



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

توسعه منیسک های مصنوعی زانو با استفاده از هیدروژل های الکلی پلی ونیل برای بازگشت و تداوم سریع به زندگی ورزشی در افراد ورزشکار که به آسیب های شدید

منیسک مبتلا هستند. I: ارزیابی مکانیکی

چکیده

اهمیت عملکرد منیسک زانو اکنون مشخص شده است و درمان آسیب های وارد شده به منیسک زانو روش های مختلفی را، از جمله برداشتن منیسک تا ترمیم آن را شامل میشود. اما، بر اساس نوع آسیب وارد شده به منیسک، گاهی اوقات تنها روش ممکن برداشتن منیسک زانو میباشد. افراد جوان ورزشکار میتوانند تحت عمل جراحی برداشتن منیسک قرار بگیرند تا در سریع ترین زمان ممکن به زندگی ورزشی خودشان بازگردند. اما، در این زانو ها، باید مشکلات آینده در زانو مانند تغییرات تجزیه ای یا آرتروز های استخوانی میشود. با در نظر داشتن تشخیص و شرایط در این بیماران، ما یک منیسک مصنوعی را با استفاده از هیدروژل الکل پلی ونیل (PVA-H) را ایجاد کردیم و تست های مکانیکی را برای فشردگی و آرامش - تنش انجام دادیم. ما متوجه شدیم که منیسک های انسانی دارای ویژگی های ویسکو الاستیک خاصی هستند و دارای محتویات آبی بالایی میباشد. PVA-H دارای رفتار ویسکو الاستیک مشابه با منیسک انسانی در تست های مکانیکی میباشد. این نتایج نشان میدهد که یک منیسک مصنوعی با استفاده از PVA-H با محتویات آبی بالا میتواند عملکرد منیسک را جبران کرده و ممکن است بتوان آن را از نظر بالینی به خوبی استفاده کرد.

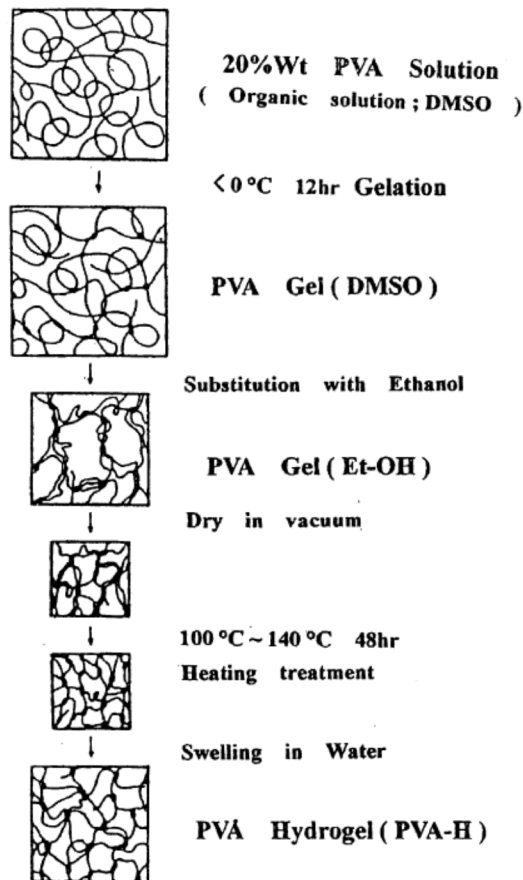
کلیدواژگان: هیدروژل الکل پلی ونیل؛ برداشتن منیسک؛ منیسک مصنوعی؛ آرتروز؛ پایداری زیستی

1. مقدمه

برداشتن منیسک از زانو یکی از رایج ترین فعالیت هایی است که در آسیب هایی که در تصادف ها یا ورزش ایجاد میشود، مورد استفاده قرار میگیرند. مطالعه های آزمایشی اخیر بر روی عملکرد های منیسک نقش بسیار مهمی برای منیسک در آرامش و اتلاف کردن تاثیر تنش در طول بارگذاری داشته و موجب پایدار شدن مکانیزم های روان سازی

