✓ پژوهش و سازندگی، شماره ۵۴، بهار ۱۳۸۱

استفاده از روشی جدید برای درمان شکستگی استخوان بازوی کبوتر

● مهرداد محمدی، استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
● سیف‌اله دهقانی، استاد دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۸۰ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۸۱

چکیده

امروزه از انواع روشهای مرسوم و نوین در ارتوپدی پرندگان استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه مقایسه کاربرد استفاده از روش پین داخل استخوانی تهیه شده از استخوان گوسفند و سگ با پین داخل استخوانی از جنس Stainless steel در درمان شکستگی‌های استخوان بازوی کبوتر است. برای این منظور از استخوانهای طویل گوسفند و سگ پین هایی به اندازه و ابعاد مناسب تهیه، بسته بندی و ا ستریل شد. ۴۰ قطعه کبوتر اهلی هم سن به چهار گروه مساوی تقسیم شدند و پس از بیهوشی استخوان بازوی آنها با اره ارتوپدی به‌طور کامل شکسته شد. در گروه اول برای استخوان بازوی شکسته شده هیچ گونه درمانی صورت نگرفت. گروه دوم با پین داخل استخوانی استیل مورد عمل جراحی قرار گرفتند و در گروه‌های سوم و چهارم داخل استخوان شکسته شده به ترتیب پین از جنس استخوان گوسفند و سگ قرار داده شد. با بررسی بالینی به عمل آمده تا ۳۲ هفته پس از عمل مشخص شد که پین استخوانی مقاومت مناسبی برای تثبیت استخوان دارد. کبوتران گروه اول قادر به پرواز نبودند و کبوتران گروه دوم پرواز بدون تعادل داشتند اما کبوتران گروه سوم و چهارم قادر به پرواز کامل بودند. بعد از ۳۲ هفته بر اساس ارزیابی آماری از امتیاز رادیوگراف‌ها در ارتباط با ترمیم شکستگی مشخص شد که بین گروههای ۲، ۳ و ۴ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما بین گروه اول با سایر گروه‌ها اختلاف معنی دار مشاهده شد ($p< ۰/۰۰۱$). هیچ مورد پین از جنس استخوان دفع نشد و به مقدار قابل توجهی نیز جذب گردید.

واژه‌های کلیدی: زنوگرافت، ایمپلانت، پین داخل مغز استخوانی، شکستگی استخوان بازوی کبوتر

✓ Pajouhesh & Sazandegi, No 54 PP: 24-28

Treatment of fracture in pigeon: New technique

By: Mohmmadi, M; Department of Animal Science, Faculty of Agri., Guilan University, Rasht-Iran. Dehghani, S; Department of Clinical Science, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz-Iran

Various traditional and innovative forms of fracture fixation have been applied in birds orthopedic. The purpose of this study was to compare the applicability of the stainless steel intramedullary (IM) pin and IM pin made from ovine and canine bone. Ovine and canine long bones were used to prepare pins in appropriate size and dimension. The pins were packaged and sterilized. Forty domestic pigeons (with 390 gr average body weight) were divided into 4 equal groups. pigeons were anesthetized and humeral bone was cut by orthopedic saw. In first group the fracture bone was not treated. The stainless steel pins were inserted into the humeral medulla in the second group of pigeons, in the third and forth groups prepared pins from ovine and canine bone were in serted into the medulla. After 32 weeks the pigeons of the first group were not able to fly, in the second group pigeon had imbalance in flight, in the third and forth groups the pigeons were able to fly with no problem. Radiographically there was not a significant differences between 2nd, 3rd and 4th groups, but there was a significant difference between the first group and other groups ($p<0.001$). Non of the bone pins were rejected, all were absorbed in later stages in large quantities. It was concluded that bone pin made from canine and ovine bone were compatible with the stainless steel pins in providing rigid stability as well as having the advantage of gradual resorption and no interference with flying condition.

Keywords: Xenograft, Implantation, Intramedullaty pin, pigeon humeral fracture.

