia na Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais. WALKER, em 1994, definiu que o maior objetivo do tratamento das fraturas de côndilo mandibular é restaurar a função, e não necessariamente a reconstrução anatômica, e definiu restaurar a função após fratura de côndilo mandibular por cinco características: 1) abertura bucal sem dor, com distância interincisal de no mínimo 40mm, 2) boa movimentação mandibular em todas

excursões, 3) restabelecer a oclusão dentária prévia ao trauma, 4) articulação temporomandibular estável, 5) simetria mandibular e facial.

As indicações para o tratamento cirúrgico ou conservador, também chamado de funcional, das fraturas de côndilo mandibular são extensamente discutidas na literatura.

Segundo BRANDT & HAUG (2003), WALKER & KERR, em 1966, na série "The Consultant" do "Journal of Oral Surgery", criaram um esquema de tratamento para as fraturas condilares que incluíam tratamento cirúrgico e conservador. Este esquema preconizava que pacientes com oclusão dentária aceitável e dor suportável eram submetidos somente à fisioterapia. Aqueles com oclusão insatisfatória recebiam redução fechada com bloqueio maxilo-mandibular por 10 a 14 dias, associado ao uso de elásticos noturnos por 7 a 10 dias, caso a oclusão continuasse insatisfatória, a terapia com elásticos continuava por mais 4 a 6 semanas. Para fraturas faciais, concomitantes a fratura condilar, era preconizada redução fechada com bloqueio maxilo-mandibular por seis semanas. A redução aberta do côndilo foi reservada somente para aqueles pacientes com fratura condilar deslocada associada a múltiplas e cominutivas fraturas faciais.

ARCHER, em 1975, conforme BRANDT & HAUG (2003), afirmava que não haviam indicações para redução aberta das fraturas subcondilares, uma vez que esta abordagem freqüentemente resultava em trismo, anquilose e reabsorção condilar. No entanto a literatura atual não suporta esta afirmação.

ZIDE & KENT, 1983, também relataram as indicações para tratamento aberto ou fechado das fraturas condilares, citando uma série de indicações e contra-indicações absolutas e relativas para tratamento das fraturas condilares. Estas incluíam: 1) deslocamento do côndilo para fossa craniana; 2) impossibilidade de obter boa oclusão dentária por bloqueio maxilo-mandibular; 3) deslocamento lateral extracapsular do côndilo, com comprometimento estético; e 4) a presença de corpo estranho. As indicações relativas também foram

delineadas porém são mais subjetivas e variam de acordo com a experiência do cirurgião. São elas: 1) fratura condilar bilateral em paciente edêntulo; 2) fratura uni ou bilateral quando bloqueio maxilo-mandibular é contra-indicado; 3) fratura de côndilo bilateral associada a fraturas cominuídas de terço médio da face.

As características anatômicas e os efeitos à longo prazo das fraturas condilares são dependentes da idade do paciente e mudanças decorrentes do desenvolvimento do esqueleto facial (McGRAW & COLE, 1990). NØRHOLT *et al.*, em 1993, publicaram um estudo com tempo médio de acompanhamento de 10,1 anos de 55 pacientes pediátricos tratados conservadoramente de fratura condilar. Este estudo envolveu pacientes de 5 a 20 anos de idade, que foram divididos em grupos de idade, sendo de 5 a 9, 10 a 14, 15 a 17 e 18 a 20 anos de idade. Os tratamentos aplicados variaram da simples observação ao bloqueio maxilo-mandibular. Obtiveram que quanto mais velha a criança na ocasião do trauma maior o índice de disfunção temporo-mandibular, e não tiveram nenhum caso de anquilose ou assimetria mandibular. Concluindo que o tratamento conservador é suficiente para pacientes pediátricos, porém em pacientes no final da adolescência o tratamento conservador foi menos satisfatório, devendo ser ponderado de acordo com os conceitos para pacientes adultos.

Quanto às fraturas intracapsulares também há concordância na literatura em se tratá-las com terapia conservadora, seja através de bloqueio maxilo-mandibular, uso de elásticos ou ambos. Sendo este tratamento baseado nos resultados satisfatórios obtidos com a terapia conservadora e na dificuldade e/ou impossibilidade de redução e fixação destas fraturas uma vez que freqüentemente geram pequenos fragmentos ósseos (HLAWITSCHKA & ECKELT, 2002).

As indicações do tratamento cirúrgico têm aumentado e ocorrem principalmente para pacientes adultos com deslocamento do côndilo para fora da fossa glenóide, grandes deslocamentos entre os segmentos, com encurtamento

do ramo mandibular, fraturas bilaterais ou associação com outras fraturas faciais (KALLELA *et al.*, 1995).

Várias complicações podem advir do tratamento cirúrgico, como hemorragia, infecções, paralisia do nervo facial, disfunção do nervo aurículo-temporal, síndrome de Frey e cicatriz indesejável. Estas complicações estão mais relacionadas com o acesso cirúrgico, sendo de baixa ocorrência. Um fator que é considerado quanto ao tipo de fixação que será aplicado ao côndilo é o acesso cirúrgico, sendo este um dos fatores importantes na prevenção de complicações, uma vez que parte delas está relacionada ao acesso cirúrgico (HAMMER *et al.*, 1997).

Para acessar o ramo e côndilo mandibulares cirurgicamente vários acessos tem sido preconizados, sendo os acessos pré-auricular, submandibular, ou retromandibular os mais citados. O acesso trans-oral para redução e fixação de fratura subcondilar é defendido por UNDT *et al.* (1999). No entanto a maioria dos autores realiza a fixação das fraturas subcondilares por acesso retromandibular. A complicação mais relatada é a lesão do nervo facial sendo relatada incidência de aproximadamente 30%, sendo a sua maioria paralisias temporárias ou parciais, envolvendo os ramos temporal e marginal mandibular (HAMMER *et al.*, 1997; CHOI & YOO, 1999; ELLIS *et al.*, 2000b).

Portanto, indicando-se o tratamento cirúrgico das fraturas deve-se considerar o risco de lesar estruturas vitais. A paralisia facial temporária do nervo facial, por manipulação e/ou retração do nervo, ocorre em aproximadamente 15% destes casos. Contudo, na maioria dos casos há recuperação e assimetrias no sorriso são raras após 6 meses pós-operatórios (ELLIS III, 1998).

No intuito de evitar as complicações citadas e o comprometimento estético por cicatriz ou paralisia facial LAUER & SCHMELZEISEN, em 1999, realizaram um estudo piloto utilizando aparelho de endoscopia para redução e fixação de fratura condilares. Neste estudo sete cirurgias de redução e fixação de

fratura condilar foram realizadas por endoscopia, sendo que em três foi testado um aparelho desenvolvido para aplicação de fixação interna sob endoscopia. Obtendo-se êxito concluiu-se que a endoscopia minimiza o trauma cirúrgico e pode ser aplicada para tratamento das fraturas crânio-faciais.

Desde então têm surgido alguns relatos do uso de acesso trans-oral com auxílio de endoscopia para redução e fixação de fraturas condilares (SANDLER, 2001; SCHÖN *et al.*, 2003). TROULIS (2004) defende o uso de endoscopia nos casos indicados para redução aberta e fixação interna de fraturas de côndilo mandibular, citando como benefícios da endoscopia: uma incisão pequena e estética; visualização direta, magnificada e iluminada para o cirurgião, sem obstruir a visão do auxiliar; menor dissecação e manipulação dos tecidos moles; resultando em menos edema e morbidade; pequena permanência no hospital, e retorno mais rápido ao trabalho.

Contudo, ELLIS III *et al.*, em 2000b, publicaram um estudo prospectivo das complicações do tratamento cirúrgico das fraturas de côndilo mandibular, na qual foram avaliados 178 pacientes com fratura unilateral de côndilo, sendo que 85 receberam tratamento conservador e 93 tratamento cirúrgico. Foi realizada uma tabulação dos achados cirúrgicos, complicações trans e pós-operatórias, além de fotografias da face estandardizadas em intervalos pós-operatórios para avaliar paralisia facial e qualidade da cicatriz. Houveram poucos relatos de complicações e na sexta semana pós-operatória 17,2% dos pacientes tratados com cirurgia tinham algum grau de paralisia do nervo facial, que foi resolvida até o sexto mês. Em 7,5% dos casos a cicatriz foi considerada inadequada. Este resultado mostra que disfunção permanente ou deformidade são raras quando aplicado tratamento cirúrgico.

BRANDT & HAUG (2003), realizaram uma revisão da literatura sobre tratamento das fraturas condilares, enfatizando as tendências atuais e provável evolução. Os autores colocam que embora seja reconhecido que a redução aberta

e aplicação de fixação interna rígida apresente melhores resultados funcionais do que a redução fechada com imobilização maxilo-mandibular, ainda existem as adversidades relacionadas a lesões nervosas e cicatrizes indesejadas associadas ao tratamento cirúrgico. E que o uso da endoscopia, embora, “ainda em sua infância”, pode substituir a técnica convencional e permitir que se consiga as vantagens funcionais e reconstrutivas da redução aberta com fixação interna minimizando suas complicações.

Vários estudos comparam os resultados do tratamento cirúrgico em relação ao tratamento conservador, havendo relatos da avaliação de diversos aspectos, como, por exemplo, oclusão dentária, função mandibular e simetria facial. Muitos destes apresentam vantagens do tratamento cirúrgico sobre o tratamento conservador, além das vantagens de redução anatômica e retorno imediato à função da articulação, que são os principais argumentos para se advogar o tratamento cirúrgico das fraturas condilares (UPTON, 1991; JETER & HACKNEY, 1992).

O tratamento cirúrgico das fraturas de côndilo mandibular tem ganhado entusiasmo desde a introdução da fixação interna rígida, contudo poucos relatos oferecem informação definitiva a respeito de quando o tratamento cirúrgico oferece melhores resultados. Pois, os resultados funcionais e oclusais são melhores com o tratamento cirúrgico, mas tem que se avaliar os benefícios da intervenção cirúrgica contra suas potenciais complicações (ELLIS III *et al.*, 2000b).

Com a aplicação das técnicas de fixação interna rígida ao esqueleto crânio-facial, novas indicações e contra-indicações tem sido advogadas. HAUG & ASSAEL, em 2001, redefiniram as indicações relativas e absolutas do tratamento cirúrgico. Sendo que ZIDE (2001), na discussão deste artigo afirma que as únicas verdadeiras indicações para a redução aberta e fixação interna rígida da fratura condilar são o deslocamento condilar e instabilidade na manutenção da altura do ramo mandibular.

2.2.1 – Estudos Clínicos Comparando Tratamento Conservador X Tratamento Cirúrgico.

TAKENOSHITA *et al.*, em 1990, compararam resultados da oclusão dentária em 16 pacientes tratados cirurgicamente e 20 pacientes que receberam tratamento conservador para fraturas uni ou bilaterais de côndilo mandibular, tendo sido o tratamento cirúrgico aplicado àqueles que apresentaram maior deslocamento do segmento condilar. Não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados da oclusão dentária destes dois grupos.

Outros estudos indicam melhores resultados da oclusão dentária nos pacientes que recebem redução aberta e fixação interna rígida (WORSÆ & THORN, 1994; WIDMARK *et al.*, 1996), e isto se deve provavelmente ao fato de que a redução aberta e fixação interna retornam o processo condilar a sua posição pré-trauma, ou próximo a esta posição, restaurando a continuidade esquelética, restabelecendo a posição mandibular normal, e trazendo os dentes para seu correto relacionamento.

Outro estudo comparativo dos resultados da oclusão dentária no tratamento cirúrgico versus conservador para tratamento de fratura condilar, desta vez com 65 pacientes com fratura unilateral e tratamento cirúrgico e 77 pacientes com fratura unilateral e tratamento conservador, foi publicado por ELLIS *et al.* (2000c). Sendo que os pacientes tratados conservadoramente apresentaram uma porcentagem significativamente maior de má oclusão dentária, a despeito de que aqueles que foram tratados cirurgicamente apresentavam deslocamento inicial da fratura muito maior.

Porém má oclusões dentárias também podem ocorrer em pacientes tratados cirurgicamente, devido à redução inadequada ou falha na fixação (WIDMARK *et al.*, 1996; ELLIS *et al.*, 2000c).

TALWAR *et al.*, em 1998, realizaram estudo para avaliar as adaptações do sistema mastigatório após o tratamento de fraturas condilares bilaterais. Foram incluídos no estudo 22 pacientes com fratura bilateral de côndilo, dos quais 6 receberam tratamento cirúrgico com fixação interna rígida, 14 tratamento conservador e 2 a combinação das duas técnicas. E como grupo controle 22 pacientes da mesma idade e sexo dos primeiros. A força de mordida foi avaliada nos seguintes períodos após o trauma: seis semanas, seis meses, um, dois e três anos. Os resultados acusaram que os pacientes tiveram a força de mordida diminuída em relação ao grupo controle em todos os intervalos, mas com diferença estatisticamente significativa apenas no período de seis semanas após a fratura. Os valores de força de mordida para os pacientes e controles no período de seis semanas foram respectivamente 3,6 e 15,3 kgf, em incisivo direito; 6,7 e 22,5 kgf, em canino direito; e 17,3 e 43,9 kgf, em molar direito.

