

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده دامپزشکی

پایان نامه دکترای تخصصی در رشته جراحی دامپزشکی

بررسی دوروش پیوند تاندون از جنین گاو به اسب

توسط

سارا ورزندیان



استاد راهنما

دکتر سیف اله دهقانی

۱۳۸۶ / ۱۳ / ۰۹

آبان ماه ۱۳۸۶

۹۴۳۱۳

به نام خدا

بررسی دو روش پیوند تاندون از جنین گاو به اسب

به وسیله ی :

دکتر سارا ورزندیان

پایان نامه:

ارائه شده به دانشکده تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی
لازم برای اخذ درجه دکترای تخصصی

در رشته:

جراحی دامپزشکی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه عالی

آقای دکتر سیف اله دهقانی استاد بخش جراحی گروه علوم درمانگاهی دانشکده دامپزشکی دانشگاه
شیراز (استاد راهنما و رئیس کمیته)

آقای دکتر سید ضیاءالدین تابعی استاد بخش پاتولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز

آقای دکتر کامران مظفریان استادیار بخش ارتوپدی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز

آقای دکتر عبدالحمید میمنندی پاریزی دانشیار بخش جراحی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز

آقای دکتر عباس قادری استاد بخش ایمنی شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز

آبان ۱۳۸۶

به نام خالق یکتا

چون عهد و وفا با قلم و علم بستیم
شاگرد صفت محضر استاد نشستیم

از روز ازل عمر به دانش سپری شد
با عقل و خرد شیشه صد جهل شکستیم

تقدیم به همسر عزیزم

که وفاداریش شاید گرانتر از آن بود که بهانه دوست
داشتن زندگیم از عهده داشتنش بر آید، این تنها داشته ام
را بـه او تقـدیم مـی کـنم.

تقدیم به پدر بزرگوارم

که از مهربانی های گم شده در این عصر اگر چیزی در
من است آنرا مدیون پدری هستم که همه مهر است و مهر،
تنها می توان شرمسار همه خوبیها و صبوری هایش بود و
ماند.

تقدیم به مادر مهربانم

که چون شمعی پر فروغ زندگی را روشنی بخشید، سپاس
از این همه گذشت.

تقدیم به خواهرم بهاره و برادرانم علی و سعید

ناممکن است که احساس خود را نسبت به آنان با واژه ها
بیان کنم، همواره دوستشان دارم.

سپاسگزاری

با سپاس و تشکر فراوان از:

استاد گرانقدرم، جناب آقای دکتر سیف اله دهقانی به خاطر راهنماییها و هم اندیشی های ارزشمندشان در مراحل مختلف تحصیل و انجام این پایان نامه.

اساتید ارجمند جناب آقای دکتر سید ضیاءالدین تابعی و جناب آقای دکتر کامران مظفریان، به جهت دقت نظر در تدوین و تصحیح پایان نامه.

اساتید گرامی جناب آقای دکتر عبدالحمید میمندی پاریزی و جناب آقای دکتر عباس قادری به خاطر حسن نظر در داوری پایان نامه.

جناب آقای دکتر عزیزاله خداکرم تفتی، معاون محترم تحصیلات تکمیلی دانشکده به خاطر همکاری های صمیمانه ایشان در دفاع از رساله.

اساتید عزیزم جناب آقای دکتر طباطبایی و جناب آقای دکتر وصال که راهنمایان بی منتی در دوران تحصیل من در بخش جراحی بودند.

اساتید بزرگوارم، سرکار خانم دکتر تجلی، جناب آقای دکتر منصوری، جناب آقای دکتر قاضی، جناب آقای دکتر جعفری، جناب آقای دکتر نظیفی، سرکار خانم دکتر فیروزی، سرکار خانم دکتر غلامی، جناب آقای دکتر عمادی، جناب آقای دکتر رضاخانی، جناب آقای دکتر خاکسار، جناب آقای دکتر رضوی، جناب آقای دکتر رجاییان، سرکار خانم دکتر طاهریان فرد، جناب آقای دکتر فاضلی و سایر اساتید عزیزم که مرا از رهنمود های پر مهرشان در تمامی طول دوران تحصیل بی بهره نساختند.

جناب آقای دکتر احمد منبیتی و سرکار خانم دکتر سیمین ترابی که در خواندن اسلاید های پاتولوژی پایان نامه راهنمای من بودند.

