



التیام

eltiam.ivsa@yahoo.com

## تثبیت کننده‌های اسکلتی خارجی در دام کوچک

حمیدرضا مسلمی<sup>۱\*</sup>، نوید احسانی پور<sup>۲</sup>، فائزه عمارلو<sup>۲</sup>

۱. استادیار، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۲. دانشجو، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

\* h.moslemi@semnan.ac.ir

### چکیده

تثبیت کننده‌های اسکلتی خارجی به عنوان یک از روش‌های جراحی ارتوپدی هستند که برای درمان شکستگی‌های باز یا بسته در استخوان‌های بلند، جوش دادن مفاصل، افزایش طول استخوان و ناهنجاری‌های مادرزادی استفاده می‌شوند. تثبیت کننده اسکلتی خارجی وسیله‌ای است که در خارج عضو قرار داده می‌شود و با استفاده از پین‌هایی که در قطعات شکسته استخوان قرار می‌دهند شکستگی را جا انداخته و بی-حرکت می‌نمایند و سپس وضعیت پین‌ها را با اتصال به یک چهارچوب و با استفاده از پیچ و مهره‌هایی ثابت می‌کنند و بدین ترتیب قطعات شکسته در امتداد صحیح خود ثابت می‌شوند. اگر چه فیکساتورها از لحاظ ظاهری و بیومکانیکی در طول زمان بسیار تغییر کرده‌اند اما دارای اصول و کارکرد یکسانی هستند. به گونه‌ای که این فیکساتورها از یک پین یا سیم‌های نازک از جنس استیل ضد زنگ تشکیل شده‌اند که داخل پوست فرورفته و به استخوان می‌رسد. این فیکساتورها بر اساس ساختار هندسی پیکره و قالب انواع مختلفی دارند که شامل فیکساتورهای خطی، دایره‌ای و هیبریدی می‌باشد. ساده‌ترین و پرکاربردترین نوع فیکساتورهای اسکلتی خارجی، فیکساتورهای خطی هستند. استفاده از این روش‌ها نسبت به روش‌های دیگر دارای مزایایی از جمله پایدار کردن شکستگی استخوان با فاصله از محل صدمه، عدم وجود گچ، حرکت راحت بیمار، دخالت مفصل به میزان کم می‌باشد. شل شدن زودرس پین‌ها، شایع‌ترین عارضه است که سبب درد، التهاب و ترشح از مجرای پین می‌شود. این فیکساتورها یک مدل درمانی چندوجهی و موثر است، اما نیاز به مراقبت دقیق در طول دوره درمان دارد. قبل از تصمیم‌گیری برای استفاده از فیکساتورهای خارجی، باید امکان رعایت دستورالعمل‌های مراقبت پس از عمل توسط صاحبان بیمار و حیوانات خانگی در نظر گرفته شود. در این مقاله به بررسی انواع فیکساتورهای اسکلتی خارجی و مدیریت آنها بعد از جراحی و عوارض آن پرداخته می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** تثبیت کننده اسکلتی خارجی، خطی، حلقوی، هیبریدی، دام کوچک

## مقدمه

اساس ساختار هندسی پیکره و قالب فیکساتورهای خارجی انواع مختلفی از آنها وجود دارند که شامل فیکساتورهای خطی، دایره‌ای و هیبریدی می‌باشند (۴) که در ادامه به هر یک از این روش‌ها و کاربرد آن‌ها در دامپزشکی پرداخته می‌شود.

### فیکساتورهای خارجی خطی (Linear external fixators)

ساده‌ترین و پرکاربردترین نوع فیکساتورهای خارجی می‌باشند. فیکساتورهای خطی از سه جزء اصلی تشکیل شده‌اند. (۱) پین‌های تثبیت‌کننده، که به صورت عرضی در استخوان قرار می‌گیرند. (۲) میله‌های اتصالی (۳) گیره‌ها که برای اتصال محکم پین‌ها به میله‌های اتصالی استفاده می‌شوند (۵).

#### پین‌های تثبیت‌کننده (Fixation pins)

پین‌ها در سیستم فیکساتورهای خارجی از اصلی‌ترین اجزا می‌باشند زیرا ارتباط مفید بین استخوان و پین‌ها در میزان موفقیت و یا شکست پروتکل نقشی تعیین‌کننده دارد. پین‌ها بر اساس روش کارگذاری به دو نوع *half pin* و *full pin* تقسیم‌بندی می‌شوند. در هر دو روش کارگذاری، پین‌ها از هر دو کورتکس استخوان را رد می‌شوند، در حالیکه در *half pin*، پین‌ها فقط از یک سمت پوست وارد می‌شوند و پوست سمت مقابل سالم می‌ماند و در روش *full pin*، پین‌ها از پوست هر دو سمت استخوان رد می‌شوند (تصویر ۱) (۵).