Em 2001, ELLIS & THROCKMORTON, compararam a força máxima de mordida entre pacientes com fratura condilar, que receberam tratamento cirúrgico ou conservador. Foram avaliados 155 pacientes com fraturas condilares unilaterais, dos quais 64 receberam tratamento cirúrgico, e 91 tratamento conservador. A força de mordida foi avaliada nos seguintes períodos após o trauma: seis semanas, seis meses, um, dois e três anos. Os resultados acusaram que a força de mordida em pacientes tratados de fratura de côndilo mandibular não difere significativamente quando é aplicado tratamento cirúrgico ou conservador. Sendo que ambos os grupos apresentaram, no período de seis semanas pós-trauma a força de mordida de aproximadamente 60% da força de mordida normal apresentada no estudo anterior de TALWAR *et al.* (1998).

THROCKMORTON & ELLIS III (2000), avaliaram a recuperação da movimentação mandibular em pacientes com fraturas condilares unilaterais. O estudo envolveu 136 pacientes, dos quais 74 receberam tratamento conservador e 62 tratamento cirúrgico. Estes pacientes e um grupo controle de 52 voluntários foram submetidos a testes da mobilidade mandibular. Os pacientes com fratura de

côndilo mandibular foram submetidos à avaliação às seis semanas, seis meses, um, dois e três anos pós-tratamento. Os resultados mostraram que a abertura máxima interincisal diminui inicialmente nos pacientes tratados cirurgicamente, mas é recuperada mais rapidamente do que nos pacientes que receberam tratamento conservador. A movimentação excursiva da mandíbula para o lado contra-lateral é diminuída nos pacientes com tratamento conservador. Os índices de recuperação dos demais movimentos excursivos da mandíbula são similares nos pacientes tratados cirúrgica ou conservadoramente.

ELLIS III & THROCKMORTON, em 2000, compararam a simetria facial após tratamento cirúrgico e conservador de fraturas condilares. Foram avaliados 146 pacientes, 65 submetidos a tratamento cirúrgico e 81 submetidos a tratamento conservador. Radiografias panorâmicas e de Towne foram realizadas nos intervalos de seis semanas, seis meses, um, dois, e três anos após o tratamento para avaliar altura facial posterior, planos bigonial e oclusal e altura dos ramos mandibulares. Os pacientes que receberam tratamento conservador tiveram a altura facial posterior e dos ramos mandibulares significativamente diminuída no lado da fratura, e maior alteração dos planos bigonial e oclusal, desenvolvendo assimetrias, caracterizadas por encurtamento da face, no lado da fratura.

2.3 – Fixação Interna Rígida das Fraturas de Côndilo Mandibular

Entre os métodos de fixação interna descritos para fraturas de côndilo mandibular podemos citar uso de osteossíntese com fio de aço, fio de Kirschner, parafusos compressivos, parafusos posicionais, e mini placas e parafusos em diferentes disposições (SUGIURA *et al.*, 2001).

Um dos objetivos do uso de fixação interna rígida é a eliminação do bloqueio maxilo-mandibular pós-operatório, por isso o uso de fixação com fio de aço e/ ou fio de Kirschner estão em desuso. O uso de parafusos compressivos é

advogado por alguns autores para tratamento das fraturas condilares, que acreditam que a aplicação de compressão axial através da linha de fratura favorece a estabilidade da fixação, além desta técnica minimizar a necessidade de descolamento periosteal do segmento proximal, favorecendo a vascularização e reparo ósseo (KRENKEL, 1992; SUGIURA *et al.*, 2001).

2.3.1 – Estudos Clínicos Comparativos das Técnicas de FIR aplicadas às Fraturas de Côndilo Mandibular.

SUGIURA *et al.*, em 2001, realizaram uma avaliação comparativa do uso de parafuso compressivo, mini placas e fio de Kirschner, no tratamento de fraturas condilares. Em 23 pacientes, com 26 fraturas, fixadas com parafuso compressivo, em 10 pacientes, com 10 fraturas fixadas com fio de Kirschner, e em 21 pacientes com 22 fraturas, utilizando-se mini placas. A avaliação consistiu em avaliação radiográfica da redução e restabelecimento da altura do ramo mandibular. Os autores relatam que obtiveram redução precisa, em torno de 90% dos casos, para os três tipos de fixação aplicados, porém o encurtamento do ramo e desvio mandibular durante abertura bucal ocorreram mais no grupo que recebeu mini placas. Estes autores concluem que a osteossíntese por aplicação de parafuso compressivo no tratamento de fraturas mandibulares subcondilares com deslocamento é superior ao uso de mini placas ou fio de Kirchner na restauração da altura do ramo mandibular. No entanto, os pacientes deste estudo foram submetidos à imobilização maxilo-mandibular pós-operatória.

KALLELA *et al.* (1995), relataram má união em 4 pacientes, de 11 tratados com parafusos compressivos, e recomendam o uso de imobilização maxilo-mandibular pós-operatória para pacientes com fratura condilar tratada com parafuso compressivo.

CHOI *et al.* realizaram um estudo clínico, retrospectivo, publicado em 2001, em que 37 pacientes com 40 fraturas condilares foram tratados com redução aberta e fixação interna rígida, sendo 17 fraturas com uma única mini placa, 13 fraturas com uma mini placa de compressão dinâmica e 10 fraturas com 2 mini placas. Foi obtido maior estabilidade funcional para o uso de duas placas, quando comparada ao uso de uma única placa e ao uso de uma única placa de compressão dinâmica.

Segundo CHOI *et al.* (2001), o uso de mini placa de compressão dinâmica não assegura a estabilidade da fixação nas fraturas de côndilo mandibular e não confere benefícios sobre o uso de 2 mini placas, pois a eficácia da aplicação de duas placas é devida principalmente a habilidade de neutralizar o estresse funcional imposto ao pescoço do côndilo mandibular, pela sua disposição.

No tratamento das fraturas condilares é mais freqüente o uso de placas de quatro furos com dois parafusos em cada segmento, tornando a interface parafuso/osso o ponto fraco do sistema de fixação, ao invés da rigidez da placa. Falha na interface parafuso/osso e fratura da placa são as principais razões de falha do sistema de FIR em fraturas condilares. Desta forma, na prática, para prover maior contato entre parafuso e osso pode-se usar parafusos bicorticais ao invés de monocorticais e/ou de maior diâmetro. Pois, em raras situações uma fratura do processo condilar da mandíbula permite a aplicação de uma placa de seis furos com três parafusos em cada segmento (ELLIS III, 2002).

HAMMER *et al.* (1997) relataram falha em cerca de 35% na fixação de fratura de côndilo mandibular com uma mini placa, por fratura da placa ou perda do parafuso. Problemas de falha da fixação aplicada as fraturas condilares com uma mini placa, seja por fratura da placa, torção ou perda do engajamento de um ou mais parafusos têm sido discutido por vários autores (ELLIS & DEAN, 1993; HAMMER *et al.*, 1997; CHOI *et al.*, 2001).

A fratura da placa usualmente é conseqüência de fadiga por deformação cíclica, que ocorre pela contínua torção médio-lateral, que o côndilo sofre durante a função. Devido as suas propriedades visco-elásticas o osso responde bem a esta deformação cíclica e as placas de titânio não. O uso de mini placas de compressão dinâmica com dois parafusos bicorticais, de 8mm, em cada segmento da fratura é defendido por ELLIS III (2002), para inibir esta torção médio-lateral.

Outro estudo retrospectivo, de RALLIS *et al.* (2003) avaliou comparativamente os resultados e complicações da aplicação de uma ou duas mini placas do sistema 2,0mm, e mini placas de compressão dinâmica aplicadas no tratamento de fraturas condilares em 45 pacientes, sendo que 41 apresentavam fraturas subcondilares e 6 fraturas de pescoço do côndilo. Em 27 fraturas foram aplicadas duas placas do sistema 2,0mm, e em 20 fraturas somente uma placa. Os autores concluíram que o uso de uma única mini placa de compressão dinâmica ou do sistema 2,0mm produz estabilidade pós-operatória inadequada; que o uso de duas mini placas de compressão dinâmica requer maior dissecação e descolamento, podendo levar a limitação da abertura bucal; e, portanto, que o uso de duas mini placas do sistema 2,0mm produz resultados mais estáveis com menor índice de complicações.

Para HAUG & BRANDT (2004), a variável mais importante a se considerar quando se optar por tratamento cirúrgico das fraturas de côndilo mandibular é o tipo de fixação interna que será aplicada.

2.3.2 – Estudos Laboratoriais Comparativos das Técnicas de FIR aplicadas às Fraturas de Côndilo Mandibular.

Para melhor compreensão do comportamento biomecânico da fixação rígida das fraturas mandibulares, e para possibilitar o desenvolvimento de materiais e técnicas ideais, têm-se realizado estudos experimentais *in vitro*. Contudo, há poucos estudos biomecânicos do comportamento das diferentes formas de fixação interna aplicadas às fraturas de côndilo mandibular (HAUG *et al.*, 2002).

Estudos laboratoriais demandam a utilização de osso humano ou substitutos ósseos. Vários materiais tem sido usados como substitutos ósseos em pesquisas sobre fixação rígida (BREDBENNER & HAUG, 2000).

Existem diversos modelos experimentais descritos na literatura para testes biomecânicos da FIR na mandíbula, conforme descrito por IKEMURA *et al.* (1984) com mandíbula de cachorro; com mandíbula de cadáveres humanos (ARDARY *et al.*, 1989; KIM *et al.*, 1995; TAMS *et al.*, 1997; THARANON, 1998); mandíbulas de macacos (ELLIS III *et al.*, 1988); com mandíbulas de carneiros (WITTENBERG *et al.*, 1997; GOMES, 2002); mandíbulas sintéticas de poliuretano (HAUG *et al.*, 2002; SHETTY *et al.*, 1995); costelas bovinas (ARMSTRONG *et al.*, 2001; TRIVELLATO, 2001); madeira de carvalho vermelho (HAUG *et al.*, 1999). Devendo este modelo apresentar características semelhantes à estrutura anatômica na qual o sistema de fixação será aplicado.

BREDBENNER & HAUG, em 2000, realizaram uma avaliação comparativa do torque requerido para inserir parafusos de 1,0 e 2,4mm e a força requerida para removê-lo de 7 modelos experimentais utilizados em pesquisas de fixação rígida. Os modelos foram separados em três grupos, de origem animal (costela bovina e de porco), sintéticos (resina fotoelástica, poliuretano), e carvalho vermelho, comparando-os ao osso humano fresco. Houveram diferenças

significativas entre os materiais sendo que osso suíno apresentou os piores resultados, com maiores discrepâncias em relação ao osso de cadáver humano. Dentre os materiais sintéticos a resina de poliuretano apresentou resultados estatisticamente similares ao osso de cadáver humano. Os autores concluem que o osso humano pode ser simulado por materiais sintéticos em estudos de fixação, principalmente devido às dificuldades éticas e falta de padronização na obtenção de osso humano.

CURREY *et al.* (1995) demonstraram que o armazenamento de osso bovino fresco em formol poderá alterar as propriedades físicas do osso de maneira diferente para cada amostra, sendo as alterações decorrentes do armazenamento uma desvantagem do uso de osso de origem animal.

Também se faz necessária a padronização do material de fixação empregado, em estudos clínicos ou laboratoriais para minimizar as variáveis da investigação proposta. TRIVELLATO *et al.* (2000) em estudo comparativo de marcas comerciais de material de fixação, sendo duas nacionais e duas importadas, encontraram uma falta de padronização dimensional de placas e parafusos das marcas nacionais e em teste de resistência à flexão, sem aplicação em modelo biológico, um comportamento da mesma forma, inferior das marcas nacionais. Não houve diferença entre sistemas nacionais, assim como entre sistemas importados.

TRIVELLATO (2001) avaliou as variações dimensionais em placas de quatro e seis furos e parafusos de 12 e 6mm do sistema de fixação 2,0mm, indicados para mandíbula, da marca comercial Engimplan, sendo que foi realizada uma avaliação em seis medidas nas placas e em quatro nos parafusos. Nas placas a medida I foi referente a menor distância das bordas das placas entre os furos, II ao diâmetro externo na área do furo, III a menor distância entre os furos da placa, IV ao comprimento, V ao diâmetro interno na área o furo, e VI relacionada a espessura da paca. Nos parafusos a medida I foi referente ao

diâmetro da cabeça, II ao diâmetro da haste, III ao diâmetro externo da rosca, IV ao comprimento. Pode-se observar variação dimensional nas placas, sendo que a menor ocorreu na medida II (com coeficiente de variação igual a 0,33%), seguida em ordem crescente da I (0,56%), IV (0,79%), III (0,82%), V (0,82%) e VI (1,83%). E variação dimensional nos parafusos de 6mm, sendo que a menor ocorreu na medida I (0,33%), seguida em ordem crescente da III (0,95%), IV (1,31%), II (1,43%).

ZICCARDI *et al.*, em 1997, realizaram estudo mecânico da resistência da fixação aplicada à fraturas de côndilo mandibular, em réplicas de mandíbula humana em resina de poliuretano. Os autores compararam o uso de fixação com uma mini placa mantida por 5 parafusos do sistema 2,0mm, com o sistema de uma placa mantida por dois parafusos mais um parafuso compressivo, que une os segmentos proximal e distal, chamado "Wurzburg lag screw – plate system". Quando submetidos a teste de carregamento o sistema de placa com parafuso compressivo ("Wurzburg system") mostrou-se mais resistente.