همکاران ارجمندم، آقای دکتر علی آبادی، آقای دکتر بیغم، آقای دکتر مسلمی، آقای دکتر نوربخش و آقای دکتر ضیائی که مرا در انجام مراحل عملی پایان نامه صمیمانه یاری نمودند.

دوستان و همکاران بسیار عزیزم، دکتر شیدا اسماریان، دکتر مریم رستمی، دکتر زهرا شفیعی، دکتر زهرا برومند، خانم فریبا عسکری، دکتر نادر تنیده، دکتر آرش اسفندیاری، دکتر مهدی ظریفی، دکتر ابودر دهقان، دکتر مسعود علیرضایی و مهندس هادی جسمانی که حضور گرمشان روشنی بخش جلسه دفاع از پایان نامه ام بود.

با قدر دانی از:

سرکار خانم زارعی کارشناس محترم تحصیلات تکمیلی، سرکار خانم شریف پور و سرکار خانم مایل به خاطر همکاری های دوستانه شان در طول دوران تحصیلم در دانشکده.

جناب آقای مهندس غضنفری کارشناس محترم مرکز تحقیقات بعثت و همکاران محترمشان که در انجام تست های بیو مکانیک مرا صمیمانه یاری کردند.

پرسنل محترم بخش جراحی و رادیولوژی، آقای گلچین، آقای رضایی و آقای دهدشتی.

مسئول محترم واحد سمعی بصری، آقای ولی محمدی.

تکنسین محترم پاتولوژی، آقای شیروانی.

مراقب محترم حیوانات، آقای داوود اسفندیاری.

مسئولین محترم کتابخانه و نشریات.

مسئولین محترم کشتارگاه شیراز.

چکیده:

بررسی دو روش پیوند تاندون از جنین گاو به اسب

به وسیله ی :

دکتر سارا ورزندیان

اندام حرکتی یکی از مهمترین اعضای حیوانات از جمله اسب می باشد. به منظور درمان آسیبهای وارده به تاندون روشهای درمانی مختلفی ارائه شده است که از جمله آنها پیوند خودی تاندون می باشد، اما پیوند غیر خودی تاندون تا کنون انجام نشده که در تحقیق حاضر بررسی هیستومورفولوژیکی و بیومکانیکی متعاقب این پیوند صورت گرفته است. بدین منظور تعداد ۱۰ راس اسب سالم جوان و تقریباً هم سن از هر دو جنس نر و ماده واز نژاد آمیخته ایرانی تهیه گردید. این حیوانات تحت بی‌هوشی عمومی مورد عمل جراحی قرار گرفتند. جراحی بر روی تاندون خم کننده عمقی انگشتان دست چپ انجام گرفت. بدین منظور قسمتی از تاندون به طول ۵ سانتیمتر واقع در یک سوم میانی سطح داخلی اندام حرکتی قدامی برداشته شد و به جای آن وتر آماده شده گوساله جنین به همان طول و به وسیله الگوی بخیه قفلی حلقه ای قرار داده شد. بعد از عمل اندام های عمل شده تا ۴۰ روز در گچ بود و مراقبت های درمانی و کلینیکی لازم انجام شد. پس از ۷۰ روز نمونه بافت تاندون- پیوند- تاندون از موضع عمل جهت بررسی تغییرات هیستومورفولوژیکی و بیومکانیکی از همه حیوانات گرفته شد. تغییرات هیستومورفولوژیکی نمونه‌ها نشان داد که پیوند بین تاندون جنینی گوساله و تاندون اسب انجام گرفته، سلول های آماسی مشاهده نشد و علائمی از پس زدن پیوند در هیچیک از گروه ها وجود نداشت. ضمناً بافت فیبروزه در اطراف نسج پیوندی دیده شد. واکنش های هماتولوژیکی نیز مشاهده نگردید. نتایج حاصل از تست بیومکانیک نیز نشان داد که تاندون ترمیمی دارای مقاومت نسبی مناسب ولی کمتر از تاندون های سالم می‌باشند که به دلیل مقاومت کششی کمتر تاندون جنین نسبت به تاندون سالم اسب می‌باشد. در کل می توان نتیجه گرفت که پیوند غیر خودی تاندون جنین گاو به تاندون اسب در موارد نقایص شدید تاندونی که امکان طویل نمودن تاندون وجود ندارد قابل انجام است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: مقدمه.....
۴.....	فصل دوم: کلیات و بررسی منابع موجود.....
۴.....	۲-۱- آناتومی و ساختمان زردپی.....
۶.....	۲-۱-۱- ساختارهای مجاور زردپی.....
۷.....	۲-۱-۲- خونرسانی به زردپی.....
۹.....	۲-۲- بافت‌شناسی زردپی.....
۱۰.....	۲-۲-۱- ماده زمینه‌ای.....
۱۱.....	۲-۲-۲- رشته‌ها.....
۱۱.....	۲-۲-۲-۱- رشته‌های کلاژن.....
۱۳.....	۲-۲-۲-۲- رشته‌های رتیکولر.....
۱۳.....	۲-۲-۲-۳- رشته‌های الاستیک.....
۱۴.....	۲-۲-۳- سلولهای تشکیل‌دهنده زردپی.....
۱۴.....	۲-۳- وظایف زردپی.....

