

مطالعه هیستوپاتولوژیک اثر اصطکاک سر مته بر ایجاد نکروز حرارتی در استخوان درشت نی بز

امیر وفافر^{۱*}، بهزاد محمدی^۲، ایمان رفیعیان^۳، حمید کیوانی^۴، هورمزد وظیفه مستعان^۳

^۱گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

^۲گروه پاتوبیولوژی، دانشکده پزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

^۳دانش آموخته، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

^۴دانشکده فنی و مهندسی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۴ اصلاح نهایی: ۱۴۰۳/۰۲/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: یکی از مشکلات جراحی های ارتوپدی امکان ایجاد آسیب حرارتی به استخوان در حین سوراخ کردن می باشد. آسیب حرارتی استخوان، ماحصل درجه حرارت و مدت زمانی است که بافت استخوان در معرض اصطکاک قرار می گیرد. در این مطالعه اثر اصطکاک سر مته بر ایجاد نکروز حرارتی در استخوان درشت نی بز بصورت هیستوپاتولوژیک بررسی شد.

مواد و روش ها: پنج راس بز نر سالم نژاد ایرانی انتخاب و با استفاده از سرمته ماریچ تند و split point بر روی بدنه استخوان درشت نی و با رهیافت میانی در هر دو اندام خلفی ۸ سوراخ با دوره های ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۱۰۰۰ در دقیقه ایجاد شد. جهت مطالعه تاثیر ماده خنک کننده بر کاهش بروز نکروز حرارتی در اندام خلفی چپ از نرمال سالین استریل استفاده شد اما در اندام خلفی راست از نرمال سالین استفاده نشد. سپس در هر یک از روزهای ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱ بعد از عمل یکی از حیوانات به روش انسانی ذیح و استخوان درشت نی هر دو اندام به منظور مطالعه هیستوپاتولوژیک به آزمایشگاه ارسال شد.

یافته ها: نتایج آسیب شناسی حاکی از این بود که در ۳۶ مورد از ۴۰ سوراخ ایجاد شده در اندام خلفی راست حدود ۹۰ درصد نکروز حرارتی مشاهده شد در حالی که از ۴۰ سوراخ ایجاد شده در اندام خلفی چپ، حدود ۵۵ درصد دچار آسیب حرارتی شده بودند. همچنین ۶۰ درصد از سوراخهای ایجاد شده با دوره های ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۱۰۰۰ در دقیقه در هر دو اندام دچار نکروز حرارتی شده بودند.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه بیانگر این است که دوره های بالای ۲۵۰ در دقیقه در ایجاد نکروز حرارتی سهم به سزایی دارد زیرا کاهش زمان با افزایش نیروی وارده به سرمته موجب کم کردن احتمال بروز نکروز حرارتی خواهد شد. همچنین استفاده از محلول خنک کننده در حین سوراخ کردن یکی از راه های مؤثر جهت کاهش بروز نکروز حرارتی می باشد.

واژه های کلیدی: نکروز حرارتی، استخوان، سرمته، خنک کننده

امیر وفافر، بهزاد محمدی، ایمان رفیعیان، حمید کیوانی، هورمزد وظیفه مستعان. مطالعه هیستوپاتولوژیک اثر اصطکاک سر مته بر ایجاد نکروز حرارتی در استخوان درشت نی بز. مجله طب دامپزشکی جایگزین. ۱۴۰۳؛ ۷(۲۱): ۱۲۷۰-۱۲۸۲.

مقدمه

درمان جراحی استخوان با به کار گیری پیچ ها و پلیت ها یک تکنیک موفقیت آمیز و استاندارد می باشد و از طرفی پایداری وسایل تثبیت کننده ارتوپدی به کمیت و کیفیت استخوان وابسته است. آسیب های حرارتی و ساختاری به استخوان می تواند در طی جای گذاری پین و پیچ در تثبیت داخلی رخ داده و تبدیل به عاملی در جهت تضعیف سطح تماس بین پین و پیچ با استخوان شود. حرارت ایجاد شده در استخوان در حین کار با مته و جای گذاری ایمپلنت از عوامل شل شدن پین و پیچ می باشد. این آسیب حرارتی ماحصل میزان اصطکاک و مدت زمانی است که بافت استخوانی در معرض این اصطکاک قرار می گیرد. دمای بالای استخوان می تواند باعث نکرور سلول های استخوانی (استئوسیت ها) و تغییرات برگشت ناپذیر در ماتریکس آلی استخوان شود و در نتیجه استحاله پروتئین های آنزیمی و غشایی و در پایان مرگ سلول رخ دهد؛ بنابراین استخوان توان نوسازی خود را به عنوان یک ویژگی مطلوب در هنگام بروز جراحت از دست داده و بسیار مستعد نارسایی مکانیکی می شود (Fuchsberger *et al.*, 1988; Leuing *et al.*, 1996; Perren *et al.*, 2002).

مواد و روش ها

تعداد ۵ راس بز نر نژاد ایرانی در محدوده سنی 10 ± 2 ماه و وزن متوسط 18 ± 2 کیلوگرم انتخاب شده و پس از اطمینان از سلامتی و با حفظ الزامات اخلاقی و قانونی، در جایگاه مخصوص و در شرایط کاملا یکسان نگهداری و از دو هفته قبل از جراحی تحت درمان ضد انگلی با داروهای لوامیزول و نیکلوزامید (شرکت داروهای دامی ایران) قرار گرفتند. آماده سازی موضع جراحی در ناحیه ساق پا در هر دو اندام خلفی از بالای مفصل زانو تا پایین مفصل مچ و همچنین