CHOI *et al.* (1999) compararam a estabilidade biomecânica de quatro técnicas de fixação interna com aplicação de placas e parafusos em fraturas condilares, de mandíbulas de cadáver humano, através de teste de carregamento em máquina de ensaio Instron. Os métodos de fixação avaliados foram: uma mini placa com aplicação de quatro parafusos monocorticais; uma mini placa de compressão dinâmica com aplicação de quatro parafusos bicorticais; uma placa do sistema 2,4mm com aplicação de quatro parafusos; e duas mini placas com aplicação de quatro parafusos monocorticais. Sob as condições testadas a aplicação e duas mini placas apresentou-se mais estável.

WAGNER *et al.*, em 2002, publicaram um estudo tridimensional de elementos finitos sobre o comportamento da mandíbula e osteossíntese com placas aplicadas fratura condilar. Os autores avaliaram o uso de mini placas na fixação de fraturas condilares em três níveis, chamados de fratura condilar baixa,

média e alta, submetidos a carga, simulando a força de mordida, com aplicação de carga em molares bilateralmente e na região dos dentes anteriores. Estes autores recomendam o uso de duas placas com parafusos bicorticais para a fixação de fraturas condilares.

HAUG *et al.* (2002), publicaram um estudo biomecânico *in vitro*, em réplicas de mandíbulas em resina de poliuretano, de quatro técnicas de FIR com placas monocorticais, utilizando três parafusos do sistema de 2,0mm em cada segmento da fratura. Foram testadas placas de compressão dinâmica para zigomático, placas do sistema *locking*, placas de adaptação e mini placas de compressão dinâmica. Cada grupo foi submetido à teste de carregamento antero-posterior, médio-lateral e látero-medial e teste de torção. Obtiveram como resultados que as mini placas de compressão dinâmica proporcionaram o melhor comportamento biomecânico no modelo experimental utilizado.

3- PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente, *in vitro*, a resistência da fixação promovida por placas e parafusos do sistema 2,0mm, em fraturas de côndilo mandibular, em réplicas de hemimandíbulas humanas de resina de poliuretano, submetidas ao teste de carregamento linear, com aplicação de força no sentido médio-lateral e antero-posterior, variando-se a aplicação de uma placa fixada por parafusos de 6mm, uma placa fixada por parafusos de 8mm, e aplicação de duas placas fixadas por parafusos de 6mm de comprimento.

4- MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PLACAS E PARAFUSOS

Para realização deste estudo foram utilizadas 80 placas retas de quatro furos (Cód. 102230-04), 240 parafusos de 6mm (Cód. 300-06) e 80 parafusos de 8mm (Cód. 300-08) do sistema de fixação 2,0mm, da marca comercial Engimplan (Engenharia de Implantes Ind. Com. Ltda., Rio Claro, São Paulo, Brasil), sendo distribuídos em seis grupos. Segundo o fabricante as placas são de titânio comercialmente puro, de grau II e os parafusos de liga titânio-6alumínio-4vanádio.

A fim de determinar possível variação nos resultados devido à falta de padronização dimensional das placas e parafusos, foi realizada uma avaliação de seis dimensões, num paquímetro digital, com precisão de 0,01mm, em 10 placas e em quatro dimensões de 10 parafusos de 6 mm e em 10 parafusos de 8mm, escolhidos aleatoriamente (FIGURA 2). Cada uma foi mensurada três vezes e estabelecida uma média final, conforme o estudo de TRIVELLATO (2001).

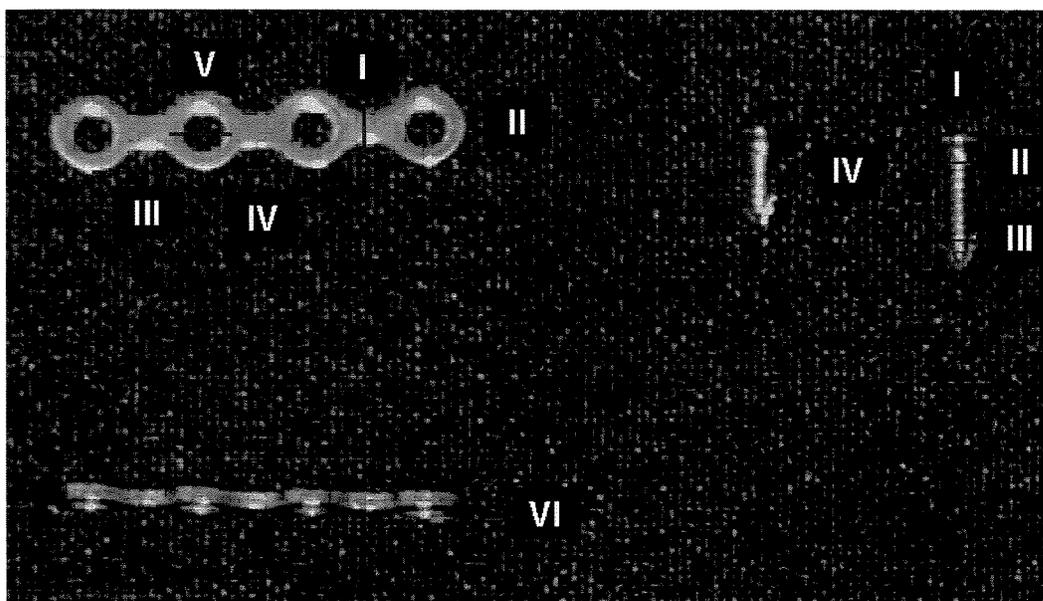


FIGURA 2 - Dimensões placas e parafusos.

4.2 HEMIMANDÍBULAS DE POLIURETANO

Para o presente estudo foram utilizadas 80 réplicas de hemimandíbulas humanas em resina de poliuretano rígido da marca comercial Nacional (Jaú-SP, Brasil). O comprimento da borda inferior das hemimandíbulas, **medida A**, referente a distância do ângulo mandibular a linha média sínfisária foi de 80mm; **medida B**, altura da borda inferior a borda superior, correspondente ao processo alveolar, foi de 26mm; **medida C**, referente a largura do ramo mandibular no sentido antero-posterior foi de 24mm; **medida D**, o comprimento do côndilo ao ponto mais anterior da sínfise foi de 120mm; **medida E**, referente a altura posterior do ramo mandibular medida de um ponto fixo na sua borda inferior ao ponto mais alto do côndilo foi de 81mm; **medida F**, referente a altura mediana do ramo mandibular medida de um ponto fixo na sua borda inferior ao ponto mais profundo na incisura sigmóide foi de 54mm; **medida G**, referente a altura anterior do ramo mandibular medida de um ponto fixo na sua borda inferior ao ponto mais alto no processo coronóide foi de 70mm; **medida H**, a espessura do ramo mandibular no sentido médio-lateral, na região da secção, que simulava a fratura subcondilar, foi de 6mm. Estas medidas estão representadas nas FIGURAS 3 e 4.

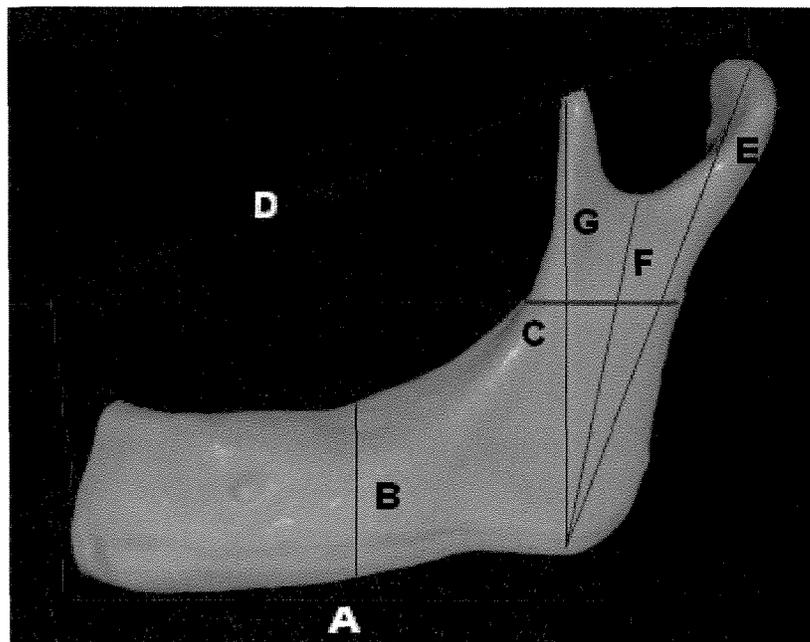


FIGURA 3 - Medidas de A a G da hemimandíbula.

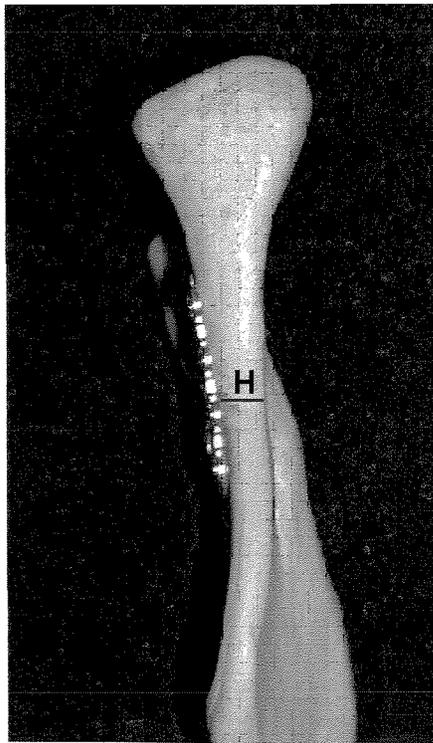


FIGURA 4 - Medida H.

4.3 PREPARO DA AMOSTRA

As réplicas de hemimandíbulas humanas em resina de poliuretano foram divididas em 8 grupos, cada um contendo 10 hemimandíbulas (TABELA 1). Sendo dois grupos controle, que consistiram em dois grupos de hemimandíbulas íntegras, submetidas aos testes médio-lateral e antero-posterior a fim de testar o substrato. As 60 hemimandíbulas de poliuretano restantes foram uniformemente seccionadas, utilizando um guia confeccionado em resina acrílica quimicamente ativada incolor (Dental Vipi Ltda., Pirassununga, São Paulo, Brasil), através de secções lineares, perpendiculares à superfície lateral da hemimandíbula. Tal seccionamento foi realizado por disco diamantado (Diaflex-F, Horico, Cód. 359F220, Alemanha) acoplado a peça reta, em micromotor elétrico, e partia do ponto mais central da chanfradura sigmóide até a região posterior da mandíbula, abaixo do colo do côndilo, simulando uma fratura subcondilar (FIGURA 5), segundo classificação proposta por LINDHAL (1997) e ilustrada por ELLIS *et al.* (1999) (FIGURA 1, pág. 9).

Tabela 1 – Grupos do estudo

Denominação	Grupos Estudados	Teste Aplicado
CONTROLE	Hemimandíbula Íntegra	Médio-Lateral
CONTROLE	Hemimandíbula Íntegra	Antero-posterior
GRUPO 1	1 placa + 4 parafusos 6mm	Médio-Lateral
GRUPO 2	1 placa + 4 parafusos 8mm	Médio-Lateral
GRUPO 3	2 placas + 8 parafusos 6mm	Médio-Lateral
GRUPO 4	1 placa + 4 parafusos 6mm	Antero-posterior
GRUPO 5	1 placa + 4 parafusos 8mm	Antero-posterior
GRUPO 6	2 placas + 8 parafusos 6mm	Antero-posterior



FIGURA 5 - Seccionamento da hemimandíbula.

A seguir as hemimandíbulas foram fixadas com três técnicas de fixação diferentes da aplicação de placas e parafusos do sistema 2,0mm, que deram origem aos seis grupos experimentais deste estudo, cada um com 10 hemimandíbulas (FIGURAS 6 e 7). Foram chamados de Grupos 1 e 4 a fixação empregando uma placa de quatro furos com quatro parafusos de 6mm, Grupos 2 e 5 a fixação empregando uma placa de quatro furos com quatro parafusos de 8mm, Grupo 3 e 6 a fixação empregando duas placas de quatro furos com quatro parafusos de 6mm em cada uma. A fim de padronizar o seccionamento e a fixação, aplicados às hemimandíbulas, assim como o preparo do ponto de aplicação de carga no teste mecânico, foram confeccionados guias em acrílico para minimizar variações devido a falha manual no preparo da amostra (FIGURAS 8 e 9).