مقدمه

یکی از متداول‌ترین آسیب‌هایی که به استخوان پرندگان وارد می‌شود شکستگی است (۵، ۱۲). برای درمان شکستگی‌های پرندگان از روشهای مختلف تثبیت خارجی و داخلی استفاده می‌شود (۷). در روش تثبیت داخلی، استخوان سریعتر جوش می‌خورد، کالوس کمتری تشکیل می‌شود و معمولاً در این روش از پین و پلیت استفاده می‌گردد. به علت کوچک بودن استخوان پرندگان بین پین و استخوان عدم تناسب وجود دارد و همچنین در زمان به‌کار بردن پلیت، کورتکس نازک استخوان، قدرت نگهداری پیچ را ندارد (۷). علاوه بر این، استفاده از مواد سنتزی مشکلات و محدودیت‌های دیگری نیز دارد، این موارد در طول زمان در معرض فرسودگی و شکستگی قرار داشته و به‌صورت بیولوژیکی با اسکلت میزبان ترکیب نمی‌شوند. یکی دیگر از مشکلات مهم تثبیت داخلی برداشتن پین و پلیت است و استفاده از روشهایی که به جراحی مجدد و برداشتن وسیله تثبیتی نیاز نداشته باشد می‌تواند بسیار مفید باشد. نوع پین مرسوم مورد استفاده از جنس Stainless steel است. این پین می‌تواند باعث بروز مشکلات خاصی در پرندگان شود که می‌توان به عدم پرواز به علت وزن پین، ایجاد عدم تعادل بین دو بال و بیرون زدن پین فلزی از استخوان اشاره کرد (۱۱). لذا برای جلوگیری از بروز این مشکلات این فکر بوجود آمد که با یک روش جدید پین‌هایی از جنس استخوان ساخته شود و در شکستگی استخوان مورد استفاده قرار گیرد. سپس با بررسی درمانگاهی و رادیوگرافی نتایج این عمل مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت موفق بودن به عنوان روش جدیدی که تاکنون از آن استفاده نشده است معرفی گردد. با این هدف پین‌هایی از جنس استخوان گوسفند و سگ تهیه شد و در شکستگی استخوان بازوی کبوتر مورد استفاده قرار گرفت.

مواد و روشها

استخوانهای بازو، زندزبرین، ران و درشت نی گوسفند و سگ تهیه گردید و سپس با کمک اره برقی با دادن برش طولی به قطعات کوچکتری تبدیل شدند. توسط سوهان و سمباده برقی استخوان‌ها به پین‌های کوچک به طول ۳ تا ۵ سانتیمتر و قطر ۲ تا ۳ میلی متر تبدیل شدند. سپس مرحله چربی زدایی و استریل کردن استخوان‌ها در سه مرحله اکسیداسیون، هیدراسیون و مرحله خشک کردن در دمای اتاق انجام گرفت. پین‌های استخوانی در بسته‌های کاغذی بسته بندی و به مدت ۲۴ ساعت توسط گاز اکسید اتیلن ۹۷ درصد استریل شدند. ۴۰ قطعه کبوتر اهلی با میانگین وزن ۳۹۰ گرم مورد عمل جراحی قرار گرفتند. پرنده‌ها ۲ ساعت قبل از عمل پرهیز غذایی داده شدند. سپس جهت محاسبه میزان دقیق داروی بیهوشی، کبوتران توزین شده و برای بیهوشی از زایلازین ۲ درصد (۱mg/kg) و کتامین ۵ درصد (۵۰-۲۰mg/kg) به‌طور همزمان و داخل عضلانی استفاده شد. کبوتران به چهار گروه تقسیم شدند. در گروه اول پس از برش پوست، استخوان بازو توسط اره استخوان بر بصورت عرضی برش داده شد و بدون هیچ گونه درمانی پوست دوخته شد. در گروه دوم پس از برش استخوان بازو، پین فلزی داخل استخوان قرار داده شد. در گروه سوم و چهارم پس از برش استخوان بازو به ترتیب پین از جنس استخوان گوسفند و سگ در داخل استخوان قرار داده شد. بعد از عمل از هیچ گونه تثبیت خارجی یا تثبیت کمکی استفاده نشد. پس از جراحی وضعیت ظاهری محل عمل، وضعیت نگاهداری بال، وضعیت بال زدن و پرواز در هفته‌های ۲، ۴، ۶، ۱۰، ۲۰ و ۳۲ مورد ارزیابی قرار گرفت. بلافاصله بعد از عمل از بال جراحی شده رادیوگراف تهیه شد و در هفته‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۲۰، ۲۶ و ۳۲ تهیه رادیوگراف ادامه یافت. سپس وضعیت پین، کالوس خارجی، وضعیت جوش خوردن استخوان مورد ارزیابی قرار گرفت و بر اساس جدول ۱ به آنها امتیاز داده شد.

جدول شماره ۱- معیارهای امتیاز دهنده به رادیوگرافهای تهیه شده از استخوان بازو

معیار ارزیابی	رادیوگرافی	امتیاز
	۱- دو قطعه شکستگی Override شده است	۰
	۲- پین استخوانی درون دو قطعه شکستگی قرار دارد	۰ و ۱
وضعیت پین	۳ - پین استخوانی بیرون آمده است	۰
	۴- پین استخوانی از وسط دو نیم شده است (پیوند دفع شده است)	۰ و ۱
	۵- پین استخوانی دو قطعه شکستگی را به هم متصل حفظ نموده است.	۰ و ۱
	۶- پین استخوانی جذب شده یا در حال جذب شدن است	۰و ۱ و۲و ۳
کالوس خارجی	۷- کالوس خارجی تشکیل شده است (یل زدن کالوس در هر یک از سطوح تماس)	۰ و ۱ و ۲
وضعیت جوش	۸- دو قطعه شکستگی جوش خورده است	۰و ۱و ۲و ۳
خوردن استخوان	۹- شکل ظاهری استخوان شبیه استخوان سالم شده است	۰و ۱ و ۲ و ۳
	۱۰ کانال داخلی محل شکستگی شبیه استخوان سالم شده است	۰و۱ و ۲ و ۳
	حداکثر امتیاز ممکن برای هر رادیوگراف	
	۰ بد	
	۱ متوسط	
	۲ خوب	
	۳ عالی	

جدول شماره ۲- وضعیت بهبودی موضع عمل در ۴گروه تا هفته ۳۲

هفته / گروه	۲	۴	۶	۱۰	۲۰	۳۲
۱	٪۲۰ سیاه شدن بال ٪۴۰ ادم	٪۶۰	٪۸۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
۲	٪۳۰ کمی سیاه شدن بال ٪۴۰ ادم	٪۸۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
۳	٪۱۰ باز شدن زخم	٪۸۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
۴	بدون مشکل	٪۸۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰

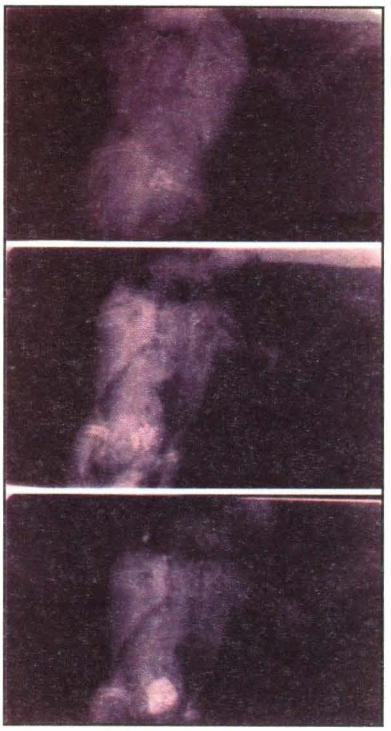
* وضعیت بهبودی: از نظر جوش خوردن لبه‌های زخم، جذب نخ بخیه، عدم عفونت ظاهری

جدول شماره ۳- وضعیت نگاهداری بال در ۴گروه تا هفته ۳۲

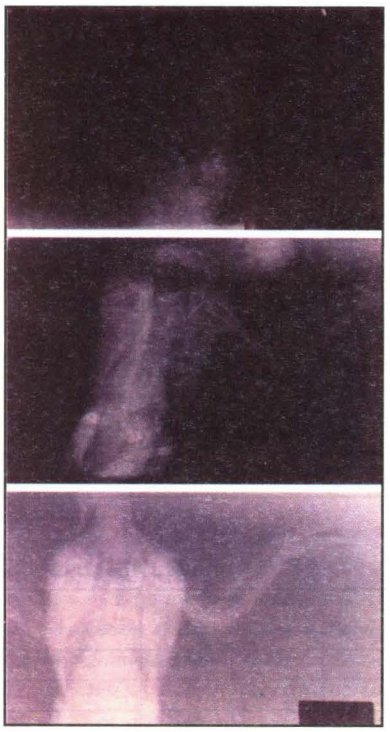
هفته / گروه	۲	۴	۶	۱۰	۲۰	۳۲
۱	٪۵۰ آویزان بودن بال	٪۱۰ آویزان بودن بال	طبیعی	طبیعی	طبیعی	طبیعی
۲	٪۲۰ آویزان بودن بال	٪۱۰ آویزان بودن بال	طبیعی	طبیعی	طبیعی	طبیعی
۳	طبیعی	طبیعی	طبیعی	طبیعی	طبیعی	طبیعی
۴	٪۲۰ آویزان بودن بال	طبیعی	طبیعی	طبیعی	طبیعی	طبیعی

مشاهدات و نتایج

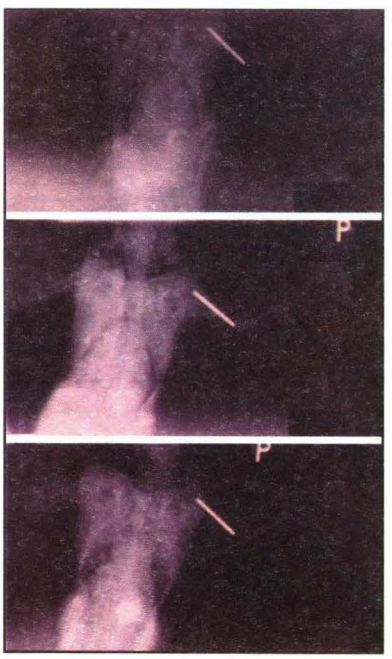
از نظر وضعیت بهبودی موضع عمل در گروه‌های ۱، ۲ و ۳ فقط تا هفته دوم مقداری مشکل سیاه شدن بال و ادم مشاهده شد که در هفته‌های بعد این مشکل رفع گردید (جدول ۲). در هفته دوم در گروه‌های ۱، ۲ و ۴ وضعیت نگاهداری بال تا حدی به‌صورت آویزان مشاهده شد که از هفته ششم به حالت طبیعی در آمد (جدول ۳). از نظر بال زدن و وضعیت پرواز در گروه اول عدم بال زدن تا هفته چهارم و پرواز ناقص تا هفته سی و دوم کاملاً مشهود بود، در گروه دوم تا هفته سی و دوم پرواز بدون تعادل وجود داشت و در گروه‌های سوم و چهارم از هفته دهم پرواز کامل مشاهده شد (جدول ۴). امتیازات رادیوگرافی در هر گروه از هفته صفر تا سی و دوم افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد ($p< ۰/۰۱$) (جدول ۵). از هفته صفر تا هفته سی و دوم بین امتیازات رادیوگرافی گروه اول با سه گروه دیگر اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p< ۰/۰۰۱$) ولی بین امتیازات گروه‌های دو، سه و چهار اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ($p> ۰/۰۵$).



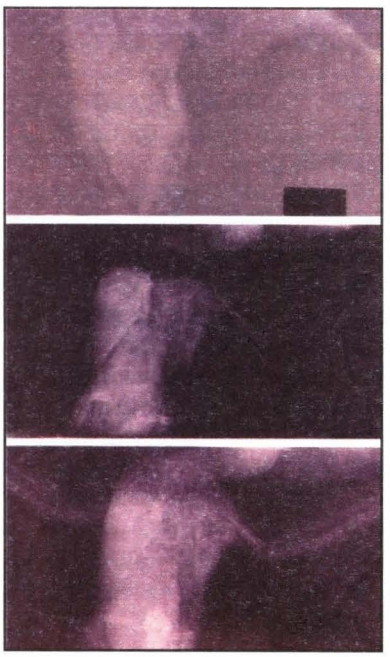
تصویر شماره ۱- نمای جانبی استخوان بازوی یکی از کبوتران گروه‌اول در هفته‌های ۲۰، ۲۶ و ۳۲. کالوس استخوانی کامل‌تر شده است و دو قطعه شکستگی به شکل غیر طبیعی جوش خورده است.



تصویر شماره ۳- نمای جانبی استخوان بازوی یکی از کبوتران گروه سوم در هفته‌های ۲۰، ۲۶ و ۳۲. مقدار قابل توجهی از پین استخوانی جذب شده است. دو قطعه شکستگی کاملاً جوش خورده و شکل ظاهری و کانال داخلی محل شکستگی به مقدار زیادی شبیه قبل از عمل شده است.



تصویر شماره ۲- نمای جانبی استخوان بازوی یکی از کبوتران گروه دوم در هفته‌های ۲۰، ۲۶ و ۳۲. دو قطعه شکستگی کاملاً جوش خورده است و بین فلزی همچنان در داخل کانال استخوانی وجود دارد.



تصویر شماره ۴- نمای جانبی استخوان بازوی یکی از کبوتران گروه چهارم در هفته‌های ۲۰، ۲۶ و ۳۲. دو قطعه شکستگی کاملاً جوش خورده است.

جدول شماره ۴- وضعیت بال زدن و پرواز در ۴گروه تا هفته ۳۲

هفته / گروه	۲	۴	۶	۱۰	۲۰	۳۲
۱	عدم بال زدن	عدم بال زدن	عدم پرواز	عدم پرواز	٪۱۰۰ پرواز ناقص	٪۱۰۰ پرواز ناقص
۲	عدم بال زدن	٪۸۰ بال می‌زدند	٪۱۰۰ پرواز ناقص	٪۹۰ پرواز بدون تعادل ٪۱۰ عدم پرواز	٪۹۰ پرواز بدون تعادل ٪۱۰ پرواز ناقص	٪۹۰ پرواز بدون تعادل ٪۱۰ پرواز ناقص
۳	عدم بال زدن	٪۸۰ بال می‌زدند	٪۱۰۰ پرواز ناقص	٪۹۰ پرواز کامل	٪۱۰۰ پرواز کامل	٪۱۰۰ پرواز کامل
۴	عدم بال زدن	٪۷۰ بال می‌زدند	٪۱۰۰ پرواز ناقص	٪۸۰ پرواز کامل	٪۱۰۰ پرواز کامل	٪۱۰۰ پرواز کامل

جدول شماره ۵- میانگین و انحراف معیار امتیازات استخراج شده از تصاویر رادیوگرافی در ۴گروه

هفته / گروه	۰	۲	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۲۰	۲۶	۳۲	
۱	-۰/۱۱±۰/۳۳	-۰/۲۲±۰/۳۶	-۰/۰۵±۰/۵۳	۰/۳۹±۰/۸۶	۰/۶۱±۰/۶۹	۱/۲۲±۰/۷۵	۱/۴۴±۰/۹۵	۱/۸۹±۱/۱۹	۲/۵۰±۱/۳۵	۳/۰۶±۱/۳۸	۳/۳۳±۱/۵۸	S
۲	۵/۲۸±۱/۵۶	۶/۰۵±۲/۵۱	۷/۱۱±۲/۸۸	۸/۵۰±۳/۱۹	۹/۶۶±۲/۶۶	۹/۸۳±۳/۴۹	۱۰/۲۲±۳/۵۱	۱۰/۵±۳/۵۰	۱۱/۵۰±۲/۷۳	۱۱/۸۳±۳/۷۱۰	۱۱/۸۸±۳/۱۳	S
۳	۵/۷±۰/۶۷	۶/۸۵±۰/۷۴	۸/۱۵±۱/۵۴	۹/۵۰±۱/۸۴	۱۱/۵۵±۲/۴۹	۱۱/۷۵±۲/۴۹	۱۲/۳۵±۲/۱۳	۱۲/۶۵±۲/۰۸	۱۳/۸۵±۲/۷۶	۱۴/۹۲±۲/۸۶	۱۵/۱۴±۳/۰۰	S
۴	۵/۰۹±۱/۲۰	۶/۲۲±۱/۳۳	۷/۰۹±۱/۴۸	۸/۶۸±۲/۲۷	۱۰/۴±۰۲/۵۹	۱۱/۴۵±۲/۹۸	۱۲/۰۴±۲/۸۲	۱۲/۳۶±۲/۸۸	۱۳/۴۰±۲/۱۶	۱۳/۵۵±۲/۰۱	۱۴/۰۰±۲/۰۶	S