۲-۴- التیام جراحات زردپی.....	۱۵
۲-۴-۱- مرحله آماسی یا اگزوداتیو.....	۱۶
۲-۴-۲- مرحله تکثیر فیبروبلاستها.....	۱۷
۲-۴-۳- بلوغ و سازمان یابی.....	۱۹
۲-۵- خواص بیومکانیکی زردپی.....	۲۱
۲-۵-۱- ناحیه خمیدگی اولیه منحنی.....	۲۲
۲-۵-۲- ناحیه خطی.....	۲۳
۲-۵-۳- ناحیه تسلیم.....	۲۴
۲-۵-۴- مرحله ناتوانی.....	۲۴
۲-۶- اصول جراحیهای زردپی.....	۲۸
۲-۶-۱- نخهای بخیه مناسب زردپی.....	۳۱
۲-۶-۲- انواع روشهای بخیه.....	۳۲
۲-۶-۲-۱- الگوی بانل.....	۳۳
۲-۶-۲-۲- تغییر یافته بخیه بانل به نام بخیه بانل - مایر.....	۳۴
۲-۶-۲-۳- الگوی کسلر اصلاح شده.....	۳۵
۲-۶-۲-۴- الگوی قفلی.....	۳۵
۲-۶-۲-۵- الگوی سه حلقه ای.....	۳۶
۲-۶-۳- بخیه زردپی هائی که توسط غلاف سینوویالی احاطه شده اند.....	۳۹
۲-۶-۴- استفاده از رشته های کربن برای بخیه زردپی های قطع شده.....	۳۹

- ۴۱.....۲-۶-۵- برخورد جراحی در خصوص زردپی‌های پاره شده.....
- ۴۲.....۲-۶-۶- برخورد جراحی در مواقع وجود جراحات در غلاف زردپی.....
- ۴۳.....۲-۶-۷- افزایش طول زردپی.....
- ۴۵.....۲-۶-۸- کوتاه نمودن طول زردپی.....
-۲-۶-۹- استفاده از داغ کردن و نیز تحریک سطحی در درمان جراحات زردپی.....
-۲-۶-۱۰- جدا کردن چسبندگیهای ایجاد شده در اطراف محل التیام زردپی.....
-۲-۶-۱۱- برش زردپی بمنظور انجام جراحی ساختارهای زیرین.....
-۲-۶-۱۲- مراقبتهای بعد از عمل روی زردپی.....
-۲-۶-۱۳- عوامل مؤثر بر ترمیم جراحات زردپی.....
-۲-۶-۱۳-۱- خون‌رسانی.....
-۲-۶-۱۳-۲- کمبود پروتئین.....
-۲-۶-۱۳-۳- ویتامین‌ها.....
-۲-۶-۱۴-۴- کورتیکواستروئیدها.....
-۲-۶-۱۳-۵- داروهای ضد التهاب غیراستروئیدی.....
-۲-۸-۶- تحریک الکتریکی و التیام زخم.....
-۲-۸-۷- پیوندهای زردپی.....
-۲-۸-۷-۱- طبقه بندی پیوندهای زردپی از لحاظ سازگاری بافتی.....