ناحیه کمری - خاجی به جهت انجام بی حسی اپیدورال صورت گرفت. به منظور کاهش مخاطرات حین جراحی ۱۲ ساعت محرومیت از غذا و به مدت ۲ ساعت محرومیت از آب برقرار گردید. برای انجام جراحی ابتدا داروی زایلازین (شرکت آلفاسان هلند) با دوز 0.5 mg/kg جهت آرامبخشی و داروی لیدوکائین بدون آدرنالین (شرکت ابوریحان) با دوز 1 mg/kg در فضای بین مهره L7 و S1 جهت بی حسی اپیدورال استفاده شد. محل تقریبی این فضا در نقطه تقاطع ستون مهره ها با خطی که استخوان خاصره را به هم وصل میکند می باشد (Turner *et al.*, 1995) در این مطالعه از دو دریل با موتورهای پله ای (Stepper motor) ۲۴ ولت با قابلیت تنظیم تعداد دورها در دقیقه و یک دریل صنعتی BOSCH (1122-310W) ساخت کشور آلمان با دور 1000 rpm و ولتاژ مصرفی ۲۲۰ ولت مورد استفاده قرار گرفت. دریل شماره یک با ولتاژ ۲۴ ولت و حداکثر جریان یک آمپر با قابلیت تنظیم ۱ تا ۵۰۰ دور در دقیقه (rpm) بوده و دریل شماره دو با ولتاژ ۲۴ ولت و حداکثر جریان ۲ آمپر با قابلیت تنظیم سرعت بین ۱ تا ۳۰۰ دور در دقیقه مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱ و ۲). منبع تغذیه برای راه اندازی این دریل ها از نوع سویچینگ بوده که دارای ولتاژ ثابت است و زمانی که از مدار جریان کشیده میشود ولتاژ ثابت مانده که بدین ترتیب از تغییرات سرعت دور موتور به علت تغییر ولتاژ جلوگیری می شود (Cornell *et al.*, 1992). پس از آماده سازی جراحی موضع، با استفاده از رهیافت میانی در هر دو اندام خلفی برشی به طول تقریبی ۱۰ سانتیمتر ایجاد شد. با کنار زدن پوست، بافت پیوندی و بافت عضلانی، استخوان درشت نی نمایان گشت (شکل ۳). قبل از ایجاد سوراخ ها، محل تقریبی ایجاد هر

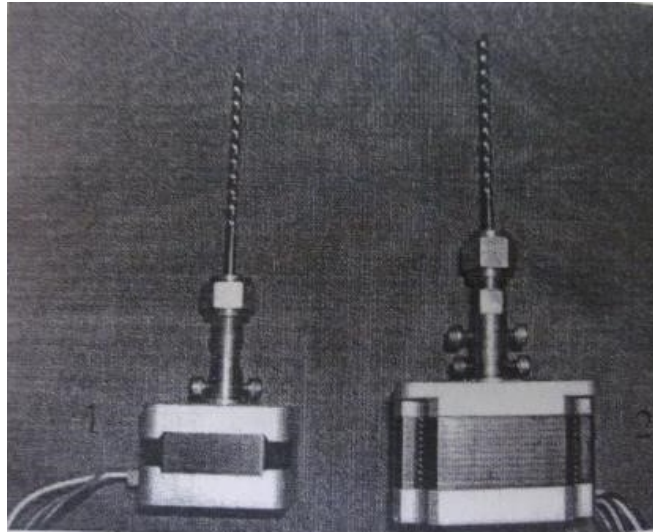
سوراخ به جهت جلوگیری از لیز خوردن سرمته و انجام بهتر عملیات سوراخ کردن در فواصل یک سانتی متری از یکدیگر علامت گذاری گردید. در کلیه مراحل جراحی علائم حیاتی حیوان شامل ضربان قلب، تعداد نبض و تعداد تنفس به طور منظم کنترل شده و اقدامات لازم انجام شد. سوراخ‌هایی با سرعت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۱۰۰۰ دور در دقیقه (rpm) توسط دریل‌های مورد نظر بر روی بدنه استخوان درشت نی توسط سرمته split point و Quick helix ایجاد گردید (شکل ۴ و ۵). به منظور جلوگیری از اثرات نامطلوب کندشدگی سرمته‌ها و نتایج کاذب برای هر استخوان، پس از ایجاد ۸ سوراخ سرمته تعویض و سرمته استریل دیگری بر روی سه نظام دریل نصب و از آن استفاده شد. به جهت مقایسه تأثیر محلول خنک کننده بر کاهش نکرروز حرارتی و مقایسه آن با حالت بدون استفاده از ماده خنک کننده، سوراخ‌هایی بر روی اندام خلفی سمت چپ با استفاده از محلول نرمال سالین استریل با سرعت ۳۰ قطره در دقیقه به عنوان محلول خنک کننده و سوراخ‌هایی بر روی اندام خلفی سمت راست بدون استفاده از محلول نرمال سالین ایجاد شد همچنین مدت زمان سوراخ شدن هر دو کورتکس استخوان توسط سرمته نیز به کمک زمان سنج دیجیتال ثبت گردید. کلیه داده‌های به دست آمده از این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون آماری مربع کای مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. جهت جلوگیری از عفونت‌های احتمالی پس از جراحی از آنتی بیوتیک پنی سیلین با دوز $20,000 \text{ IU/kg}$ و استرپتومایسین با دوز 25 mg/kg (شرکت نوربروک دانمارک) و از داروی کتوپروفن ۱۰٪ (شرکت ایوریجان) به عنوان ضد درد و التهاب با دوز $4/4 \text{ mg/kg}$ به صورت عضلانی به مدت ۵

روز تزریق گردید و موضع عمل هر روز از نظر وجود ترشحات عفونی و خونریزی بررسی شدند. در هر یک از روز‌های ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱ پس از جراحی یکی از بزها ذبح گردیده و استخوان درشت نی آنها خارج و جهت نمونه برداری، بافت نرم از روی استخوان جداسازی و در فواصل بین هر سوراخ توسط اهر استخوان بر، برش ایجاد گردید (شکل ۶). هر قطعه استخوان حاوی یک سوراخ در ظرف مخصوص جداگانه حاوی فرمالین بافر ۱۰ درصد قرار گرفته و علامت گذاری شد. نمونه‌ها به مدت ۵ روز در محلول فرمالین نگهداری و سپس به مدت ۱۵ روز در محلول اسید نیتریک ۵ درصد به جهت کلسیم برداری قرار گرفتند. پس از دوره ذکر شده، از هر یک از سوراخ‌ها از مقاطع عرضی ابتدا و انتهای هر کورتکس اسلاید تهیه و سپس توسط رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین (H&E) مورد مطالعه هیستوپاتولوژیک قرار گرفتند.