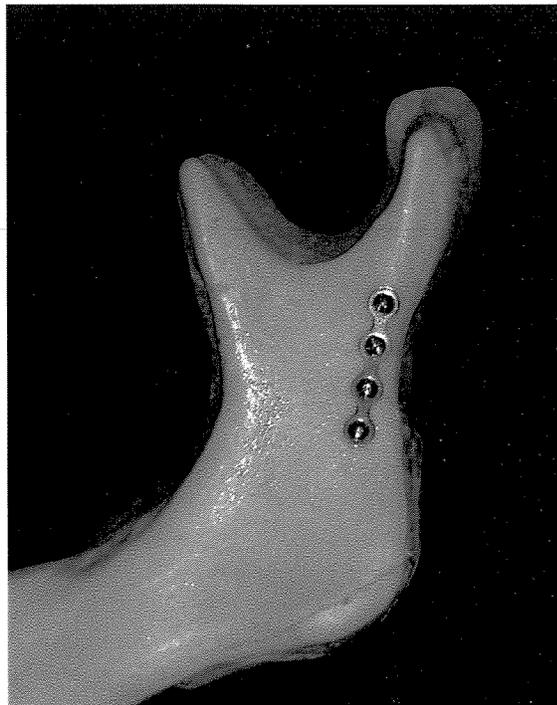


FIGURA 6 - Fixação 1 placa + 4 parafusos.

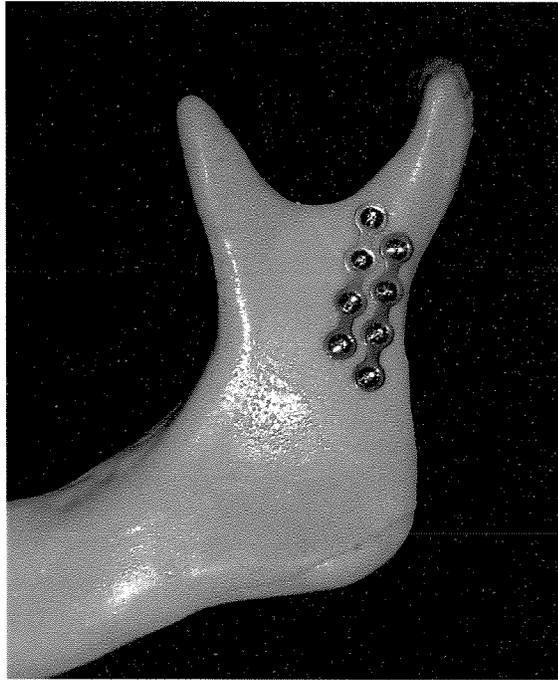


FIGURA 7 - Fixação 2 placas + 8 parafusos.



FIGURA 8 - Guias para seccionamento, redução e fixação.

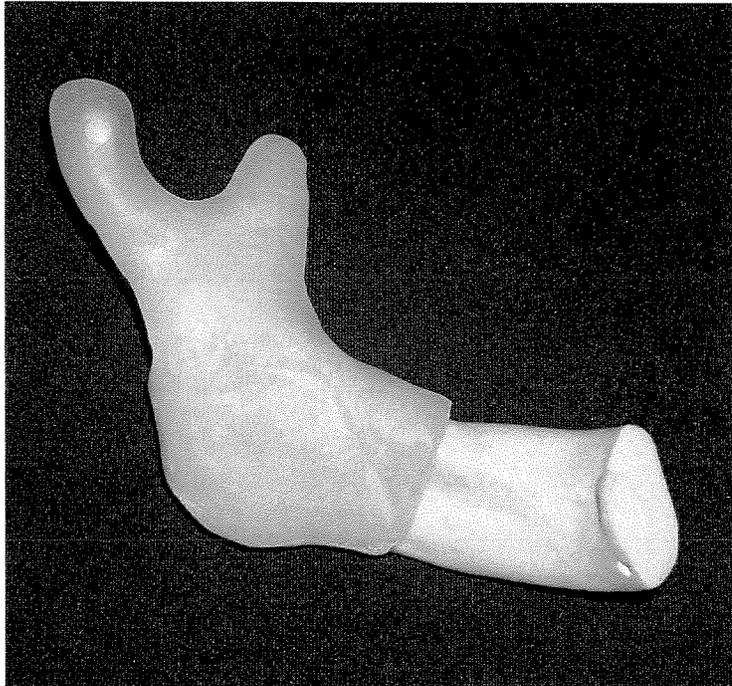


FIGURA 9 - Guia para redução posicionado, vista medial.

Todas as hemimandíbulas foram incluídas em um bloco de resina acrílica, quimicamente ativada, incolor (Dental Vipi Ltda., Pirassununga, São Paulo, Brasil), em toda extensão da borda inferior, (FIGURAS 10 e 11), para permitir seu posicionamento e apreensão nos suportes em que foram levadas à máquina de ensaio. Para isto foi utilizado um molde metálico (FIGURA 12), previamente lubrificado com vaselina sólida branca (Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda., São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil). Este molde permitiu a padronização das dimensões de todos os blocos de resina e seu posicionamento e apreensão no suporte para o teste mecânico.



FIGURA 10 - Base de resina para fixação no suporte, vista lateral.



FIGURA 11 - Base de resina para fixação no suporte, vista medial.

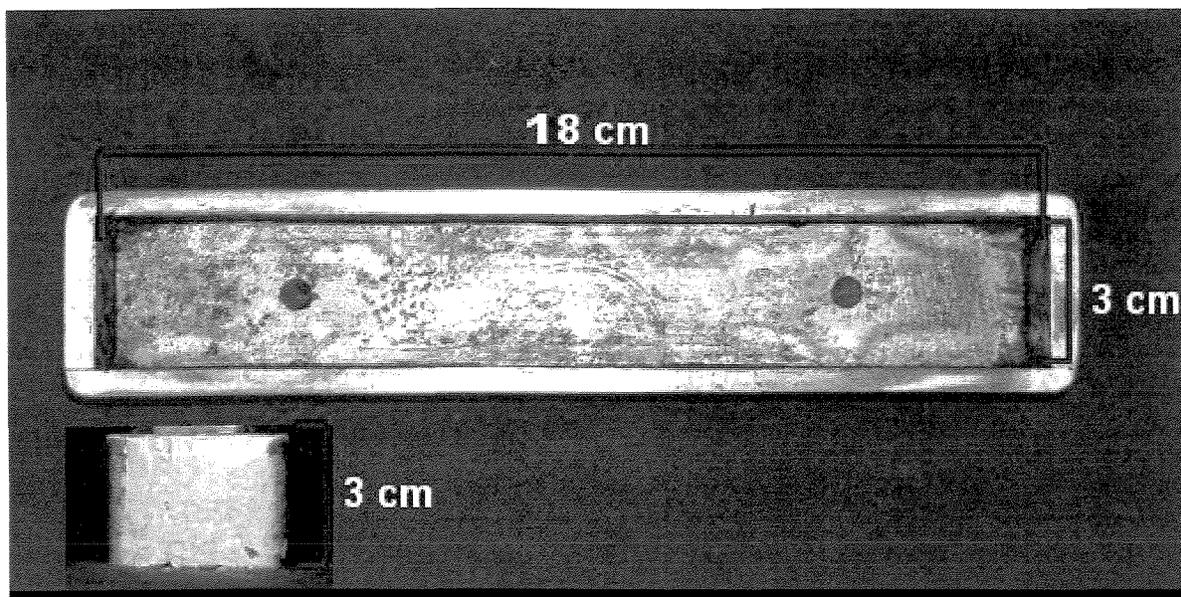


FIGURA 12 – Molde para inclusão das hemimandíbulas.

4.4 TESTE DE CARREGAMENTO

O teste de carregamento foi realizado em máquina de ensaio universal Instron, modelo 4411. Para tal foram confeccionados, em aço inox, um dispositivo de aplicação de carga (FIGURA 13), e dois dispositivos de fixação (suportes) das hemimandíbulas, um para o teste médio-lateral (FIGURA 14), e o outro para o teste antero-posterior (FIGURA 15). Os grupos 1, 2 e 3 foram submetidos a aplicação de força linear médio-lateral (FIGURA 16). Os grupos 4, 5 e 6 foram submetidos a aplicação de força linear antero-posterior (FIGURA 17). Foi estabelecida uma velocidade de 1mm/min, para aplicação de carga progressiva sobre o sistema, quando foi realizada a obtenção do valor de resistência ao carregamento, em quilograma-força, na carga de pico e carga final e aferido o deslocamento imposto pelo ensaio, em milímetros, nestes dois momentos. A carga foi sempre aplicada no segmento proximal, num ponto fixo, que recebia o dispositivo de aplicação de carga. Os valores da carga de pico foram tomados no momento da primeira falha do sistema, logo após esta, a carga começava a

diminuir, e podíamos observar na máquina de ensaio, o registro deste valor, chamado pela máquina de carga de pico. Além do valor da carga era registrado o deslocamento que o ensaio havia sofrido até o momento da carga de pico, chamado deslocamento de pico. Após a aferição da carga de pico, ou seja, carga máxima antes da primeira falha do sistema, e seu respectivo deslocamento, na aplicação de carga progressiva o sistema continuou a ser submetido ao teste até a falha total do mesmo, quando havia perda da resistência e a máquina terminava o ensaio, também registrando valores de carga e deslocamento finais.

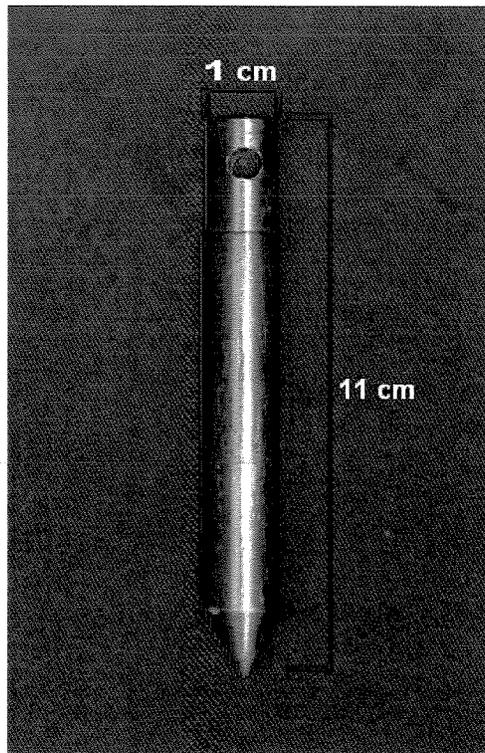


FIGURA 13 – Dispositivo para aplicação de carga.

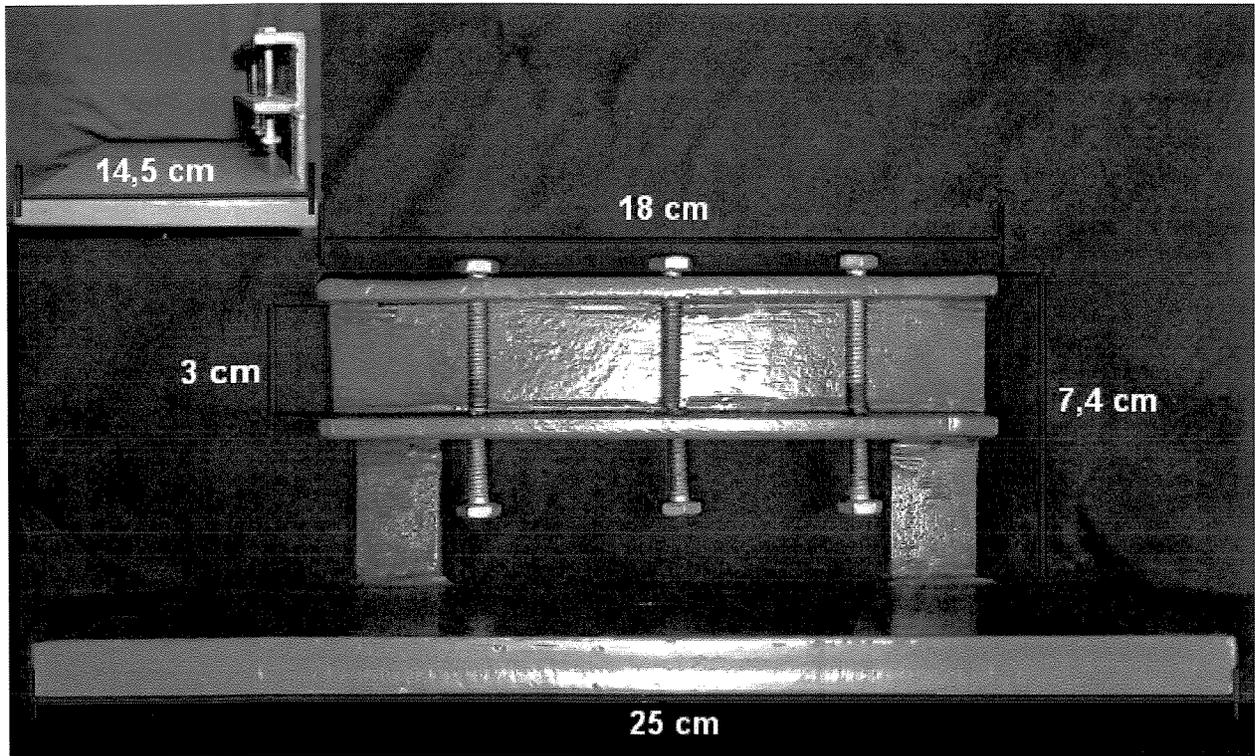


FIGURA 14 – Suporte para teste médio-lateral.

