



UFSM

Monografia de Especialização

**FIXAÇÃO ESQUELÉTICA EXTERNA:
UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA**

Alexandre Wazlawik

PPGMV

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**FIXAÇÃO ESQUELÉTICA EXTERNA:
UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA**

por

Alexandre Wazlawik

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em
Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais, da Universidade
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial
para a obtenção do grau de
Especialista em Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais

PPGMV

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Curso de Especialização em Medicina Veterinária**

A Comissão Examinadora
abaixo assinada, aprova a Monografia de Especialização

**FIXAÇÃO ESQUELÉTICA EXTERNA:
UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA**

elaborada por
Alexandre Wazlawik

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Especialista em Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alexandre Mazzanti
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Alceu Gaspar Raiser

Prof. Ms. Fabrício de Vargas Arigony Braga

Santa Maria, 25 de junho de 2004

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	viii
ABSTRAT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Componentes do fixador externo.....	3
2.1.1. Pinos de fixação.....	3
2.1.2. Talas ou barras de conexão.....	4
2.1.3. Grampos / braçadeiras.....	5
2.2. Configurações básicas.....	5
2.3. Considerações biomecânicas.....	9
2.3.1. Rigidez total da armação	10
2.3.2. Número dos pinos de fixação, espaçamento, ângulo e inserção.....	10

2.3.3. Desenho, tamanho e tipo de pinos de fixação	12
2.4. Configurações das talas de conexão e grampos.....	14
2.5. Orientação dos fixadores externos com relação a ossos longos específicos.....	15
2.6. Indicações para o uso clínico da fixação externa...	17
2.6.1. Meio auxiliar para outra fixação interna.....	17
2.6.2. Fraturas simples	18
2.6.3. Fraturas cominutivas.....	19
2.6.4. Fraturas expostas, causadas por projéteis de arma de fogo e fraturas infeccionadas.....	19
2.6.5. Fraturas mandibulares.....	20
2.6.6. Não-união.....	21
2.6.7. Estabilização transarticular.....	22
2.6.8. Deformidades de crescimento.....	23
2.7. Tratamento pós-operatório.....	24
2.8. Complicações.....	26
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Variações das talas de Kirschner-Ehmer do tipo I. A. Tala uniplanar demonstrando os componentes básicos. B. Tala do tipo I de barra dupla. C. Tala do tipo I biplanar. D. Tala do tipo I de pinça dupla (EGGER, 1996). 6
- Figura 2 - Tala de Kirschner-Ehmer do tipo II (EGGER, 1996). 7
- Figura 3 - Tala de Kirschner-Ehmer do tipo III formada pela combinação de uma tala do tipo I e uma do tipo II (EGGER, 1996)..... 8
- Figura 4 - Fixador anelar, confeccionado com pinos em várias direções conectados a anéis semi-circulares e circulares (PIERMATTEI & FLO, 1999)..... 9
- Figura 5 - Para a rigidez máxima, as extremidades dos pinos de

	fixação de cada grupo devem ser inseridas e, ângulo de 70° com o eixo longitudinal do osso (PIERMATTEI & FLO, 1999).....	12
Figura 6 -	Pode-se acrescentar um fixador do tipo I de três pinos em uma fixação de pino intramedular para controlar a rotação (EGGER, 1996).....	18
Figura 7 -	Aplicação de uma fixação esquelética externa com pinos e acrílico (EGGER, 1996).....	21
Figura 8 -	A. Aplica-se inicialmente uma faixa compressiva feita de acolchoamento e gaze elástica para impedir um inchaço excessivo do membro em que se colocou o fixador externo. B. Após a remoção da faixa compressiva, utiliza-se gaze e esparadrapo para proteger a tala e o ambiente (EGGER, 1996).....	25

RESUMO

Monografia de Especialização
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

FIXAÇÃO ESQUELÉTICA EXTERNA: UMA BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Autor: Alexandre Wazlawik

Orientador: Alexandre Mazzanti

Data e local da defesa: Santa Maria, 25 de junho de 2004

A fixação esquelética externa, é a estabilização de fraturas ou articulações por meio de pinos de fixação cutâneas que penetram nas duas corticais ósseas e são conectados através de uma barra metálica ou por meio de resina acrílica auto-polimerizável, formando uma estrutura externa rígida. A aplicação da fixação externa como método ortopédico para tratamento de fraturas deve se ajustar aos princípios fundamentais de ortopedia, estabelecidos para qualquer sistema de fixação óssea. Ela tem uma grande variedade de aplicações e pode ser aplicada com pequeno dano à vascularização e ao processo de consolidação, podendo ser feita através de redução fechada da fratura, minimizando os danos aos tecidos moles, por não alterar o sítio da fratura. O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma revisão sobre os aparelhos de fixação esquelética externa, trazendo informações sobre o material utilizado, algumas técnicas, alguns erros comuns e locais mais propícios para a colocação do fixador externo, além de incentivar a utilização das técnicas para a colocação do fixador externo corretamente e demonstrar a facilidade, praticidade e eficiência.

Palavras-chaves: fixador externo, ortopedia, cães.

ABSTRACT

Monografia de Especialização
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil

EXTERNAL SKELETAL FIXATION:

Author: Alexandre Wazlawik
Adviser: Alexandre Mazzanti
Santa Maria, June,25, 06, 2004

The external skeletal fixation is the stabilization of fractures or articulations by means of cutaneous fixation pins that penetrate into the two bony cortices and are connected with a metal bar or a self-polymerizing acrylic resin, making a hard external structure. The application of the external fixation as an orthopedic method for fractures treatment must be adjusted to the orthopedics fundamental principles, which were established to any bony fixation system. It has a great range of applications and can be applied with little damage to the vascularization and the consolidation process. It can be done through closed reduction of the fracture, minimizing the soft tissues damage, not techniques for the correct placing of the external fixative; demonstrate easiness, practicalness and efficiency; present a review about external skeletal fixation devices, bringing information on the utilized material, some techniques, some common mistakes and the most appropriate places to external fixative fitting

Key words: external fixative, methods, dogs.

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos do uso de aparelhos de fixação externa em humanos foram descritos por Anderson et al. que desenvolveram um aparelho que até hoje serve de base para os aparelhos de fixação externa, Ehmer, um cirurgião veterinário, adaptou a técnica para a medicina veterinária e criou um aparelho conhecido como Kirschner-Ehmer (EGGER, 1991).

Durante a II Guerra Mundial, muitas talas de fixação esquelética externa foram incorretamente aplicadas em seres humanos acidentados. Em função disto, houve grande incidência de infecção nos trajetos dos pinos, com conseqüente mobilidade e saída espontânea dos mesmos, ficando, portanto, a fratura não imobilizada e originando a formação de pseudartrose (EGGER, 1998). Conseqüentemente, a fixação externa foi desestimulada como forma de tratamento de fraturas, até que ocorreu o renascimento do interesse pela técnica na década de 70 (SEGUIN et al., 1997).