S= Significant (P<۰/۰۱)

تصاویر ۱ تا ۴ رادیوگراف یک مورد از هر گروه در هفته‌های ۲۰، ۲۶ و ۳۲ را نشان می‌دهد. در تمامی مواردی که پین از جنس استخوان گوسفند و سگ به‌کار برده شد پرندگان قدرت پرواز خود را به‌دست آورده و علائم رادیوگراف ترکیب پین با میزبان را در نسبت‌های مختلف تأیید نمود. مطالعه رادیوگرافها نشان داد که دانسیته پین‌های استخوانی به مرور زمان کم می‌شود به‌طوریکه پین‌های استخوانی تا حد زیادی در هفته سی‌و دوم پس از عمل جذب شده بودند. در هیچ یک از موارد، پین استخوانی به‌کار برده شده جهت تثبیت از وسط دو نیم نشده بود و در واقع می‌توان گفت هیچ مورد دفع مشاهده نشد. با توجه به نتایج بالینی و رادیوگرافی پین‌های از جنس استخوان هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در روند ترمیم و هیچ گونه کمبودی نیز در مقایسه با پین فلزی نداشتند. همچنین بین پین ساخته شده از استخوان گوسفند و سگ از نظر امتیازات رادیوگرافی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

بحث

با توجه به اینکه مراحل ترمیم استخوان در پرندگان مشابه پستانداران است و فقط در زمان جوش خوردن استخوان و منشاء کالوس اختلاف وجود دارد (۳)، پرنده الگوی خوبی برای پیاده کردن روشهای جدید ارتوپدی در دامپزشکی است. از طرفی وجود استخوان‌های هوادار در پرندگان که دارای محوطه داخل استخوانی بزرگ با ترابکولی پراکنده هستند باعث بروز مشکلات خاص در تثبیت شکستگی پرندگان می‌شود (۳) که روشهای درمانی خاص خود را می‌طلبد. هدف اصلی از انتخاب کبوتر در این تحقیق به عنوان الگویی برای پرندگان دیگر و در مرحله بعد الگویی برای کار ارتوپدی در دامپزشکی بود. امروزه سعی می‌شود از مواد سبک در ترمیم شکستگی پرندگان استفاده شود (۱۵). توسط Putney و همکاران از مواد آکریلیک به علت سبک بودن، در تثبیت خارجی شکستگی پرندگان استفاده شده است (۱۳). Kuzma از پلی متیل متاکریلات (PMMA) در داخل حفره استخوان استفاده کرد (۹). Wan و همکاران روش استفاده از پین‌های دیاگزینون را در استخوان بازوی کبوتر به جای پین فلزی به‌کار بردند (۱۷). از پین‌های هیدرولیز شونده آهسته مثل اسید پلی لاکتیک در حیوانات مختلف استفاده شده است (۱۴). پس استفاده از مواد تثبیت کننده داخلی سبک و موادی که به تدریج جذب بدن می‌شوند در دستور کار ارتوپدی نوین قرار دارد لذا این تحقیق نیز در این راستا صورت گرفت تا بتواند روش دیگری برای درمان شکستگی ارائه کند. در شکستگی پرندگان در بین روشهای مختلف تثبیت کننده داخلی روش پین داخل استخوان می‌تواند به عنوان یکی از بهترین روشهای درمان مطرح باشد (۱۰). اما عیب بزرگ پین فلزی وزن آن است که حالت عدم تعادل در پرواز یا عدم پرواز ایجاد می‌کند (۱۱). در حالیکه پین از جنس استخوان از اکثر معایب پین‌فلزی مبراست و در صورت بروز عفونت با آنتی بیوتیک می‌توان آن را درمان نمود زیرا جریان خون در اطراف پین استخوانی در گردش است.

به علت اینکه استخوان تازه و تغییر نیافته باعث ایجاد پاسخ‌های شدید ایمنی می‌شود و از طرفی استخوان حیوانات دیگر، تناسبی با پرنده ندارد لذا در این تحقیق از زنوگرافت نگهداری شده استفاده شد تا در حد ممکن خاصیت ایمنی زایی آن از بین برود. اما در این بررسی چون از استخوان مرده استفاده شد لذا واژه گرافت شاید کاملاً صحیح نباشد و بهتر است به این عمل، کاشتن (Implant) اطلاق شود، زیرا طبق تعریف برای کاربرد مواد غیر حیاتی در بدن اصطلاح کاشتن صحیح‌تر است (۱). در پین گذاری، عمل کاشتن استخوان در واقع نگهداری قطعات شکسته است (۱). وقتی دو قطعه استخوان نگاهداری شد عمل هدایت استخوانی (Osteconduction) انجام می‌شود و پین از جنس استخوان مانند چارچوبی عمل می‌کند که استخوان روی آن قرار می‌گیرد (۱، ۲).

در روند این تحقیق برای تهیه استخوان از پراکسید هیدروژن به عنوان پروتئین زدایی استخوان استفاده شد که با اکسید کردن شاخه‌های جانبی اسیدهای آمینه باعث می‌شود خاصیت آنتی ژنیک استخوان کاهش یابد (۸). لذا عدم دفع پین از جنس استخوان در این تحقیق با این اصل مطابقت دارد و نشان دهنده روش صحیح آماده سازی پین است که باعث تحریک ایمنی و دفع پیوند نشده است.

نکته بسیار جالب و مهم در نتایج این تحقیق جذب تدریجی پین‌های از جنس استخوان بود. روند ترکیب شدن (Incorporation) در واقع مشارکت بین بستر گیرنده و پیوند استخوان است (۱۶). در حالت پیوند استخوان مرده، استئوکلاست‌ها آن را در بر می‌گیرند (۶).

در این بررسی به دلیل تثبیت مناسبی که پین داخل استخوانی ایجاد کرده بود ترمیم در گروه‌های ۲، ۳ و ۴ با تشکیل کالوس کمتری در محل شکستگی همراه بود. وزن پین استخوانی و تداخل در کار استخوان هوادار (Pneumatic) می‌تواند باعث پرواز بدون تعادل شود که در گروه دوم این قضیه تا هفته سی و دوم به وضوح مشاهده شد. در گروه‌های سوم و چهار از هفته دهم پرواز کامل و بدون مشکل در همه پرندگان دیده شد و در واقع آنچه مورد نظر اکثر محققین ارتوپدی پرندگان است نیل