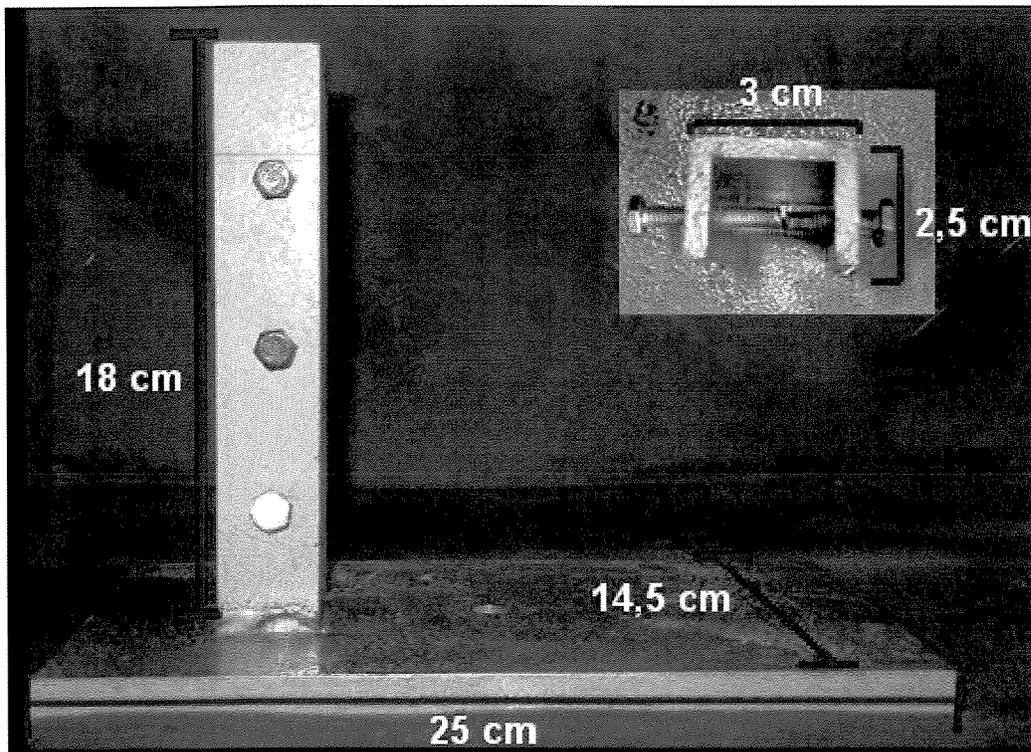


FIGURA 15 – Suporte para teste antero-posterior.

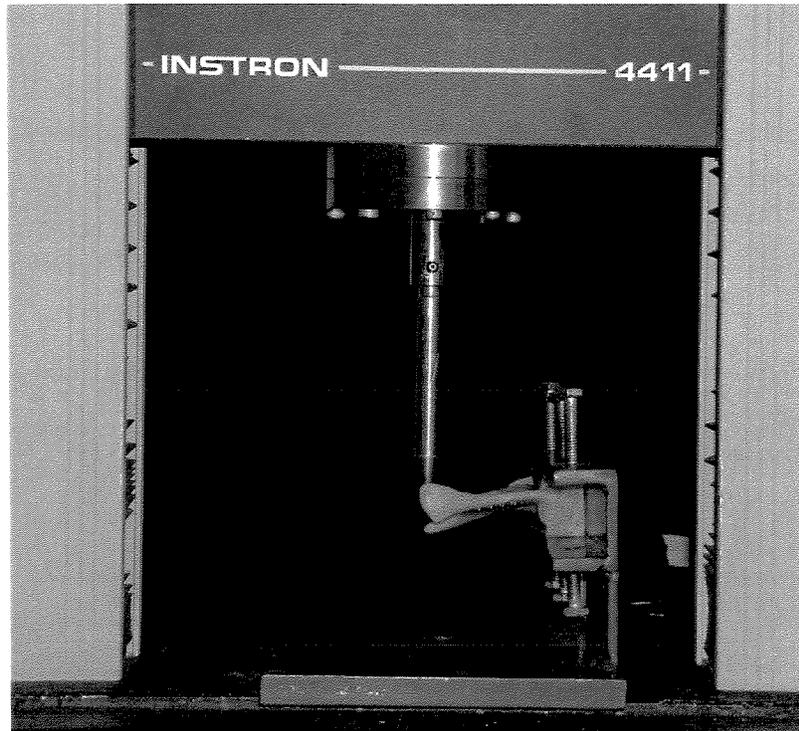


FIGURA 16 - Teste médio-lateral.

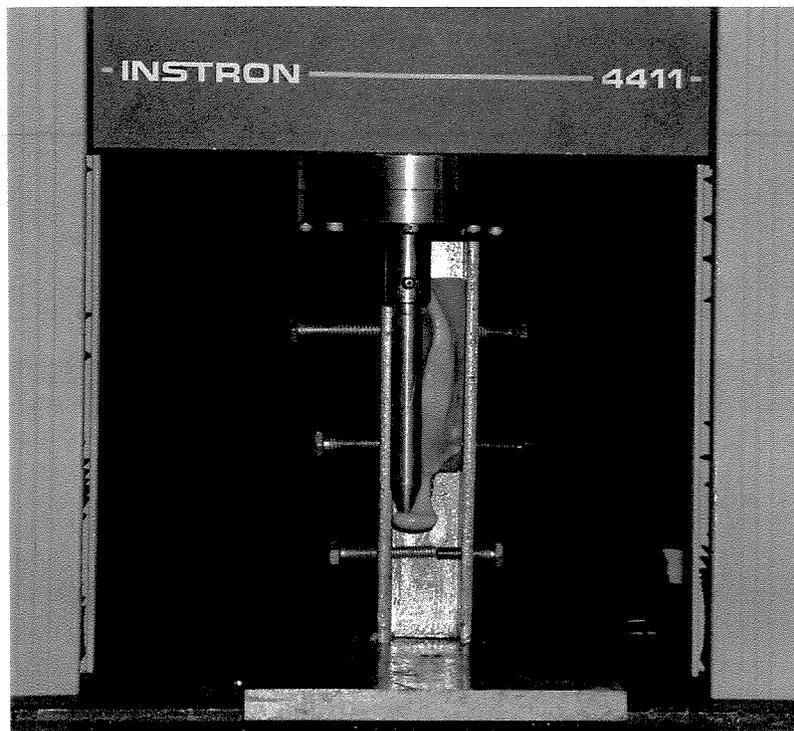


FIGURA 17 - Teste antero-posterior.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada para comparar, quantitativamente, as médias de carga do pico, em kgf; deslocamento do pico em mm; carga final, em kgf; e deslocamento final, em mm dos quatro grupos estudados, nos dois testes aplicados.

Os valores foram analisados no programa estatístico SAS 8.0 (SAS Institute, Cary, NC, EUA). Inicialmente foi realizada uma análise exploratória dos dados, a qual indicou a transformação raiz quadrada para variável carga do pico e transformação logarítmica para as demais variáveis. A seguir, os valores foram analisados no programa estatístico SANEST (Sistema de Análise Estatística, EPAMIG, MG, Brasil). Foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) em esquema fatorial 2x4 sendo os fatores representados pelos testes antero-posterior e teste médio-lateral (2 níveis) e tratamento (4 níveis). Verificada a significância estatística, aplicou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5% para comparação múltipla entre as médias.

5. RESULTADOS

5.1 PLACAS E PARAFUSOS

Os valores médios estabelecidos após a realização de três mensurações, em cada dimensão proposta nas placas e nos parafusos, são apresentadas nas TABELAS 2 a 4, com valor da média final (M), do desvio padrão (DP) e do coeficiente de variação (CV).

Na avaliação dimensional das placas, pelo coeficiente de variação pode-se observar variação dimensional, onde a menor ocorreu na dimensão .II, seguida em ordem crescente da III, IV, V, I, VI (TABELA 2).

Tabela 2

Valores referentes às placas, em milímetros, onde a dimensão I representa a menor distância das bordas da placa entre os furos, II ao diâmetro externo na área do furo, III a menor distância entre os furos da placa, IV ao comprimento, V ao diâmetro interno na área do furo e a VI relacionada à espessura da placa.

PLACA	DIMENSÃO (mm)					
	I	II	III	IV	V	VI
1	1,97	4,66	4,05	23,65	2,22	0,96
2	1,95	4,65	4,05	23,7	2,23	0,96
3	1,95	4,66	4,05	23,71	2,22	0,96
4	1,94	4,65	4,03	23,75	2,23	0,96
5	1,94	4,64	4,02	23,68	2,23	0,96
6	1,94	4,64	4,05	23,66	2,22	0,97
7	1,93	4,64	4,02	23,87	2,24	0,94
8	1,95	4,66	4,05	23,71	2,23	0,98
9	1,94	4,65	4,02	23,71	2,22	0,96
10	1,95	4,64	4,05	23,7	2,2	0,98
M	1,95	4,65	4,04	23,71	2,22	0,96
DP	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01
CV	0,51	0,21	0,24	0,25	0,45	1,04

Na avaliação dimensional dos parafusos de 6mm, pode-se observar variação dimensional pelo coeficiente de variação, onde a menor ocorreu na dimensão I, seguida em ordem crescente da II, IV, III (TABELA 3).

Tabela 3

Valores referentes aos parafusos de 6mm de comprimento, em milímetros, onde a dimensão I é referente ao diâmetro da cabeça, II ao diâmetro da haste, III ao diâmetro externo da rosca e IV ao comprimento.

PARAFUSO	DIMENSÃO (mm)			
	I	II	III	IV
1	2,99	2	1,97	6,04
2	2,99	2	1,97	6,04
3	2,99	1,99	1,96	6,04
4	2,99	2	1,96	6,04
5	2,99	2	1,97	6,02
6	2,99	2,01	1,94	6,03
7	2,99	2	1,97	6,04
8	2,99	2	1,96	6,03
9	2,99	2	1,97	6,03
10	2,99	2	1,98	6,03
M	2,99	2	1,97	6,03
DP	0	0	0,01	0,01
CV	0	0	0,5	0,16

Na avaliação dimensional dos parafusos de 8mm, pode-se observar variação dimensional pelo coeficiente de variação, onde ficou constatado, que a mesma foi inexistente nas dimensões aferidas nos parafusos de 8mm de comprimento (TABELA 4).

Tabela 4

Valores referentes aos parafusos de 8mm de comprimento, em milímetros, onde a dimensão I é referente ao diâmetro da cabeça, II ao diâmetro da haste, III ao diâmetro externo da rosca e IV ao comprimento.

PARAFUSO	DIMENSÃO (mm)			
	I	II	III	IV
1	3	2	2	8
2	3	2	2	8
3	3	2	2	8
4	3	2	2	8,1
5	3	2	2	8
6	3	2	2	8
7	3	2	2	8,1
8	3	2	2	8
9	3	2	2	8
10	3	2	2	8
M	3	2	2	8
DP	0	0	0	0
CV	0	0	0	0

5.2 TESTE DE CARREGAMENTO

Os valores de carga do pico, em kgf; deslocamento do pico em mm; carga final, em kgf; e deslocamento final, em mm, dos quatro grupos experimentais, nos dois testes aplicados e análise estatística completa estão apresentados no ANEXO 1.

Com a análise de variância (ANOVA) em esquema fatorial 2x4 sendo os fatores representados pelos testes antero-posterior e teste médio-lateral (2 níveis) e tratamento (4 níveis), foram avaliados os efeitos destes fatores, separadamente e a interação entre eles. Verificada a significância estatística, com os resultados da análise de variância, aplicou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5% para comparação múltipla entre as médias.

Os valores das médias e desvio padrão de carga do pico, em kgf; deslocamento do pico, em mm; carga final, em kgf e deslocamento final, em mm; dos quatro grupos experimentais, nos dois testes aplicados, estão apresentados nas TABELAS 5 a 8.

As médias e desvio padrão da carga do pico indicaram que no teste médio-lateral o tratamento com duas placas obteve o melhor comportamento, seguido do tratamento com uma placa com quatro parafusos de 8mm e uma placa com quatro parafusos de 6mm, sendo que os dois últimos tratamentos não demonstraram diferença estatisticamente significativa. No teste antero-posterior o tratamento com duas placas obteve o melhor comportamento, seguido do tratamento com uma placa com quatro parafusos de 8mm e uma placa com quatro parafusos de 6mm, havendo diferença estatisticamente significativa comparando estes grupos. Comparando os tratamentos em relação ao teste aplicado houve diferença estatisticamente significativa em todos os tratamentos, sendo que em todos os tratamentos houve maior resistência ao carregamento no teste antero-posterior (TABELA 5).

Tabela 5

Médias e desvio padrão de carga do pico em kgf em função do tratamento e do teste.

TRATAMENTO	TESTE				
	Médio-Lateral			Antero-Posterior	
Mandíbula Íntegra	5.32 (1.00)	a	B	12.95 (1.90)	a A
1 placa + 4 parafusos 6mm	1.15 (0.34)	c	B	4.99 (1.73)	c A
1 placa + 4 parafusos 8mm	1.49 (0.47)	c	B	6.28 (0.71)	b A
2 placas + 8 parafusos 6mm	2.72 (0.55)	b	B	12.35 (0.98)	a A

Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de ANOVA e Tukey ao nível de significância de 5% (maiúsculas comparam entre colunas e minúsculas comparam entre linhas).