عنوان	صفحه
فصل سوم: مواد و روش کار.....	۵۲
۳-۱- حیوانات مورد آزمایش.....	۵۲
۳-۲- مواد مصرفی.....	۵۲
۳-۳- وسایل غیر مصرفی.....	۵۳
۳-۴- روش کار.....	۵۳
۳-۵- معاینات قبل از عمل.....	۵۴
۳-۶- آماده سازی قبل از عمل جراحی و القای بیهوشی.....	۵۴
۳-۷- تهیه جنین از کشتارگاه.....	۵۵
۳-۸- تکنیک جراحی.....	۶۳
۳-۹- مراقبت های بعد از عمل.....	۷۰
۳-۱۰- روشهای نمونه برداری جهت انجام آزمایشات بیومکانیک و	
هیستوپاتولوژی.....	۸۱
۳-۱۱- روشهای ارزیابی.....	۸۱
۳-۱۱-۱- ارزیابی کلینیکی.....	۸۲
۳-۱۱-۲- ارزیابی بیومکانیکی.....	۸۲
۳-۱۱-۳- ارزیابی هیستوپاتولوژی.....	۸۸
۳-۱۱-۴- ارزیابی آماری داده ها.....	۸۹
راهنمای محل های مورد نظر جهت نمونه برداری و تهیه مقطع هیستوپاتولوژی.....	۹۰
فصل چهارم: نتایج.....	۹۱

عنوان	صفحه
۴-۱- نتایج بیومکانیک.....	۹۱
۴-۲- نتایج هیستوپاتولوژی.....	۹۲
راهنمای محل های مورد نظر جهت نمونه برداری و تهیه مقطع هیستوپاتولوژی از	
تاندون پیوندی و سالم.....	۱۰۱
راهنمای جداول ۲-۴ الی ۴-۴.....	۱۰۲
فصل پنجم: بحث.....	۱۰۶
پیشنهادات.....	۱۱۴
منابع.....	۱۱۵

خلاصه به زبان انگلیسی

فهرست جداول

صفحه	عنوان
جدول ۱-۴: مقادیر پارامتر های بیومکانیک در گروه های کنترل، غلاف دوخته شده، غلاف دوخته نشده و تاندون جنینی.....	۹۳
جدول ۲-۴: نتایج حاصل از آزمایش هیستوپاتولوژیک نمونه ها در نمونه های ۱ و ۲ و ۳.....	۱۰۳
جدول ۳-۴: نتایج حاصل از آزمایش هیستوپاتولوژیک نمونه ها در نمونه های ۴ و ۵.....	۱۰۴
جدول ۴-۴ : نتایج حاصل از آزمایش هیستوپاتولوژیک نمونه ها در نمونه های کنترل (پای مقابل).....	۱۰۵

فهرست تصاویر

عنوان	صفحه
تصویر ۱-۲: الگوی بخیه بانل-مایر.....	۳۴
تصویر ۲-۲: الگوی بخیه قفلی ساده تکی.....	۳۶
تصویر ۲-۳: الگوی بخیه سه حلقه ای.....	۳۷
تصویر ۲-۴: انواع روشهای بلند نمودن طول زرد پی.....	۴۴
تصویر ۳-۱: دستگاه بیومکانیک اینسترون ساخت کشور انگلستان.....	۵۶
تصویر ۳-۲: اتصال لوله تراشه به دستگاه بیهوشی استنشاقی مدار بسته.....	۵۷
تصویر ۳-۳: قرار گرفتن حیوان به پهلو، اندام مورد نظر آماده سازی و برای عمل در دسترس می باشد.....	۵۸
تصویر ۳-۴: آماده سازی اندام مورد نظر برای جراحی استریل.....	۵۹
تصویر ۳-۵: اندام جنینی (جنین گوساله ۷ ماهه مورد استفاده جهت جدانمودن تاندون ها.....	۶۰
تصویر ۳-۶: جدا نمودن تاندون های خم کننده سطحی و عمقی جنین به روش اسپتیک.....	۶۱
تصویر ۳-۷: نگهداری تاندون های جدا شده جنینی در سرم فیزیولوژی در دمای	