بـه ایـن هـدف است. اگـر از لحـاظ آسـیب‌شناسی و بیومکانیک، جوش خوردگی و ترمیم استخوان به نتیجه مطلوب برسد اما پرنده قادر بـه پـرواز نـباشد، ایـن نـوع جراحی سودمند نیست چـون وسـیله تـثبیت کـننده بـه درستی استخوان بال را به شکل اولیه خود حفظ نکرده و بال دچار تغییرات آئرودینامیک شـده است (۴). امـا در مشاهدات این تحقیق تمامی پرندگان گـروه‌های سـوم و چهارم قادر به پرواز کامل بودند که نشان دهـنده تـثبیت درست توسط پین‌های داخل استخوانی است. با توجه به جدول ۵ در مقایسه روند ترمیم شکستگی چهار گروه با یکدیگر مـی‌توان عـنوان نـمود پـین از جـنس اسـتخوان گوسفند و سگ در روند درمان شکستگی اختلاف خاصی با پین فلزی نـدارد و در واقـع مـی‌توان از ایـن نـوع پـین ساخته شده ازاستخوان بـه عـنوان جـانشینی بـرای پـین فلزی استفاده کرد و علاوه بـر ایـن مـهمترین مـزیت آن عدم نیاز به خارج کردن از بدن است چون به تدریج جذب می‌شود. همچنین بین گروه سوم و چـهارم نـیز اخـتلاف معنی داری مشاهده نشد و در واقع مـی‌توان گـفت بـین استفاده از پین ساخته شده از استخوان گـوسفند و سگ فرق خاصی وجود ندارد اما با توجه به اینکه دسترسی به اسـتخوان گـوسفند راحت‌تر مـی‌باشد لذا بـهتر است از استخوان این حیوان استفاده شود.

با توجه به نتیجه این تحقیق، شکستگی اسـتخوان پرندگان دیگری از قبیل طوطی، عقاب و شاهین نـیز بـا این روش مورد جراحی قرار گرفت که نتایج درمان بسیار عالی بود.

منابع مورد استفاده

1 - Bojrab, M. J. 1998. Current techniques in small animal surgery, 4th edition. Williams and Wilkins, A waverly company, Pp: 901-913.

2- Brinker, W.O., Piermattei, D.L. and Flo, G.L. 1990. Handbook of small animal orthopedics and fracture treatment. W.B. Saunders Co. Philadelphia, London, PP: 2-38.

3- Bush, M., Montali, R.J. Novak., G.R. and James, A.E. 1976. The healing of avian fractures: A histological xeroradiographic study. j. Am . Anim. Hosp. Assoc. 12: 768-773.

4- Coles, B. H. 1997. Avian medicine and surgery. Second edition. Black well science LTD, PP: 172-189.

5- Cornel, C.N. and Lane, J.M. 1997. Newest factors in fracture healing. Clin. Orthop 277: 297-311.

6- Henry, W.B. and Wadsworth, P.L. 1981. Retrospective analysis of failures in the repair of severely comminuted long bone fractures using large diaphyseal allografts. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 17(4): 534-546.

7- Howard, P.E. 1990. The use of bone plates in the repair of avian fractures. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 26: 613-622.

8- Katthagen, B.D. 1987. Bone regeneration with bone substitutes. Springer - Verlag, Berlin, PP: 1-27.

9- Kuzma. A.B. and Hunter, B. 1991. A new technique for avian fracture repair using intramedullary polymethylmethacrylate and bone plate fixation. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 27: 239-248.

10- Maccoy, D. M. 1991. General principles of avian surgery. Compendium, 13: 989-993.

11- Mc Carthney, W.T. 1994. Orthopedic injuries in pigeons. Vet. Rec. 134: 305-307.

12- Muller, W. 1990. Bone physiology. Clin. Orthop. Rel. Res. 258: 3-8.

13 - Putney, D.L., Borman, E.R, and Lohse.C.L. 1983. Methylmethacrylate fixation of avian humeral fractures: A radiographic histologic study. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 19: 773-781.

14- Raiha, J. E., Axelson, P. Rokkanen, P. and Tormala, P. 1993. Intramedullary nailing of diaphyseal fractures with self - reinforced polylactide implants. Journal of Small Animal Practice, 34: 337-344.

15- Satterfield, W.C. and O Rourke, K.I. 1981. External skeletal fixation in avian orthopedics using a modified through-and-through Kirschner-Ehmer splint technique (The boston technique) J.Am.Anim. Hosp. Assoc. 17: 635-637.

16- Slatter, D.H. 1993. Textbook of small animal surgery, 2nd edition. Vol. 2, Philadelphia USA, W.B. Saunders company; pp: 1694-1703.

17- Wan, P.Y. and Patton, L.S. 1992. Evaluation of polydiaxonone pins in transvers midhumeral osteotomies in pigeons. Vet. Surg. 21: 409.