As médias e desvio padrão do deslocamento do pico indicaram que no teste médio-lateral o tratamento com duas placas obteve o melhor comportamento, seguidas do tratamento com uma placa com quatro parafusos de 6mm e uma placa com quatro parafusos de 8mm, sendo que só houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo com duas placas e uma placa com 4 parafusos de 8mm. No teste antero-posterior o tratamento com duas placas obteve melhor comportamento, seguido do tratamento com uma placa com quatro parafusos de 8mm e uma placa com quatro parafusos de 6mm, no entanto não houve significância estatística. Comparando os tratamentos em relação ao teste aplicado houve diferença estatisticamente significativa em todos os tratamentos, que apresentaram maior deslocamento no teste antero-posterior. Sendo que no grupo das mandíbulas íntegras houve maior deslocamento do pico no teste médio-lateral (TABELA 6).

Tabela 6

Médias e desvio padrão de deslocamento do pico em mm em função do tratamento e do teste.

TRATAMENTO	TESTE					
	Médio-Lateral		Antero-Posterior			
Mandíbula Íntegra	20.22 (3.37)	a A	6.85 (0.82)	b B		
1 placa + 4 parafusos 6mm	6.94 (1.54)	bc B	11.08 (1.93)	a A		
1 placa + 4 parafusos 8mm	6.25 (1.51)	c B	11.59 (0.91)	a A		
2 placas + 8 parafusos 6mm	7.98 (1.15)	b B	12.91 (1.23)	a A		

Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de ANOVA e Tukey ao nível de significância de 5% (maiúsculas comparam entre colunas e minúsculas comparam entre linhas).

As médias e desvio padrão da carga final indicaram que no teste médio-lateral o tratamento com duas placas obteve melhor comportamento, seguido do tratamento com uma placa com quatro parafusos de 8mm e uma placa com quatro parafusos de 6mm, sendo que os dois últimos tratamentos não demonstraram diferença estatisticamente significativa. No teste antero-posterior o tratamento com duas placas obteve melhor comportamento, seguido do tratamento com uma placa com quatro parafusos de 6mm e o tratamento com uma placa com quatro parafusos de 8mm, não havendo significância estatística comparando os dois últimos entre si. Comparando os tratamentos em relação ao teste aplicado houve diferença estatisticamente significativa em todos os tratamentos, sendo que em todos os tratamentos houve maior resistência ao carregamento no teste antero-posterior (TABELA 7).

Tabela 7

Médias e desvio padrão de carga final em kgf em função do tratamento e do teste.

TRATAMENTO	TESTE					
	Médio-Lateral			Antero-Posterior		
Mandíbula Íntegra	5.17	(1.30)	a B	12.75	(1.93)	a A
1 placa + 4 parafusos 6mm	0.73	(0.21)	c B	7.22	(1.76)	b A
1 placa + 4 parafusos 8mm	0.84	(0.20)	c B	5.59	(0.75)	b A
2 placas + 8 parafusos 6mm	1.26	(0.39)	b B	11.32	(2.75)	a A

Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de ANOVA e Tukey ao nível de significância de 5% (maiúsculas comparam entre colunas e minúsculas comparam entre linhas).

As médias e desvio padrão do deslocamento final indicaram que não houve diferença entre os tratamentos aplicados e que as mandíbulas íntegras obtiveram melhor comportamento. No teste antero-posterior o tratamento com uma placa com quatro parafusos de 6mm obteve melhor comportamento, seguido do tratamento com duas placas, uma placa com quatro parafusos de 8mm e, por fim, das mandíbulas íntegras, havendo diferença estatisticamente significativa entre todos os grupos. Comparando os tratamentos em relação ao teste aplicado houve maior deslocamento no teste médio-lateral, com diferença estatisticamente significativa nas mandíbulas íntegras, e nos tratamentos com duas placas, uma placa com quatro parafusos de 8mm. E o tratamento com uma placa com quatro parafusos de 6mm sofreu o mesmo deslocamento comparando-se os testes (TABELA 8).

Tabela 8

Médias e desvio padrão de deslocamento final em mm em função do tratamento e do teste.

TRATAMENTO	TESTE					
	Médio-Lateral			Antero-Posterior		
Mandíbula Íntegra	23.34	(2.65)	a A	6.91	(0.81)	d B
1 placa + 4 parafusos 6mm	15.00	(0.00)	b A	15.27	(1.09)	a A
1 placa + 4 parafusos 8mm	15.00	(0.00)	b A	12.43	(1.50)	c B
2 placas + 8 parafusos 6mm	15.00	(0.00)	b A	13.83	(1.26)	b B

Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de ANOVA e Tukey ao nível de significância de 5% (maiúsculas comparam entre colunas e minúsculas comparam entre linhas).

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

6- DISCUSSÃO

Possivelmente, em todos os serviços de trauma facial, as fraturas de côndilo mandibular são as mais freqüentes, ou apresenta-se com uma das mais freqüentes. O uso FIR tem sido aceito quando a fratura de côndilo exige tratamento cirúrgico. No entanto, poucos trabalhos têm comparado diferentes formas de FIR para fraturas de côndilo através de análises biomecânicas. Este estudo pode nos trazer respostas com relação ao comportamento do material, tanto do substrato, como do material de fixação (apesar de não ser o objetivo do trabalho), além da avaliação comparativa das técnicas fixação rígida empregadas para fraturas de côndilo mandibular, proposta por este estudo. Além disto a intenção é de realizar estes testes com um material produzido em nosso país, nas condições em que atuamos nas cirurgias, dentro do sistema público de saúde.

Desta maneira, inicialmente foi necessário avaliar a padronização do material de fixação empregado. Na avaliação dimensional das placas foram constatadas pequenas variações, com os valores do coeficiente de variação atingindo o máximo de 1,04%, sendo estes valores referentes à dimensão VI (espessura das placas). O coeficiente de variação das outras dimensões não ultrapassou 0,51%. Nos parafusos as variações no coeficiente só ocorreram nas dimensões III (diâmetro externo da rosca) e IV (comprimento), com valores de 0,5% e 0,16%, respectivamente.

Estes resultados confrontados com estudo anterior de TRIVELLATO *et al.*, 2000, onde foram comparados dois sistemas importados e dois nacionais, sendo um dos nacionais, o utilizado no presente estudo, foi observado uma melhora na padronização das dimensões nas placas e nos parafusos.

Estes resultados comparados com o estudo anterior de TRIVELLATO (2001) que avaliou as variações dimensionais em placas de quatro e seis furos e

parafusos de 12 e 6mm do sistema de fixação 2,0mm, indicados para mandíbula, da marca comercial Engimplan, sendo que foi realizada uma avaliação nas mesmas seis dimensões nas placas e nas mesmas quatro nos parafusos. Pode-se observar diminuição na variação dimensional nas placas de quatro furos, em todas as dimensões, sendo que a maior variação permaneceu na dimensão VI (espessura da placa), com melhora na padronização das placas. Em relação aos parafusos de 6mm pode-se observar uma melhora na padronização mais significativa ainda, pois se confrontando os valores obtidos por TRIVELLATO, em 2001, e os deste estudo, respectivamente, temos: dimensão I – 0,33% e 0%; medida II - 1,43% e 0%; dimensão III - 0,95% e 0,5%; e dimensão IV - 1,31% e 0,16%. Quanto aos parafusos de 8mm avaliados neste estudo não temos dados anteriores para confrontar, porém houve padronização ideal das suas dimensões, uma vez que não houve variação.

No entanto e apesar de haver variações nas dimensões, estas não são significativas (TABELAS 2, pág. 39; 3, pág. 40; e 4, pág. 41), e não trouxeram interferências nos resultados obtidos dentro de cada grupo, ou seja, as variações dimensionais nas placas e parafusos utilizados não interferiram na avaliação comparativa das técnicas de fixação empregadas.

Além disto, as placas e parafusos não foram considerados variáveis, pois foram obtidos num único lote, possibilitando a análise por amostragem. Ainda com relação à utilização de parafuso de 6 e 8 mm, vem da análise anterior das dimensões do côndilo da réplica. Da mesma maneira, utilizar placas mais longas, com maior número de furos, tornaria a superfície de contato da placa com o côndilo muito extensa e apoiada sobre a quase totalidade da anatomia condilar, o que não acontece na aplicação clínica.

Segundo HAUG (1994) em testes biomecânicos o material de fixação deve ser aplicado a um substrato com características semelhantes ao local que o sistema de fixação seria aplicado *in vivo*. Além disso, BREDBENNER & HAUG,

em 2000, realizaram uma avaliação comparativa do torque requerido para inserir parafusos de 1,0 e 2,4mm e a força requerida para removê-lo de 7 substratos diferentes utilizados em pesquisas de fixação rígida. As mandíbulas de poliuretano apresentaram bons resultados. Os autores concluíram que o osso humano pode ser simulado em estudos de fixação, por materiais sintéticos, que descartam as dificuldades éticas e falta de padronização na obtenção de osso humano fresco, e apresentam as vantagens de padronização na forma, dimensões, propriedades mecânicas e baixo custo.

Outra possibilidade seria utilizar osso bovino, contudo o armazenamento em formol poderá alterar as propriedades físicas do osso e de maneira diferente para cada amostra (CURREY *et al.*, 1995). Também a transferência direta dos resultados em osso fresco, humano ou animal, deve ser avaliada com cautela, também pelas variações dimensionais e morfológicas.

De acordo com HAUG *et al.*, em 2002 e ZICCARDI *et al.*, em 1997, e baseados nos achados de BREDBENNER & HAUG, em 2000, optamos por utilizar réplicas sintéticas de hemimandíbula humana em resina de poliuretano. Pela sua padronização em tamanho, densidade, dureza e módulo de elasticidade, pela sua padronização em formato anatômico e similaridade com a mandíbula humana, sendo réplica através da impressão de mandíbula de cadáver humano, facilidade de obtenção e reprodução das fraturas e fixação, e também por eliminar variáveis relacionadas ao acondicionamento de osso animal e seu descongelamento para o uso.

O uso de réplicas sintéticas idênticas traz melhor padronização do substrato, sendo isto uma interferência a menos nos resultados. Porém, não se pode transferir diretamente os resultados deste ou de qualquer outro trabalho *in vitro* para a aplicação clínica, devendo-se avaliar o benefício e a limitação da pesquisa.

A escolha de testes de carregamento que avaliassem a resistência em duas direções foi elaborada a partir da idéia que o côndilo é submetido à forças vindas de diferentes direções, durante a função. Analisando conceitos da função condilar, a força de torção e deformação cíclica também deveriam ter sido consideradas. Porém, realizamos somente os vetores de força antero-posterior e médio-lateral, também realizados por HAUG *et al.* (2002), pois tivemos limitações de recursos financeiros para realização desta pesquisa, além da dificuldade em reproduzir a complexa função da articulação temporomandibular.

Os testes de carregamento realizados com as hemimandíbulas íntegras nos mostraram que tínhamos um substrato com resistência suficiente para testar os sistemas de fixação aplicados, uma vez que as hemimandíbulas íntegras obtiveram maior carga de pico e maior deslocamento de pico do que os grupos de teste. Em relação a proximidade dos valores de carga de pico e carga final e também do deslocamento de pico e deslocamento final para as hemimandíbulas íntegras, quando comparadas aos grupos de teste podemos explicar pelo fato de que a carga e deslocamento de pico, nas hemimandíbulas íntegras, representavam a falha da resina de poliuretano, o substrato, ocorrendo fratura do mesmo logo a seguir, uma vez que o ensaio mecânico não foi interrompido.

Outro dado interessante ainda sobre as mandíbulas íntegras é que a falha deste sistema (mandíbula fixada ao suporte, submetida ao teste de carregamento) sempre ocorreu com uma fratura subcondilar muito parecida com as fraturas confeccionadas nos grupos teste. O que nos permite supor que a escolha do ponto onde foi inserida carga, assim como a padronização da inclusão e apreensão das peças incidiam carga exatamente sob o sistema de fixação quando aplicado.

Em raras situações uma fratura do processo condilar da mandíbula permite a aplicação de uma placa de seis furos com três parafusos em cada segmento. Desta forma é mais freqüente o uso de placas de quatro furos com dois

parafusos em cada segmento, tornando a interface parafuso/osso o ponto fraco do sistema de fixação, ao invés da rigidez da placa. Falha na interface parafuso/osso e fratura da placa são as principais razões de falha do sistema de FIR em fraturas condilares. Desta forma, segundo ELLIS III (2002), na prática para prover maior contato entre parafuso e osso pode-se usar parafusos bicorticais ao invés de monocorticais, ou de maior diâmetro.

Por esta razão demos preferência por se testar apenas a disposição de uma placa com 4 parafusos de 6 mm, uma placa com quatro parafusos de 8 mm, ou duas placas com oito parafusos de 6 mm, para avaliar a diferença entre usar parafusos com menor e maior superfície de contato com o substrato da réplica utilizada, porém na mesma disposição. Quanto ao uso de duas placas com parafusos monocorticais, vem das citações de outros estudos biomecânicos e clínicos que acusam sua superioridade em prover estabilidade e resistência em relação a utilizar-se apenas uma placa (CHOI, *et al.*, 1999; RALLIS, *et al.*, 2003).