مفصل میشود. همچنین گزارش های بالینی مختلفی وجود دارد که نشان دهنده ی تخریب بافت های مفصل ها در بیمارانی است که تحت جراحی های برداشت منیسک قرار گرفته اند. ازین رو، روش های درمانی برای آسیب های وارد شده به منیسک، شامل روش های برداشت منیسک تا ترمیم آن میباشد. به صورت خاص، برای ساییدگی های محیطی منیسک که گردش خون نیز دیده میشود، ترمیم روش جراحی و ترمیم مورد ترجیح برای بیماران میباشد. اما گاهی اوقات، بر اساس نوع آسیب وارد شده به منیسک، برداشت منیسک را نمیتوان مورد اجتناب قرار داد. برای این موارد، مطالعه های آزمایشی و بالینی روش هایی را ایجاد کرده است که میتواند موجب بازسازی عملکرد منیسک شود، به عنوان مثال پیوند آلوگرافت منیسک، تولید شدن مجدد بافت های منیسک با استفاده از مواد زیستی مصنوعی، و جایگزین کردن منیسک. هر کدام این روش ها دارای مشکلاتی میباشد که نمیتوان آن ها را به صورت بالینی مورد استفاده قرار داد.

بیشتر بیماران با آسیب های وارد شده به منیسک شامل افراد جوان و فعال میباشد، که این افراد بیشتر انگیزه ی قوی دارند تا کاری کنند که بتوانند دوباره به توانایی های قبلی خودشان بازگردند و حاضرند تحت جراحی یا بازتوانی قرار بگیرند تا بتوانند فعالیت های ورزشی خودشان را نیز انجام دهند. ما میتوانیم در نظر بگیریم که پیوند زدن منیسک های تولید شده که از اتوگرافت توسط مهندسی بافت، میتواند یکی از بهترین روش های مورد نیاز برای ترمیم آسیب های منیسک میباشد. اما حتی این روش ها در صورتی که شکل نگیرد، بعضی از بیماران نمیتوانند فوراً تحت عمل قرار بگیرند. برای این بیماران، یک درمان موثر برای نجات آن ها، میتواند جایگزین کردن مستقیمی منیسک با مواد زیستی باشد که موجب واکنش زیستی نشوند و ازین رو این امکان را برای فرد فراهم کنند تا در سریع ترین زمان ممکن به فعالیت های ورزشی خودشان بازگشته و آرتروز در زانوی آن ها ایجاد نشود. ما یک منیسک مصنوعی با جنس هیدروژل الکل پلی ونیل (PVA-H) را ایجاد کردیم که در آزمایشگاه های ما به عنوان یک غضروف مصنوعی مورد بررسی قرار گرفته است و اکنون بعضی از آزمایش های مکانیکی را در رابطه با کاربرد های بالینی اش بر روی آن ها انجام داده ایم.



شکل ۱ روند تولید PVA-H

۲. مواد و روش ها

۲,۱ مواد

PVA-H، ماده ی مورد استفاده برای ساختن منیسک های مصنوعی، به صورت گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. پایداری زیستی عالی آن و ویژگی های مکانیکی در مطالعه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. به علاوه، تنظیم کردن محتویات آبی در روند تولید ژل میتواند مشخصات ویسکوالاستیک مشابه با بافت های انسان ایجاد کند. مطالعه های بسیار زیادی بر روی مشخصه های مکانیکی مختلف منیسک انسان اجرا شده است. با در نظر داشتن نتایج این موارد، ما PVA-H را با درجه ای از پلیمری سازی ۱۷۵۰۰ در نظر گرفتیم (بیشترین مقدار که قابلیت ساخت در آزمایشگاه های ما داشته است) تا بتوانیم مقاومت سایش را بهبود دهیم.