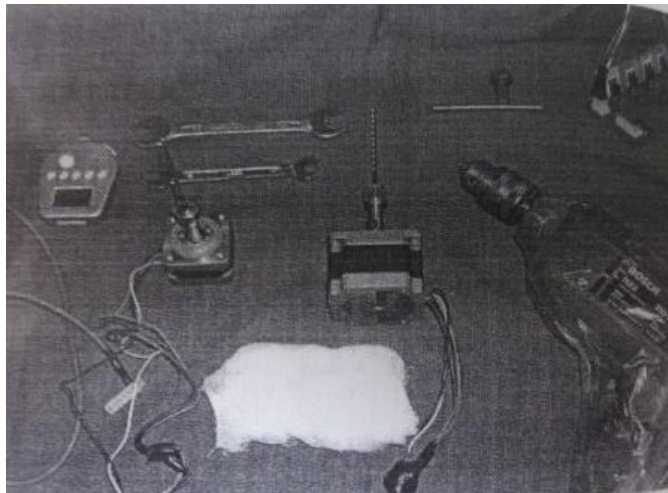
نتایج

حیوانات مورد مطالعه حدود سه ساعت پس از عمل توانائی ایستادن و راه رفتن را کسب نمودند. در تمامی حیوانات لنگش خفیفی به مدت ۴-۳ روز به دلیل درد پس از عمل مشاهده شد که متعاقباً بر طرف گردید. هیچ گونه عفونت و خونریزی پس از عمل در محل بخیه مشاهده نگردید.

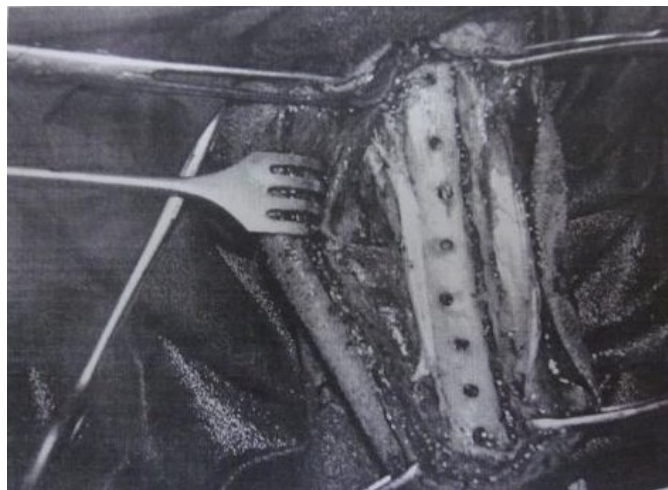
داده‌های نتایج آسیب شناسی موجود در جدول و نمودار ۱ حاکی از این است که در ۳۶ مورد از ۴۰ سوراخ ایجاد شده در اندام خلفی سمت راست حدود ۹۰ درصد نکرروز حرارتی مشاهده شد در حالی که از ۴۰ سوراخ ایجاد شده در اندام خلفی سمت چپ تنها ۲۲ مورد از آنها یعنی حدود ۵۵ درصد دچار آسیب حرارتی و نکرروز استخوان شده بودند (شکل ۹ و ۱۰). همچنین ۶۰ درصد از موارد سوراخ شده با دورهای ۲۵۰،



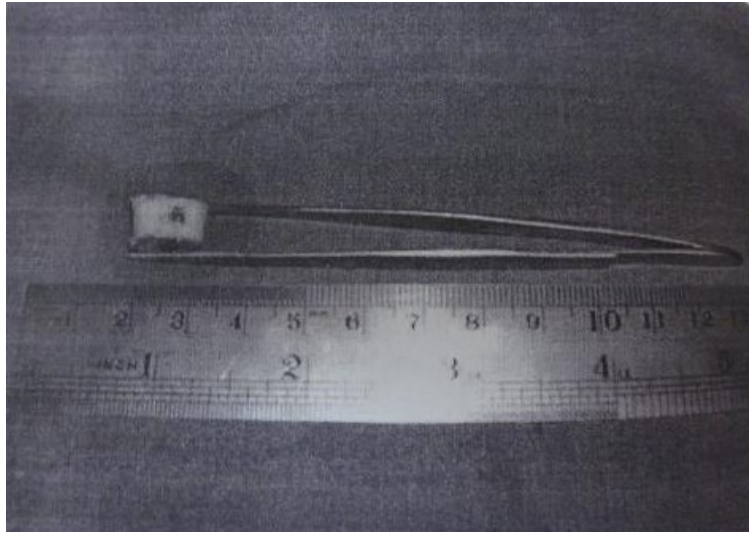
شکل ۱. مته های ساخته شده از استپر موتور.



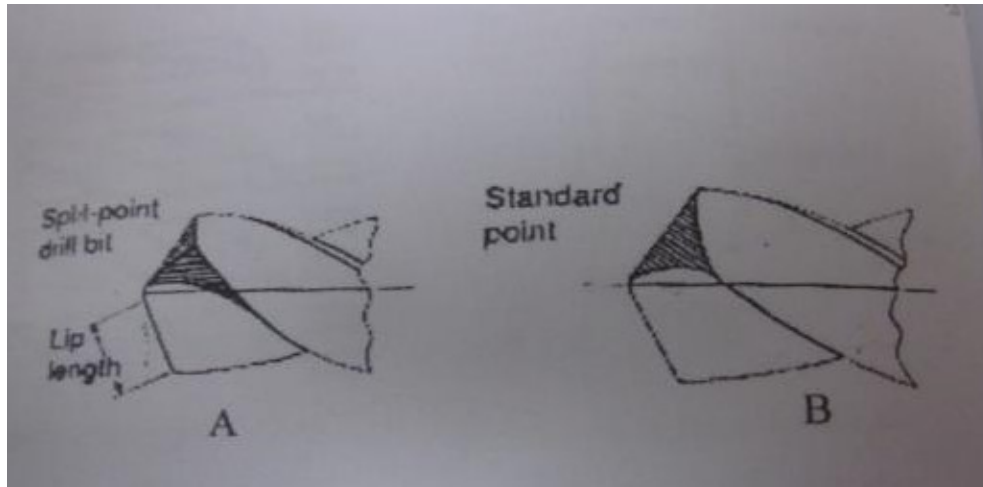
شکل ۲. مته استپر موتور، مته صنعتی، زمان سنج دیجیتال مورد استفاده در مطالعه.