Na aplicação da fixação, com uma placa, houve variação na quantidade e a aplicação de parafusos de 6 mm ou 8 mm, sem variação da disposição das placas. Por isso os resultados dos testes de carregamento indicaram a influencia do aumento do contato osso/sistema de fixação, como suposto por ELLIS III (2002).

As médias e desvio padrão de carga do pico indicaram que tanto no teste médio-lateral, como no teste antero-posterior, as mandíbulas com tratamento com duas placas tiveram melhor comportamento, seguidas de uma placa com quatro parafusos de 8mm e uma placa com quatro parafusos de 6mm. Estes resultados corroboram com os resultados de CHOI *et al.* (1999); WAGNER *et al.*, em 2002 e com a afirmação de ELLIS III (2002), que indicam que o uso de duas placas e também o uso de parafusos bicorticais, aumentando a área de contato osso/fixação, provendo maior resistência ao sistema de fixação quando aplicado a fixação de fratura condilar.

Comparando os tratamentos em relação ao teste aplicado nas médias e desvio padrão de carga e deslocamento de pico, houve diferença estatisticamente significativa em todos os tratamentos, sendo que se obteve valores maiores para carga e deslocamento de pico nos testes antero-posteriores, exceto no grupo das mandíbulas íntegras, que houve maior deslocamento do pico no teste médio-lateral, mas manteve maior carga de pico no teste antero-posterior. O que significa que os sistemas foram mais resistentes ao carregamento no sentido antero-posterior.

Os resultados referentes às médias e desvio padrão da carga final também mostraram significância estatística para maior resistência no grupos tratados com duas placas, mantendo o resultado já descrito. No entanto, as médias e desvio padrão do deslocamento final, divergem destes resultados, porém o deslocamento final é a medida menos confiável deste estudo, uma vez que após a carga de pico, o sistema sofria uma falha, rompendo sua integridade, e contato da fixação com o substrato, até a falha total.

A falha total dos sistemas não ocorreu em nenhum caso por fratura do material de fixação, e sim pelo rompimento do contato deste com o substrato, ou nova fratura do substrato em um ponto adjacente à fixação. Porém, este estudo não submeteu o sistema à deformação cíclica, e sim ao carregamento ininterrupto, por isto após o momento em que passa pela carga de pico, este sistema não pode ser comparado à situação clínica, em que a fratura da placa, quando ocorre, usualmente é consequência de fadiga por deformação cíclica, imposta pela contínua torção médio-lateral, que o côndilo sofre durante a função (ELLIS III, 2002).

Além disso, os valores de carga de pico suportados (Tabela 5, pág. 43) ficaram aquém dos valores já publicados por TALWAR *et al.*, em 1998, para força de mordida dos pacientes que sofreram fratura condilar há seis semanas (3,6 kgf, em incisivo direito; 6,7 kgf, em canino direito; e 17,3 kgf, em molar direito). O que

nos dá mais um indício de que estes resultados não podem ser integralmente transferidos a situação clínica.

Para melhor compreensão do comportamento biomecânico da fixação interna rígida das fraturas mandibulares, e para possibilitar o desenvolvimento de materiais e técnicas ideais, se realizam estudos experimentais *in vitro*. Acreditamos que este estudo vem a contribuir com a indicação do uso de fixação interna rígida por aplicação de duas placas do sistema 2,0mm, quando indicada fixação interna rígida para fraturas subcondilares da mandíbula. E dentre estes casos, quando a disposição da fratura não possibilitar a aplicação de duas placas, o uso de uma placa com parafusos bicorticais, tem sua indicação reforçada pelos resultados deste estudo.

7 - CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia aplicada e dentro das limitações deste trabalho, podemos concluir:

1- A utilização do sistema de fixação, com a utilização de duas placas, trouxe maior resistência, comparada a utilização de uma placa.

2- O uso de parafusos mais longos aumentou a resistência do sistema, tendo em vista a maior superfície de contato com o substrato do modelo experimental.

REFERÊNCIAS*

1. Amaratunga NS. Mandibular Fractures in children- a study of clinical aspects, treatment needs, and complications. *J Oral Maxillofacial Surg.* 1988; 46: 637.
2. Archer HW. *Oral and Maxillofacial Surgery.* Philadelphia, PA, Saunders, 1975; 1157. *Apud* Brandt & Haug, 2003- Ref. 6.
3. Ardary WC, Tracy DJ, Brownridge GW 2nd, Urata MM. Comparative evaluation of screw configuration on the stability of the sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989; 69(2): 125-129.
4. Armstrong JE, Lapointe HJ, Hogg NJ, Kwok AD. Preliminary investigation of the biomechanics of internal fixation of sagittal split osteotomy with miniplates using a newly designed in vitro testing model. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 59(2): 191-195.
5. Baker AW, McMahon J, Moos KF. Current consensus on the management of fractures of the mandibular condyle: a method by questionnaire. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1998; 27: 258-266.
6. Brandt MT, Haug RH. Open versus closed reduction of adult mandibular condyle fractures: a review of the literature regarding the evolution of current thoughts on management.[Clinical Controversies] *J Oral Maxillofac Surg.*, 2003; 61: 1324-1332.
7. Bredbenner T L, Haug R H. Substitutes for human cadaveric bone in maxillofacial rigid fixation research. *Oral Surg Oral med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 90: 574-580.
8. Cawood J L. Small plate osteosynthesis of mandibular fractures. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1985; 23(2): 77.

*De acordo com a norma da Unicamp/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

9. Chalmers J. Lions Club. Fractures involving the mandibular condyle: a post-treatment survey of 120 cases. *J Oral Surg.* 1947; 5: 45. *Apud* Rombach & Quinn, 1997- Ref. 50.
10. Choi B H, Kim K N, Kim H J, Kim M K. Evaluation of condylar neck fracture plating techniques. *J Craniomaxillofac Surg.* 1999; 27: 109-112.
11. Choi BH, Yoo JH. Open reduction of condylar neck fractures with exposure of the facial nerve. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Endod.* 1999; 88: 534.
12. Choi B-H, Yi C-K Yoo J-H. Clinical evaluation of 3 types of plate osteosynthesis for fixation of condylar neck fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 59: 734-737.
13. Currey JD; Brear K; Zioupos P. Effect of formaldehyde fixation on some mechanical, properties of bovine bone. *Biomaterial.* 1995; 15: 1267.
14. De Riu G, Gamba U, Anghinoni M, Sesenna E. A comparison of open and closed treatment of condylar fractures: a change in philosophy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 30: 384-389.
15. Ellis III E, Reynolds S, Carlson D. Stability of the mandible following advancement: a comparison of three postsurgical fixation techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 94(1): 38-49.
16. Ellis III E. Rigid skeletal fixation of fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 1993; 51(2): 163-173.
17. Ellis III E, Dean J. Rigid fixation of mandibular condyle fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993; 76: 6.
18. Ellis III E. Complications of mandibular condyle fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1998; 27: 255-257.
19. Ellis III E, Palmieri C., Throckmorton GS. Further displacement of condylar process fractures after closed treatment. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999; 57: 1307.

20. Ellis III E, Throckmorton GS. Facial symmetry after closed and open treatment of fractures of the mandibular condylar process. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2000; 58: 719-728.
21. Ellis III E, Throckmorton GS, Palmieri C. Open treatment of condylar process fractures: assessment of adequacy of repositioning and maintenance of stability. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2000a; 58: 27-34.
22. Ellis III E, Mcfadden D, Simon P, Throckmorton GS. Surgical complications with open treatment of mandibular condylar process fractures. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2000b; 58: 950-958.
23. Ellis III E, Simon P, Throckmorton GS. Occlusal results after open or closed treatment of fractures of the mandibular condylar process. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2000c; 58: 260-268.
24. Ellis III E, Throckmorton GS: Bite forces after open or closed treatment of mandibular condylar process fractures. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2001; 59:389-395.
25. Ellis III E: A biomechanical Evaluation of mandibular condyle fracture plating techniques [Discussion]. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2002; 60:80-81.
26. Gomes PP. ***Avaliação da resistência à flexão da fixação interna, utilizando parafusos absorvíveis e metálicos, na osteotomia sagital do ramo em hemimandíbulas de carneiros. Estudo in vitro*** [Dissertação]. Piracicaba:Unicamp/FOP; 2002.
27. Hammer B, Schier P, Prein J. Osteosynthesis of condylar neck fractures: a review of 30 patients. ***British J Oral Maxillofac Surg.*** 1997;35:288-291.
28. Haug R, Assael L. Outcomes of open versus closed treatment of mandibular subcondylar fractures. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2001;59:370-375.
29. Haug RH, Brandt MT. Traditional versus endoscope-assisted open reduction with rigid internal fixation (ORIF) of adult mandibular condyle fractures: a review of the literature regarding current thoughts on management [Clinical Controversies]. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2004; 62:1272-1279.

30. Haug RH, Hevtvedt AK, Michaels GC, Beals DW. Comparison of the resistance of miniplates and microplates to various in vitro forces [Discussion]. *J Oral Maxillofac Surg*. 1994; 52(3): 257-258.
31. Haug R H, Barber J E, Punjabi A P. An in vitro comparison of the effect of number and pattern of positional screws on load resistance. *J Oral Maxillofac Surg*. 1999; 57(3): 308-309.
32. Haug RH, Peterson GP, Goltz M: A biomechanical Evaluation of mandibular condyle fracture plating techniques. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002; 60:71-80.
33. Hlawitschka M, Eckelt U. Assessment of patients treated for intracapsular fractures of the mandibular condyle techniques. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002; 60: 784-791.
34. Ikemura K, Kouno Y, Shibata H, Yamasaki K. Biomechanical study on monocortical osteosynthesis for the fracture of the mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1984; 13(4): 307-312.
35. Jeter TS, Hackney FL. Open reduction and rigid fixation of subcondylar fractures. In: Yaremchuc MJ, Gruss JS, Manson PN: **Rigid fixation of craniomaxillofacial skeleton**. Boston, MA, Butterworth-Heineman, 1992, p 121. 1992. *Apud* Brandt MT, Haug RH, 2003-Ref. 6.
36. Joos U, Kleinheinz J. Therapy of condylar neck fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1998; 27: 274-254.
37. Kallela I, Söderholm AL, Pakku P, Lindqvist C. Lag-screw Osteosynthesis of mandibular condyle fractures: a clinical and radiological study. *J Oral Maxillofac Surg* .1995; 53:1397-1404.
38. Kim H C, Essaki S, Kameyama T. Comparison of screw placement patterns on the rigidity of the sagittal split ramus osteotomy: technical note. *J Craniomaxillofac Surg*. 1995; 23(1): 54-56.

39. Krenkel C. Axial "ancor screw" (lag-screw with biconcave washer) or "slanted screw" plate for osteosynthesis of fractures of the mandibular condylar process. *J Craniomaxillofac Surg*. 1992; 20:348.
40. Lauer G, Schmelzeisen R. Endoscope-assisted fixation of mandibular condylar process fractures. *J Oral Maxillofac Surg*. 1999; 57: 36-39.
41. Lehman JA Jr, Saddawi ND. Fractures of the mandible in children. *J Trauma*. 1976; 16:773.
42. Lindahl L. Condylar fractures of the mandible. I. Classification and relation to age, occlusion and concomitant injuries in the teeth and teeth-supporting structures and fractures of the mandibular body. *Int J Oral Surg*. 1977; 6: 12.
43. Luyk N H. Principles of management of fractures of the mandible. In: Peterson L J, et al. *Principles of oral and maxillofacial surgery*. Philadelphia: JB Lippincott, 1992, chap. 5, p. 407-434.
44. MacLennan WD. Consideration of 180 cases of typical fracture of mandibular condyloid process. *Br J Oral Surg*. 1952; 5: 123. *Apud* Rombach DM, Quinn PD, 1997-Ref. 50.
45. McGraw BL, Cole RR. Pediatric maxillofacial trauma: age-related variations in injury. *Arch Otolaryngol Head and Neck Surg*. 1990; 116:41.
46. Myall RWT, Dawson KH, Egbert MA. Maxillofacial injuries in children. In Fonseca RJ: *Oral and Maxillofacial surgery*. Philadelphia. PA Saunders. 2000; p. 421.
47. Nørholt SE, Krishnan V, Sindet-Pedersen S, Jensen IB. Pediatric condylar fractures: a long-term Follow-up study of 55 patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 1993; 51: 1302-1310.
48. Prein J, Rahn B A. Scientific and technical background. In: Prein J, et al. *Manual of internal fixation of the cranio-facial skeleton*. Berlin: Springer-Verlag, 1998. chap. 1, p.1-49.

49. Rallis G, Mourouzis C, Ainatzoglou M, MeZitis M, Zachariades N: Plate Osteosynthesis of condylar fractures: A retrospective Study of 45 patients. ***Quintessence Int.*** 2003; 34: 45-49.

50. Rombach DM, Quinn PD. Trauma to the temporomandibular joint region. In: Fonseca RJ; Walker RV. ***Oral and Maxillofacial Trauma.*** WB Saunders, Philadelphia, 1997, p. 527- 571.