عنوان	صفحه
۴ درجه.....	۶۲
تصویر ۳-۸: وترهای عمقی و سطحی جمع کننده انگشتان که در یک غلاف	
قرار دارند.....	۶۴
تصویر ۳-۹: جدا کردن وترهای عمقی و سطحی جمع کننده انگشتان از یکدیگر.....	۶۵
تصویر ۳-۱۰: کارگذاری بخیه قفلی قوسی بر روی وتر جنینی قبل از اتصال به وتر	
خم کننده اسب.....	۶۶
تصویر ۳-۱۱: کارگذاری تاندون جنینی به جای تاندون قطع شده اسب.....	۶۷
تصویر ۳-۱۲: بخیه غلاف تاندونی بر روی تاندون پیوند شده در گروه اول.....	۶۸
تصویر ۳-۱۳: بخیه بافت زیر پوستی و پوست بر روی تاندون پیوند شده در	
گروه دوم.....	۶۹
تصویر ۳-۱۴: پوشاندن موضع عمل با تامپون آغشته به بتادین قبل از گچ گیری.....	۷۱
تصویر ۳-۱۵: گچ گیری اندام از بالای مفصل کارپ تا انتهای سم.....	۷۲
تصویر ۳-۱۶: حیوان در اتاق بهبودی در حال گذر از مرحله بیهوشی به	
هوشیاری است.....	۷۳
تصویر ۳-۱۷: هدایت حیوان به بیمارستان جهت بستری و مراقبت های ویژه	
پس از عمل.....	۷۴
تصویر ۳-۱۸: باز کردن گچ در روز ۴۰ بعد از عمل.....	۷۶
تصویر ۳-۱۹: چک کردن وضعیت زخم موضع عمل از لحاظ وجود	
عفونت و یا ادم.....	۷۷

عنوان

صفحه

- تصویر ۳-۲۰: بانداژ اندام جراحی شده از روز ۴۰ تا ۷۰ بعد از عمل..... ۷۸
- تصویر ۳-۲۱: معدوم ساختن حیوان توسط تیوپنتال سدیم..... ۷۹
- تصویر ۳-۲۲: تاندونهای جدا شده از حیوان..... ۸۰
- تصویر ۳-۲۳: قرار دادن تاندون در دستگاه کشش بیومکانیکی اینسترون..... ۸۳
- تصویر ۳-۲۴: اندازه گیری سطح مقطع تاندون قرار گرفته در دستگاه کشش توسط دو فک بالا و پایین..... ۸۴
- تصویر ۳-۲۵: کشیده شدن تاندون توسط فک پایینی دستگاه کشش..... ۸۵
- تصویر ۳-۲۶: منحنی نیرو و تغییر طول رسم شده توسط دستگاه کششی اینسترون..... ۸۶
- تصویر ۴-۱: مقطع میکروسکوپی طولی از تاندون سالم اسب..... ۹۴
- تصویر ۴-۲: مقطع میکروسکوپی طولی از تاندون سالم اسب..... ۹۵
- تصویر ۴-۳: مقطع میکروسکوپی عرضی از تاندون سالم اسب..... ۹۶
- تصویر ۴-۴: مقطع میکروسکوپی عرضی از غلاف تاندون پیوندی..... ۹۷
- تصویر ۴-۵: مقطع میکروسکوپی عرضی از تاندون مجاور تاندون پیوندی..... ۹۸
- تصویر ۴-۶: مقطع میکروسکوپی عرضی از تاندون پیوندی..... ۹۹
- تصویر ۴-۷: مقطع میکروسکوپی عرضی از تاندون پیوندی..... ۱۰۰

فصل اول

مقدمه و هدف

اندام حرکتی یکی از اعضای مهم و ظریف حیوانات منجمله اسب می باشد. اندامهای حرکتی از مجموعه پیچیده ای تشکیل یافته است که شامل: استخوانها، رباطها، عضلات و اوتار، مفاصل، عروق و اعصاب می باشد. بدلیل ظرافت موجود و عملکرد دقیق بین این اعضا اندامهای حرکتی از توجه خاصی برخوردار می باشند. ماهیت بیماریهای این اجزاء پیشرونده و تهاجمی بوده و کوچکترین غفلت در درمان و نگهداری از این اجزاء باعث پیشرفت بیماری تا مراحل بدون درمان می گردد که به ناچار باعث حذف حیوان می شود. خراشیدگی و یا پاره شدن وترهای خم کننده و بازکننده در اثر ضربه های خارجی در تمام نژادها و سنین در اسب گزارش شده است. این تصادفات معمولا در اثر برخورد با سیم خاردار ، برخورد با مانع و یا سایر اجسام تیز فلزی اتفاق می افتد. ضایعات به سطح خم کننده عضو بیشتر در سمت پایینی مج پا و دست اتفاق می افتد و باعث درجات مختلفی از آسیب به وتر های خم کننده انگشتان و بافتهای نرم ناحیه می شود.