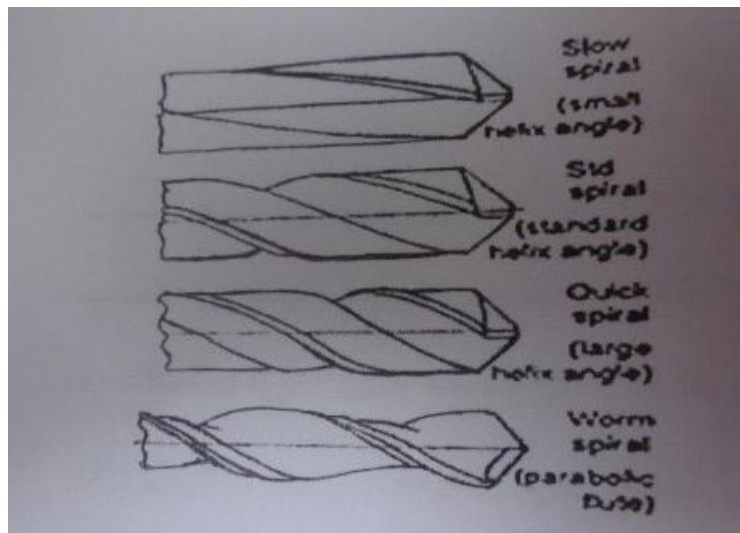
شکل ۳. نمایش رهیافت جراحی استخوان درشت نی و سوراخهای ایجاد شده بر روی آن.



شکل ۴. نمونه برداری از سوراخها جهت ارسال به آزمایشگاه.



شکل ۵. تفاوت لبه برنده سر مته split point (A) و سر مته استاندارد (B).



شکل ۶. انواع زاویه مارپیچ سر مته ها.

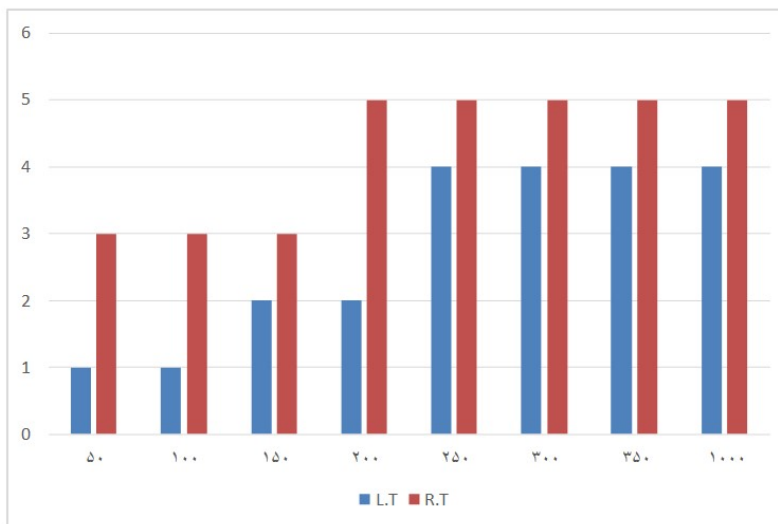
۳۰۰، ۳۵۰ و ۱۰۰۰ دور در دقیقه (rpm) در هر دو اندام دچار نكروز حرارتی شده بودند. نتایج این مطالعه بیانگر این مطلب است که دوره‌های بالای ۲۵۰ دور در دقیقه در ایجاد نكروز حرارتی سهم به‌سزایی دارد (شکل ۷ و ۸) زیرا کاهش مدت زمان با افزایش نیروی وارده به سرمه موجب کم کردن احتمال بروز نكروز حرارتی خواهد شد. همچنین استفاده از محلول خنک کننده در حین سوراخ کردن یکی از راه‌های

مؤثر جهت کاهش بروز نكروز حرارتی می‌باشد (شکل ۹ و ۱۰).

نتایج ثبت زمان دریل کاری هر سوراخ در جدول شماره ۲ حاکی از این است که افزایش مدت دریل کاری، موجب می‌شود بافت استخوان بیشتر در معرض اصطکاک سرمه قرار گرفته و احتمال بروز نكروز حرارتی افزایش می‌یابد.

شماره حیوان	۵		۱		۳		۴		۲		تاریخ ذبح اندام خلفی دور (rpm)	شماره
	روز ۳		روز ۵		روز ۷		روز ۹		روز ۱۱			
	L.T	R.T	L.T	R.T	L.T	R.T	L.T	R.T	L.T	R.T		
	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	۵۰	۱
	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	۱۰۰	۲
	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	۱۵۰	۳
	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	۲۰۰	۴
	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	۲۵۰	۵
	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	۳۰۰	۶
	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	۳۵۰	۷
	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	۱۰۰۰	۸

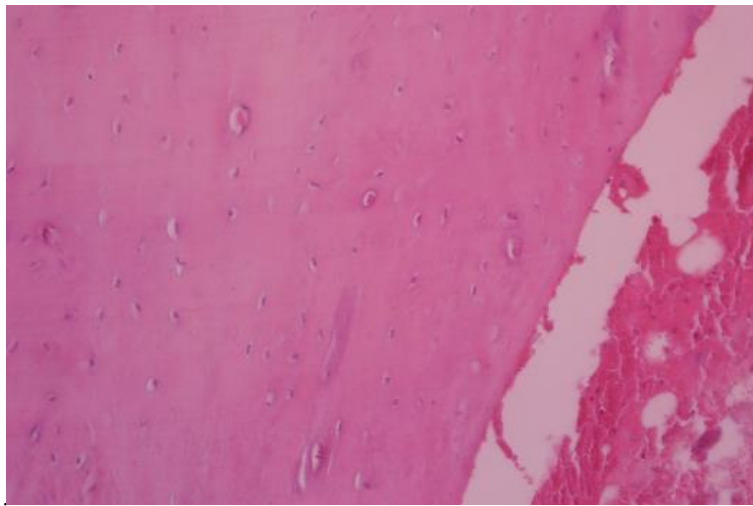
جدول ۱. نتایج آسیب شناسی میزان وقوع نكروز حرارتی در استخوان درشت نی. درشت نی سمت راست (R.T)، درشت نی سمت چپ (L.T)، نكروز حرارتی (+)، عدم وقوع نكروز (-). * تاریخ ذبح از زمان انجام عمل جراحی محاسبه شده است.



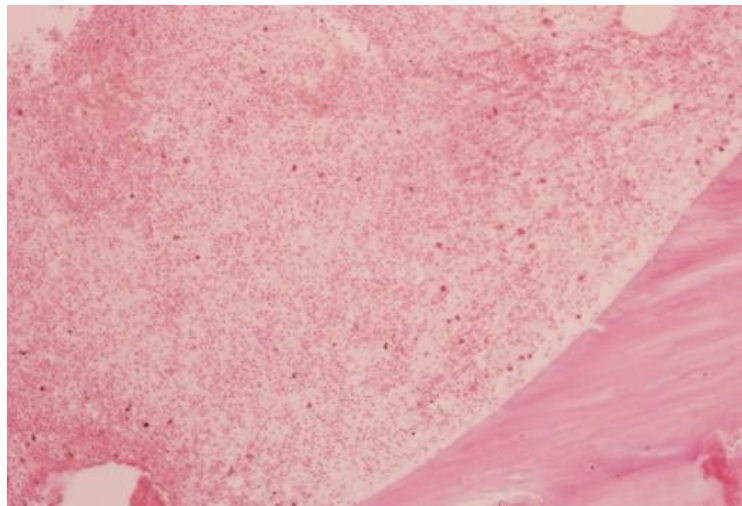
نمودار ۱. نمودار نتایج آسیب شناسی بروز نكروز حرارتی در اندام‌ها.

میانگین و انحراف معیار زمان (ثانیه)	۵		۴		۳		۲		۱		شماره حیوان اندام خلفی دور (rpm)	شماره
	راست	چپ	راست	چپ	راست	چپ	راست	چپ	راست	چپ		
$49/6 \pm 12/3$	۳۳	۴۱	۵۶	۳۸	۴۸	۶۳	۴۴	۶۰	۷۱	۴۲	۵۰	۱
$35/5 \pm 12/1$	۲۱	۲۴	۳۲	۳۲	۳۵	۳۳	۴۶	۶۰	۴۷	۲۵	۱۰۰	۲
$37/3 \pm 20/1$	۱۵	۲۶	۲۶	۳۵	۲۴	۲۳	۵۳	۶۵	۷۴	۴۲	۱۵۰	۳
$64/7 \pm 42/8$	۲۷	۳۰	۳۸	۳۲	۲۵	۴۰	۱۰۶	۱۰۵	۱۲۵	۱۱۶	۲۰۰	۴
$69/6 \pm 53/1$	۴۶	۵۰	۲۵	۲۸	۲۶	۲۹	۱۷۲	۱۳۴	۶۶	۱۲۰	۲۵۰	۵
$64/7 \pm 31/1$	۵۶	۸۴	۳۱	۳۸	۳۷	۳۴	۷۵	۱۰۴	۶۸	۱۲۰	۳۰۰	۶
$70/8 \pm 33/3$	۶۳	۶۹	۴۰	۴۴	۴۵	۴۴	۱۰۱	۱۰۸	۵۷	۱۳۷	۳۵۰	۷
$3/8 \pm 1/4$	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۶	۶	۵	۱۰۰۰	۸

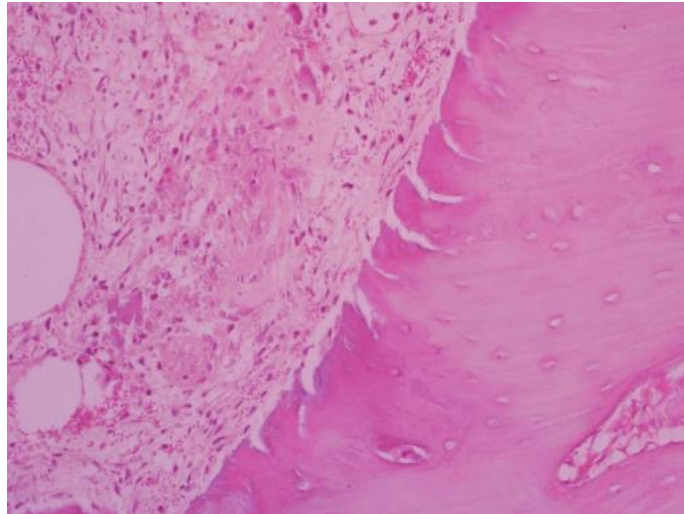
جدول ۲. تعداد دور و مدت زمان سوراخ شدن کورتکس استخوان درشت نی.



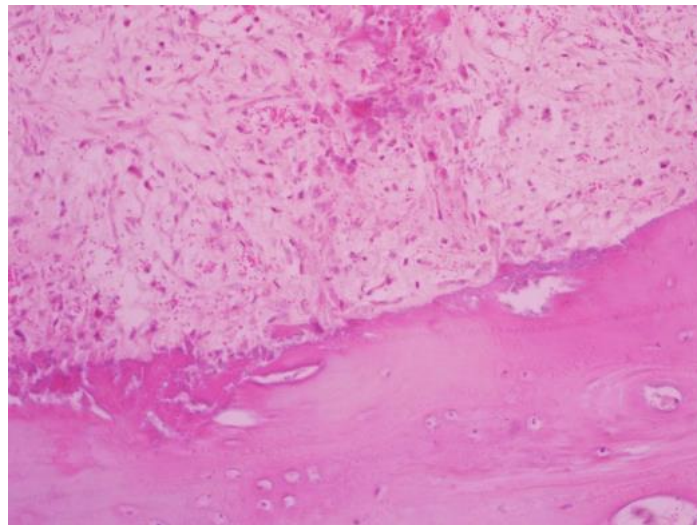
شکل ۷. مقطع هیستوپاتولوژی بافت استخوان بدون نکروز حرارتی ۱۱ روز پس از عمل، دور ۵۰ rpm با استفاده از نرمال سالین.



شکل ۸. مقطع هیستوپاتولوژی بافت استخوان بدون نکروز حرارتی ۱۱ روز پس از عمل، دور ۵۰ rpm بدون استفاده از نرمال سالین.



شکل ۹. مقطع هیستوپاتولوژی بافت استخوان دارای نکروز حرارتی ۱۱ روز پس از عمل، دور ۳۵۰ rpm با استفاده از نرمال سالین.



شکل ۱۰. مقطع هیستوپاتولوژی بافت استخوان دارای نکروز حرارتی ۱۱ روز پس از عمل، دور ۳۵۰ rpm بدون استفاده از نرمال سالین.

بحث

انتخاب بز به عنوان مدل حیوانی از یک سو به دلیل عدم تعارض ذبح حیوان در هنگام نمونه گیری با اصول اخلاق حرفه ای و از سوی دیگر سهولت کار کردن با حیوان به دلیل سبکی وزن نسبت به گاو می باشد. انتخاب سن ۱۰ ماهه به دلیل رسیدن به آغاز سن بلوغ تکامل رشد کامل استخوان و شرایط متابولیسمی مناسب در این بازه سنی می باشد. جنس نر به دلیل عدم وجود دوره های آبستنی و شیرواری و تغییرات هورمونی و متابولیسمی ناشی از آن، جهت تحقیقات ارتوپدی

نسبت به جنس ماده ارجحیت دارد. استخوان درشت نی نیز به دلیل اینکه از لحاظ خون رسانی، یک استخوان شاخص در بین تمامی پستانداران می باشد و از لحاظ آناتومیکی رهیافت مناسب تری نسبت به سایر استخوانهای دراز دارد جهت انجام تحقیقات ارتوپدی انتخاب شده است.

رابطه دما و نکروز حرارتی

یافته های تحقیق حاضر نشان داد که میزان نکروز حرارتی در سوراخهای ایجاد شده در درشت نی چپ به دلیل استفاده از

میزان هدایت گرمایی آن ($8.5 \times 10^{-6} \text{ kcal/Msc}^\circ$) گزارش شد بنابراین پراکنش گرمایی به بافت نرم اطراف بسیار جزئی خواهد بود. همچنین بین افزایش دما با وزن استخوان برداشت شده در اثر سوراخ کردن و یا قلاویز کردن ارتباط مستقیم وجود دارد (Henry *et al.*, 1987).

اثر نیروی دریل کاری

میزان آسیب استخوانی در اثر انرژی گرمایی به دماهای ماکزیمم تولیدی در بافت و مدت زمان در معرض قرار گرفتن با این دما بستگی دارد. به عنوان مثال در استخوان خرگوش زنده با ایجاد دمای ۴۷ درجه سانتی گراد به مدت یک دقیقه نکرور قشری ایجاد شده است. به طور مشابهی گزارش شده است که تغییرات استخوانی برگشت ناپذیری به هنگام گرم شدن استخوان سگ تا ۵۰ درجه سانتی گراد در شرایط بدن اتفاق می افتد (Towes *et al.* 1999).

تحقیقات متعددی نشان می دهد که دمای استخوان قشری ارتباط معکوس با نیروی دریل کاری دارد. به عنوان مثال گزارش شده است که با نیروی ۱/۵ تا ۹ نیوتن، دما افزایش و مدت زمان دریل کاری کم می شود. در ارتباط با نیروهای بین ۱۲ تا ۲۴ نیوتن گزارش شده است که با افزایش نیروی دریل، دمای ماکزیمم قشری به طور بارزی کم می شود. همچنین آزمایش نیروهای بین ۲۰ تا ۱۸۸ نیوتن نشان داده است که افزایش نیرو باعث افزایش دمای استخوان قشری میشود البته همه محققین درباره تاثیر نیرو بر دمای دریل کاری استخوان توافق ندارند که احتمالا به دلیل تفاوت پارامترهای این ابزارها در این گزارش ها می باشد (Baumgart *et al.*, 1998; Cornell *et al.*, 1992; Churches *et al.*, 1980; Kent *et al.*, 2000; Towes *et al.*, 1999). آبوزجیا و همکاران گزارش کردند که افزایش نیرو از ۲ به

ماده خنک کننده ی نرمال سالین به طور معنی داری از نکرور حرارتی در سوراخهای ایجاد شده در درشت نی راست که از نرمال سالین استفاده نشده بود کمتر است. همچنین سوراخهای ایجاد شده در دوره های پایین ۵۰ و ۱۰۰ (شکل های ۷ تا ۱۰) به طور معنی داری نکرور استخوانی کمتری نسبت به دوره های بالا نشان دادند، این یافته به دلیل افزایش قدرت مته در دوره های پایین می باشد.

نکرور قشری وسیع در اثر حرارت های ناشی از دریل کاری بیش از ۱۰۰ درجه سانتی گراد شناسایی شده اند. پیش از این نکرور استخوانی در دماهای پایین تر از ۴۰ درجه سانتی گراد گزارش شده است و دیگر محققین جراحات دمایی در اثر گرما با دامنه ۶۸ - ۴۳ درجه سانتی گراد را اعلام کردند. آسیب گرمایی در دماهای ۴۴ و ۵۶ درجه سانتی گراد به ترتیب موجب غیرفعال شدن آنزیم های آلکالین فسفاتاز و تریپسین می گردد. همچنین اختلالات سلولی سیستم انتقال فعال و تغییرات برگشت ناپذیر پروتوپلاسمی در دمای ۴۸ - ۴۵ درجه سانتی گراد رخ می دهد (Towes *et al.* 1999). دمای از بین رفتن کمپلکس کلاژن - هیدروکسی آپاتیت در برخی از تحقیقات پیشین ۵۰ درجه سانتی گراد گزارش شده است (Kent *et al.*, 2000). از سوی دیگر منحنی های گرمایی در حین سوراخ کردن در شرایط محیط زنده بدن و محیط آزمایشگاه مقایسه شده است و در این حالات به دلیل انتقال حرارت به وسیله عروق خونی تأثیر زیادی گزارش نشده است (James, 2003; Giaunoudis *et al.*, 2002; Daivison & 2003). سرعت بروز انسداد و آشفستگی عروقی ایجاد شده در طی قلاویز کردن نمی تواند مقدار زیادی از انرژی گرمایی را پراکنده کند. استخوان طی مطالعات لانسکوگ، به عنوان یک هادی ضعیف حرارتی شناخته شده و

۶/۲ نیوتن دما را از بیش از ۸۰ درجه سانتی گراد به ۳۰ درجه می رساند. علاوه بر این محققین دریافته اند که با افزایش نیرو دوره ابقای دمای بالای ۴۷ درجه سانتی گراد نیز از ۶۰ ثانیه به ۲۰ ثانیه می رسد. بریسمان دریافت که وقتی نیرو از ۱۲ نیوتن به ۲۴ نیوتن افزایش می یابد حداکثر دما به طور بارزی کم می شود. ماتیوس و همکاران نیز یافتند که وقتی نیرو از ۲۰ به ۱۱۸ نیوتن می رسد، دمای قشری کاهش یافته و با این افزایش، دوره دمایی از ۳۵ ثانیه به نزدیک صفر می رسد (Leung et al., 1999; Towes et al., 1996).

تأثیرات گردش خون بر نكروز حرارتی استخوان

مطالعات انجام شده در محیط آزمایشگاه تفاوت هایی با نتایجی که در محیط زنده به دست آمده دارد، بدین معنی که جریان خون بدن به کاهش دماهای استخوان قشری کمک می کند. البته میزان جریان خون قشری به طور طبیعی خیلی کم است و هنگامی که بر اثر گرما آسیب می بیند انعقاد خون در این عروق کوچک با سرعت زیادی رخ می دهد. پس جریان خون قشری اثر بارزی در کاهش دما ندارد. نتیجه کلی که از این مطالعات می توان برداشت کرد این است که با به کار گیری نیروی بیشتر دریل کاری، هم دماهای قشری ماکزیمم و هم مدت زمانی که دما بالای ۵۰ درجه سانتی گراد می ماند به طور مؤثری کاهش یافته و وقوع نكروز حرارتی در استخوان قشری احاطه کننده آن را کم می کند (Kent et al., 2000). پین های به کار رفته در کانال مدولاری باعث صدمه از طریق تولید گرمای بالا در حفره مدولاری و آسیب به بستر عروقی پریوستیال می شوند. اخیرا موارد نادری از نكروز حرارتی جلدی - استخوانی گزارش شده است. اگرچه نكروز قشری وسیع در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد ایجاد می شود. برخی از محققین تغییرات پروتوپلاسمیک غیر قابل بازگشت را

با افزایش دما از ۴۵ تا ۸۸ درجه سانتی گراد مشاهده کردند. دیگر محققان تغییرات غیر قابل بازگشت کمپلکس هیدروکسی آپاتیت و کلاژن استخوانی را در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد گزارش کرده اند (Kent et al., 2000; Leung et al., 1996; Ochsner et al., 1998).

رابطه ماریچ سرمه با نكروز حرارتی

در این مطالعه از سرمه Quick helix و split point استفاده شد؛ به علت اینکه نوع ماریچ سرمه تأثیر به سزایی در کاهش حرارت ایجاد شده دارد (شکل ۵ و ۶). اگر تعداد ماریچ ها زیاد و فواصل آن کم باشد قدرت برداشت تراشه ها حین سوراخ کردن بیشتر از زمانی است که تعداد ماریچ ها کم و فواصل آنها زیاد باشد. در واقع ماریچ سرمه به عنوان سطح شیب داری عمل می نماید که هر چقدر شیب این سطح شیب دار کمتر و یا به عبارتی تعداد ماریچ سرمه بیشتر باشد تراشه ها با سهولت بیشتری برداشته می شوند و عدم وجود تراشه در مجاورت مته باعث کاهش اصطکاک سرمه می گردد. بنابراین اگر نوک سرمه Split point باشد نسبت به زمانی که نوک سرمه ساده است برداشت براده های استخوان بسیار سریع تر بوده و مدت زمان سوراخ کردن استخوان نیز کاهش می یابد. همچنین پارابولیک بودن Flute سرمه باعث سهولت بیشتر در تخلیه تراشه ها در محل ایجاد سوراخ و کاهش اصطکاک سرمه با استخوان و در نتیجه کاهش بروز نكروز حرارتی می شود (Natali et al., 1996).

رابطه زمان و تعداد دورها با نكروز حرارتی

در این مطالعه مشاهده شد که هرچه تعداد دورها افزایش می یابد، مدت زمان سوراخ شدن استخوان و متعاقبا نكروز حرارتی افزایش یافته و نشان از یک رابطه مستقیم بین زمان و

از دوره‌های ۲۵۰ دور در دقیقه و بالاتر به دلیل افزایش مدت زمان سوراخ شدن استخوان و اصطکاک بیشتر سر مته با استخوان، احتمال وقوع نکرروز استخوان بیشتر است. همچنین استفاده از نرمال سالین استریل به عنوان محلول خنک کننده، تاثیر معنی داری در کاهش خطر بروز نکرروز حرارتی استخوان دارد.