A aplicação da fixação externa como método ortopédico para tratamento de fraturas deve se ajustar aos princípios fundamentais de ortopedia, estabelecidos para qualquer sistema de fixação óssea, ou seja,

correto alinhamento dos fragmentos ósseos fraturados, material implantado não interferindo na mobilidade articular, preservação do aporte vascular e nervoso. Ainda, o sistema deve permitir a retirada do implante, uma vez consolidada a fratura, além de ser tolerado pelo paciente, com mínimo cuidado pós-operatório e sua aplicação não deve resultar em um elevado custo econômico (FRANCH, 1994).

A fixação esquelética externa é um meio de estabilização de fraturas ou articulações que utiliza pinos de fixação transcutâneos que penetram internamente os córtices ósseos e se conectam externamente para formar uma estrutura ou ligação rígida. Os componentes básicos de um fixador externo são esses pinos e as barras ou colunas conectoras e as pinças necessárias para completar a estrutura (EGGER, 1996).

Este trabalho tem o objetivo de incentivar a utilização das técnicas para a colocação do fixador externo corretamente e demonstrar a facilidade, praticidade e eficiência. Através desta revisão bibliográfica procura-se trazer informações sobre o material utilizado, algumas técnicas, alguns erros comuns e locais mais propícios para a colocação do fixador externo, incentivando os colegas a colocar em prática esta técnica que por muitos anos foi deixada de lado, pela aplicação errônea que fez com que fosse desaconselhável a aplicação em pacientes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Componentes do fixador externo

2.1.1. Pinos de fixação

A maioria das armações de fixação são fixadas ao osso por pinos de fixação de aço inoxidável que precisam penetrar tanto na primeira quanto na segunda cortical óssea. Estes pinos podem ter desenho liso, parcial ou totalmente rosqueados. O último não é amplamente utilizado devido à sua falta de rigidez. Os pinos parcialmente rosqueados podem ser tanto na porção distal quanto na intermediária. As roscas podem ser feitas na haste do pino (perfil negativo), ou confeccionado em diâmetro mais largo do que a haste do pino (perfil positivo) (MEARS & BEHRENS, 1983; PIERMATTEI & FLO, 1999). Pinos de perfil negativo geralmente possuem rosca fina; isto é, existe número relativamente alto de roscas por unidade de comprimento e são desenhadas para a inserção nos ossos corticais. Pinos de perfil positivo estão disponíveis tanto em rosca corticais como em roscas grosseiras de ponta chata utilizadas para inserção em ossos

esponjosos tais como os encontrados nas metáfises dos ossos longos. A mistura de pinos lisos e rosqueados é tipicamente utilizada na maioria das armações. Os pinos lisos são tipicamente os pinos de Steinmann de diâmetro apropriado seccionados em seu comprimento após a sua inserção no osso. Os fixadores anelares fazem uso de fios de Kirschner colocados sob tensão como pinos de fixação (PIERMATTEI & FLO, 1999).

Caso o pino de fixação penetre apenas uma superfície cutânea e as duas corticais ósseas ele, é denominado meio pino, e é o único pino utilizado em armações do tipo I. Aqueles pinos que penetram duas superfícies cutâneas e as duas corticais ósseas são chamados pinos completos ou inteiros e são a base para as armações do tipo II (EGGER, 1992; PIERMATTEI & FLO, 1999). É necessário o mínimo de dois pinos em cada fragmento ósseo principal para assegurar a estabilidade, mas com frequência são indicados três ou mais pinos (PIERMATTEI & FLO, 1999).

2.1.2 Talas ou barras de conexão

As talas ou barras de conexão funcionam na união dos feixes de pino de fixação anexados aos fragmentos ósseos, resultando na construção de armação óssea que fornece suficiente estabilidade para permitir que o osso cicatrize enquanto se mantém o uso funcional do membro. Estas talas são tipicamente sólidas hastes de aço inoxidável com diâmetro entre 1/8 a 1/4 de polegadas (3,2 e 6,5 mm) (PIERMATTEI & FLO, 1999).

Em outros sistemas, as barras metálicas podem ser barras plásticas de fibra de carbono ou de vidro e ainda barras maleáveis à base de metilmetacrilato (FRANCH, 1994), resinas odontológicas, resinas acrílicas

auto-polimerizáveis ou substâncias epoxy que se consolidam no interior de tubos de polietileno premoldados (EGGER, 1992).

2.1.3. Grampos/Braçadeiras

As braçadeiras de conexão (grampos ou presilhas) são peças fabricadas em aço inoxidável que fixam firmemente os pinos às barras de conexão. As braçadeiras podem ser simples, múltiplas ou duplas. A braçadeira de conexão simples liga o pino percutâneo à barra de conexão. A braçadeira de conexão múltipla liga vários pinos à barra de conexão. A braçadeira de conexão dupla pode fixar duas barras de conexão entre si (EGGER, 1992, PIERMATTEI & FLO, 1999).

2.2. Configurações básicas

Conectam-se os pinos na barra para formar uma tala do tipo I, a tala de barra única do tipo I uniplanar (IA) resultante proporciona uma estabilidade adequada para o tratamento da maioria das fraturas simples relativamente estáveis nos animais menores (Figura 1A). No caso dos animais maiores ou das fraturas menos estáveis, pode-se adicionar uma segunda barra conectora aos pinos de fixação. Esse arranjo quase duplica a resistência da tala às forças compressivas (Figura 1B) (EGGER *et al.*, 1986; EGGER, 1996).

O tipo biplanar ou quadrilateral (IB) é constituído por dois fixadores tipo I paralelamente, formando um ângulo de rotação axial de 60° a 90° entre as barras de conexão, resultando em um triângulo (Figura 1C)

(FRANCH, 1994). Além disso, pode-se aplicá-la a fragmentos muito curtos e ainda se obter uma fixação pino-osso adequada. Pode-se utilizar pinças conectoras duplas para manter uma barra conectora adicional que conecte as duas talas de pino colocadas em cada fragmento (Figura 1D). As talas de tipo I de pinça dupla são altamente ajustáveis após a colocação. No entanto, a própria pinça dupla é fraca, resultando em uma resistência mínima às forças compressivas. Conseqüentemente, a sua utilidade se limita a situações de cura muito rápida, tais como as osteotomias corretivas (EGGER, 1996).

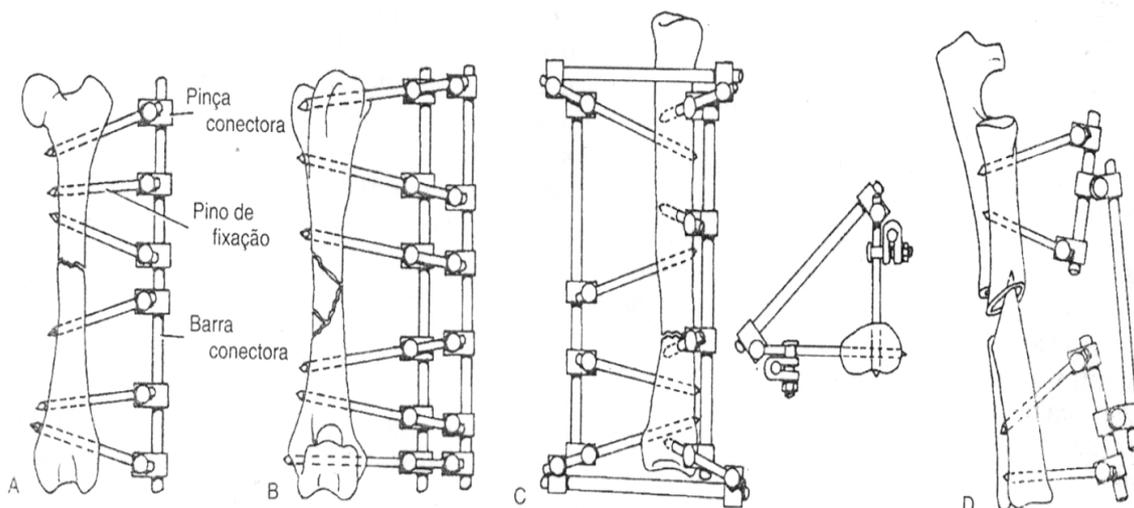


Figura 1. Variações das talas de Kirschner-Ehmer do tipo I. **A.** Tala uniplanar demonstrando os componentes básicos. **B.** Tala do tipo I de barra dupla. **C.** Tala do tipo I biplanar. **D.** Tala do tipo I de pinça dupla (EGGER, 1996).