نمونه های PVA-H به این صورت ایجاد شده است. PVA به صورت کامل در یک محلول ارگانیک (دی متیل سولفیکساید) و آب با استفاده از گرمایش و آب یاری تحت جریان هوای نیتروژنی حل شد و یک محلول آبی با ۲۰٪ آب به دست آمد. این محلول در یک دمای پایین (۴ درجه) به مدت ۱۲ ساعت رها شد تا کریستالی شده و مولکول های PVA با هم اتصال متقابل ایجاد کنند و ژل های به دست آمده برای بیش از ۲۴ ساعت در الکل خوابانده میشود تا یک بستر غیر ارگانیک جایگزین شود. سپس این ترکیب به صورت وکیوم خشک میشود و سپس تا دمای -۱۰۰ ۱۴۰ درجه ی سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت گرم میشود تا این ترکیب سفت شود و سپس دوباره در آب قرار داده میشود تا محتویات آبی آن از طریق ورم، تنظیم شود. این روند ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

ازین رو PVA-H مختلف به دست می آید (محتویات آبی : ۲۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰٪، درجه ی پلیمری به مقدار ۱۷۵۰۰) به صورت میله های سیلندری شکل میگیرد که سپس به صورت نمونه هایی برای تست های مکانیکی مورد استفاده قرار گرفته و سپس در سالین های فیزیولوژیک قرار میگیرد.

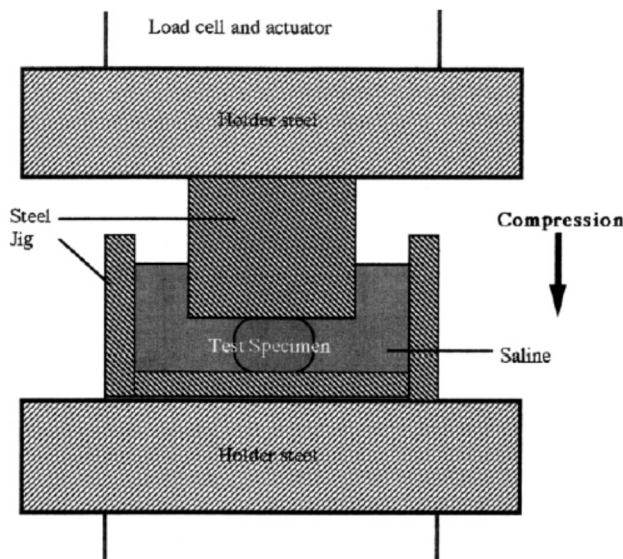
۲،۲ روش ها

تست های مکانیکی بر روی این نمونه های انجام شده است تا ویژگی های مکانیکی PVA-H با محتویات مختلف آبی ، به عنوان یک ماده ی مناسب برای کاشت منیسک های مصنوعی مورد ارزیابی قرار بگیرد. برای مقایسه کردن PVA-H با منیسک های انسان، نمونه ها از منیسک آماده میشود که از قبل از زانوی بیماران جدا شده است (بیماران با سن ۳۵ تا ۶۰ سال) که این افراد در تصادف های جاده ای آسیب دیده اند.

فشرده گی و تست های تنش – آرامش نیز با استفاده از اتوگرافی های الکتروهدرولیک انجام شده است. به دلیل این که PVA-H تمایل به خشک شدن دارند، اندازه گیری های مرتبط با آن در سالین های فیزیولوژیک انجام شده است. منیسک های انسان نیز در یک واسط سالین مورد بررسی قرار میگیرد که در شکل ۲ نشان داده شده است.

برای تست های مکانیکی، نمونه های مکعبی (۵x۵x۵ mm^۳) از میله های PVA-H جدا شده است. ۵ تا ۱۰ نمونه تحت شرایط مشابه آماده شده است. نمونه های به دست آمده از منیسک های انسان در همین سایز مکعب ها آماده

شد. منیسک های انسانی نیز دارای یک آرایش نا همسان گرد از فیبر ها میباشد که میتواند موجب اشکال در اندازه گیری ها شود.



شکل ۲ دیاگرام های دستگاه برای تست های مکانیکی در سالین. در این تست، سلول های بار فولادی بر روی نگهدارنده – انتقال دهنده در ماشین اتوگرافی با سرعت $5\text{mm}/\text{min}$ حرکت کرده و تنش و کرنش PVA-H و نمونه های منیسک نیز اندازه گیری شده است.