زخم های مربوط به وتر خم کننده سطحی انگشتان باعث مقدار خفیفی از باز شدن مفصل قلمی بند انگشتی می گردد. هنگامی که باز شدن بیش از حد مفصل بین انگشتی پایین باشد پنجه به سمت بالا از زمین بلند می شود و نشانه پارگی هر دو وتر سطحی^۱ و عمقی^۲ انگشتان می شود. پارگی هر دو وتر خم کننده با رباط معلقه باعث باز شدن بیش از حد انگشتان می شود که در این حالت حیوان بر روی کف پا یا دست راه می رود. زخم های وتر های خم کننده پیش آگهی^۳ و خیمی دارند که علت آن تحمل وزن بر روی این وترها است.

ضایعات وارده به زردپی^۴ حجم زیادی از فعالیت های ارتوپدی انسان و دام را به خود اختصاص داده است (۳۹ و ۴۲ و ۴۳ و ۴۶ و ۵۵ و ۶۰ و ۷۴ و ۷۵ و ۷۶ و ۷۸ و ۸۶ و ۹۳). محققین سالها بر این اعتقاد بودند که زردپی در حیوان بالغ بافتی غیر فعال بوده که فاقد قدرت ترمیم است. ولی امروزه ثابت شده است که زردپی دارای فعالیت متابولیکی و توانایی التیام می باشد (۶۰). ضربات اجسام غیر برنده^۵ باعث آسیب به سلولها و تارهای کلاژن شده که با آزاد شدن آنزیمهای سلولهای نکروز شده تارهای بیشتری تخریب شده و آماس محل را به دنبال دارد (۷۴). روند ترمیم زردپی کند و ناکامل بوده و معمولا داغ^۶ حاصله از لحاظ آسیب ساختمانی و مکانیکی با بافت طبیعی تفاوت دارد (۷۴). جریان خون و فعالیت متابولیکی زردپی فوق العاده کمتر از سایر بافتها می باشد به طوری که میزان مصرف اکسیژن کبد ۱۰ برابر و عضله ۷ برابر زردپی می باشد که این موضوع می تواند کندی روند ترمیم زردپی را نسبت به بافتهای دیگر توجیه نماید (۷۶). به طور کلی به عنوان شرط اولیه در ترمیم زردپی رعایت موارد ذیل ضروری می باشد:

۱- زردپی در حال ترمیم تحت تاثیر حرکات کنترل شده قرار گیرد.

¹ - Superficial digital flexor tendon

² - Deep digital flexor tendon

³ - Prognosis

⁴ - Tendon

⁵ - Atraumatic

⁶ - Scar

فصل دوم

کلیات و بررسی منابع موجود

۱-۲- آناتومی و ساختمان زردپی

زردپی پستانداران بالغ نوار متراکمی از بافت پیوندی فیبروزی می باشد که در حد فاصل اتصال عضله به استخوان قرار گرفته است و ساختمان آن به نحوی است که قادر می باشد احتیاجات مکانیکی آن را تامین نماید (۵۷ و ۹۲).

ساختمان زردپی از گروه رشته های کلاژن موازی و فشرده تشکیل شده که در حد فاصل آنها ماده زمینه ای، فیبروسیتها^۱ و یا تنوسیتها^۲ بطور موازی همراه رشته های الاستیک قرار دارند (۵۷).

مطالعات اخیر نشان می دهد که زردپی نظیر سایر بافتهای پیوندی متحمل تغییرات بیوشیمیایی و مورفولوژیکی در سطح سلولی و ماده زمینه ای در طول زمان می گردد. برای مثال، با افزایش سن میزان تنوسیتها، عروق خونی و درصد آب آن کاهش می یابد (۲۴ و ۳۳). در این هنگام تنوسیتها باریک تر و بلندتر شده و به واسطه وجود زواید سیتوپلاستیک که

^۱ -Fibrocytes

^۲ -Tenocytes