Os pinos inteiros conectados formam uma tala do tipo II (Figura 2). Como as configurações do tipo II são resistentes às forças compressivas, pode-se utilizá-las em fraturas relativamente instáveis. No entanto, para

evitar uma interferência com a parede corporal, elas são limitadas ao uso abaixo do cotovelo e da soldra (EGGER, 1996). A desvantagens da configuração tipo II é a sua menor resistência às forças de encurvamento/flexão craniocaudais em relação à configuração biplanar do tipo I (EGGER, 1992).

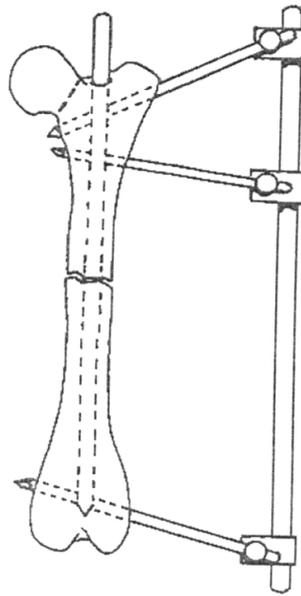


Figura 2. Tala de Kirschner-Ehmer do tipo II (EGGER, 1996).

Pode-se combinar uma tala do tipo I e uma do tipo II para formar uma estrutura do tipo III (Figura 3). As talas do tipo III são as mais rígidas das talas atualmente utilizadas (grosseiramente dez vezes mais resistente à compressão axial que as talas do tipo I) (EGGER, 1996). Conseqüentemente, estas talas são utilizadas nas fraturas altamente instáveis ou infectadas, nas não-uniões ósseas e nas artrodeses, quando há necessidade de fixação rígida por longos períodos (EGGER, 1998).

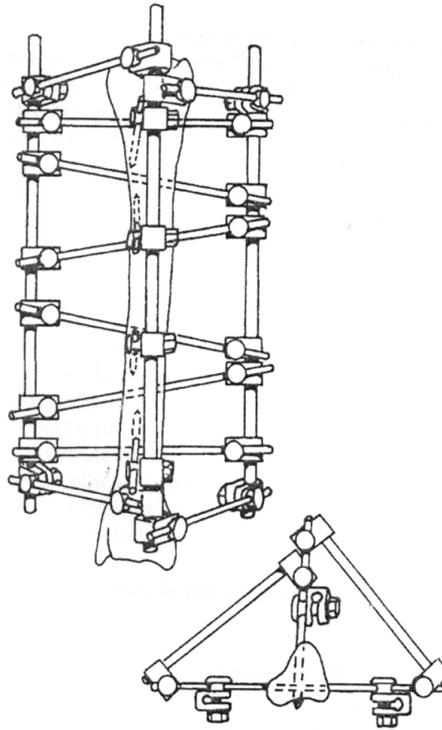


Figura 3. Tala de Kirschner-Ehmer do tipo III formada pela combinação de uma tala do tipo I e uma do tipo II (EGGER, 1996).

Nos sistemas de fixadores externos anelares, as barras de conexão retas são substituídas por estruturas metálicas circulares ou semicirculares que permitem a fixação de pinos em todas as direções. Por sua vez, as estruturas circulares conectam-se através de barras longitudinais, geralmente rosqueadas (Figura 4) (ELKINS & MORANDI, 1998).

Os fixadores circulares (anelares) podem utilizar fios de Kirschner flexíveis, de pequeno diâmetro, em lugar dos pinos de fixação rígidos. Estes fios são direcionados através dos fragmentos ósseos em ângulos perpendiculares, fixados sob tensão a anéis rígidos. Em seguida, os anéis são conectados em conjunto por meio de três barras longitudinais ajustáveis, e podem ser aplicados para o alongamento e a correção de deformidades dos membros (ELKINS & MORANDI, 1998).

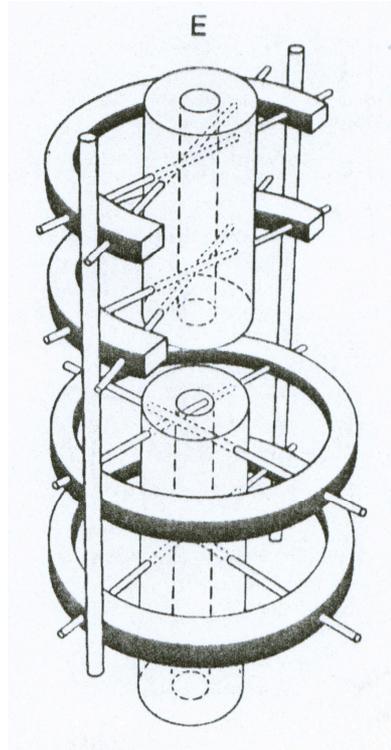


Figura 4. Fixador anelar, confeccionado com pinos em várias direções conectados a anéis semi-circulares e circulares (PIERMATTEI & FLO, 1999).

2.3. Considerações biomecânicas

Sugere-se a aproximação de força ou rigidez das armações de fixação através dos números do sistema de classificação, sendo I o mais fraco e III o mais forte. Em geral, em fraturas que se espera que consolidem rápido, com abundante formação de calo, as armações do tipo I são suficientes. Ao contrário, fraturas onde a união retardada é prevista são melhor fixadas com armações do tipo II ou III (PIERMATTEI & FLO, 1999).

DE YOUNG & PROBST (1998) relataram que os ossos longos sofrem quatro tipos de força durante a sustentação do peso, são elas: força rotacional, de flexão, cisalhamento e aposição dos fragmentos. Estas forças dificilmente são suficientes para causar lesão óssea primária, mas podem desestabilizar uma fratura em processo de cicatrização e, portanto, devem ser levadas em consideração pelos cirurgiões (HULSE & HYMAN, 1991).

2.3.1. Rigidez total da armação

A rigidez na compressão e torção aumenta do tipo IA, para o tipo IB, para o tipo II e para o tipo III. Talas bilaterais são duas ou mais vezes mais rígidas do que as talas unilaterais. Todas as talas são mais rígidas no seu plano de aplicação; desta maneira, armações bilaterais tipo II são rígidas no encurvamento medial-lateral, ao passo que as talas do tipo IA perdem a rigidez quando a curvatura é na direção do lado da tala. Talas tipo IB, entretanto, são mais rígidas no encurvamento do que talas do tipo II. Armações médias de Kirschener-Ehmer são 85% mais rígidas do que armações pequenas (PIERMATTEI & FLO, 1999).