ازین رو، نمونه های تست از هر قسمت و هر جهت ممکن جمع آوری شده است و تعداد این نمونه ها برای هر شرایط اندازه گیری نیز به ۱۵-۱۰ تعداد افزایش یافته است.

۲,۲,۱ تست های فشردگی

تست های فشردگی در آب در یک سرعت خزنه $5\text{mm}/\text{min}$ انجام شده است. منحنی های مرتبط با کرنش – تنش از نمونه های PVA-H و منیسک های انسانی با استفاده از اتوگرافی و رفتار ویسکوالاستیک آن ها، مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. برای شرایط الاستیک، تانژانت در کرنش از اولیه بر روی منحنی های تنش – کرنش اندازه گیری شده است. اما، برای بازده تنش، به دلیل این که PVA-H دارای گرانروی بالا میباشد و دچار شکستگی نمیشود، یک نقطه ی قطعی بازده در فلز را نمیتوان تعیین کرد. ازین رو، با افزایش تدریجی بار بر روی نمونه، یک تستس فشردگی با بار گذاری و برداشتن بار به صورت مکرر اجرا میشود. همانطور که در شکل ۳a نشان داده شده

است، باری که در آن تغییر شکل PVA-H شکلش باقی میماند، حتی بدون بار گذاری بعد از رها سازی، به عنوان نقطه ی بازده تعریف میشود.

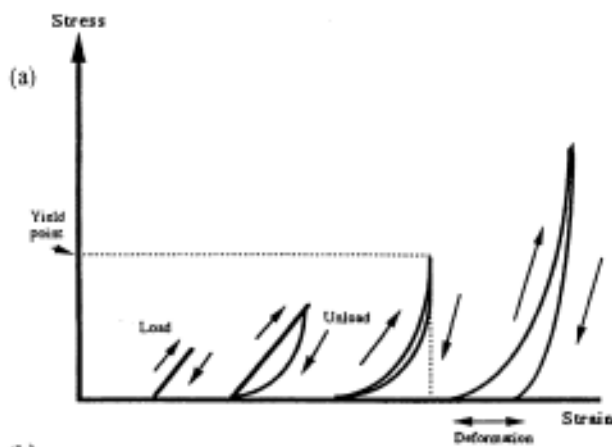
۳. نتایج

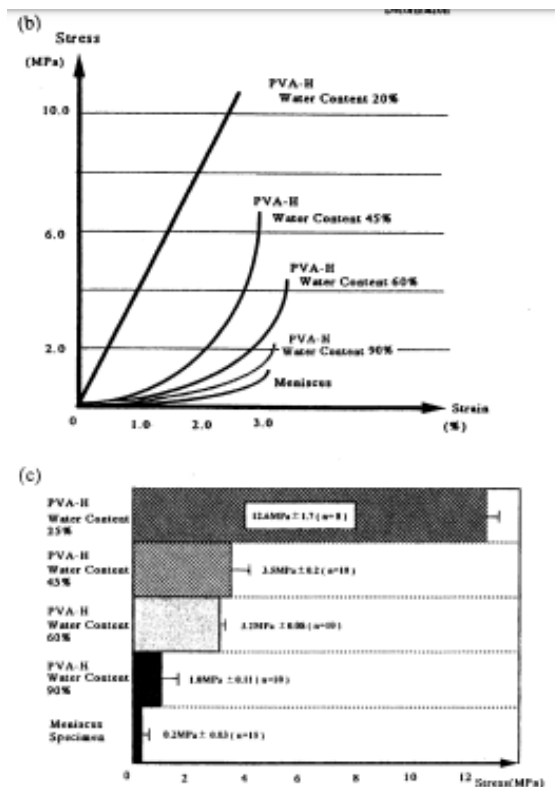
۳,۱ تست های فشردگی

شکل ۳b و c نشان دهنده ی منحنی های تنش و کرنش و مقایدر بازده برای PVA-H و منیسک انسان میباشد. منحنی های تنش - کرنش در PVA-H نشان دهنده ی تغییر شکل الاستیک بیشتر در نمونه هایی با محتویات آبی بیشتر میباشد. اما، با افزایش محتویات آبی، میزان گرانروی بیشتر میشود و ماژول های الاستیک کاهش پیدا میکند. نمونه های منیسک انسان دارای ماژول های الاستیک حتی کمتر از PVA-H هایی هستند که دارای ۹۰٪ آب میباشد و بیشترین رفتار گرانروی را دارند. تنش های بازده در موادی که محتویات آبی کمتر دارند، بالا تر میباشد.