51. Sandler N. Endoscopic-assisted reduction and fixation of a mandibular subcondylar fracture: report of a case. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2001; 59: 1479-1482.

52. Santler G. A comparative evaluation of osteosynthesis with lag screws, miniplates, or kirschner wires for mandibular condylar process fractures. [Discussion]. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2001; 59:1169-1170.

53. Schenk RK. Regeneração Óssea: Bases Biológicas. In: ***Regeneração Óssea Guiada na Implantodontia.*** São Paulo: São Paulo. 1996; cap. 3, p. 49-100.

54. Schilli W. Mandibular fractures. In: Prein J et al. ***Manual of internal fixation of the cranio-facial skeleton.*** Berling: Springer-Verlag, 1998, chap. 3, p. 57-93.

55. Shön R, Schramm A, Gellrich N-C, Schmelzeisen R. Follow-up of condylar fractures of the mandible in 8 patients at 18 months after transoral endoscopic-assisted open treatment. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 2003; 61: 49-54.

56. Shetty V, Mcbrearty D, Fourney M, Caputo AA: 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.*** 1995; 53:791-801.

57. Silvernoinen U, Iizuka T, Lindqvist C, Okarinen K. Different patterns of condylar fractures: an analysis of 382 patients in a 3-year period. ***J Oral Maxillofac Surg.*** 1992; 50: 1032-1037.

58. Spiessl B. Rigid internal fixation of fractures of the lower jaw. ***Reconstr Surg Traumatol.*** 1972; 13:124-40.

59. Sugiura T, Yamamoto K, Murakami K, Sugimura M. A comparative evaluation of osteosynthesis with lag screws, miniplates, or kirschner wires for mandibular condylar process fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 59:1161-1168.
60. Takenoshita Y, Ishibashi H, Oka M. Comparison of functional recovery after nonsurgical and surgical treatment of condylar fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990; 48: 1191-1195.
61. Talwar RM, Ellis III E, Throckmorton GS: Adaptations of the masticatory system after bilateral fractures of the mandibular condylar process. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998; 56:430-439.
62. Tams J, van Loon JP, Otten E, Rozema FR, Bos RR. A three dimensional study of bending and torsion moments for different fracture sites in the mandible: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1997; 26(5): 383-388.
63. Tharanon W. Comparison between the rigidity of bicortical screws and miniplate for fixation of a mandibular setback after a simulated bilateral sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998; 56(12): 1055-1058.
64. Throckmorton GS, Ellis III E. Recovery of mandibular motion after closed and open treatment of unilateral mandibular condylar process fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2000; 29:421-427.
65. Trivellato AE, Mazzonetto R, Passeri LA, Consani S. Estudo químico, macroscópico e da resistência à flexão de placas e parafusos de titânio usados na fixação interna rígida. *Pesqui Odontol Bras.* 2000; 14(4): 392-398.
66. Trivellato AE. *Resistência á flexão de fixação em osteotomia de costela bovina, variando o número, a localização e a extensão das placas* [Tese]. Piracicaba: Unicamp/FOP; 2001.
67. Troulis MJ. Endoscopic open reduction and internal rigid fixation of subcondylar fractures [Clinical Controversies]. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004, 62:1269-127.

68. Tu HK, Tenhulzen D. Compression osteosynthesis of mandibular fractures: a retrospective study. **J Oral Maxillofac Surg**. 1985; 43(6): 585-590.
69. Undt G, Kermer C, Rasse M, Sinko K, Ewers R. Transoral miniplate osteosynthesis of condylar neck fractures. **Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod**. 1999; 88:534-543.
70. Upton LG. Management of injuries to the temporomandibular joint region. I Fonseca RJ, Walker RV: **Oral and Maxillofac Trauma**. Philadelphia, WB Saunders, 1991. *Apud* Rombach DM, Quinn PD, 1997- Ref. 50.
71. Wagner A, Krach W, Schicho K, Undt G, Ploder O, Ewers R: A 3-dimensional finite-element analysis investigating the biomechanical behavior of the mandible and plate osteosynthesis in cases of fractures of the condylar process. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Endod** .2002;94:678-686.
72. Walker RV, Kerr HR. The Consultant. **J Oral Surg**. 1966; 24:367- *Apud* Brandt MT, Haug RH, 2003 Ref. 6.
73. Walker RV. Condylar fractures: nonsurgical management. **J Oral Maxillofac Surg**. 1994; 52: 1185-1188.
74. Wassmund M. **Frakturen und luxation-en des gesichtsschädels unter berücksichtigung der komplikationem des hirnschädels**. Berlin: Meusser, 1927. *Apud* JOOS U, KLEINHEINZ J, 1998- Ref. 36.
75. Widmark G. [Discussion]. Facial symmetry after closed and open treatment of fractures of the mandibular condylar process. **J Oral Maxillofac Surg**. 2000; 58:729-730.
76. Widmark G, Bagenholm T, Kanhnberg KE, Lindhal L. Open reduction of subcondylar fractures: a study of functional rehabilitation. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 1996; 25:107-111.
77. Wittenberg JM, Mukherjee DP, Smith BR, Kruse RN. Biomechanical evaluation of new fixation devices for mandibular angle fractures. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 1997; 26(1): 68-73.

78. Worsae N, Thorn JJ. Surgical versus nonsurgical treatment of unilateral dislocated low subcondylar fractures: a clinical study of 52 cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 1994; 52: 353-360.
79. Ziccardi VB, Schneider RE, Kummer FJ: Wurzburg Lag Screw Plate versus four-hole miniplate for the treatment of condylar process fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997; 55:602-607.
80. Zide M F, Kent J N. Indications for open reduction of mandibular condyle fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 1983; 41: 98.
81. Zide MF: Outcomes of open versus closed treatment of mandibular subcondylar Fractures [Discussion]. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 59:375-376.

ANEXO 1

 * SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA *
 * Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado *
 * Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais-EPAMIG *
 * ANALISE DA VARIAVEL DPICO - ARQUIVO: LUCIANA *

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSAVEL: LUCIANA

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

TRANSFORMACAO DAS OBSERVACOES SEGUNDO LOG(X + 0)

NOME DOS FATORES

```
-----
FATOR      NOME
-----
A          TRAT
B          TEST
-----
```

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
TRAT	3	1.4058917	0.4686306	16.0575	0.00001
TEST	1	0.3505434	0.3505434	12.0113	0.00125
TRA*TES	3	9.7968651	3.2656217	111.8959	0.00001
RESIDUO	72	2.1012816	0.0291845		
TOTAL	79	13.6545818			

MEDIA GERAL = 2.261693
 COEFICIENTE DE VARIACAO = 7.553 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT
 DENTRO DE 1 DO FATOR TEST

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	2.993271	19.950829	a	A
2	4	4	10	2.068372	7.911935	b	B
3	2	2	10	1.914037	6.780403	bc	BC
4	3	3	10	1.806303	6.087897	c	C

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT
 DENTRO DE 2 DO FATOR TEST

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	4	4	10	2.554285	12.862101	a	A
2	3	3	10	2.447465	11.559009	a	A
3	2	2	10	2.391104	10.925550	a	A
4	1	1	10	1.918707	6.812143	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
 D.M.S. 5% = 0.20123 - D.M.S. 1% = 0.24688

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 1 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	2.993271	19.950829	a	A
2	2	2	10	1.918707	6.812143	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 2 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.391104	10.925550	a	A
2	1	1	10	1.914037	6.780403	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 3 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.447465	11.559009	a	A
2	1	1	10	1.806303	6.087897	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 4 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.554285	12.862101	a	A
2	1	1	10	2.068372	7.911935	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.15240 - D.M.S. 1% = 0.20215

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SECÃO CIRCULANTE

 * SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA *
 * Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado *
 * Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais-EPAMIG *
 * ANALISE DA VARIÁVEL CÉLULO - ARQUIVO: LUCIANA *

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSÁVEL: LUCIANA

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

TRANSFORMAÇÃO DAS OBSERVAÇÕES SEGUNDO RAIZ (X + 0)

NOME DOS FATORES

FATOR	NOME
A	TRAT
B	TEST

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
TRAT	3	22.4867829	7.4955943	151.6125	0.00001
TEST	1	39.1204694	39.1204694	791.2853	0.00001
TRA*TES	3	1.5509147	0.5169716	10.4567	0.00005
RESIDUO	72	3.5596186	0.0494391		
TOTAL	79	66.7177856			

MEDIA GERAL = 2.253531
 COEFICIENTE DE VARIACAO = 9.867 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT
 DENTRO DE 1 DO FATOR TEST

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	2.299054	5.285647	a	A
2	4	4	10	1.643763	2.701957	b	B
3	3	3	10	1.209394	1.462635	c	C
4	2	2	10	1.064754	1.133701	c	C

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT
 DENTRO DE 2 DO FATOR TEST

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	3.591133	12.896237	a	A
2	4	4	10	3.512498	12.337643	a	A
3	3	3	10	2.502525	6.262629	b	B
4	2	2	10	2.205128	4.862587	c	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
 D.M.S. 5% = 0.26192 - D.M.S. 1% = 0.32133

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 1 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	3.591133	12.896237	a	A
2	1	1	10	2.299054	5.285647	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 2 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.205128	4.862587	a	A
2	1	1	10	1.064754	1.133701	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 3 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.502525	6.262629	a	A
2	1	1	10	1.209394	1.462635	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 4 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	3.512498	12.337643	a	A
2	1	1	10	1.643763	2.701957	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.19835 - D.M.S. 1% = 0.26311

 * SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA *
 * Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado *
 * Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais-EPAMIG *
 * ANALISE DA VARIÁVEL DEFINIAL - ARQUIVO: LUCIANA *

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSÁVEL: LUCIANA

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

TRANSFORMAÇÃO DAS OBSERVAÇÕES SEGUNDO LOG(X + 0)

NOME DOS FATORES

```
-----
FATOR      NOME
-----
A          TRAT
B          TEST
-----
```

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
TRAT	3	0.3574432	0.1191477	17.1422	0.00001
TEST	1	2.7385201	2.7385201	394.0008	0.00001
TRA*TES	3	4.8930921	1.6310307	234.6623	0.00001
RESIDUO	72	0.5004392	0.0069505		
TOTAL	79	8.4894946			

MEDIA GERAL = 2.632091
 COEFICIENTE DE VARIACAO = 3.167 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT
 DENTRO DE 1 DO FATOR TEST

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	3.144288	23.203146	a	A
2	2	2	10	2.708050	14.999996	b	B
3	3	3	10	2.708050	14.999996	b	B
4	4	4	10	2.708050	14.999996	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT
 DENTRO DE 2 DO FATOR TEST

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.723832	15.238604	a	A
2	4	4	10	2.623104	13.778432	b	AB
3	3	3	10	2.514131	12.355862	c	B
4	1	1	10	1.927221	6.870388	d	C

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
 D.M.S. 5% = 0.09821 - D.M.S. 1% = 0.12048

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 1 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	3.144288	23.203146	a	A
2	2	2	10	1.927221	6.870388	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 2 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.723832	15.238604	a	A
2	1	1	10	2.708050	14.999996	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 3 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	2.708050	14.999996	a	A
2	2	2	10	2.514131	12.355862	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 4 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	2.708050	14.999996	a	A
2	2	2	10	2.623104	13.778432	b	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.07437 - D.M.S. 1% = 0.09865

 * SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA *
 * Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado *
 * Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais-EPAMIG *
 * ANALISE DA VARIÁVEL FINAL - ARQUIVO: LUCIANA *

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSAVEL: LUCIANA

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

TRANSFORMACAO DAS OBSERVACOES SEGUNDO LOG(X + 0)

NOME DOS FATORES

```

-----
FATOR      NOME
-----
A          TRAT
B          TEST
-----
  
```

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
TRAT	3	22.6226455	7.5408818	107.3356	0.00001
TEST	1	67.5590192	67.5590192	961.6236	0.00001
TRA*TES	3	6.0484194	2.0161398	28.6974	0.00001
RESIDUO	72	5.0583716	0.0702552		
TOTAL	79	101.2884557			

MEDIA GERAL = 1.229408
 COEFICIENTE DE VARIACAO = 21.560 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT
 DENTRO DE 1 DO FATOR TEST

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	1.616528	5.035577	a	A
2	4	4	10	0.182657	1.200402	b	B
3	3	3	10	-0.199555	0.819095	c	BC
4	2	2	10	-0.357838	0.699186	c	C

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT
 DENTRO DE 2 DO FATOR TEST

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	10	2.536168	12.631169	a	A
2	4	4	10	2.392535	10.941195	a	A
3	2	2	10	1.951809	7.041413	b	B
4	3	3	10	1.712961	5.545357	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
 D.M.S. 5% = 0.31222 - D.M.S. 1% = 0.38305

UNICAMP
 BIBLIOTECA CENTRAL
 SEÇÃO CIRCULANTE

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 1 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.536168	12.631169	a	A
2	1	1	10	1.616528	5.035577	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 2 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	1.951809	7.041413	a	A
2	1	1	10	-0.357838	0.699186	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 3 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	1.712961	5.545357	a	A
2	1	1	10	-0.199555	0.819095	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TEST
DENTRO DE 4 DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	10	2.392535	10.941195	a	A
2	1	1	10	0.182657	1.200402	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.23645 - D.M.S. 1% = 0.31365