2.3.2. Número dos pinos de fixação, espaçamento, ângulo e inserção

A interface entre pino e osso é submetida à tensão muito alta que pode levar à reabsorção óssea ao redor destes pinos e sua subsequente frouxidão. O aumento do número dos pinos de fixação para um mínimo de dois por fragmento principal aumenta a área de interface pino-osso, diminuindo, conseqüentemente, a incidência de reabsorção óssea e

subseqüente afrouxamento do pino, que é a maior complicação pós-operatória observada. O aumento do número de fixadores também enrijece a armação, o que posteriormente diminui a incidência da frouxidão dos pinos, mas o efeito provavelmente não é importante uma vez que se atinja quatro pinos por fragmento (EGGER, 1996; PIERMATTEI & FLO, 1999).

Aumentar o espaço entre os pinos para posicioná-los o mais perto praticável (metade do diâmetro ósseo) do final do osso e da linha de fratura enrijece a construção no plano de curvatura perpendicular aos pinos, a angulação de pinos lisos a 20° relativos ao eixo longo do osso enrijece a armação e ajuda a prevenir o desalojamento dos pinos pelo paciente. A angulação dos pinos de fixação não é importante quando pinos de perfil rotacional positivos são utilizados e simplificam a aplicação (PIERMATTEI & FLO, 1999).

Para TOOMBS (1996) a máquina de alta rotação (>400 RPM) deve ser evitada para a inserção dos pinos, por favorecer a necrose térmica e o afrouxamento prematuro dos pinos. O ideal é que se use máquina de baixa rotação (<150 RPM), embora a utilização de introdutores manuais possa ser eficiente em ossos de animais jovens (HARARI, 1996). O uso do introdutor manual aumenta a probabilidade de se produzir um orifício largo para o pino, devido à instabilidade quando se força a introdução do mesmo (TOOMBS, 1996).

Segundo HARARI (1996), os pinos proximal e distal devem ser os primeiros a serem colocados. Para o autor, esses pinos vão servir como base para fixação da barra externa e posterior orientação dos outros pinos. Esses não devem passar por áreas contaminadas, tecidos desvitalizados, áreas que contenham estruturas neurovasculares ou musculotendinosas ou

pela incisão cirúrgica e devem manter uma distância de pelo menos um centímetro da linha de fratura.

Os pinos percutâneos devem possuir uma angulação de 70 a 72° com relação ao eixo longitudinal do osso, para evitar o afrouxamento precoce e a desestabilização da fratura (Figura 5) (JOHNSON & FISCHER, 1983).

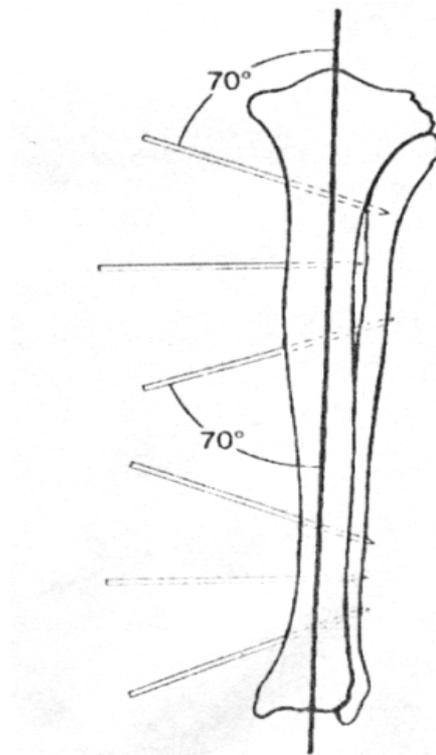


Figura 5. Para a rigidez máxima, as extremidades dos pinos de fixação de cada grupo devem ser inseridas em ângulo de 70° com o eixo longitudinal do osso (PIERMATTEI & FLO, 1999).

2.3.3. Desenho, tamanho e tipo de pinos de fixação

Pinos rosqueados possuem maior poder de fixação do que pinos lisos, e a maioria das armações devem ser construídas tanto com todos os

pinos rosqueados ou com a combinação de pinos lisos e rosqueados. Pinos de perfil de rosqueamento negativo são mais fracos na junção das porções rosqueadas e não-rosqueadas, e esta área atua como concentração de tensão e está suscetível à falência por fadiga devido ao encurvamento repetitivo. Pinos de perfil de rosqueamento positivo oferecem o maior poder de fixação, e meio-pinos rosqueados no final não sofrem de perda da rigidez na junção das áreas rosqueadas e não-rosqueadas. Nas armações tipo IA é opcional o posicionamento destes pinos em cada extremidade de um feixe de pinos. Pinos de perfil de rosqueamento positivo centralmente rosqueados são aconselháveis no mínimo para os pinos inteiros mais proximais e mais distais nas armações tipo II e III. Pinos maiores são mais rígidos do que pinos menores através da relação direta com quatro vezes a força do raio, desta maneira, pequeno aumento no diâmetro produz grande aumento na rigidez (PIERMATTEI & FLO, 1999).

Os pinos devem possuir diâmetro o mais próximo de 20% do diâmetro ósseo, mas nunca ultrapassando esta medida, o que vai garantir uma maior interface pino osso evitando a sua fragilização por não formar um orifício excessivamente largo (HARARI, 1996; EGGER, 1998).

Para fraturas simples ou naquelas onde o aparelho de fixação externa funciona como meio auxiliar na estabilização de uma fratura, pode-se usar pinos lisos, mas quando se necessita da utilização do aparelho por um longo período, devem-se utilizar exclusivamente pinos rosqueados. Se estes pinos rosqueados forem de perfil positivo, deve-se fazer um pré-orifício com broca que possua um milímetro a menos que o diâmetro do pino. Nesse caso após fazer o pré-orifício, utiliza-se o introdutor manual de Jacobs para o manuseio do pino rosqueado (TOOMBS, 1996).

2.4. Configurações das talas de conexão e grampos

A rigidez das barras de conexão é de grande preocupação nas talas do tipo IA , onde elas são o fator limitante na rigidez da armação. A adição de uma segunda barra às talas unilaterais, praticamente dobra a rigidez da armação. O posicionamento da barra de conexão de modo a mantê-la o mais próximo possível do osso é útil no aumento da rigidez da armação, pois ela diminui a extensão de trabalho do pino de fixação. A rigidez do pino é inversamente proporcional a três vezes a força da extensão, portanto é desejável que o comprimento seja o menor possível. Por razões semelhantes, os grampos devem ser posicionados na barra de conexão com o lado da rosca dentro da barra de conexão, uma vez que isto também encurte a distância de trabalho dos pinos de fixação (PIERMATTEI & FLO, 1999).

A utilização de acrílico como haste de conexão externa, permite ao cirurgião uma maior lateralidade quanto ao posicionamento vertical dos pinos, porque os mesmos não precisam ficar no mesmo plano longitudinal. Além disso, pode-se usar pinos de vários diâmetros numa mesma fratura, pois o acrílico dispensa o uso de grampos de conexão. Os mesmos ainda têm como vantagens adicionais, o baixo custo e a característica radioluscente do material, favorecendo os exames radiológicos no pós-operatório (OBRANSINSKI *et al.*, 1991).

O conhecimento da anatomia do membro ajuda a evitar danos a nervos e vasos, bem como a transfixação de estruturas musculotendinosas. A tensão nos tecidos moles ao redor dos pinos deve ser evitada, para

prevenir a necrose dos tecidos e ou afrouxamento prematuro do pino (HARARI, 1996).

Túneis intermusculares são úteis para evitar o pinçamento de grandes massas musculares. Pequenas incisões de pele (1cm), seguidas pela divulsão dos tecidos moles com uma pinça hemostática podem ser úteis para preparar estes túneis. A utilização de guias de broca em torno dos pinos durante a introdução, evita o processo de enovelamento dos tecidos moles, o qual pode causar necrose dos mesmos (HARARI, 1996).

Os aparelhos de fixação externa possibilitam livre acesso ao foco de fratura para realização de cuidados tópicos que incluem o tratamento da ferida por segunda intenção (YANOFF *et al.*, 1992). Segundo BEHRENS *et al.* (1983), uma vantagem adicional do uso de fixadores externos é a possibilidade de imobilizar articulações temporariamente, nos casos de fragmentos distais muito pequenos, sem causar danos à articulação.

Sempre que possível, as fraturas devem ser reduzidas pelo método fechado, evitando abrir portas para infecção, bem como prejudicar a irrigação sanguínea por destruição de vasos dos tecidos moles. Esta redução fechada trás claras vantagens aos processos biológicos (HARARI, 1996).

2.5. Orientação dos fixadores externos com relação a ossos longos específicos

Úmero: A aplicação da fixação esquelética externa ao úmero comumente exige abordagem aberta mínima, para que se possa levar a cabo uma redução adequada. As talas do tipo I são comumente orientadas em

direção lateral, com os pinos proximais aplicados cranialmente ao músculo deltóide, enquanto que os pinos distais podem ser aplicados através do côndilo, evitando o forame supracondilar e nervo radial. As talas do tipo IB são orientadas cranial e lateralmente (EGGER, 1998).

Rádio: O rádio pode ser estabilizado por fixação esquelética externa, depois da redução aberta ou fechada. Comumente as talas do tipo IA são orientadas lateralmente para as fraturas proximais, cranialmente para os pequenos ossos, ou medialmente para as fraturas distais, embora qualquer destas orientações sejam aceitáveis, em termos de evitar a penetração e interferência nas lesões de tecidos moles (EGGER, 1996). As talas do tipo IB são orientadas cranial e lateralmente para as fraturas distais. As talas do tipo II são comumente aplicadas no sentido médio-lateral (EGGER, 1998).

Fêmur: As fraturas femorais dependem de abordagem aberta, para que seja obtida a redução adequada. São utilizadas apenas as talas do tipo IA desde a porção lateral, para que sejam evitadas retenções de massa muscular e enrijecimento da articulação do joelho. Uma segunda barra de conexão pode ser aplicada aos meios-pinos, em caso de necessidade de maior resistência do fixador (EGGER, 1996; EGGER, 1998).

Tíbia: As fraturas tibiais podem ser reduzidas por meio de métodos abertos ou fechados. As talas tipo IA são aplicadas mais adequadamente desde a porção medial, para que fique minimizada a penetração dos tecidos moles, mas podem-se aplica-las cranial ou lateralmente, se necessário, para evitar ferimentos dos tecidos moles (EGGER, 1996). Talas do tipo II são

aplicadas num sentido médio-lateral. As talas tipo IB ou III usam pinos orientados craniomedial ou craniolateralmente. Os pinos proximais são aplicados na porção caudal da tíbia, mais largo e forte (EGGER, 1998).

2.6. Indicações para o uso clínico da fixação externa

2.6.1. Meio auxiliar para outra fixação interna

A fixação esquelética externa pode ser utilizada como meio de sustentação auxiliar para outras formas de fixação interna. Este tipo de fixação pode ser efetivo no controle da rotação axial e, em certo grau, do colapso axial do local fraturado, quando esta fixação é utilizada com pinos intramedulares. Tradicionalmente, uma tala do tipo I com dois pinos tem sido utilizada com esta finalidade, embora outros experimentos sugiram que o uso de três pinos diminui significativamente a incidência do afrouxamento prematuro de pinos e a perda de fixação (Figura 6). Comumente, esta fixação complementar pode ser removida em 3 a 5 semanas, quando o calo já se tornou suficientemente organizado para controlar a rotação (EGGER, 1998).

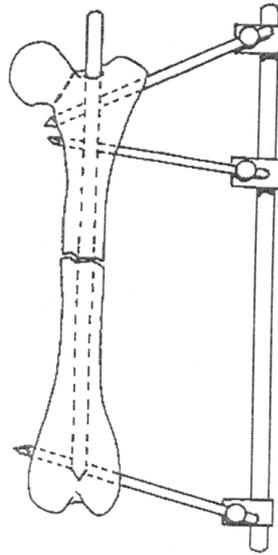


Figura 6. Pode-se acrescentar um fixador do tipo I de três pinos em uma fixação de pino intramedular para controlar a rotação (EGGER, 1996).

2.6.2. Fraturas simples

Embora fraturas simples possam ser tratadas por meio de muitas técnicas, a fixação externa pode ser escolha inteligente em certos casos. Um paciente com múltiplas fraturas torna-se deambulante com rapidez muito maior que com a coaptação. A facilidade de remoção do implante e a capacidade de evitar a ocorrência de proteção contra as pressões permitem o retorno mais rápido às funções atléticas, em comparação com a aplicação de placa (EGGER, 1998).

2.6.3. Fraturas cominutivas

Fraturas gravemente cominutivas podem ser tratadas com fixação externa, quando é impossível a reconstrução mais minuciosa. A fixação externa necessita de mínimo material ósseo para a fixação, e pode cobrir grandes defeitos. Devemos tomar a precaução de evitar lesões a vasculatura óssea, porque a consolidação depende da formação precoce do calo. Conseqüentemente, há necessidade de redução fechada ou de redução aberta limitada, acompanhada de aplicação abundante de auto-enxerto ósseo trabecular. O cirurgião deve buscar o alinhamento geral da articulação, mas não necessariamente a redução perfeita da fratura. Inicialmente é aplicada a configuração relativamente rígida, para que as forças de disrupção sejam neutralizadas. Considera-se que a dinamização após a consolidação precoce da fratura (6 a 10 semanas) intensifique a hipertrofia e remodelagem do calo (EGGER, 1998).

2.6.4. Fraturas expostas, causadas por projéteis de arma de fogo, e fraturas infeccionadas

A fixação externa tem a vantagem de não invadir o local fraturado e de não disseminar a contaminação, ou infecção. Comumente os pinos de fixação podem ser aplicados longe da área afetada, o que diminui a chance de lise óssea prematura e de falha precoce do implante, o que poderia resultar numa não-união. A fixação externa é particularmente útil na estabilização de fraturas expostas graves, porque esta modalidade sustenta a fratura e a vasculatura dos tecidos moles, ao mesmo tempo em que

preserva o acesso à área traumatizada, para que o tratamento tenha continuidade. Frequentemente, fraturas induzidas por projéteis de arma de fogo combinam os problemas da fragmentação grave e da perda de tecido ósseo com a contaminação significativa e lesões vasculares graves nos tecidos moles. Fica indicado um debridamento moderado, seguido pela fixação externa rígida, aplicação de auto-enxerto de osso trabecular, e proteção da ferida aberta. Pode haver necessidade de repetições do debridamento a cada 2 a 4 dias, à medida que o processo de cicatrização promove a diferenciação entre tecido viável e necrosado. O tratamento das fraturas com infecções estabelecidas exige a remoção do instrumental instável, seqüestros, e do tecido cicatricial proliferativo infectado. É aplicada uma fixação externa rígida, de modo a permitir a revascularização, devendo ser evitada ao máximo possível a ferida infeccionada. A ferida é completamente lavada e deixada aberta, pra que sejam possíveis repetidas lavagens e debridamentos. A aplicação de enxertos trabeculares pode ser retardada durante 10 a 14 dias, para que seja permitido que o tecido de granulação cubra as extremidades fraturadas, e para que ocorra a vascularização do enxerto (EGGER, 1998).

2.6.5. Fraturas mandibulares

A fixação externa tem a vantagem de ser capaz de dispensar a aplicação de implantes em feridas abertas e em cavidades alveolares infeccionadas. Frequentemente, as fraturas mandibulares são cominutivas e se abrem para a boca. O uso de fixação externa possibilita a preservação da irrigação vascular remanescente aos múltiplos pequenos fragmentos. Uma

tala de acrílico/pinos funcionam bem, particularmente nos casos de fraturas mandibulares bilaterais (Figura 7) (EGGER, 1998).

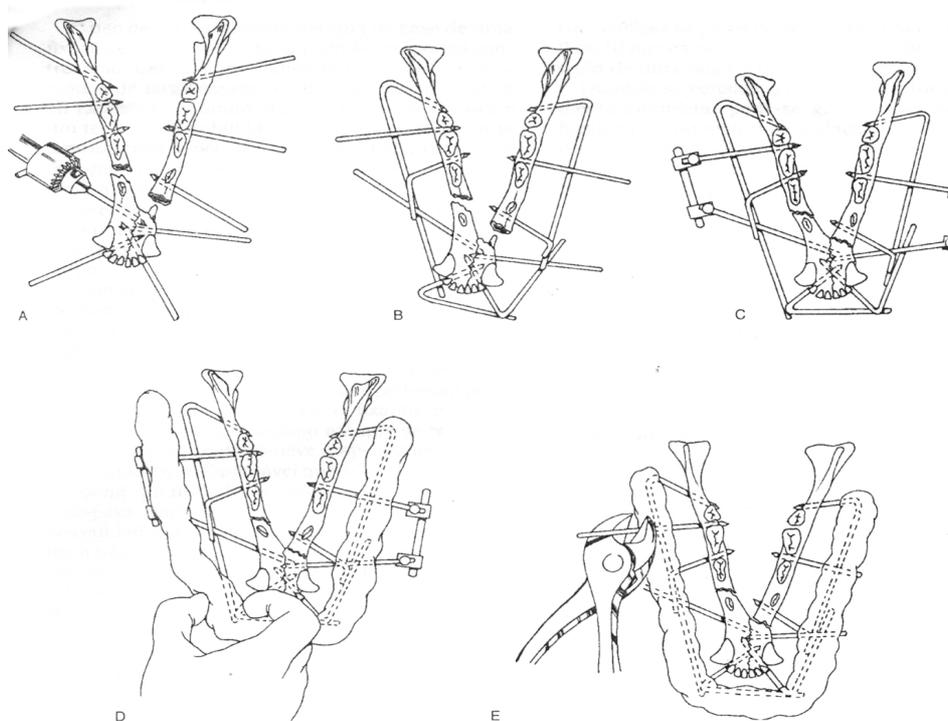


Figura 7. Aplicação de uma fixação esquelética externa com pinos e acrílico (EGGER, 1996).

2.6.6. Não-união

Não-uniões podem ser descritas como hipertróficas, ou atróficas. Nos casos de não-união hipertrófica, o osso é capaz de reação biológica, quando existe o ambiente apropriado. A estabilização é tudo o que, comumente, se faz necessário, podendo ser proporcionada com a redução e aplicação da fixação rígida. Na não-união atrófica, o osso perdeu a capacidade de reação biológica. Este tipo é mais comumente encontrado em fraturas de áreas hipovasculares, como as partes distais do rádio e ulna, em animais pertencentes a raças miniaturas que ficam com uma utilização

deficiente do membro ao serem tratados com coaptação externa, ou quando a operação prévia resultou na perda da vascularização do fragmento e da estabilidade da fratura. O tratamento exige a redução aberta, remoção dos implantes instáveis, descorticação do osso avascularizado, abertura do canal medular, e aplicação de enxerto ósseo trabecular e a produção do calo. A fixação externa pode ser utilizada no fornecimento da necessária estabilização, ao mesmo tempo em que é permitida a tensão estimulante do tecido ósseo representada pela sustentação do peso do corpo (EGGER, 1998).

2.6.7. Estabilização transarticular

A fixação externa vem sendo cada vez mais utilizada na estabilização transarticular. Este tipo de fixação é ideal para os casos de ruptura ligamentar associada a lesão dos tecidos moles adjacentes. O ligamento pode ser reparado ou substituído com prótese, e protegido pelo fixador externo, enquanto tem continuidade o tratamento da ferida aberta. As barras de conexão podem ser dobradas no ângulo articular desejado, para que seja facilitada a aplicação do fixador e minimizado o volume geral da estrutura. Comumente a fixação é mantida por 3 a 6 semanas, dependendo da gravidade da lesão. São recomendáveis os exercícios de amplitude de movimentos, visando a restaurar os movimentos articulares após a remoção do fixador (EGGER, 1998).

A fixação externa transarticular pode ser utilizada como ajuda à proteção de fraturas articulares ou periarticulares contra as forças de sustentação do peso. Há necessidade de fisioterapia para que seja

conseguido o funcionamento máximo da articulação. Também podemos lançar mão da fixação externa para a artrodese de certas articulações. Esta técnica é particularmente útil nos casos com grave lesão aos tecidos moles ou com infecção, quando o uso da fixação interna seria menos desejável (EGGER, 1998).

2.6.8. Deformidades de crescimento

A fixação externa é meio muito efetivo de tratamento das deformidades do crescimento, particularmente do rádio e da ulna. Para a correção de deformidade angular num cão maduro, são efetuadas osteotomias dos ossos deformados em nível do maior desvio. A extremidade do segmento distal é impactada na cavidade medular do segmento proximal, para que seja propiciada estabilidade adicional. O fixador externo é aplicado e ajustado até que tenha sido alcançada a correção adequada. Pode ser utilizada tala de distração no tratamento dinâmico de deformidade progressiva do crescimento (EGGER, 1998).

Nestes casos, há a possibilidade do uso de fixadores circulares. O osso prematuramente fusionado é osteotomizado cirurgicamente, e em seguida é aplicada fixação externa. Depois de uma fase de estabilização de 4 a 7 dias, o fixador passa a ser alongado diariamente. Pesquisas sugerem que a velocidade de distração de 1 mm/dia, dividida em incrementos de 0,5 mm a cada 12 horas, resulta na regeneração óssea primária (EGGER, 1998).

2.7. Tratamento pós-operatório

Após a cirurgia, enrola-se um algodão ou um acolchoamento adicional na perna desde os dedos até acima da lesão. Comprime-se então o acolchoamento com uma gaze elástica e fixa-se o mesmo com esparadrapo (Figura 8 A). Na maioria dos casos, remove-se essa atadura após 2 a 5 dias. Após é feita bandagem com atadura e fita adesiva, que cobrem as braçadeiras de conexão e as barras de conexão do fixador (Figura 8B). Esta cobertura protege o animal de aprisionamento do aparelho em objetos fixos (EGGER, 1998), entretanto, nas feridas cobertas, o tempo de cicatrização é maior, do que nas feridas descobertas (FRANCH, 1994). No caso das fraturas expostas ou de uma lesão de tecido mole severa, freqüentemente debrida-se o ferimento, lava-se e repassa-se uma atadura sobre o mesmo a cada 2 a 3 dias até que ele se recubra com tecido de granulação (EGGER, 1996; EGGER, 1998).

O proprietário é instruído a limitar os exercícios, tomar cuidados especiais para evitar estruturas que possam prender o aparelho, e inspecionar o aparelho diariamente. Um corrimento seroso ou serossanguinolento volumoso pode ser um indicativo de problema sério. O paciente deve retornar após 14 dias para a remoção dos pontos e para verificação das braçadeiras e pinos. O exame radiográfico deve ser feito após 10 dias, com revisão a cada 15 dias, verificando-se a evolução do calo ósseo e a presença de um halo radiotransparente ao redor do pino, que indica a presença de reabsorção óssea (EGGER, 1991; EGGER, 1996).

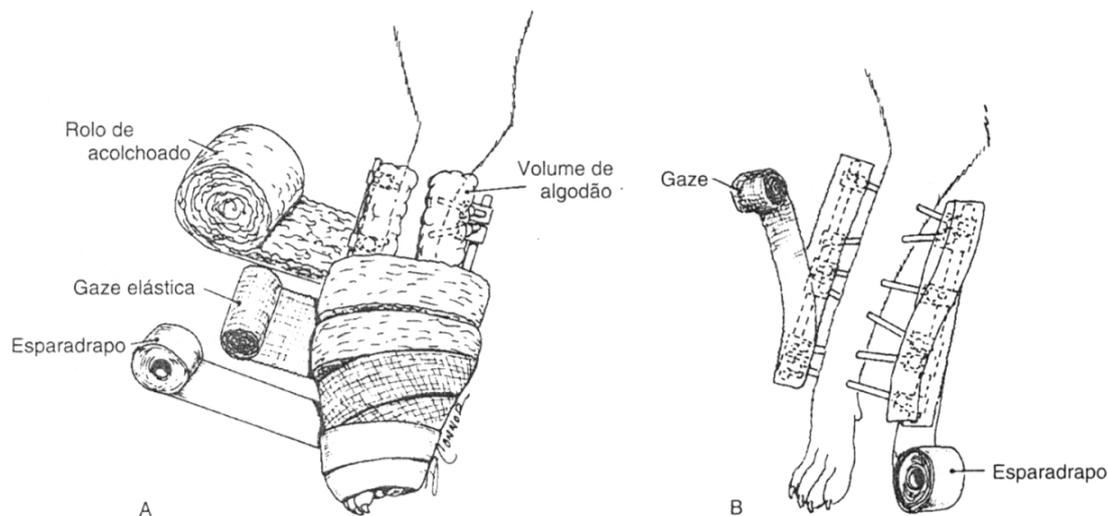


Figura 8. A. Aplica-se inicialmente uma faixa compressiva feita de acolchoamento e gaze elástica para impedir um inchaço excessivo do membro em que se colocou o fixador externo. B. Após a remoção da faixa compressiva, utiliza-se gaze e esparadrapo para proteger a tala e o ambiente (EGGER, 1996).

A perda de definição no detalhe das bordas ósseas é o primeiro sinal de cura da fratura. A produção de calo externa é freqüentemente mínima, particularmente no caso das configurações de fixador mais rígidas. No entanto, os animais jovens podem produzir um calo grande devido à presença de um perióstio muito ativo. A cura clínica é determinada pela perda de linhas de fratura discerníveis e pelo desenvolvimento de uma continuidade óssea em pelo menos três de quatro córtices como observado em duas vistas radiográficas (EGGER, 1996, EGGER, 1998).

Quando se considera a cura da fratura clinicamente completa, pode-se geralmente remover o fixador com ou sem sedação mínima. Removem-se as pinças e as barras conectoras e puxam-se os pinos de fixação utilizando-se uma broca manual ou um puxador de pinos em um

movimento de retorcimento. Caso se tenha utilizado pinos rosqueados, deve-se “desparafusá-los”. Os pinos completos são removidos mediante a secção e limpeza de uma das extremidades, e tracionamento aplicado à outra extremidade. Após a remoção do pino, freqüentemente drena-se uma pequena quantidade de fluido serossanguinolento do local do pino, e uma atadura acolchoada mole pode ser apropriada por um dia. Os orifícios dos pinos não devem ser ocluídos por suturas. Geralmente indica-se uma continuação da restrição da atividade por 6 a 8 semanas enquanto se remodela a fratura e o osso hipertrofia-se (EGGER, 1996, EGGER, 1998).

2.8. Complicações

A complicação mais comum no caso de uma fixação esquelética externa de uma fratura é a frenagem ao redor dos pinos de fixação. Isso freqüentemente é causado pelo excesso de pele e pelo movimento ou tensão do tecido mole contra os pinos. A colocação cuidadosa dos pinos através do tecido não-deslocado e para fora a partir de grandes massas musculares minimizará esse problema na maioria dos casos. Em algumas localizações (tais como o fêmur distal), o movimento do tecido mole contra os pinos é inevitável e é comum uma certa drenagem (EGGER, 1996; EGGER, 1998).

O afrouxamento do implante de fixação na interface pino-osso (que é indicado por meio de uma luminosidade circundando o implante em radiografias) resulta comumente em uma drenagem e uma infecção do trato do mesmo. Uma vez que um pino se afrouxa, a remoção é o único tratamento efetivo (HARARI, 1992; EGGER, 1996). A drenagem do trato do pino em geral se cessará rapidamente. Afora o incômodo representado

pela drenagem, o afrouxamento dos implantes pode diminuir a utilização do membro. Caso muitos pinos se afrouxem demasiadamente e muito rapidamente, pode-se perder a estabilidade adequada para a cura óssea e pode se desenvolver uma não-união óssea. O uso de três ou quatro implantes por segmento de fratura e o uso de pinos rosqueados reduz enormemente a probabilidade do afrouxamento prematuro do mesmo e a subsequente infecção e drenagem do trato do pino (EGGER, 1996).

As complicações da técnica de fixação externa residem principalmente no afrouxamento e migração dos pinos, causando dificuldade de estabilização no foco de fratura e infecção no trajeto dos pinos caracterizados por drenagem de material purulento (EGGER, 1991; BOUVY *et al.*, 1993). Segundo SPIEGEL & VANDERSCHILDEN durante a inserção dos pinos. Este aumento na reabsorção deve à ativação osteoclástica ao redor dos pinos, favorecendo o afrouxamento dos mesmos (1983), esta infecção no local do trajeto dos pinos pode estar relacionado com a necrose térmica causada pelo excesso de velocidade da máquina se (HULSE & HYMAN, 1995). Já para EGGER (1991), a maior parte dos casos de osteomielite ocorre após o fechamento da ferida cirúrgica nas fraturas expostas, principalmente naquelas onde houver manipulação excessiva.

Um problema incomum é a fratura iatrogênica através de orifícios de pinos de fixação. Esta complicação geralmente ocorre ao serem utilizados pinos de fixação demasiadamente calibrosos, quando são aplicados perto demais uns dos outros, ou quando pinos de fixação são aplicados em fraturas ou fissuras (HARARI, 1992). A atividade pós-operatória sem restrições pode também resultar em fraturas através de orifícios dos pinos,

particularmente se os orifícios ficaram alargados por pinos frouxos. Estes problemas são tratados pela reposição dos pinos em porção intacta do osso (EGGER, 1998).

Outras complicações menos frequentes podem ocorrer, como osteomielite focal e seqüestro ósseo, devido a infecção do trajeto do pino, lesões neuromusculares iatrogênicas, fraturas patológicas e refraturas (SEGUIN *et al.*, 1997).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fixação externa é uma técnica de fácil aplicação, desde que sejam seguidos os princípios básicos da ortopedia, com um custo reduzido e uma recuperação boa da fratura, com utilização do membro fraturado.

Escolhendo a tala conforme o tipo de fratura, osso fraturado e o tempo de permanência do fixador externo, a evolução do calo ósseo e a utilização do membro serão ótimos.

É a melhor escolha para fraturas expostas e contaminadas, pois permite o tratamento da ferida, não há corpo estranho na linha de fratura e pode-se fazer debridamento da ferida se for necessário.

O pós-operatório bem orientado pelo cirurgião ao proprietário, e este seguindo as indicações rigorosamente é difícil ocorrer alguma complicação, sendo o principal a inspeção diária do implante pelo proprietário, verificando se não há secreção serosa pelos pinos.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BEHRENS, F.; COMFORT, T.H.; SEARLS, K. *et al.* Unilateral external fixation for severe open tibial fractures. **Clinical Orthopardics and Related Research.** n. 178, 1983.

BOUVY, B. M.; MARKEL, M. D.; CHELICANI; S. *et al.* Ex vivo biomechanics of Kirschner-Ehmer external skeletal fixation applied to canine tibiae. **Veterinary Surgery.** v. 22, n. 3, 1993. p. 194-207.

DE YOUNG, D. J.; PROBST, C. W. Métodos de Fixação Interna das Fraturas. In: SLATTER, D. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais.** 2 ed. São Paulo: Manole, 1998. p. 1901-1933.

EGGER, E. L.; RUNYON, C. L.; RIGG, D. L. Use of the Type I Double Connecting bar Configuration of External Skeletal Fixation Of ten Cases. **Journal of the American Animal Hospital Association.** v. 22, n. 1, 1986. p. 57-64.

EGGER, E.L. Complications of external fixation. **The Veterinary Clinics of North America (Small Animal Practice)**. v. 21, n.4, 1991. p.705-733

EGGER, E. L. Instrumentation for External Fixation. **The Veterinary Clinics of North America (Small Animal Practice)**. v. 22, n. 1, 1992. p. 19-43.

EGGER, E. L. Fixação Esquelética Externa. In: BOJRAB, M. J. **Técnicas Atuais em Cirurgia de Pequenos Animais**. 3 ed. São Paulo: Roca, 1996. Cap. 48. p. 758-819.

EGGER, E.L. Fixação Esquelética Externa. In: SLATTER, DH. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1998. Cap. 123. p. 1909-1961.

ELKINS, A. D.; MORANDI, M.. Fixador Anelar Externo de Ilizarov: Principios, Técnicas, e Usos. In: SLATTER D. H. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1998. p. 1961-1966.

FRANCH, J. E. **Efecto de la implantación angulada o transversa com flexión de las agujas transfixantes sobre la cicatrización de osteotomias tibiales en perro reducidas mediante fijadores externos**. Tesis (Doctoral), Bellaterra, 1994. 383p.

HARARI, J. Complications of external skeletal fixation. **The Veterinary Clinics of North America (Small Animal Practice)**. v. 22, n. 1, 1992. p. 99-107.

HARARI, J. The techniques for application of metal external skeletal fixators. In: COMPLETE COURSE IN EXTERNAL SKELETAL FIXATION, n. 4, 1996, Athes. **Proceedings...**Athens: Georgia Center for Continuing Education, 1996. 141p.

HULSE, D.; HYMAN, B. Biomechanics of fracture fixation failure. **The veterinary Clinics of North America (Small Animal Practice)**. v. 21, n. 4, 1991. p. 647-667.

HULSE, D.; HYMAN, W. Practical biomechanics. In: OLMSTEAD, M. L. **Small Animal Orthopaedics**. St. Louis: Mosby. Cap. 3. 1995. p. 57-74.

JOHNSON, W. D.; FISCHER, D. A. Skeletal stabilization with a multipiece external fixation device. Biomechanical evaluation and finite element model. **Clinical Orthopaedics and Related Research**. n. 180, 1983. p. 34-43.

MEARS, D. C.; BEHRENS, F. The application and use of external fixation. In: MEARS, D. C. **External Skeletal Fixation**. Baltimore: Williams and Wilkins Co., 1983. p. 161-209.

OBRASINSKI, E. B.; PARDO, A. D.; GRAEHLER, R. Biomechanical evaluation of acrylic external skeletal fixation in dogs and cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. v. 199, n. 11, 1991. p. 1590-1593.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L. Fraturas: Classificação, Diagnóstico e Tratamento. In: _____. **Manual de Ortopedia e Tratamento das Fraturas dos Pequenos Animais**. 3 ed. São Paulo: Manole, 1999. p. 64-89.

SEGUIN, B.; HARARI, J.; WOOD, R. D. *et al.* Bone Fracture and sequestration as complications of external skeletal fixation. **Journal of the American Animal Practice**. v. 38, n. 2, 1997. p. 81-84.

SPIEGEL, P. G.; VANDERSHILDEN, J. L. Minimal internal and external fixation in the treatment of open tibial fractures. **Clinical Orthopaedics and Related Research**. v. 178, 1983. p. 96-102.

TOOMBS, J. P. Nomenclature and instrumentation of external skeletal fixation systems. In: COMPLETE COURSE IN EXTERNAL SKELETAL FIXATION. n. 5, 1996, Athens. **Proceedings...** Athens: Georgia Center for Continuing Education, 1996. 141p.

YANOFF, S. R.; HULSE, D. A.; PALMER, R. H. *et al.* Distraction osteogenesis using modified external fixation devices in five dogs. **Veterinary Surgery**. v. 21, n. 6, 1992. p. 480-487.