۳,۲ تست تنش - آرامش

شکل ۴ نشان دهنده ی نتایج تست های آرامش - تنش میباشد. PVA-H با محتویات آبی بالا تمایل دارد تا آرامش - تنش محسوس تری را داشته باشد. منیسک های انسانی، شدید ترین آرامش - تنش را دارد. در هر دوی تست های فشردگی و تنش - آرامش، نمونه های PVA-H با محتویات آبی ۹۰٪ رفتار گرانروی مشابه با نمونه های منیسک انسانی را داشتند.





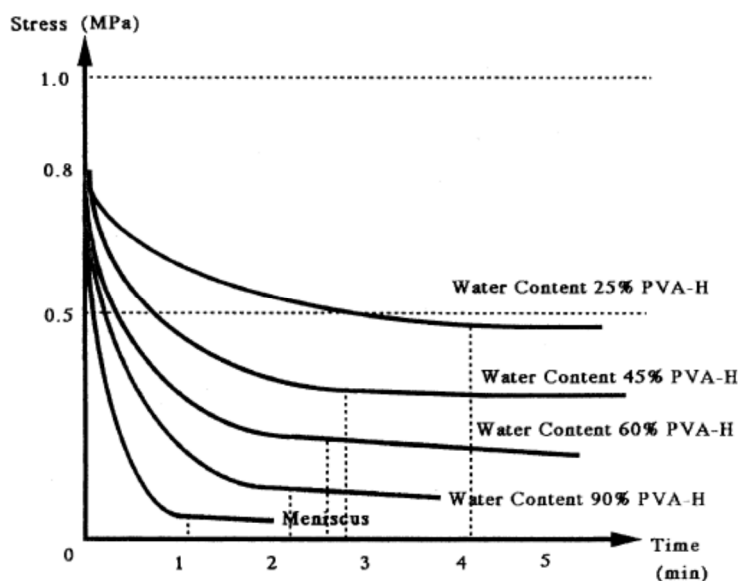
شکل ۳ (a) اندازه گیری نقطه ی بازده در منحنی های تنش - کرنش در تست های فشرده گی . (b) منحنی های معمول تنش - کرنش در نمونه های PVA-H و نمونه های طبیعی منیسک (تست فشرده گی) . (c) مقایسه ی تنش های بازده در PVA-H و نمونه های منیسک

۴. مباحث

از زمان اولین مطالعه ی آزمایشی بر روی تخریب سطوح غضروفی بعد از برداشت منیسک از زانو، مطالعه های بالینی توسط محققان مانند Lanzer، Tapper و دیگر محققان انجام شده است. تغییرات تخریبی در غضروف ها بعد از برداشتن منیسک از زانو با وجود تغییرات در روش های درمان، گاهی غیر قابل اجتناب میباشد.

با وجود این که تنها چندین مطالعه ی محدود در مورد مکانیزم آرتريت های استخوانی بعد از برداشتن منیسک انجام شده است، مطالعه های بیومکانیک در حال حاضر نشان میدهد که کاهش عملکرد های منیسک (مانند از دست رفتن پایداری حرکات مفصل که جبران کننده ی ناهماهنگی های مورفولوژیکی بین فمور و درشت نی، پراکندگی تنش های اعمال شده بر روی غضروف در طول بارگذاری ها بر روی مفصل، و نقش کوسن مانند منیسک علیه بار های ضربه

ای در مفصل زانو) میتواند به صورت مکانیکی موجب تحریک غضروف سطحی به صورت نامناسب شود که منجر به تغییرات آرتريت های استخوانی میشود. در یک مطالعه در زمینه ی زیست شناسی مولکولی ، مشخص شده است که تحریک ها تحت عوامل فیزیکی موجب میشود که آبشار های فعالیت های تعاملی برای ماتریکس متالوپروتئیناز در مفصل را ایجاد میکند که این موضوع موجب میشود که کندروسیت ها عملکرد ترمیم خودشان را از دست داده و موجب تخریب ماتریس خارج سلولی شوند، که این موضوع موجب پیشرفت تغییرات آرتريت های استخوانی میشود.