تصویر ۱: *half pin* (پیکان قرمز) و *full pin* (پیکان آبی) (۵)

در ابتدا از پین‌های صاف به عنوان پین‌های فیکساتور استفاده می‌گردید که این پین‌ها به سرعت شل شده و منجر به شکست

تثبیت خارجی (*External fixation*) یکی از روش‌های جراحی ارتوپدی است که برای مدیریت آسیب‌های اسکلتی و عضلانی بسیار پیچیده از جمله شکستگی‌های باز یا بسته در استخوان‌های بلند، جوش دادن مفاصل، افزایش طول اندام‌ها و ناهنجاری‌های مادرزادی استفاده می‌شود. اکسترنال فیکساتور مانند یک چهارچوب خارجی عمل می‌کند و استخوان را ثابت نگه می‌دارد، تا قطعه‌های شکستگی به درستی در کنار هم قرار گیرند و به این ترتیب شکستگی فرصت ترمیم پیدا نماید. یکی از کاربردهای اصلی فیکساتورهای خارجی، تثبیت موقعیت استخوان‌های شکسته با حفظ یکپارچگی بافت‌های نرم و بازسازی بدشکلی‌های پیچیده ارتوپدی می‌باشد. استفاده از این روش به ۲۰۰۰ سال قبل یا ۳۷۷ سال قبل از میلاد مسیح بر می‌گردد که اولین بار توسط بقراط برای درمان شکستگی بسته استخوان درشت‌نی معرفی شد (۱). اهداف اصلی استفاده از این تکنیک، بهبود و پایداری سریع استخوان شکسته برای تصحیح خونرسانی، برداشتن بافت‌های مرده زخم و ایجاد بهبود در روند شکستگی بدون نیاز به روند احیا و بیهوشی عمومی می‌باشد (۲). اگر چه فیکساتورها از لحاظ ظاهری و بیومکانیکی در طول زمان بسیار تغییر کرده‌اند اما دارای اصول و کارکرد یکسانی هستند. به گونه‌ای که این فیکساتورها از یک پین یا سیم‌های نازک زنگ نزن تشکیل شده‌اند که داخل پوست فرورفته و به استخوان می‌رسد. در ساختار خارجی آن نیز یک قاب وجود دارد که می‌تواند اشکال مختلفی از جمله خطی، گرد و پیکربندی‌های هندسی مختلف داشته باشد (۳). استفاده از فیکساتورهای خارجی روشی نسبتاً ایمن و کم‌تهاجم است و کمترین آسیب را به بافت‌های نرم وارد می‌کند. همچنین نداشتن ایمپلنت در ناحیه شکستگی، توانایی ترکیب این روش با سایر روش‌های تثبیت شکستگی و در نهایت توانایی تغییر پیکربندی شکستگی از جمله فواید این روش می‌باشد. این روش علاوه بر فواید ذکر شده دارای معایبی نیز می‌باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به تماس مستقیم پین‌ها با پوست و بافت‌های نرم اشاره کرد که می‌توانند سبب ایجاد عفونت شوند. همچنین فاصله میله‌های اتصالی از محور مرکزی استخوان سبب شل شدن زود هنگام پین‌ها می‌شود (۴). به طور کلی بر

یک کورتکس (one-cortex end-threaded pin) و دو کورتکس (two-cortex end-threaded pin) تقسیم بندی می‌شوند. در نوع یک کورتکس، رزوه‌ها در نزدیک نوک پین قرار دارد و بعد از قرار گرفتن پین در استخوان، رزوه تنها در کورتکس دور قرار می‌گیرد. در نوع دو کورتکس، طول رزوه-ها به اندازه‌ای است که پس از استقرار در استخوان، هر دو کورتکس دور و نزدیک را در بر می‌گیرد (۵).



تصویر ۲: پین‌های رزوه‌دار، رزوه مرکزی (بالا) و رزوه انتهایی (پایین) (۶)

سوراخ در این گیره‌ها وجود دارد. سوراخ‌های بزرگتر برای عبور میله‌های اتصال و سوراخ‌های کوچکتر برای پین‌های تثبیت کننده می‌باشد (تصویر ۴) (۵).



تصویر ۴: گیره‌ها (۵)

### انواع فیکساتورهای خطی

- نوع IA - یک طرفه (unilateral)، یک سطحی (uniplanar)

- نوع IB - یک طرفه (unilateral)، دو سطحی (biplanar)

- نوع II - دوطرفه (bilateral)، یک سطحی (uniplanar)

- نوع III - دو طرفه (bilateral)، دو سطحی (biplanar)

فیکساتور می‌شدند. در نتیجه امروزه از پین‌های رزوه‌دار (threaded pin) استفاده می‌شود که بر اساس محل رزوه‌ها به انواع پین با رزوه مرکزی (Centrally threaded pin) و پین با رزوه انتهایی (End-threaded pin) تقسیم می‌شوند (تصویر ۲). پین‌ها با رزوه مرکزی معمولاً در روش full pin استفاده می‌شود و رزوه‌ها در استخوان قرار گرفته و دو سر صاف پین در پوست قرار می‌گیرد. پین‌های با رزوه انتهایی به دو نوع

### میله‌های اتصال (Connecting bar)

این میله‌ها به عنوان یک چارچوب وظیفه اتصال و نگهداری پین‌های تثبیت کننده را به عهده دارند. انواع مختلفی از میله‌های اتصال و در اندازه‌های مختلف، متناسب با جثه بیمار و استخوان مورد استفاده، وجود دارد. اتصالات خارجی از استیل ضد زنگ، تیتانیوم، فیبرکربن، آلومینیوم و اکریلیک ساخته شده‌اند (تصویر ۳) (۵، ۶).



تصویر ۳: میله اتصال در اندازه‌های مختلف و جنس متفاوت، فیبر کربن (بالا)، تیتانیوم (وسط) و استیل ضد زنگ (پایین) (۶)

### گیره‌ها (Clamps)

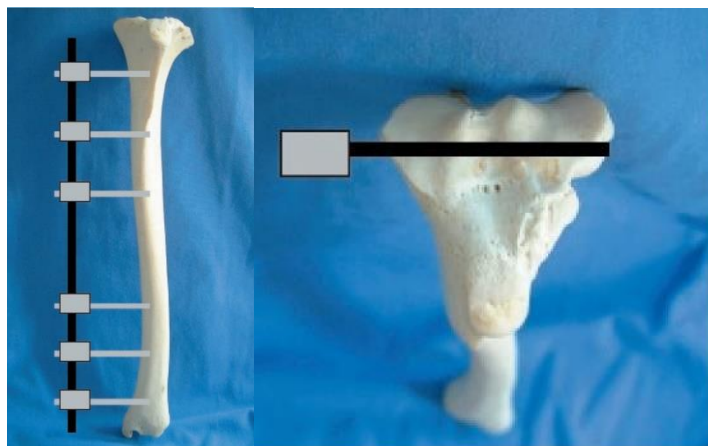
گیره‌ها برای اتصال پین‌های تثبیت کننده به میله‌های اتصال و همچنین میله‌های اتصال به یکدیگر استفاده می‌شوند. دو نوع

و استخوان ران قرار می‌گیرند. پین‌های فیکساتور از نوع half pin می‌باشند زیرا فقط از یک طرف به پوست نفوذ می‌کنند. این روش به علت پیکربندی ضعیفی که دارد معمولاً در شکستگی‌های ساده و در حیوانات کوچک کاربرد دارد. این فیکساتور نسبت به سایر انواع فیکساتورهای خارجی استحکام کمتری دارد (تصویر ۵) (۵، ۷، ۸، ۹).

Tie-in - ترکیب فیکساتور خارجی با پین‌های داخل استخوانی باعث افزایش استحکام شکستگی در استخوان بازو و استخوان ران می‌گردد.

فیکساتور خطی نوع IA:

این نوع از فیکساتورهای خطی معمولاً در سطح داخلی استخوان‌های زندزبرین و درشتنی و سطح جانبی استخوان بازو

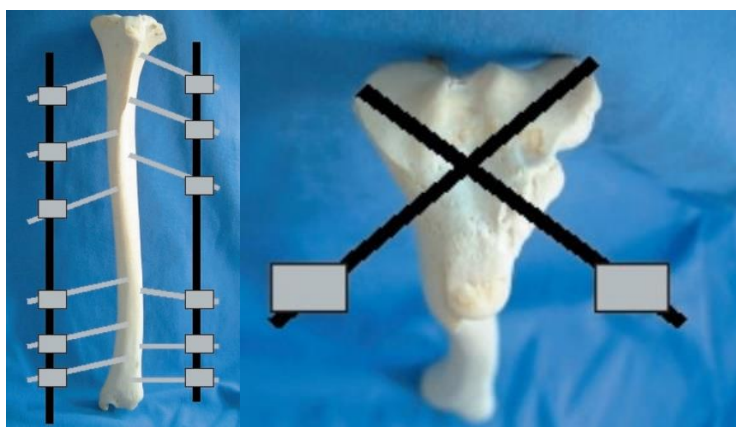


تصویر ۵. فیکساتور خطی نوع IA (۹)

زندزبرین، یک میله اتصالی در روی سطح قدامی-میانی و میله دوم در روی سطح قدامی-جانبی استخوان قرار می‌گیرد. در استخوان درشت‌نی، یک میله اتصالی در سطح میانی و میله دوم در سطح قدامی استخوان قرار می‌گیرد (تصویر ۶) (۴-۶).

### فیکساتور خطی نوع IB

از ترکیب دو فیکساتور نوع IA که بصورت ۹۰ درجه نسبت به هم قرار می‌گیرند تشکیل می‌شود. در نتیجه استحکام بالاتری نسبت به فیکساتور نوع IA دارد. این نوع فیکساتور اغلب در استخوان‌های زند زبرین و درشتنی اعمال می‌شود. در استخوان

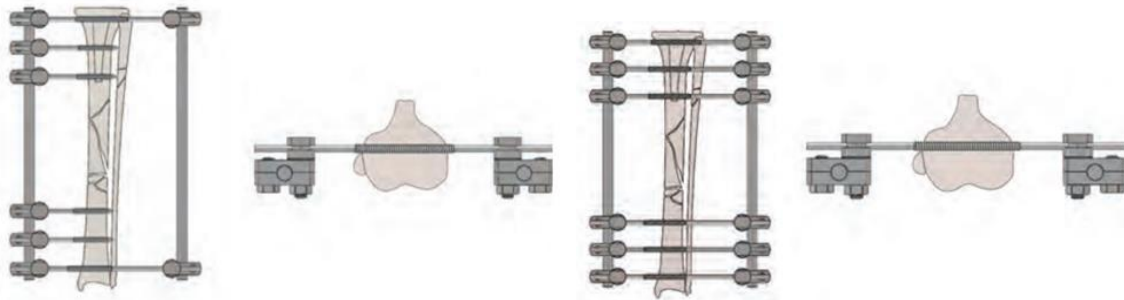


تصویر ۶. فیکساتور خطی نوع IB (۹)

### فیکساتور خطی نوع II:

استفاده می‌شود. قراردادن نوع Maximal type در محل شکستگی دشوارتر است زیرا در یک راستا قرار دادن تمام پین‌ها و اتصال از آنها از دو طرف سخت می‌باشد. این فیکساتور استحکام بیشتری نسبت به فیکساتورهای نوع I دارد. به دلیل اینکه تنه در مجاورت بدن قرار دارد، این نوع فیکساتور را نمی‌توان در استخوان‌های ران یا بازو قرار داد و تنها در استخوان‌های زند زبرین و درشت نی کاربرد دارد (تصویر ۷) (۴-۶).

در فیکساتور خطی نوع II، بر اساس اینکه یک یا چند full pin در قسمت بالایی و پایینی شکستگی قرار گیرند به دو نوع Maximal type (IIA) و Minimal type (IIB) تقسیم می‌شود. در نوع Maximal type در هر دو سمت شکستگی از full pin استفاده می‌شود در حالیکه در نوع Minimal type بالاترین و پایین‌ترین پین از نوع full pin بوده و در بین این دو پین و در سایر قسمت‌های شکستگی از half pin

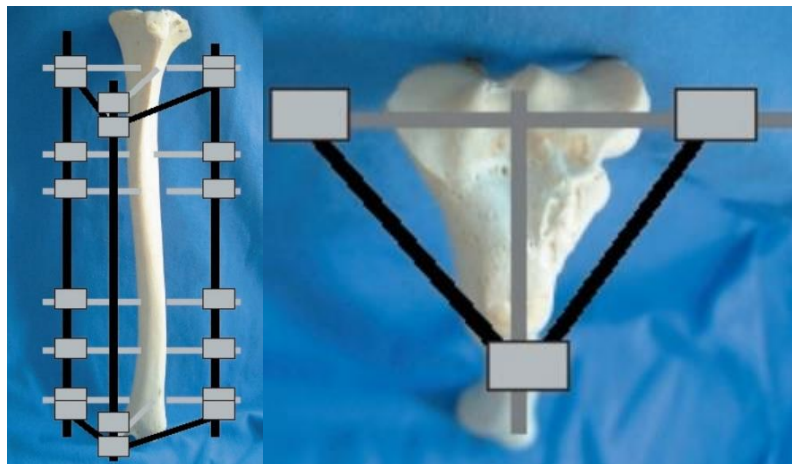


تصویر ۷. فیکساتور خطی نوع II، نوع IIA (تصویر سمت راست) و نوع IIB (تصویر سمت چپ) (۹)

### فیکساتور خطی نوع III:

استفاده قرار می‌گیرد. فریم‌ها از دو لبه مجزای اندام بیرون زده‌اند. به دلیل موقعیت دیواره بدن در استخوان‌های ران و بازو کاربردی ندارند (تصویر ۸) (۴-۶).

این فیکساتور ترکیبی از نوع IA و نوع II همراه با میله‌های اتصال اضافی برای اتصال آنها به یکدیگر است. این فیکساتور بسیار بزرگ و سنگین است و به ندرت مورد



تصویر ۸. فیکساتور خطی نوع III (۹)

### فیکساتور خطی نوع Tie-in:

استخوان‌ها اعمال کرد. بنابراین به منظور ایجاد استحکام و تثبیت مناسب در شکستگی‌های این دو استخوان، اغلب از یک پین داخل استخوانی همراه با فیکساتور خارجی نوع Ia یا نوع Ib استفاده می‌شود. اندازه پین داخل مدولا، حداکثر ۳۰ تا ۵۰

شکستگی‌های استخوان بازو و استخوان ران معمولاً به تنهایی توسط فیکساتورهای خارجی ثابت نمی‌شوند زیرا فیکساتورهای با استحکام بالا (نوع II و نوع III) را نمی‌توان روی این



درصد اندازه کاتال مدولاری در باریک‌ترین نقطه می‌باشد تا

پین‌های فیکساتور از کنار آن عبور نماید (تصویر ۹) (۱۰).



تصویر ۹. فیکساتور خارجی نوع Tie-in در شکستگی استخوان بازو در یک قلابه سگ. بکارگیری یک پین داخل استخوانی همراه با فیکساتور خارجی نوع I

### اصول کار گذاشتن پین‌ها

کاربرد مناسب برای جلوگیری از عوارض ضروری است. انتخاب اندازه پین مناسب تابعی از اندازه استخوان و همچنین جثه بیمار است. قطر پین‌ها نباید بیشتر از ۲۰ تا ۲۵ درصد قطر استخوان باشد. به طور کلی، پین‌ها باید در تمام طول استخوان قرار داده شوند. این باعث کاهش بار روی پین‌های نزدیک به شکستگی می‌شود. حداقل ۲ پین در هر بخش استخوان قرار داده شود. افزایش تعداد پین‌ها باعث افزایش پایداری و کاهش فشار در سطح مشترک پین-استخوان می‌شود. فشار زیاد در سطح مشترک پین و استخوان منجر به تحلیل استخوان و شل شدن پین می‌شود. افزایش تعداد پین‌ها، فشار بین پین-استخوان در هر پین را کاهش می‌دهد. تعداد ایده‌آل، ۴ پین در هر سمت شکستگی است. برای کارگذاری پین‌ها باید مسیر مطمئن انتخاب شود تا از آسیب به بافت نرم جلوگیری گردد. جهت جلوگیری از ورود به مفصل، با استفاده از نیدل، محدوده مفصل مشخص می‌گردد. با استفاده از اسکالپل شماره ۱۱ یک برش کوچک در پوست ایجاد شده و با کندکاری استخوان مشخص می‌گردد. در ابتدا، بالاترین و پایین‌ترین پین‌ها موازی سطح مفصل، وارد استخوان می‌شوند. سپس میله اتصال با استفاده از گیره به پین‌ها وصل می‌شوند. در ادامه مابقی پین‌ها وارد استخوان می‌شوند. بصورت ایده‌آل در هر قسمت شکستگی حداقل ۶ کورتکس باید توسط پین‌ها گرفته شوند. پین‌های رزوه‌دار بصورت موازی با هم و عمود بر استخوان وارد می‌شوند و پین‌های بدون رزوه با زاویه ۷۰ درجه نسبت به استخوان، وارد می‌شوند. فاصله پین‌ها از خط شکستگی و سطح مفصل نباید از سه برابر قطر پین کمتر باشد. پس از اتمام کار حتماً

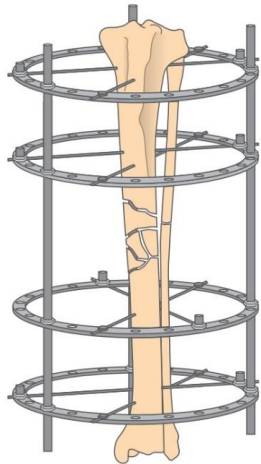
باید ۲ گراف عمود برهم از موضع گرفته شود تا در صورت وجود مشکل، اصلاح صورت گیرد (۵، ۶).

### فیکساتورهای اسکلتی خارجی حلقوی (Circular external skeletal fixators):

این روش اولین بار بعد از جنگ جهانی دوم توسط یک پزشک روسی به نام Gavril Abramovich Ilizarov برای سربازان مجروحی که دچار شکستگی‌های شدید استخوانی بودند استفاده شد، به همین علت به این روش، روش الیزاروف نیز گفته می‌شود. این فیکساتور معمولاً در درمان شکستگی‌های خرد شده در اطراف مفاصل، درمان جوش نخوردن استخوان، افزایش طول استخوان، اصلاح ناهنجاری‌های زاویه‌ای اندام‌ها و تثبیت مفصل‌های مچ دست و پا استفاده می‌شود. اجزای این فیکساتور شامل سیم، حلقه، میله، پیچ و مهره جهت تثبیت سیم‌ها می‌باشد (تصویر ۱۰، سمت راست). در این نوع از فیکساتورها، سیم‌های قابل انعطاف به قطر ۱ تا ۱/۵ میلی‌متر از داخل استخوان عبور داده شده و سپس دو سر سیم‌ها را در خارج از بدن به حلقه‌هایی که دورتادور اندام قرار می‌گیرند متصل می‌کنند. این سیم‌ها تحت کشش قرار گرفته و توسط گیره‌هایی به حلقه‌ها متصل می‌شوند. خود حلقه‌ها هم توسط میله‌هایی به یکدیگر اتصال دارند. سایز سیم‌های مورد استفاده متناسب با وزن بیمار می‌باشد. در بیماران با وزن کمتر از ۱۰ کیلوگرم از سیم یک میلی‌متری، ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم سیم ۱/۲ میلی‌متری و بالای ۲۰ کیلوگرم از سیم‌های ۱/۵ میلی‌متری استفاده می‌شود. در شرایط استاندارد برای هر حلقه، دو سیم از کورتکس استخوان رد می‌شود. حلقه‌های مورد استفاده در دو نوع حلقه کامل (Full ring) و نیم حلقه (Half ring) می‌-

طول استخوان فاصله باشد، استفاده می‌شود (تصویر ۱۰، سمت چپ) (۵، ۶، ۱۱).

باشد. جهت انتخاب حلقه از کوچکترین حلقه با اندازه‌ای که حداقل ۲ سانتی‌متر بین پوست و قسمت داخلی حلقه در تمام



تصویر ۱۰. سمت راست: اجزای تشکیل دهنده الیزاروف و سمت چپ نمونه‌ای از یک فیکساتور خارجی حلقوی (۵)

می‌باشد. در شکستگی‌های نزدیک به مفصل زانو و آرنج استفاده از فیکساتورهای حلقوی مناسب نیست زیرا نمی‌توان در نزدیکی مفصل حلقه‌های کامل را قرار داد. بنابراین ترجیح بر استفاده از فیکساتورهای هیبریدی می‌باشد زیرا استفاده از آنها به خصوص در سگ‌ها و گربه‌های کوچک‌تر، ساده‌تر است و عوارض کم‌تری نسبت به فیکساتورهای حلقوی دارد (۱۲، ۱۳).

### فیکساتورهای اسکلتی خارجی هیبریدی ( Hybrid external skeletal fixators):

این نوع از فیکساتورها ترکیبی از فرم خطی و حلقوی هستند به گونه‌ای که در قسمت بالایی دارای ساختار خطی و در قسمت انتهایی دارای ساختار حلقوی می‌باشند (تصویر ۱۱). ساختار ترکیبی این نوع از فیکساتورها سبب شده است که دارای مزایای متعدد هر دو روش خطی و حلقوی باشند به ویژه برای شکستگی‌های کنار مفصلی که قطعه شکسته بسیار کوتاه



تصویر ۱۱. نمونه‌ای از فیکساتور خارجی هیبریدی (۱۴)

پس از جراحی باید از داروهای ضد درد و آنتی بیوتیک مناسب استفاده نمود. پس از جراحی کارگذاری فیکساتور، قسمتی از پین که در خارج از پوست قرار دارد و همچنین اندام بیمار، باید

### مدیریت پس از جراحی کارگذاری فیکساتورهای خارجی:

فیکساتور خارجی یک مدل درمانی چندوجهی و موثر است، اما نیاز به مراقبت دقیق در طول دوره درمان دارد. قبل از تصمیم‌گیری برای استفاده از فیکساتور خارجی، باید امکان رعایت دستورالعمل‌های مراقبت پس از عمل توسط صاحبان بیمار و حیوانات خانگی در نظر گرفته شود. فیکساتورها معمولاً نیاز به نگهداری طولانی مدت دارند و اگر تمایل صاحب حیوان یا تحمل بیمار نسبت به سازه کم باشد، تثبیت خارجی برای آن بیمار مناسب نخواهد بود (۴، ۶).

### عوارض:

بیشتر عوارضی که در استفاده از فیکساتور خارجی مشاهده می‌شود به دلیل بکارگیری تکنیک ضعیف می‌باشد. شل شدن زودرس پین‌ها تا حد زیادی شایع‌ترین عارضه است. از نظر بالینی، شل شدن پین باعث درد، التهاب و ترشح از مجرای پین شده و منجر به افزایش لنگش در حیوان می‌شود. در این حالت، در رادیوگرافی، یک خط رادیولوسنت در اطراف پین دیده می‌شود، شل شدن یک پین به تنهایی قابل انتظار است، اما شل شدن چندین پین نشان می‌دهد که ساختار فیکساتور استفاده شده یا تکنیک جراحی ضعیف بوده است. باید به این نکته هم توجه کرد که شکستن پین نادر است. اگر پین پایدار باشد و فقط ترشحات جزئی وجود داشته باشد، می‌توان با اقدامات اولیه بهداشتی مانند تمیز کردن ناحیه با کلرهگزیدین و یا ترکیبات یددار و استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های سیستمیک وضعیت بیمار را مدیریت نمود (۱۵).

از هرگونه خون و آلودگی تمیز شوند. انتهای بریده شده هر پین باید توسط محافظ‌های پلاستیکی پوشانده شده تا از آسیب‌های احتمالی جلوگیری به عمل آید. در اطراف پین‌ها و پوست ناحیه از پماد آنتی‌بیوتیک موضعی (مثل باسیتراسین، نئومایسین و پلی‌میکسین B) استفاده شود تا میزان آلودگی میکروبی کم شده و احتمال انتقال آن از سطح پوست به داخل کاهش یابد.

سپس یک گاز استریل در اطراف پین‌ها قرار می‌گیرد و در ادامه اندام بانداز می‌شود. بانداژها بصورت روزانه تعویض می‌گردد و پین‌ها نیز بصورت روزانه تا زمان اتمام ترشح زخم تمیز می‌گردد. پس از مرخص شدن بیمار، معاینات پس از عمل باید هر ۲ هفته یکبار و در ۶ هفته اول انجام شود. فعالیت حرکتی حیوان باید محدود گردد زیرا حرکت بیش از حد می‌تواند باعث افزایش زهکشی و شل شدن احتمالی پین‌ها شود. قسمت بیرونی پین‌ها از نظر زهکشی یا تحریک پوست بررسی می‌شود. در هر معاینه، فیکساتور باید بازرسی و سفت شود. در حالی که برش‌های پوستی اطراف پین‌ها بهبود می‌یابند، اگر در اطراف هر یک از پین‌ها ترشحاتی دیده شود، می‌تواند نشانه عفونت یا شل شدن پین باشد. رادیوگرافی باید ۶ هفته پس از عمل برای ارزیابی بهبود استخوان گرفته شده و در فواصل چهار تا شش هفته‌ای در طول دوره نقاهت تکرار شود. هنگامی که ترمیم استخوان از نظر بالینی و رادیوگرافی شکل تایید گردید، می‌توان اقدام به خروج فیکساتور نمود که معمولاً ۱۲ تا ۱۶ هفته پس از جراحی اتفاق می‌افتد، اما بسته به سن بیمار، فعالیت و نوع شکستگی متغیر می‌باشد. بعد از خروج فیکساتور، فعالیت بیمار باید به مدت ۳ تا ۴ هفته دیگر کاهش یابد.

### منابع

1. Cinthuja P, Wijesinghe PCI, Silva P. Use of external fixators in developing countries: a short socioeconomic analysis. Cost Effectiveness and Resource Allocation. 2022;20(1):1-9.
2. Mathieu L, Ouattara N, Poichotte A, Saint-Macari E, Barbier O, Rongi ras F, et al. Temporary and definitive external fixation of war injuries: use of a French dedicated fixator. International orthopaedics. 2014;38:1569-76.
3. Thomas SR, Giele H, Simpson AH. Advantages and disadvantages of pinless external fixation. Injury. 2000;31(10):805-9.
4. Bakici M, Karstl B, Cebeci MT. External skeletal fixation. International Journal of Veterinary and Animal Research. 2019;2(3):69-73.
5. Fossum TW, Cho J, Dewey CW, Hayashi K, Huntingford JL, MacPhail CM, et al. Small



- animal surgery. Philadelphia, PA : Elsevier, Inc. 2019.
6. Sylvestre AM. Fracture Management for the Small Animal Practitioner. John Wiley & Sons, Inc. 2019.
  7. Mathew DD, Ranganath L, Nagaraja B. Comparison of Type Ia single and double connecting bar external skeletal fixation for femoral fracture repair in dogs. *Indian Journal of Veterinary Surgery*. 2010;31(2):133-4.
  8. Pardeshi G, Ranganath L. Comparison of type Ia and type Ib external skeletal fixation for tibial fracture repair in dogs. *Indian Journal of Veterinary Surgery*. 2008;29(2):93-5.
  9. Corr SA. Practical guide to linear external skeletal fixation in small animals. *In Practice*. 2005;27: 76-85.
  10. Egger EL. External Skeletal Fixation. In: Bojrab MJ (Ed), *Current Techniques in Small Animal Surgery*. Williams & Wilkins, Maryland. 1998.
  11. Fernando P, Abeygunawardane A, Wijesinghe P, Dharmaratne P, Silva P. An engineering review of external fixators. *Medical Engineering and Physics*. 2021;98:91-103.
  12. Kirkby KA, Lewis DD, Lafuente MP, Radasch RM, Fitzpatrick N, Farese JP, et al. Management of humeral and femoral fractures in dogs and cats with linear-circular hybrid external skeletal fixators. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2008;44(4):180-97.
  13. Hudson CC, Lewis DD, Cross AR, Dunbar NJ, Horodyski M, Banks SA, et al. A Biomechanical Comparison of Three Hybrid Linear-Circular External Fixator Constructs. *Veterinary Surgery*. 2012;41(8):954-65.
  14. Jiménez-Heras M, Rovesti GL, Nocco G, Barilli M. Evaluation of sixty-eight cases of fracture stabilisation by external hybrid fixation and a proposal for hybrid construct classification. *BMC Veterinary Research*. 2014;10(1):1-10.
  15. Beever LJ, Giles K, Meeson RL. Postoperative Complications Associated with External Skeletal Fixators in Dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 2018;31(2):137-43.

## Abstracts in English

**External Skeletal Fixators in Small Animal****Hamid Reza Moslemi <sup>1\*</sup>, Navid Ehsanipour <sup>2</sup> , Faeze Emarloo <sup>2</sup>**

1. Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University, Semnan, Iran.

2. Student, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University, Semnan, Iran.

\*h.moslemi@semnan.ac.ir

An external skeletal fixator is an orthopedic method for treating open or closed fractures of long tubular bones, joint stiffness, bone lengthening, and congenital malformations. An external skeletal fixator is a device that is installed outside the organ and inserts pins into the fracture to fix it and adjust the position of the pin. They are connected to the frame and secured with bolts and nuts. Fixtures have changed significantly in appearance and biomechanics over time, but the principle and function remain the same. These fixtures consist of pins or thin stainless steel wires that penetrate the skin and reach the bone. This way the broken part is fixed in the right direction. Depending on the body geometry and shape, these external skeletal fixators are available in different types such as linear, circular, and hybrid fixators. The simplest and most common type of external skeletal fixator is the linear fixator. The use of an external fixator has several advantages over other fixation methods such as stabilization of the fracture at some distance from the injury site, no need for a cast, ease of patient movement, and minimal involvement of the joint. Premature loosening of the pin is the most common complication causing pain, inflammation, and discharge from the pin tract. Although these fixators are versatile and effective treatment models, they require careful maintenance during treatment. Before deciding to use an external fixator, the patient's and pet's owner's ability to comply with postoperative care instructions should be considered. This article reviews the types of external fixators, postoperative care, and their complications.

**Keywords:** External skeletal fixator, linear, circular, hybrid, small animal