تضاد منافع

نویسندگان تضاد منافی ندارند.

References

- Bachus KN., Rondina MT. and Hutchinson DT. The effects of drilling force on cortical temperatures and their duration: an in vitro study. *Med Eng Phys*, 2000; 22(10): 685-91.
- Baumgart F., kohler G. and ochsner PE. The physics of heat generation during reaming of the medullary cavity. *Injury*, 1998; 29(2): B11-25.
- Churches AE., Howlett CR. and Ward GW. Bone reaction to surgical drilling and pinning. *J Biomech*, 1980; 13(3): 203-209.
- Cornell CN. and Lane JM. Newest Factors in fracture Healing. *Clin Orthop Relat Res*, 1992; 277: 297-311.
- Daividson SR. and James DF. Drilling in bone: modeling heat generation and temperature distribution. *J Biomech Eng*, 2003; 125(3): 305-314

تعداد دوره‌ها می باشد (جدول ۱ و ۲ و نمودار ۱). علت این پدیده نیز چنین قابل توجیه است که موتورهای مورد استفاده در این نوع مطالعه از نوع stepper motor بوده که با افزایش دور موتور قدرت آن کاهش می یابد بنابراین مدت زمان سوراخ شدن استخوان ها نیز افزایش خواهد یافت.

نتیجه گیری

نتیجه کلی این مطالعه نشان داد که با افزایش نیروی دریل کاری، تعداد دور و مدت زمان مواجهه با نیروی دریل کاری و اصطکاک ناشی از آن کاهش یافته و خطر بروز نکرروز حرارتی استخوان نیز به شدت کاهش می یابد؛ به همین علت

- Fuchsberger A. Damaging temperature during the machining of bone. *Unfallchirurgie*, 1988; 14(4): 173-83.
- Giaunoudis PV., Snowden S., Mathews SJ., Smye SW. and Smith RM. Temperature rise during tibial nailing. *Clin Orthop Relat Res*, 2002; (395): 255-61.
- Henry SL., Adcock RA., Farunhofer AV. and Seligson D. Heat of intramedullary reaming. *South Med J*, 1987; 80(2): 173-6.
- Leuing M. and Hertel R. Thermal necrosis after tibial reaming for intramedullary nail fixation. A report of three cases. *J Bone Joint Surg Br*, 1996; 78(4): 584-7.
- Natali C., Ingle P. and Dowell J. Orthopaedic bone drills-can they be improved? Temperature changes near the drilling face. *J Bone Joint Surg Br*, 1996; 78(3): 357-62.

Ochsner PE., Baumgrat F. and Kohler G. Heat induced segmental necrosis after reaming of one humeral and two tibial fracture with a narrow medullary canal. *Injury*, 1998; 29 Suppl 2: B1-10.

Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 2002; 84(8): 1093-110.

Towes AR., Bailey JV., Townsend HG. and Barber SM. The effect of feed rate and drill speed on temperatures in equine cortical bone. *Am J Vet Res*, 1999; 60(8): 942-4.

Turner SA. and McIlwraith CW. *Techniques in large animal surgery*. 2th ed., Philadelphia: Lea & Febiger, 1995; PP: 13-14.



Histopathological Study of Drilling Action on Thermal Necrosis in Caprine Tibia

Amir Vafafar^{1*}, Behzad Mohammadi², Iman Rafeiaan³, Hamid Keivani⁴, Hoormazd Vazifeh Mostaan³

¹Assistant Professor of Surgery, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

²Assistant Professor of Pathology, Department of Pathobiology, Faculty of Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

³Graduate, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

⁴Electrical and Electronics Instructor, Faculty of Engineering, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

Received: 23/Feb/2024

Revised: 25/Apr/2024

Accepted: 18/May/2024

Abstract

Background and aim: Thermal injury to the bone during drilling action is one of the primary concerns in orthopedic surgery. The temperature and length of time during which bone tissue is exposed to it, causes thermal injury. In this study, the effect of drill head friction on thermal necrosis in goat tibia was investigated histopathologically.

Materials and Methods: Five healthy male Iranian goats were selected and 8 holes were made on the body of the tibia using a sharp spiral and split point drill and a medial approach in both hind limbs at 50, 100, 200, 250, 300, 350 and 1000 rpm. To study the effect of cooling agent on reducing the incidence of thermal necrosis in the left hind limb, sterile normal saline was used, but normal saline was not used in the right hind limb. Then, on each of the 3rd, 5th, 7th, 9th and 11th days after the operation, one of the animals was humanely slaughtered and the tibia of both limbs was sent to the laboratory for histopathological study.

Results: Pathological results indicated that thermal necrosis was observed in 36 of 40 holes made in the right hind limb, with approximately 90% of the holes made in the left hind limb, while thermal necrosis was observed in 55% of the 40 holes made in the left hind limb. Thermal necrosis was also observed in 60% of the holes made at 250, 300, 350, and 1000 rpm in both limbs.

Conclusion: The results of this study indicate that speeds above 250 rpm/min contributes significantly to thermal necrosis because reducing the time by increasing the force applied to the head will reduce the likelihood of thermal necrosis. Also, using a cooling solution during drilling is one of the effective ways to reduce the incidence of thermal necrosis.

Keywords: *Thermal necrosis, Bone, Drill head, Coolant*

Cite this article as: Amir Vafafar, Behzad Mohammadi, Iman Rafeiaan, Hamid Keivani, Hoormazd Vazifeh Mostaan. Histopathological study of drilling action on thermal necrosis in caprine tibia. *J Altrn Vet Med.* 2024; 7(21): 1270-1282.

* Corresponding Author

Assistant Professor of Surgery, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

E-mail: vafafar@yahoo.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1772-8458>