شکل ۴ فشردگی منحنی های تنش - آرامش در PVA-H و نمونه های منیسک

این مطالعه ها بر روی آرتريت های استخوانی نشان میدهد که برای این که عملکرد مناسب منیسک ایجاد شده و تخریب غضروف با استفاده از منیسک های مصنوعی رخ ندهد، باید بتوان تحریک های مکانیکی ایجاد شده بر روی غضروف های مفصلی بعد از جایگزین کردن منیسک در محدودیت های مشخص کنترل شود و مواد کاشته شده در مفصل نیز باید دارای ویژگی های مکانیکی مشابه با منیسک عادی باشند.

یکی از مشخصه های محسوس منیسک های انسانی در تست های مکانیکی ، مقاومت بازدهی پایین و تسکین - آرامش محسوس میباشد. این یافته ها نشان میدهد که منیسک به صورت آماده شکل خودش بین فمور و درشت نی را تغییر میدهد تا مطابق با مفصل های زانو باشد اما مقاومت خیلی محسوسی نسبت به فشار در غضروف های مفصلی تحت بار ایجاد نمیکند. در عملیات بالینی، ما معمولاً با بیمارانی رو به رو هستیم که با وجود این که شکل منیسک دیسکوئید

غیر عادی دارند، اما نشانه‌ی خاصی از بیماری در آن‌ها دیده نمی‌شود؛ این موضوع ممکن است به این دلیل باشد که، به خاطر وجود مشخصه‌های ویسکوالاستیک در منیسک، سطح غضروف‌های مفصلی به صورت محسوس تحریک نمی‌شود. به صورت معکوس، در صورتی که این مشخصه‌های ویسکوالاستیک ضعیف باشد، خطر آسیب غضروف‌های مفصلی بالا خواهد بود، حتی در صورتی که جذب ضربه و بار تماس، در مفصل زانو به صورت کلی ممکن خواهد بود. نتایج ما نشان می‌دهد که PVA-H با محتویات آبی بالا یک ماده‌ی امید بخش برای کاشت‌های مصنوعی منیسک برای بازیابی عملکرد منیسک برای جلوگیری از تغییرات در غضروف‌های مفصلی می‌باشد. با افزایش محتویات آبی، رفتار ویسکوالاستیک PVA-H محسوس‌تر می‌شود. اما، منیسک‌های انسانی دارای گرانروی بیشتری نسبت به هر PVA-H با هر محتویات آب می‌باشند که این موضوع نشان می‌دهد که PVA-H برای منیسک انسانی باید محتویات آبی بالاتری را داشته باشد.

با در نظر داشتن کاربرد‌های بالینی، بعضی از مشکلات هنوز باقی مانده است. اولین موضوع پایداری این موارد می‌باشد که باید این پارامتر را با استفاده از تست‌های خستگی و خزش ارزیابی کرد که این کار در این مطالعه انجام نشده است. به دلیل این که هیچ‌گونه شکستگی در PVA-H در هیچ کدام از موارد گزارش شده توسط Oka و همکارانش دیده نشده است، این ماده به نظر دارای مقاومت مکانیکی مورد نیاز می‌باشد. اما، با در نظر داشتن منیسک مصنوعی به عنوان یک کاشت نیمه پایدار، ما قصد داریم تا درجه‌ی پلیمری سازی این ماده را افزایش دهیم تا خاصیت ضد خزش این ماده بیشتر شود. دوماً، زیست سازگاری این ماده نیز باید ارزیابی شود؛ این موضوعات در آزمایش‌های حیوانی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

با وجود این که در این زمینه مطالعه‌های بیشتری مورد نیاز می‌باشد، نتایج آزمایش‌های مکانیکی ما تایید کننده‌ی کاربرد PVA-H با محتویات آبی بالا به عنوان منیسک مصنوعی، می‌باشد.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی