

مشخصات نشریه

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی دانشکده مهندسی پزشکی

مدیر مسئول: سعید بهرامی

شورای سردبیری: نوید حسن‌زاده، رضا مهدوی، محمدجواد عین‌افشار

دبیر گروه بیوالکتریک: نوید حسن‌زاده

شورای تحریریه: سحر فخری، علیرضا عرب، نوید حسن‌زاده، یلدا فروتن، سروش دهقان

دبیر گروه بیومتریال: رضا مهدوی

شورای تحریریه: فاطمه امجد، فرزانه حریری، فاطمه شعبانی، یاسمن شکری، زهرا باقری، بهاره خیل‌نژاد،

حانیه رضائی‌فر، رضا مهدوی

دبیر گروه بیومکانیک: محمدجواد عین‌افشار

شورای تحریریه: شهره آزادی، الهه جلیوند، محمدجواد عین‌افشار، محمدجواد فلاحی، مجید

معین‌آبادی

دبیر گروه خبر: امیرمحمد اکبری

شورای تحریریه: فاطمه قره‌باغی، فائزه صابریان، امیرمحمد اکبری، فرزانه حریری جهرمی، محمدمجتبی

کاظمی مجدآبادی، رضا پرتوی، پدram کریمی

صفحه‌آرایی و گرافیک: آرتا خانعلیزاده

مشاوران علمی: دکتر سجاد جعفری، دکتر مهران صولتی هاشجین، دکتر عطاء... هاشمی، دکتر مهناز

اسکندری

داستان همین است. دیگر بار، دیگر بار و دیگر بار. چرخهای که مدام تکرار می‌شود و انگار تپش را هیچ‌گاه رهایی نیست که البته گویای حیات آن است. تپشی که مدت‌هاست آریتمی دارد! به عنوان نخستین نشریه مهندسی پزشکی نهالش کاشته شد و امید داریم تا به درختی تناور تبدیل شود. هر دوره‌ای که کسی بود، دستش را گرفت و بلند کرد و تپید و هر وقت هم کسی نبود، سطح هوشیاریش پایین آمد؛ ولی همچنان به حیاتش ادامه داد. دیگر بار دستش را گرفتیم؛ اما این بار با این امید و آرزو که بیشتر سرپا بماند. در ابتدا خواستیم کوتاهی کنیم؛ اما فهمیدیم این امور جد و جهد شبانه‌روزی می‌خواهد. با رضا به تقدیر دادن و دستار اختیار گشودن و فعالیت نکردن، کاری انجام نمی‌گیرد.

قومی بر جد و جهد نماند وصل دوست

قومی دگر حواله بر تقدیر می‌کنند!

با پشتوانه توکلی که بر خدای متعال و اهل بیت (ع) و پشتگرمی به همکاری اساتید محترم و دوستان گرانقدر، بدون نگرانی به میدان آمدیم. جای تعجب نیست، از دانشجویانی که کار اصلی‌شان تحقیق و مقاله نویسی است (!؟) به عرصه این قبیل فعالیت‌های اجرایی آیند:

دکار گلاب و گل حکم ازلی این بود

کاین شاهد بازاری، وان پرده نشین باشد

آن نیست که حافظ رازدی شد از خاطر

کاین با تخته پیشین تار و ز پسین باشد

اگر چه این کار یک کار علمی - دانشجویی بود، اما به استناد به آنچه از نزدیک شاهدیم به جرأت می‌توان گفت که: شورای سردبیری و شورای تحریریه تمامی سعی خود را جهت پربار شدن هر چه بیشتر نشریه (چه کمی و چه کیفی) انجام داده و خواهند داد. در این شماره، تلاش‌ها بر آن بوده تا با ایجاد تغییر و تحولات، بر غنا و تنوع مطالب بیفزاییم تا خواندندش ذی‌قیمت باشد و از حوصله خواننده خارج نگردد. با این حال اگر در حین انجام امور اجرایی قصوری رخ داده ضمن پوزش از شما آماده شنیدن نظرات و پیشنهادها هستیم. از دانشجویان محترم دعوت می‌کنیم که با ارسال مقالات خود، سایر مخاطبان را از ماحصل پژوهشی خویش مطلع نمایند.

فاصل مباحث ارعاقلی درباب اگر صاحب دلی






باشد که توان یافتن دیگر چنین ایام را

سخن بسیار است و مجال اندک؛ چه بهتر که سخن را کوتاه کنیم و پای در ره نهیم که:






بتمم بدرقاره کن ای طایر قدس

که دراز است ره مقصد و من نوسفرم






بیوالکتریک

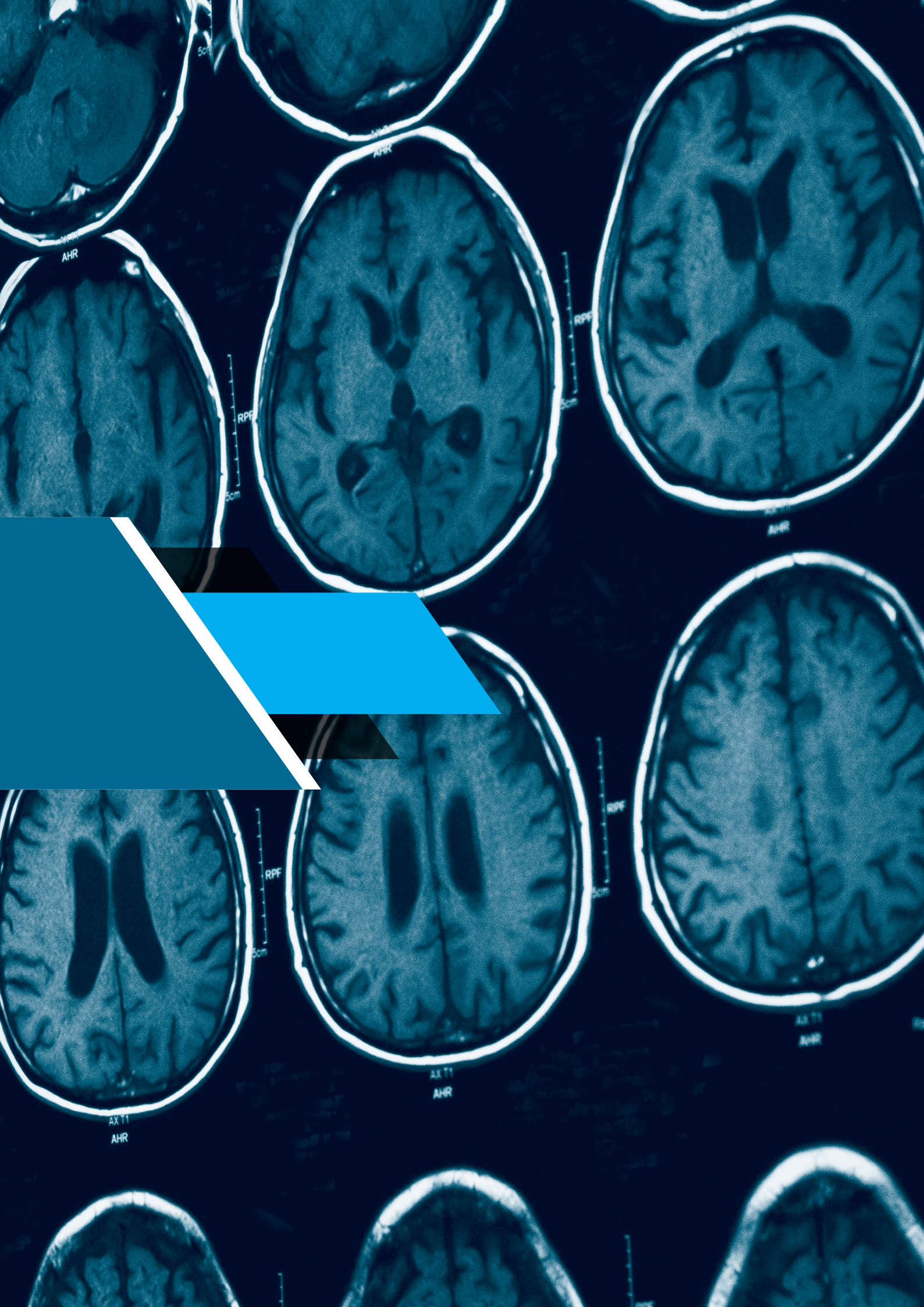
- ایست قلبی و اهمیت استفاده از دستگاه دیفیبریلاتور خارجی خودکار  ۶
- مصاحبه با دکتر سجاد جعفری  ۹
- بررسی فناوری‌های جدید در زمینه ربات‌های پزشکی  ۱۲
- مقدمه‌ای بر پردازش سیگنال و آشنایی با کدنویسی آن در نرم‌افزار متلب  ۱۵
- اخبار  ۱۸

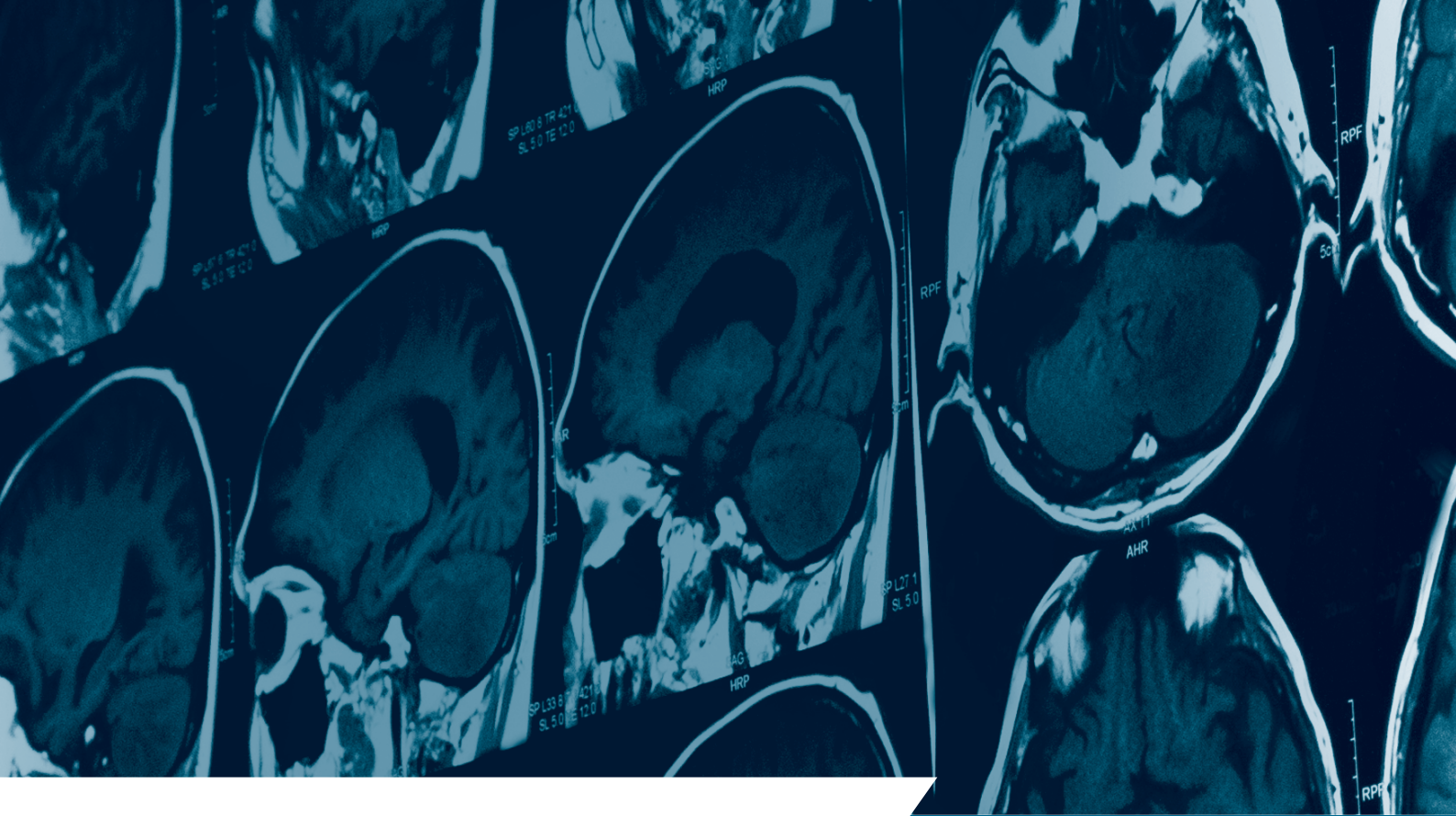
بیومتریال

- جشن ۴۰۰۰ سالگی زیست مواد  ۲۲
- مصاحبه با دکتر مهران صولتی هاشجین  ۲۵
- ارگان یا تراشه؟!  ۲۸
- طراحی آزمایش (DOE)  ۳۱
- اخبار  ۳۴


بیومکانیک


- خواص بیومکانیکی بافت  ۳۸
- مصاحبه با دکتر عطاء... هاشمی  ۴۱
- کاشتنی‌های با طراحی مخصوص هر بیمار  ۴۴
- مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی بیومکانیکی و معرفی نرم‌افزار AnyBody  ۴۷
- اخبار  ۵۰





بیوالکتریک

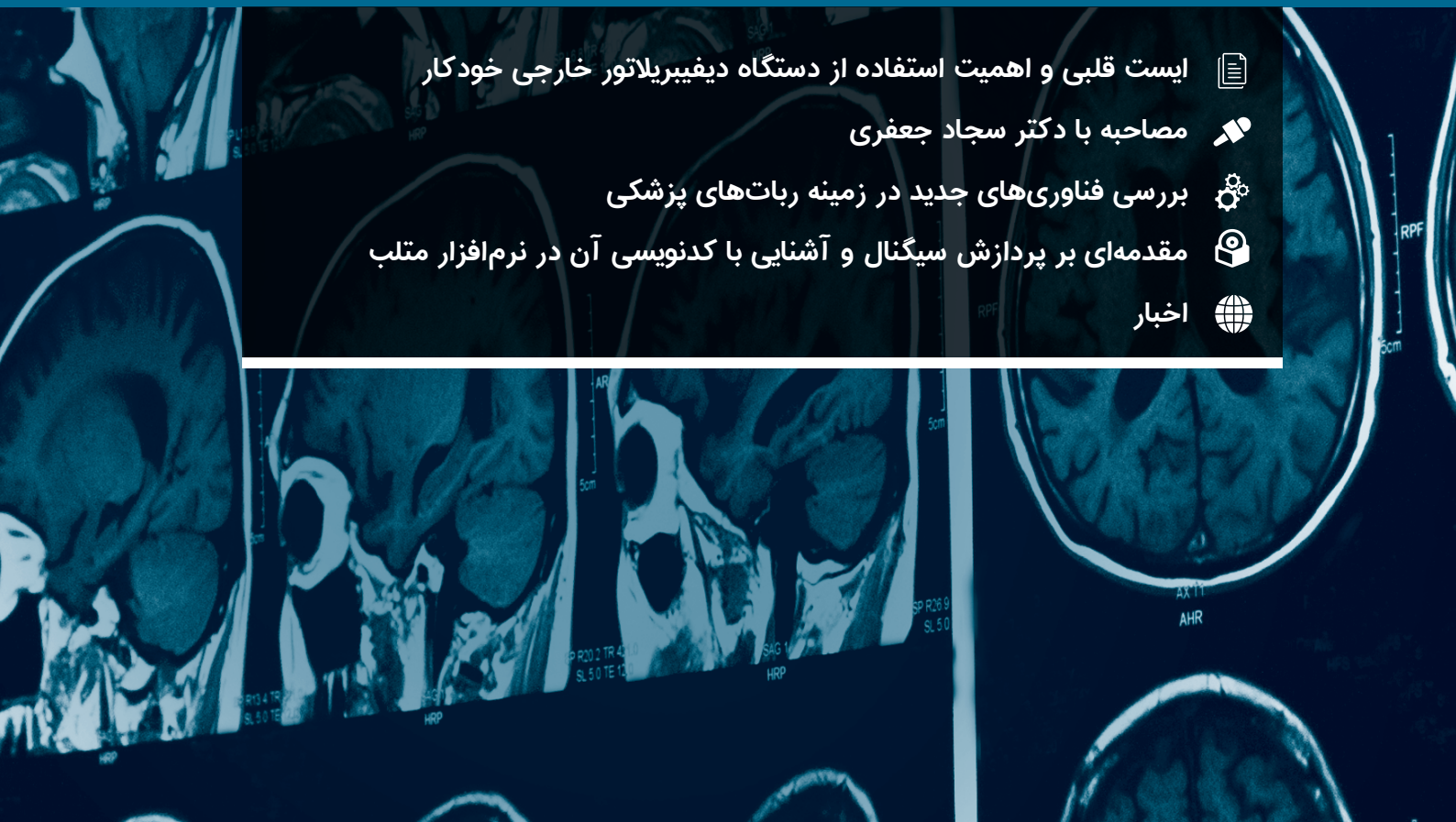
ایست قلبی و اهمیت استفاده از دستگاه دیفیوزیون خارجی خودکار 

مصاحبه با دکتر سجاد جعفری 

بررسی فناوری‌های جدید در زمینه ربات‌های پزشکی 

مقدمه‌ای بر پردازش سیگنال و آشنایی با کدنویسی آن در نرم‌افزار متلب 

اخبار 



ایست قلبی و اهمیت استفاده از دستگاه دیفیبریلاتور خارجی خودکار

سحر فخری (دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه بیوالکتریک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مقدمه

ایست قلبی در خارج از بیمارستان (OHCA)^۱، یکی از شایع‌ترین علت‌های مرگ‌ومیر و دلیل اصلی هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی است. این واقعیت منجر به تحقیقات قابل توجهی برای مطالعه راه‌های کاهش مرگ‌ومیر ثانویه در ایست قلبی خارج از بیمارستانی گردیده است. انجمن قلب آمریکا (AHA)^۲ کمپینی برای بهبود سطح آگاهی مردم در مواجهه با بیماران ایست قلبی خارج از بیمارستانی توسعه داده است. یکی از بخش‌های برجسته این کمپین توسعه زنجیره بقا است. زنجیره بقا شامل ۵ حلقه زیر می‌باشد:

۱- تشخیص سریع ایست قلبی و فعال ساختن سیستم واکنش اضطراری (EMS)^۳، ۲- احیای قلبی ریوی پایه با تأکید بر ماساژ قلبی، ۳- دیفیبریلاتور سریع، ۴- احیای قلبی ریوی پیشرفته و مؤثر (ACLS)^۴، ۵- مراقبت‌های پیوسته بعد از ایست قلبی.

دستگاه AED^۵، یا الکتروشوک اتومات، وسیله‌ای قابل حمل و سبک است که یک شوک الکتریکی را از خلال قفسه سینه به قلب وارد می‌کند (شکل ۱).



شکل ۱. دستگاه AED

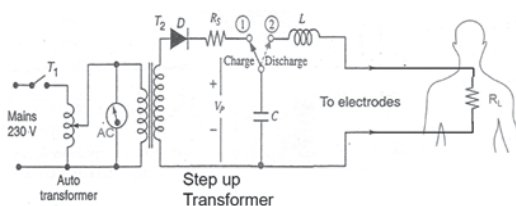
وارد کردن یک شوک الکتریکی که باعث رپولاریزاسیون همزمان کلیه سلول‌های میوکارد و در نتیجه انقباض هماهنگ آن‌ها می‌شود، دیفیبریلاسیون الکتریکی نامیده می‌شود. این شوک می‌تواند سبب متوقف نمودن ریتم غیرطبیعی شده و در هنگام ایست قلبی ناگهانی، اجازه از سرگیری ریتم طبیعی را به قلب بدهد.

برای بیماران با ایست قلبی به علت آریتمی بطنی، دیفیبریلاتور سریع (با فاصله کمی از CPR) می‌تواند در بهبود چرخه بقا مؤثر واقع شود. همچنین استفاده به موقع از دستگاه الکتروشوک یک عامل کلیدی برای افزایش شانس زنده ماندن با تأثیر عصبی حداقل است. مطالعات نشان می‌دهد که دیفیبریلاتور سریع در عرض ۵ دقیقه بعد از ایست قلبی به فیبریلاسیون بطنی، برای اطمینان از یک تأثیرگذاری خوب مورد نیاز است.

در این مقاله قرار است به معرفی نوع خاصی از دستگاه‌های شوک الکتریکی که نحوه کار با آن از دیگر انواع ساده‌تر است و حتی می‌توان توسط افراد غیرمتخصص اما آموزش‌دیده در مکان‌هایی مانند منزل یا مراکز پرتردد استفاده شود، پرداخته شود تا ضمن معرفی یکی از پرکاربردترین تجهیزات پزشکی بر اهمیت به کارگیری آن تأکید شود.

معرفی اجزای دستگاه

سه جزء اصلی در همه دیفیبریلاتورها، خازن، سلف و یک منبع تغذیه است. در واقع تعامل این سه جزء با هم است که اجازه می‌دهد به طور مؤثری ریتم قلبی مناسب را برگردانده شود. در ادامه شماتیک کلی مدار داخلی دستگاه (شکل ۲) بررسی می‌شود.



شکل ۲. نمودار مدار داخلی دیفیبریلاتور

^۱ Out-of-Hospital Cardiac Arrest

^۲ American Heart Association

^۳ Emergency Medical Service

^۴ Advanced Cardiovascular Life Support

^۵ Automated External Defibrillator

ترانسفورماتورهای step-up (T_p)، ولتاژ را به صورت گام به گام افزایش می‌دهند. در دستگاه‌های دفیبریلاتور از این نوع ترانسفورماتورها جهت تبدیل ولتاژ ۲۴۰ ولت AC به ۵۰۰۰ ولت AC استفاده می‌شود و این امکان را به پزشک (یا کاربر) می‌دهد که مقادیر مختلف شارژ را انتخاب کند. از این رو یک کلید کنترلی جهت تنظیم ژول انتقالی به بیمار تعبیه شده است، چراکه تأثیر فیزیکی و بالینی که بیمار حس خواهد کرد متفاوت خواهد بود. اگرچه تعیین ژول لازم در دفیبریلاتورهای اتوماتیک توسط خود دستگاه انجام می‌شود.

در بسیاری از دفیبریلاتورها از جمله AED، باتری‌های قابل شارژ داخلی به عنوان یک منبع انرژی اضافی نیز وجود دارند.

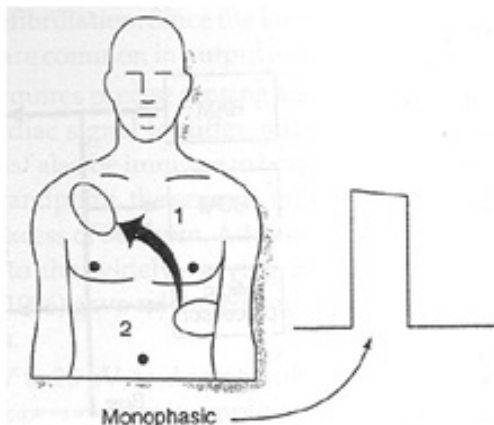
مقاومت‌ها

یک دفیبریلیشن موفق بستگی به میزان بار الکتریکی دارد که روی عضله قلب تخلیه می‌شود. تنها بخشی از کل جریان انتقالی (۳۵A) از طریق قلب شارژ می‌یابد و مابقی تلف می‌شود.

پوست و قفسه سینه در این مسیر مانند مقاومت‌های سری و بقیه ساختارهای درون قفسه سینه همانند مقاومت‌های موازی عمل می‌کنند. در نهایت امپدانس مجموع (RL) حدود ۱۵۰-۵۰ اهم است که با مدیریت دادن شوک‌های متوالی به صورت سریع می‌توان این امپدانس را کاهش داد. مقاومت RS هم می‌تواند ضمن حفاظت از مدار ثابت زمانی مدار را مشخص نماید.

شکل موج‌های دفیبریلیشن

امواج مونوفازیک^۱: این نوع از دفیبریلیشن انرژی زیادی را تنها در یک جهت، از میان قفسه سینه بیمار عبور می‌دهد (شکل ۴).



شکل ۴: دفیبریلیشن مونوفازیک؛ جریان تنها از یک جهت عبور می‌کند.

و به طور کلی در همه دفیبریلاتورهای مونوفازیک توصیه می‌شود J انرژی به بیمار بزرگسال داده شود تا ماکزیمم جریان لازم برای بیشترین امپدانس تأمین شده باشد.

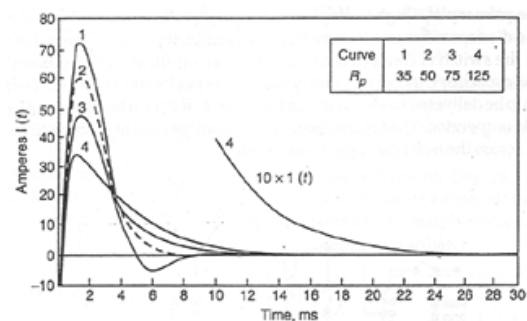
^۱ Mono-phasic

خازن‌ها

زمانی که کلید در وضعیت ۱ است، جریان مستقیم کشیده شده از منبع تغذیه (ترانسفورماتورهای step-up و یکسوکننده و یا توسط باتری و مبدل‌های DC به DC در انواع قابل حمل مانند AED) سبب شارژ شدن خازن با نرخ نسبتاً کندی و به وجود آمدن اختلاف پتانسیل V بر روی صفحات خازن می‌شود که سدی در برابر نیروی الکترومغناطیسی منبع تغذیه E ایجاد می‌کند. با بیشتر شدن انرژی لازم جهت شارژ کردن خازن میزان ولتاژ آن هم افزایش می‌یابد و در زمان دشارژ شدن ژول بیشتری روی قلب از طریق الکترودها تخلیه می‌شود. در نهایت با قرار گرفتن کلید در وضعیت ۲ خازن با نرخ نسبتاً سریعی (در حدود میلی ثانیه) روی قفسه سینه بیمار دشارژ می‌شود. نرخ تخلیه انرژی به مرور به علت افت ولتاژ دو سر خازن، کاهش می‌یابد.

انرژی منتقل شده به بیمار، به طور مستقیم با ولتاژ دو سر خازن در ارتباط است ($U = \frac{1}{2} QV$). معمولاً سطح انرژی ذخیره شده در دفیبریلاتورها در حدود ۲ تا ۳۶۰ ژول که بسته به اندازه بیمار و مقاومت پوست متغیر است. ولتاژ مورد نیاز جهت تأمین این انرژی ۱۰۰ تا ۶۰۰ ولت، با توجه به مدت زمان پالس DC می‌باشد.

تغییرات جریان دشارژ شده بر حسب زمان برای امپدانس‌های مختلف (بیماران متفاوت) در شکل ۳ رسم شده است.



شکل ۳: نمودار دشارژ شدن یک دفیبریلاتور، معروف به شکل موج «لون» (Low waveform) برای امپدانس‌های مختلف

سلف‌ها

دفیبریلاتورها باید با دادن شوک بتوانند ریتم طبیعی قلب را بازگردانند، بنابراین جریانی که تحویل می‌دهند باید چندین میلی ثانیه دوام داشته باشند؛ اگرچه دشارژ شدن خازن‌ها خیلی سریع صورت می‌گیرد. بدین منظور از سلف‌هایی با مقادیر میکروفاراد استفاده می‌کنند، که ضمن حفاظت از بیمار، تغییرات ناگهانی جریان را کنترل می‌نمایند. اما در عوض بخشی از انرژی را در هنگام تخلیه در خود تلف می‌کنند.

منبع تغذیه

یک ترانسفورماتور خودکار متغیر (T_p)، جهت تشکیل اولیه یک ولتاژ بالا برای ترانسفورماتور T_p وجود دارد.

عبور می‌کند و باعث سوزش در بیمار می‌شود.

- همه منابع اکسیژن طی دفیبریلاسیون باید از بیمار جدا شوند؛ چرا که امکان انفجار در آن‌ها وجود دارد.

- هیچ‌یک از افراد اطراف بیمار در زمان اعمال شوک نباید تخت بیمار، بیمار یا هرگونه تجهیزات متصل به او را لمس کنند.

- مایعات می‌توانند الکتریسته را هدایت کنند، بنابراین ناحیه قفسه سینه باید تمیز و خشک باشد (مثلاً در غریق).

- تا زمانی که پدال‌ها روی قفسه سینه بیمار قرار نگرفته است، دفیبریلاتور نباید شارژ شود؛ چرا که ممکن است دشارژ ناگهانی سبب جراحت شود.

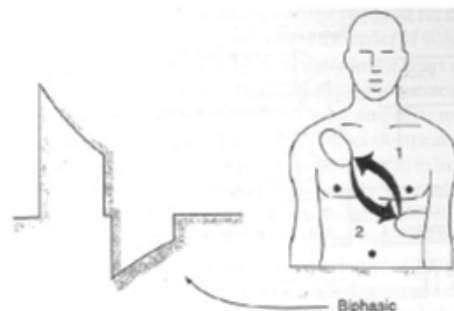
در کشورهای پیشرفته‌ای مانند ژاپن با توجه به افزایش روز افزون مرگومیر ناشی از ایست قلبی و اهمیت به سزای استفاده به موقع از دستگاه AED در کنار احیای قلبی-ریوی پایه، استراتژی قرارگیری این دستگاه‌ها در مراکز پرتردد و عمومی به اجرا در آمده است (شکل ۶).



شکل ۶: قرارگیری AED در یک مرکز عمومی در اوساکا، ژاپن.

امید است با قرارگیری این دستگاه در مراکز پرترددی مانند متروها، در ایران هم با کوتاه شدن فاصله زمانی بین ایست قلبی و دادن شوک، با بهبود چرخه بقا سبب نجات جان مصدومین شد.

امواج بای‌فازیک^۱: در این نوع دفیبریلیشن انرژی در دو جهت به قلب فرستاده می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵. دفیبریلیشن بای‌فازیک؛ جریان در دو جهت عبور می‌کند.

این نوع امواج ابتدا برای استفاده در دفیبریلاتورهای کاشتنی (ICD) توسعه داده شدند اما به مرور به امواج استاندارد مورد استفاده در دفیبریلاتورهای خارجی اتوماتیک (AED) تبدیل گشتند.

از آنجایی که همه امواج بای‌فازیک باعث توقف فیبریلاسیون بطنی با جریان کمتری نسبت به موج‌های مونوفازیک می‌شوند، در دفیبریلاتورهای خارجی از هر دو نوع موج استفاده می‌شود.

تحقیقات نشان داده است استفاده از امواج بای‌فازیک می‌تواند به اندازه استفاده از امواج مونوفازیک موفقیت‌آمیز باشد؛ نکته قابل توجهی که وجود دارد میزان انرژی مصرفی کمتری است که در شوک بای‌فازیک به قلب بیمار وارد می‌شود و در نتیجه آسیب‌های ناشی از آن به سلول‌های قلبی به حداقل می‌رسد.

هم‌چنین برای تولیدکنندگان این دستگاه‌ها، استفاده از دفیبریلیشن بای‌فازیک مزایای فنی به دنبال خواهد داشت؛ دستگاهی با مصرف انرژی پایین‌تر، سبک‌تر و ارزان‌تر خواهد بود. از سوی دیگر باتری کمتری لازم دارد و تعمیرات و نگهداری زیادی لازم نخواهد داشت؛ از این رو استفاده از دستگاه‌های AED در مکان‌های عمومی ممکن‌تر می‌شود.

ایمنی

موارد ایمنی که قبل از استفاده از دفیبریلاتور روی بیمار با آریتمی قلبی باید در نظر گرفته شوند عبارتند از:

- بیمار نباید ریتم سینوسی نرمال داشته باشد.
- لیدهای دفیبریلاتور باید به درستی متصل شده باشند تا جریان الکتریکی بتواند عبور کند.
- محل قرارگیری پدال‌ها دستورالعمل خاصی دارد؛ پدال‌ها باید در امتداد محور طولی قلب قرار بگیرند، آن‌ها نباید در تماس با پوستی که زده نشده قرار بگیرند؛ چون می‌توانند باعث سوختگی شوند، هم‌چنین نباید در نزدیکی اشیاء فلزی گذاشته شوند؛ چرا که جریان از روی فلز

^۱ Biphasic



مصاحبه با:

دکتر سجاد جعفری

استادیارگروه بیوالکتریک و معاون دانشجویی
دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر



دکتر سجاد جعفری

استادیار گروه بیوالکترونیک و معاون دانشجویی دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی

علیرضا عرب

این اجازه را می‌دهد در زمینه‌ای که علاقمند هستند به صورت تخصصی زیر نظر یک استاد و متخصص در آن زمینه تحقیق و کار کنند.

چرا پروژه‌ها در سطح چند دانشگاه انجام نمی‌شود؟ آیا اینطوری امکان انجام پروژه‌های بزرگ بیشتر نمی‌شود؟

اساتید با تجربه بهتر می‌توانند به این سوال جواب بدهند، به ۲ دلیل شاید بنده فرد مناسبی برای پاسخ به این سوال نباشم:

دلیل شماره ۱: سابقه و تجربه بنده کم است.

دلیل شماره ۲: پروژه‌های بزرگ و ملی که با همکاری چند دانشگاه انجام می‌گیرد، کاربردی و عملی است و از طرفی

دکتر سجاد جعفری متولد کرمانشاه و از جمله اساتید جوانی است که در سالیان اخیر به عضویت هیئت علمی دانشکده مهندسی پزشکی درآمده است. وی دوران دبیرستان را در زادگاه خود، کرمانشاه، گذرانده و مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی را در دانشگاه امیرکبیر طی کرده است. دکتر جعفری در زمینه پژوهشی صاحب مقالات بسیار ارزشمند بوده، به طوری که در هفته پژوهش سال ۱۳۹۵ در بخش بالاترین کمیت و کیفیت در مقالات ISI، موفق به کسب رتبه برتر دانشگاه شدند.

چگونه شد که شما وارد رشته مهندسی پزشکی شدید؟

شأنسی!!! اگر منظورتان شناخت است، شناختی نداشتم، در دفترچه انتخاب رشته بر اساس توصیه‌ها، گفته‌های افراد مختلف، رشته‌هایی را زدم از بالا به پایین. [لبخند] سرنوشت اینگونه بود که در بیوالکترونیک امیرکبیر قبول شوم!!

سطح علمی و پژوهشی دانشکده در زمینه بیوالکترونیک را در مقایسه با دیگر دانشکده‌ها چطور می‌بینید؟

بیوالکترونیک امیرکبیر و همینطور مهندسی پزشکی دانشگاه امیرکبیر، می‌دانیم که سال‌ها است قطب علمی مهندسی پزشکی در کشور بوده است و بیشتر این یک عنوان هستش که شاید نتوان خیلی به آن تکیه کرد. ولی از نظر مقایسه دیگر می‌توانیم بگوییم تنوعی که در اساتید گرایش بیوالکترونیک از نظر زمینه کاری و تحقیقاتی داریم (۱۵ استاد متخصص در زمینه‌های علمی مختلف) در ایران و در بین دیگر دانشگاه‌ها که بیوالکترونیک ارائه می‌دهند بی‌نظیر است و به نظر بنده در سطح جهان هم بی‌نظیر نه ولی کم‌نظیر است. که این مسئله به دانشجویان ارشد و دکترا

تنوعی که در اساتید گرایش بیوالکترونیک

از نظر زمینه کاری و تحقیقاتی بی‌نظیر است.

هم زمینه کاری و تحقیقاتی من تئوری است.

معمولاً برای این پروژه‌ها، برنامه‌های بین دانشگاهی اساتید با تجربه و با زمینه‌های عملی هستند که می‌توانند انجام دهند از جمله دکتر هاشمی گلپایگانی، دکتر توحید خواه، دکتر مرادی

به نظر شما دانشجویان برای انتخاب موضوع پروژه باید چه مولفه‌هایی را در نظر بگیرند؟

خیلی ابعاد زیاد و گوناگونی دارد. اگر بخواهیم شعاری آن را بگوییم می‌شود: رضای خدا، خدمت به کشور و مملکت و ولی اگر بخواهیم غیر شعاری جواب بدهم، این است که فردی که مثلاً ترم ۶ است قبل از اینکه موضوع پروژه

شما در حوزه پژوهشی، به عنوان محقق برتر در دانشگاه شناخته شدید و برخی از مقالات شما با همکاری پژوهشگران خارج از کشور انتشار یافته، در مورد آنها صحبت میفرمائید.

در مورد این موفقیت ذکر چند نکته لازم است. اول آنکه پایه آن از زمان دکتری من شروع شد. در تیمی که تحت راهنمایی دکتر گلپایگانی کار می‌کردیم (و می‌کنند). اعتقاد داشتیم کارهایی که ما انجام می‌دهیم در مرزهای دانش و بسیار ارزشمند است. با همین تفکر، اعتماد به نفس لازم برای تماس با برخی از بزرگترین اساتید جهان در حوزه خود را یافتیم. این ارتباطات که تنها به کمک اینترنت و بدون خروج از کشور شکل گرفت، نقش مهمی در پیشرفت

دانشجویان برای ورود به بازار کار، پروژه کارشناسی خود را یک پروژه عملی و در صورت هدف‌گذاری برای تحصیلات آکادمیک پروژه‌های تئوری تعریف کنند.

ما داشت. چرا که آنها در زمینه‌های پژوهشی تجربه و امکانات بیشتری دارند و از سویی کمک آنها در نگارش اصولی و صحیح مقالات به زبان انگلیسی، شانس پذیرش را بسیار بالا می‌برد.

دوم آنکه من تقریباً به صورت تمام وقت کار پژوهشی انجام می‌دهم و خوشبختانه چندین دانشجوی بسیار مستعد و سخت‌کوش در این مدت به من کمک کرده‌اند. خانم‌ها نظری‌مهر، پناهی، بیانی و آقای دهقان از جمله دانشجویانی هستند که همکاری با آنها برای هر استادی باعث خوشحالی و افتخار است.

سوم آنکه زمینه کاری ما بکر و حاصل خیز است. چون این زمینه نسبت به سایر زمینه‌های مشابه عمر کوتاه‌تری دارد، بسیاری از کارهای نه چندان پیچیده به دلیل نبودن شانس تبدیل شدن به مقالات مناسب را خواهند داشت.

در آخر برای کسی که وارد این رشته شده، چه پیشنهادی دارید؟

با توجه به این‌که هدف مطالعه و تحقیقاتی است، از توصیه‌های عام خودداری می‌کنم و پیشنهادهایی که می‌دهم این است: خوب درس بخواند، جستجوگر باشد، افرادی که برای مشورت انتخاب می‌کند، افراد درست و حسابی و دارای صلاحیت باشند.

خودش و استاد راهنمای خودش را انتخاب کند، باید بتواند به یک یا دو سؤال پاسخ درست و با فکر کامل بدهد:

سوال اول: من ۲۳ سال دیگر کجا هستم؟

سوال دوم: من ۶، ۷ سال دیگر کجا هستم؟

این دو سؤال وضعیت فرد را پس از مقاطع مهم زندگی فرد می‌دهد. یعنی وضعیت فرد در کارشناسی ارشد و همین‌طور وضعیت فرد در دوره دکتری. جواب سوال اول می‌تواند این باشد که مثلاً فرد وارد بازار کار شده باشد یا سابقه کار یا اینکه در حال تحصیل در مقطع ارشد در داخل کشور است و یا در حال تحصیل در مقطع ارشد در خارج کشور است و همین‌طور هر یک از این سه پاسخ در مورد سوال دوم نیز که مربوط به دوره دکتری است صادق است. فرد هنگامی می‌تواند به درستی و به خوبی تصمیم بگیرد که پاسخ این سؤالات را به خوبی در ذهن خود مشخص بکند. به عنوان یک مثال: اگر فردی در چشم انداز اهداف خود وارد شدن به بازار کار پس از پایان دوره کارشناسی را در نظر دارد، باید پروژه کارشناسی خود را یک پروژه عملی و بدرد بخور انتخاب کند که از آن برای کار و وارد شدن به بازار نیز بتواند استفاده کند. ولی اگر فرد تحصیلات آکادمیک را در نظر دارد بهتر است برود سمت پروژه‌های تئوری و پروژه‌هایی که مقاله تولید کنند و به غنای علمی بیفزایند.

در مورد زمینه کاری خود بفرمائید.

زمینه کاری من آشوب و دینامیک‌های غیر خطی می‌باشد. این زمینه در اصل ریاضیات است، ولی کاربردهای آن در علوم گوناگون جلوه پیدا کرده است. در ایران اساتید و دانشجویانی در رشته‌های گوناگونی مثل مهندسی پزشکی، ریاضی، فیزیک، مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی کامپیوتر و ... در این زمینه کار می‌کنند. یکی از پیشگامان این عرصه در ایران پروفیسور هاشمی گلپایگانی است و من هم چون در دوره دکترا دانشجوی ایشان بودم با این زمینه آشنا و به آن علاقه‌مند شدم. در این زمینه علمی تحلیل‌های تئوری پرنرنگ‌تر از آزمایش‌های عملی است و برای دانشجویان علاقه مند به ریاضیات و کدنویسی مناسب است. از سویی پایه ریاضی مورد نیاز برای شروع فعالیت در آن سنگین نیست و حتی دانشجویان لیسانس هم می‌توانند در این حوزه کار پژوهشی انجام دهند.

در مورد چارت درسی گروه بیوالکترونیک نظرتان چیست؟

در این زمینه چندان صاحب نظر نیستم. با این حال به نظر می‌رسد تلاش‌های اخیر در اصلاح این چارت موثر باشد، چرا که چندین نفر از اساتید صدها نفر-ساعت وقت روی آن گذاشتند. کلاً انجام تغییری که همه جنبه‌ها (جنبه‌های درست) در آن لحاظ بشود، به دلیل محدودیت‌های فراوان نشدنی است. با این حال انشاءالله چارت جدید بسیار بهتر خواهد بود.

بررسی فناوری‌های جدید در زمینه ربات‌های پزشکی

یلدا فروتن

(دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه بیوالکترونیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مقدمه

با رشد تکنولوژی و توسعه علم رباتیک، امروزه ربات‌ها نقش مهمی را در زمینه پزشکی ایفا می‌کنند. از ربات‌ها می‌توان در زمینه‌های مختلف پزشکی از جمله جراحی، توان بخشی، پرستار و امداد و ... استفاده کرد. استفاده از آن‌ها مزایای فراوانی را به دنبال خواهد داشت که از جمله آن می‌توان به مواردی همچون دقت بالا و سرعت زیاد اشاره کرد. ربات‌ها می‌توانند روند بهبود بیمار را سریع‌تر کنند و در کنار آن صرفه‌جویی در وقت، خونریزی و عفونت کمتر را به همراه داشته باشند. گران‌قیمت بودن ربات‌ها هنوز یکی از دلایلی است که باعث شده استفاده از آنها با محدودیت روبرو باشد. در ادامه به معرفی تعدادی از آخرین دستاوردهای مهندسی و محققان در زمینه ساخت ربات‌های پزشکی می‌پردازیم.

ربات برای کمک به راه رفتن کودکان در معرض فلج اطفال

محققان دانشگاه اوکلاهاما برای اولین بار با استفاده از ربات، نوزادان مبتلا به فلج مغزی را درمان می‌کنند. پروژه ساخت ربات فیزیوتراپیست پس از یک دوره مطالعاتی با مطالعه بر روی ۵۶ نوزاد مبتلا و در خطر فلج مغزی وارد فاز عملی شده است. محققان با استفاده از ربات مجهز به فرمان و جهت‌یابی که به‌نوعی با مغز کودک در ارتباط است می‌توانند مشکلات حرکتی و شناختی این کودکان را درمان کنند.

اکثر محققان عصب‌شناس و پزشکان متخصص مغز و اعصاب معتقدند که بهترین راه جلوگیری از پیشرفت فلج مغزی شروع درمان قبل از یک‌سالگی است. متأسفانه در حال حاضر روند درمان این کودکان تا یک‌سالگی به تعویق می‌افتد.

محققان با ساخت ربات هوشمند فیزیوتراپ مهارت‌های حرکتی و شناختی را به نوزادان فلج آموزش می‌دهند. این ربات مجهز به سه‌چرخ است که اطلاعات مجموع ۱۲ حسگر حرکتی متصل به سر نوزاد را تبدیل به حرکت می‌کند.

اطلاعات دریافتی از مغز نوزاد پس از پردازش در رایانه با زبان یادگیری الگوریتم به دستورات حرکتی تبدیل‌شده که در نهایت پیش‌بینی سریع حرکات نوزاد در کمترین زمان امکان‌پذیر می‌شود.



پیش‌تر وزن نوزاد با استفاده از کمربندهای طولی و عرضی به قسمت مرکزی ربات منتقل می‌شود، سپس نوزاد با کمترین تقلا با همکاری دستیار رباتیک می‌تواند به هر سمتی حرکت کند. با توجه به پیشرفت‌های این پروژه و اثرات کاملاً مثبت آن در درمان ضایعات ناشی از فلج مغزی انتظار می‌رود که نمونه تجاری ربات پس از دریافت مجوزهای لازم تولید شود.

می‌کنند با کار گذاشتن یک لوله باریک زیر شبکه مایع داخل چشم بیمار تزریق کنند.

پزشکان بر این باورند که استفاده از ربات می‌تواند در شیوه ژن‌ترانی برای ترمیم شبکه در آینده مورد استفاده قرار گیرد. این شیوه درمانی که در حال حاضر در بعضی از مراکز تحقیقاتی در حال توسعه است می‌تواند بینایی را به افراد نابینا بازگرداند.

ربات جراحی با حس لامسه

محققان دانشگاه دیکین استرالیا با همکاری محسن مرادی دالوند از دانشگاه هاروارد و مؤسسه سیستم‌های هوشمند تحقیقات و نوآوری (ICERI) موفق به ساخت نخستین سیستم جراحی رباتیک جهان شده‌اند که می‌تواند حس لامسه را در زمان انجام جراحی لاپاراسکوپی (سوراخ کلید) با استفاده از یک رایانه به جراحان ارائه کند.

این ربات که HeroSurg نام دارد، دستاورد بزرگی برای فناوری کنونی محسوب می‌شود که در حال حاضر جراحی رباتیک را به حس بینایی محدود کرده است. در نتیجه می‌توان امیدوار بود که جراحی‌های لاپاراسکوپی آینده با کاهش تروما و کاستن خطر از دست دادن خون و ابتلا به عفونت، ایمن‌تر و دقیق‌تر از قبل خواهد شد.

افزودن حس لمس به این‌گونه جراحی‌های ظریف از طریق فناوری بازخورد لمسی امکان‌پذیر شده و می‌تواند به نتایج بهتر برای بیماران منجر شود.

بازخورد لمسی به جراح اجازه می‌دهد تا بتواند بین بافت‌ها تمایز قائل شده و بافت‌های ظریفی را که در اثر عفونت و التهاب ضعیف شده‌اند، حس کند.

به گفته محققان، فناوری لمسی همچنین توانایی تفاوت قائل شدن بین بافت‌های دخیل در سرطان و بافت عادی را بهبود خواهد بخشید.

دالوند، محقق مهمان دانشگاه هاروارد و محقق ارشد پروژه اظهار کرد بازخورد لمسی باعث ارتقای ایمنی شده و اجرای مطمئن‌تر مانورها و تشخیص‌های خاص را ممکن می‌سازد.

وی افزود: ویژگی‌های منحصر به فرد HeroSurg که به آن اجازه داده بر بسیاری از محدودیت‌های سیستم‌های جراحی رباتیک لاپاراسکوپی رایج غلبه کند، شامل قابلیت جلوگیری از برخورد، ماژولار بودن و تنظیم خودکار بیمار و تخت جراحی است.

دالوند گفت: اجتناب خودکار از بر خود به جراح اجازه می‌دهد تا با راحتی خیال و اطمینان از اینکه هیچ برخوردی بین بدن بیمار با ابزار، بازوی رباتیک یا لاپاراسکوپ صورت نمی‌گیرد، به جراحی بپردازد. سایر ویژگی‌های این سیستم رباتیک شامل تصاویر سه‌بعدی وضوح بالا، افزایش دامنه حرکتی جراح و ارگونومیک‌تر شدن میز کار است.

جراحی چشم به کمک ربات

داشتن حداقل لرزش دست در تمامی جراحی‌ها برای پزشک یک ضرورت به حساب می‌آید. حالا اگر جراحی در ناحیه‌ای حساس مثل چشم اتفاق بیفتد این ضرورت بیشتر از قبل خود را نشان می‌دهد؛ بنابراین استفاده از ربات‌ها در جراحی‌ها برای بالا بردن دقت و کاهش خطاهای دست‌به‌یکدی از روندهای مهم این روزهای فناوری و پزشکی بدل شده است.

اخیراً گذشته پزشکان انگلیسی توانستند با استفاده از ربات در جراحی داخلی چشم، بینایی را به بیمار برگردانند. انجام چنین عملی با استفاده از ربات برای اولین بار در دنیای پزشکی رخ داده است و نقطه‌ی شروعی برای جراحی‌های پیچیده‌تر خواهد بود.

این جراحی در بیمارستان جان ردکلیف آکسفورد انجام شد و بیمار یک کشیش بود که در قسمت شبکه چشم سمت راست خود یک غشاء به ضخامت ۰/۰۱ mm در حال رشد داشت. لازم بود پزشکان بدون صدمه رساندن به قسمت‌های دیگر داخلی چشم، این غشای نازک را از شبکه‌ی بیمار جدا کنند.



پروفسور مک‌لارن در مورد این جراحی می‌گوید:

در حال حاضر با استفاده از اسکنرهای لیزری و فناوری‌های میکروسکوپی می‌توان شبکه بیمار را به خوبی مشاهده کرد. باین حال مورد پزشکی این بیمار طوری بود که از توانایی دست جراح خارج است. بدون کمک ربات قادر به انجام این عمل نبودیم و شکی نداریم که این عمل شروع عمل‌های آینده خواهد بود. با استفاده از ربات می‌توان فصل جدیدی از جراحی‌های چشم و درمان بیماری‌ها گشود.

این عمل اولین جراحی از بین ۱۲ جراحی برنامه‌ریزی شده با استفاده از ربات است. در مرحله بعد پزشکان سعی

صرفاً با استفاده از آهنربا کاری بس دشوار است. اما در مرحله نخست، ربات ابداعی صرفاً باید بتواند باتری بلعیده شده را از بدن خارج نماید. طبق اعلام این دانشگاه، هم‌ساله در ایالات متحده آمریکا، بالغ بر ۳۵۰۰ گزارش از بلعیده شدن باتری فرد توسط افراد ثبت می‌شود که این مواد در صورتی باقی ماندن درون بدن، می‌توانند باعث سوختگی آن شوند. دانشمندان برای ارزیابی سودمندی ربات طراحی شده در این پروژه، یک معده خوک را خریداری کرده و بخشی از آن را با استفاده از سیلیکون مدل‌سازی نمودند. در مرحله بعدی الگوی طراحی شده را با آب و آب‌لیمو پر کردند تا مایعات اسیدی شکم را شبیه‌سازی نمایند. سپس با استفاده از ربات طراحی شده تستی را روی آن انجام دادند و باتری را از درونش خارج کردند.

به گفته دالوند، تصاویر مجازی سه‌بعدی بیشتر در زمان واقعی می‌تواند به جراحان در شناسایی موقعیت ابزار و لاپاراسکوپ کمک کند.

پرفسور سعید نهاوندی، مدیر موسسه ICERI اظهار کرد که می‌توان از ربات HeroSurg از راه دور استفاده کرد و جراح در فاصله هزاران کیلومتری از محل عمل جراحی قرار داشته باشد.

ربات اریگامی خوراکی، باکتری‌ها را در داخل معده از بین می‌برد

تصور اینکه یک ربات کوچک خزنده در داخل معده‌تان است ممکن است که شما را عصبی و متشنج کند. پژوهشگران مؤسسه فناوری ماساچوست یک ربات قابل‌هضم جدید را ابداع کرده‌اند که ممکن است روزی از آن برای ترمیم زخم‌های داخلی بدن، انتقال دارو به اندام‌های مختلف یا از بین بردن اشیائی استفاده گردد که به‌صورت تصادفی بلعیده می‌شوند. برای توصیف شکل ظاهری این ربات می‌توان گفت که سطحی چندلایه از روده خشک‌شده خوک است که معمولاً در کشورهای غربی از آن به‌عنوان پوششی برای سوسیس استفاده می‌شود و یک قطعه آهنربای کوچک دارد. ربات در حالت خمیده، شکلی شبیه به کپسول دارد و بیمار می‌تواند آن را مانند یک قرص بی‌بعد. در مرحله بعد دارو به معده می‌رسد و در داخل مواد اسیدی درون معده از هم باز می‌شود و از آنجا پزشکان می‌توانند آن را برای انجام اعمال مختلف با استفاده از آهنرباهای بیرونی به سمت اندام‌های داخلی دیگر هدایت نمایند.



به گزارش آکابانو: طرح کلی ربات بسیار ابتدایی است و هنوز به زمان زیادی برای بهتر شدن نیاز دارد. اما خالقانش تصور می‌کنند که به الگویی امیدوارکننده برای ابداع شیوه‌های درمانی نوین دست پیدا کرده‌اند.

از طرف دیگر، هدایت یک شی خارجی درون بدن انسان



مقدمه‌ای بر پردازش سیگنال و آشنایی با کدنویسی آن در نرم‌افزار متلب

نوید حسن زاده، سروش دهقان

(دانشجویان کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه بیوالکتریک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مقدمه

سیگنال‌ها در مهندسی پزشکی مشاهداتی هستند که از فعالیت‌های فیزیولوژیکی ارگان‌ها حاصل می‌شوند و گستره آن‌ها می‌تواند شامل سیگنال‌های بدست آمده از ژن‌ها و رشته‌های پروتئینی تا نورون‌ها و ریتم‌های قلبی و همچنین تصاویر بافت‌ها و ارگان‌ها باشد. به طور کلی هدف از پردازش سیگنال‌ها در مهندسی پزشکی بدست آوردن اطلاعات مهم و معنی‌دار از داده‌های حاصل از سیگنال‌های حیاتی می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان به سیگنال الکتروکاردیوگراف (ECG) اشاره کرد. از میان سیگنال‌های حیاتی بدن، سیگنال ECG به علت اهمیت ویژه‌ای که در تشخیص سلامت قلب یک فرد دارد می‌تواند مورد توجه ویژه‌ای قرار گیرد. یکی از مشکلات به وجود آمده هنگام ثبت سیگنال‌های ECG، به وجود آمدن نویزهای زیادی است که بر روی سیگنال قرار می‌گیرد و قدرت تشخیص و استخراج اطلاعات از آن را کم می‌کند. روش‌های پردازش سیگنال به کمک الگوریتم‌های مختلف مانند اعمال فیلترهای فرکانسی می‌تواند تا حدود زیادی نویز به وجود آمده را حذف کنند. پس به عنوان یکی از کاربردهای پردازش سیگنال می‌توان به حذف نویز موجود در سیگنال‌ها اشاره کرد. از دیگر کارهایی که در پردازش سیگنال‌ها صورت می‌گیرد می‌توان به بدست آوردن ویژگی‌های فرکانسی، تبدیل فوری، اعمال فیلترها، کانولوشن سیگنال‌ها با توابع معین و پیدا کردن اکستریم‌ها اشاره نمود. شناسایی پیک‌ها در یک سیگنال حیاتی نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. به عنوان مثال در دستگاه دیفیبریلاتور شناسایی زمان وقوع پیک‌های QRS و T در سیگنال ECG جهت تخلیه به جای شوک الکتریکی بسیار مهم می‌باشد. امروزه و با پیشرفت تکنولوژی، نرم‌افزارهای مختلفی در زمینه

پردازش سیگنال مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله این نرم‌افزارها می‌توان به SignalPlant اشاره کرد که اگرچه بیشتر برای پردازش سیگنال‌های ECG و EEG کاربرد دارد، اما به دلیل داشتن ابزارهای مختلف برای پردازش دیگر سیگنال‌های حیاتی بدن نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. نرم‌افزار دیگر، MATLAB محصول شرکت MathWorks است که جدا از امکان برنامه‌نویسی و نوشتن اسکریپت، ابزارهای مناسبی را برای پردازش سیگنال‌های مختلف در اختیار می‌گذارد. حوزه استفاده از این نرم‌افزار بسیار گسترده است و تقریباً در بیشتر کارهای علمی و پژوهشی انجام شده در زمینه‌های گوناگون و مهندسی‌های مختلف از آن استفاده می‌شود.

در این مقاله به نحوه استفاده از ابزارهای مختلف نرم‌افزار MATLAB و همچنین نحوه بدست آوردن بعضی از مشخصه‌های سیگنال‌ها به اختصار پرداخته خواهد شد. باید توجه داشت که سیگنال‌ها در رایانه به صورت گسسته هستند و با نمونه برداری از سیگنال اصلی بدست می‌آیند.

جعبه ابزار پردازش سیگنال (Signal processing toolbox)

این جعبه ابزار، توابعی را برای تولید سیگنال، اندازه‌گیری سیگنال، تبدیل، فیلتر و نمایش سیگنال فراهم می‌آورد. در ادامه به بیان مهم‌ترین توابع موجود در این جعبه ابزار پرداخته می‌شود.

نمونه‌برداری کاهشی (Downsampling)

این فرایند استخراج را می‌توان به صورت کاهش آهنگ نمونه‌برداری با ضریبی مشخص تعبیر کرد. برای اجرای

```
x=[1 2 2 4 5 4 2 2 1];
y=upsample(x,2);
subplot(2,1,1);
stem(x);
axis([1 length(y) 0 5]);
subplot(2,1,2);
stem(y);
axis([1 length(y) 0 5]);
```

پیچش (Convolution)

پیچش در ریاضیات یک عملگر است و کاربردهای مختلفی دارد. به عنوان مثال یکی از کاربردهای آن بدست آوردن پاسخ یک سیستم LTI به یک ورودی دلخواه می باشد که می توان با پیچش ورودی موردنظر و پاسخ ضربه آن سیستم، حاصل را بدست آورد. به صورت کلی تعریف پیچش برای دو تابع پیوسته f و g به صورت زیر می باشد:

$$(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau)g(t - \tau)d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t - \tau)g(\tau)d\tau$$

در حالت گسسته تعریف بالا به صورت زیر خواهد شد:

$$x[n] * h[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k]h[n - k]$$

در متلب برای بدست آوردن پیچش بین دو سیگنال x و h از دستور `conv(x,h)` می توان استفاده کرد:

```
x=[0 0 0 1 1 1 0 0 0];
h=[0 0 0 1 1 1 1 0 0 0];
y=conv(x,h);
```

همچنین به کمک دستور `deconv(y,h)` می توان سیگنال x را با داشتن دو سیگنال h و y بدست آورد:

```
y=[1 2 3 3 2 1];
h=[1 1 1 1];
x=deconv(y,h);
```

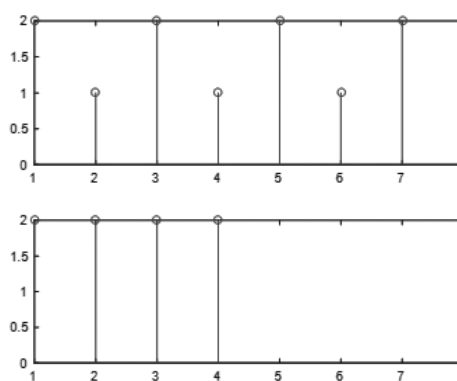
تبدیل فوریه سیگنال های گسسته (Fourier Transform)

برای بررسی مشخصه فرکانسی سیگنال ها می توان از تبدیل فوریه استفاده کرد. یکی از مهمترین کارهایی که با بدست آوردن تبدیل فوریه یک سیگنال می توان انجام داد، اعمال فیلتر جهت حذف نویز است. تبدیل فوریه یک سیگنال گسسته، تابعی گسسته با مقادیر حقیقی و یا مختلط است که با دوره زمانی 2π متناوب می باشد:

$$X(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x[n]e^{-j\omega n}$$

این عملیات می توان از دستور `downsample(x,n)` استفاده کرد که تعداد نمونه ها به $1/n$ کاهش می یابد؛ به عبارت دیگر از هر n نمونه، یکی را برمی داریم. به طور مثال، در کد زیر سیگنال اولیه با ضرب 2 نمونه برداری کاهش شده و نتیجه در شکل ۱ نمایش داده شده است.

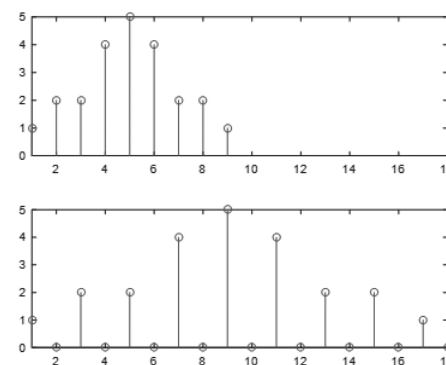
```
x=[2 1 2 1 2 1 2 1];
y=downsample(x,2);
subplot(2,1,1);
stem(x);
axis([1 8 0 2]);
subplot(2,1,2);
stem(y);
axis([1 8 0 2]);
```



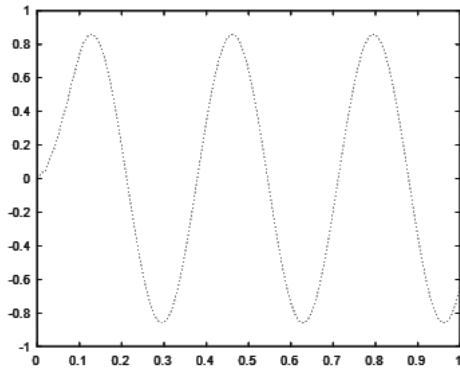
شکل ۱. خروجی سیگنال اولیه نمونه برداری کاهش شده با ضرب 2

نمونه برداری افزایشی (Upsampling)

این فرایند عکس استخراج یا نمونه برداری کاهش است. نمونه برداری با آهنگی بزرگتر انجام می شود. برای اجرای این عملیات می توان از دستور `upsample(x,n)` استفاده کرد که تعداد نمونه ها را افزایش می دهد؛ به عبارت دیگر تعدادی نمونه با مقدار صفر در میان نمونه ها قرار می دهد. به طور مثال در کد زیر سیگنال اولیه با ضرب 2 نمونه برداری افزایشی شده و نتیجه در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲. خروجی سیگنال اولیه نمونه برداری افزایشی شده با ضرب 2



شکل ۴. فیلتر سیگنال ورودی

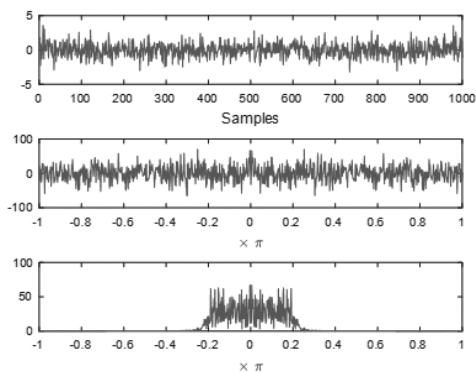
فیلتر باتروث (Butterworth filter)

این فیلتر یک فیلتر پایین‌گذر است که پاسخ فرکانسی آن با مرتبه N به صورت زیر است.

$$|B(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{j\omega}{j\omega_c}\right)^N}$$

برای استفاده از این فیلتر از دستور `butter(n, ω_n)` استفاده می‌گردد که n مرتبه فیلتر و ω_n فرکانس قطع فیلتر می‌باشد. به طور مثال در کد زیر سیگنال ورودی به وسیله فیلتر باتروث فیلتر شده و نتیجه در شکل ۵ نمایش داده شده است.

```
t=linspace(-1,1,1000);
x=randn(1,1000); subplot(3,1,1);
plot(x); xlabel('Samples');
X=fftshift(fft(x)); subplot(3,1,2);
plot(t,X); xlabel('\times \pi');
[b,a]=butter(10,210/);
fx=filter(b,a,x); subplot(3,1,3);
X=fft(fx); plot(t,abs(fftshift(X)));
xlabel('\times \pi');
```

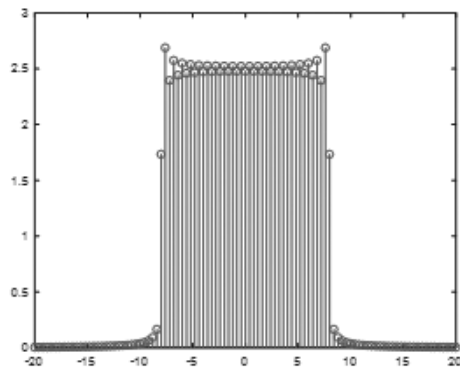


شکل ۵. فیلتر سیگنال ورودی با فیلتر باتروث

برای بدست آوردن تبدیل فوریه یک سیگنال در متلب از دستور `fft(x)` استفاده می‌کنیم. خروجی این دستور تبدیل فوریه سیگنال x را در بازه $[0, 2\pi]$ می‌دهد. در صورتی که در بیشتر کتاب‌های پردازش سیگنال و کارهای پردازشی تبدیل فوریه را در بازه $[-\pi, \pi]$ بررسی می‌کنند. برای داشتن خروجی در این بازه می‌توان از دستور `fftshift` استفاده کرد. در ادامه نحوه استفاده از این دستورات را مشاهده می‌کنیم.

```
x=-20:0.4:20;
y=sinc(x);
plot(x,y);
y1=fft(y);
Y=fftshift(y1);
figure;
stem(x,abs(Y))
```

خروجی این مثال تبدیل فوریه تابع `sinc(x)` را رسم می‌کند (شکل ۳). همانطور که انتظار داریم تبدیل فوریه این تابع یک پالس می‌باشد.



شکل ۳. تبدیل فوریه تابع sinc(x)

فیلتر (Filter)

هدف از این برنامه فیلتر کردن سیگنال ورودی می‌باشد. برای اجرای این عملیات از دستور `filter(b,a,x)` که b و a به ترتیب ضرایب صورت فیلتر و مخرج فیلتر و x سیگنال ورودی می‌باشد می‌توان استفاده کرد. به طور مثال در کد زیر سیگنال ورودی فیلتر شده و نتیجه در شکل ۴ نمایش داده شده است.

```
fs=100; t=0:1/fs:1;
x=sin(2*pi*t*3)+0.25*sin(2*pi*t*40);
b=0.1.*ones(1,10);
y=filter(b,1,x); %Normal filter
plot(t,x);
figure;
plot(t,y, '>');
```



اخبار

فاطمه قره باغی، فائزه صابریان

(دانشجویان کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه بیوالکترونیک،
دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

سیستم همچنین تصاویری را ضبط می‌کند که با مرور آن تصاویر والدین قادر خواهند بود به کودکان در بهبود یادگیری‌شان کمک نمایند. هدف نهایی این است که پس از یک دوره محدود یادگیری، کودکان دیگر نیاز به استفاده از این دستگاه نداشته باشند.

منبع: <http://www.neurosafari.com>



تأثیر درآمد خانواده بر ساختار مغزی کودکان

دانشمندان در گزارشی که در مجله علمی «نیچر نوروساینس» منتشر کرده‌اند، وجود ارتباط مابین بزرگ شدن در یک خانواده کم درآمد و داشتن نواحی قشری کوچکتر در مناطق مغز که با مهارت‌هایی که برای موفقیت آکادمیک مرتبط است، را تأیید کرده‌اند. بنابر نتایج این پژوهش، این ارتباط مستقل از نژاد و قومیت کودک است. به علاوه آنها دریافت‌اند حتی اندک افزایش درآمد در میان خانواده‌های فقیر به‌طور نسبی موجب افزایش نواحی قشری مغز و بنابراین پتانسیل یادگیری می‌گردد.

پژوهشگران اظهار داشته‌اند که در واقع چگونگی تأثیر پول بر تفاوت در اندازه مغز مشخص نیست؛ اما گمان می‌کنند که این اتفاق به دلیل تمامی منابعی باشد که در دسترس مردم دارای درآمد بالاتر همچون تغذیه خوب، بهداشت و سلامت، مدرسه بهتر و غیره قرار دارد.

این پژوهشگران دریافتند که با افزایش سطح درآمد خانواده، ناحیه قشری مغز که مربوط به پشتیبانی زبان، خواندن، مهارت‌های سه بعدی و نقش‌های اجرایی است وسیع‌تر می‌گردد. این‌ها فرآیندهای ذهنی هستند که تمرکز، یادآوری و عملکرد چند وظیفه‌ای را موجب می‌



عینک گوگل و کمک به اوتیسم

کودکان مبتلا به اوتیسم عموماً در برقراری ارتباط چشمی و تشخیص احساسات، ایما و اشاره‌های ارتباطی ردوبدل شده با دیگران از خود مقاومت نشان می‌دهند.

یک نرم افزار تشخیص هیجان برای عینک توسط گوگل ساخته شده است که به کودکان مبتلا و استفاده‌کننده از این عینک، در تشخیص اینکه چهره شخص مقابلشان کمک می‌کند. بدین ترتیب افراد مبتلا می‌توانند تشخیص دهند که چهره طرف مقابلشان ناراحت، غمگین و یا عصبانی است.

تاکنون یکی از مؤثرترین روش‌های مداخله‌ای اوتیسم، درمان متمرکز بر رفتار بوده است که در آن درمانگران از فلش‌کارت‌ها برای بالا بردن سطح یادگیری و گویش در مبتلایان استفاده می‌کنند. اما تعداد درمانگران با حجم فزاینده درخواست‌ها متناسب نمی‌باشد و فلش‌کارت‌ها از زندگی واقعی حذف شده‌اند. عینک اوتیسم نشانه‌های اجتماعی را در فرم زندگی روزانه به مبتلایان ارائه خواهد داد و این در حالی است که مضاف بر آن، داده‌هایی را در اختیار والدین و روانشناسان قرار می‌دهد که به آنها در درک بهتر اوتیسم کمک می‌کند. بر اساس گزارش مراکز کنترل و پیشگیری بیماری‌های ایالات متحده، از هر ۶۸ کودک در ایالات متحده یک نفر با این اختلال شناسایی شده است.

مجموعه عینک اوتیسم عبارت است از یک عینک گوگل که به یک گوشی هوشمند متصل شده است. این گوشی نرم‌افزاری را اجرا می‌کند که نرم افزار مذکور اطلاعات را از نمایشگری که بر روی سر شخص نصب شده است، دریافت، آنالیز و بازخورد آن را به کاربر می‌فرستد. این

پنج، شش یا هفت عدد باشیم اما این احتمال وجود ندارد که بتوانیم ۴۷ عدد را به یاد بسپاریم. محققان بیان می‌کنند که تخلیه شناختی ما را قادر به «از بین بردن محدودیت‌های شناختی» می‌سازد و همچنین دستگاه‌هایی مانند تلفن‌های هوشمند به ما این اجازه را می‌دهند که راحت‌تر بوده و قادر به انجام اموری باشیم که پیش از این نمی‌توانستیم انجام دهیم.

با این حال، تخلیه شناختی می‌تواند عواقب منفی نیز داشته باشد. پژوهشگران بیان می‌کنند که اگر به شما اجازه داده شود که برخی از اطلاعات را که باید به خاطر سپرده شوند در کامپیوتر ذخیره کنید، از دارایی‌های شناختی واقعی خود برای به خاطر سپردن آن‌ها استفاده نخواهید کرد. در نتیجه، توانایی شما در به خاطر سپردن آن اطلاعات بدون کامپیوتر کاهش خواهد یافت.

منبع: <http://www.neurosafari.com>

شوند. به علاوه این پژوهش نشان می‌دهد که میزان تحصیلات پدر و مادر بر کلیت نواحی قشری مغز کودک تأثیرگذار است؛ به طوری که هر چه میزان تحصیلات والدین بیشتر باشد، نواحی قشری مغز کودک در طی رشد او بزرگتر می‌شود.

البته در این پژوهش تأکید شده است که وضعیت اجتماعی اقتصادی یک کودک ضرورتاً رشد مغزی و شناختی کودک در همه موارد را دیکته نمی‌کند. به علاوه درآمد خانواده دلیلی بر تفاوت‌های مغزی نیست. این پژوهشگران بر این باورند که وجود تفاوت‌های مغزی نشان‌دهنده وجود تفاوت‌های تجربی است.

منبع: <http://www.neurosafari.com>

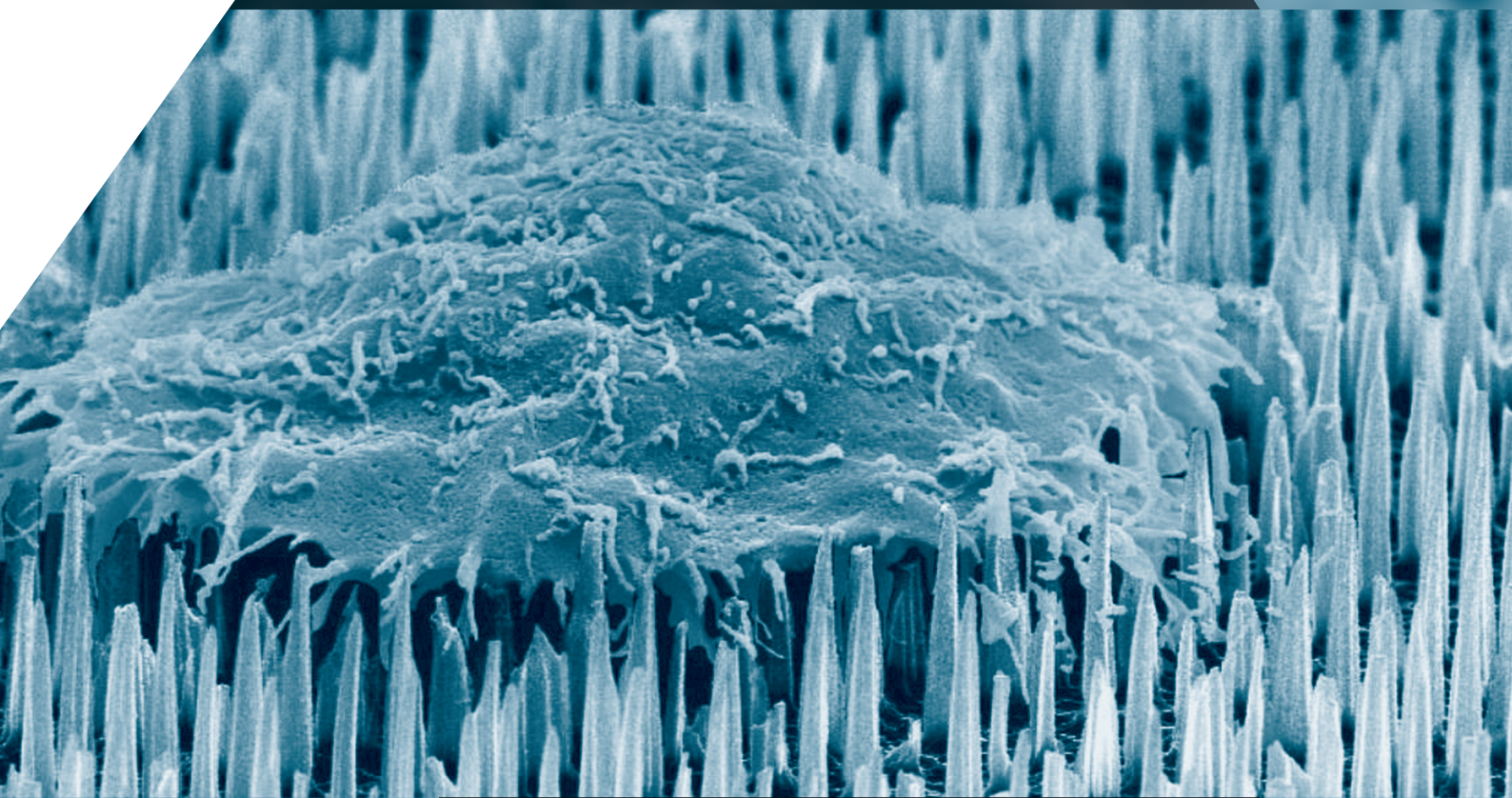


تخلیه شناختی و ارتباط آن با گوشی هوشمند

ما هر روز برای مدیریت اطلاعات ورودی به مغزمان و ذخیره آنها، به محیط فیزیکی اطراف خود دوستان، ابزار و حتی حرکات دست متکی هستیم، این رفتارها را «تخلیه شناختی» می‌نامند. فعالیت‌های فیزیکی که سبب کاهش تلاش ذهنی برای انجام تکلیف می‌شود. برای مثال، هنگامی که لازم است قرار ملاقاتی به خاطر سپرده شود، افراد با دو انتخاب به یاد سپردن یا تخلیه شناختی از طریق نوشتن قرار ملاقات در یک تقویم یا تنظیم زنگ یادآور در گوشی موبایل مواجه هستند. همچنین، حسابدار شما ممکن است برای انجام امور مالی شما استفاده از ماشین حساب را به انجام تمامی محاسبات ضروری به صورت ذهنی ترجیح دهد.

به گفته پژوهشگران، آنچه در این جا اتفاق می‌افتد استفاده از عملی فیزیکی (نوشتن، استفاده از ماشین حساب) برای از بین بردن نیاز به تلاش درونی یا بار شناختی است. یکی از پیام‌های کلیدی این پژوهش این است که هنگامی که افراد به این باور می‌رسند که رفتار تخلیه شناختی کارآمدتر از توانایی‌های درونی آنان است، مشغول این رفتار می‌شوند. با این حال، این باورها همیشه با واقعیت مطابقت ندارد.

اگرچه برخی فکر می‌کنند تخلیه شناختی برای توانایی به خاطر سپاری فرد مضر است، اما واقعیت این است که این راهبردها برای تفکر و برنامه‌ریزی روزانه ضروری هستند. مردم معمولاً به این راهبردهای تخلیه شناختی روی می‌آورند؛ زیرا توانایی‌های شناختی ما دارای «ظرفیت محدود» می‌باشد. ممکن است ما قادر به حفظ فهرست




چشن ۴۰۰۰ سالگی زیست مواد 

مصاحبه با دکتر مهران صولتی هاشجین 

ارگان یا تراشه؟! 

طراحی آزمایش (DOE) 

اخبار 

بيومتریال



چشن ۴۰۰۰ سالگی زیست مواد!

فاطمه امجد، فرزانه حریری، فاطمه شعبانی، یاسمن شکری، زهرا باقری، بهاره خیل‌نژاد
(دانشجویان کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه بیومتریال، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

سعی در ترمیم دندان‌های قدامی داشتند. به همین دلیل حضور زیست مواد را در زندگی بشر به سه نسل تقسیم بندی می‌کنند، که البته با روی کارآمدن تکنیک‌های جدید و نیازمندی به هوشمندسازی آنها، نسل چهارم نیز در راه است.



نسل اول

نسل اول زیست مواد که به عنوان مواد خنثی نیز شهرت گرفته‌اند، به سال‌های بین ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ تعلق دارند. در آن زمان عموماً از مواد در دسترس که بیشتر جنبه کاربرد در صنعت داشتند، استفاده می‌شد. هدف این دسته از زیست مواد، جایگزینی عضو از دست رفته به وسیله مواد مصنوعی بود؛ به طوری که نه تنها عملکرد مناسبی داشته باشد بلکه پاسخ شدیدی از میزبان را نیز دریافت نکند. به عبارت دیگر تا مدت کوتاهی بدن بتواند حضور ماده‌ی جایگزین را در کنار سایر اندام‌ها و بافت‌ها تحمل کند. در این زمان تنها معیار انتخاب مواد خواص مکانیکی مناسب، خنثی بودن و مشاهده کمترین پاسخ سمیت از ماده مورد نظر بود. فلزاتی نظیر آلیاژهای کبالت، کروم و تیتانیوم که برای چندین سال به عنوان جایگزین‌های مفصلی استفاده می‌شدند، سرامیک‌هایی نظیر آلومینا و زیرکونیا که در کاشتنی‌های مفصلی کاربرد داشتند و پلیمرهای نظیر لاستیک‌های سیلیکونی، پلی اتیلن و رزین‌های اکریلیک مورد استفاده در سیمان‌های استخوانی و مفاصل کوچک دست از جمله مواد معرفی شده در این نسل بودند.

مقدمه

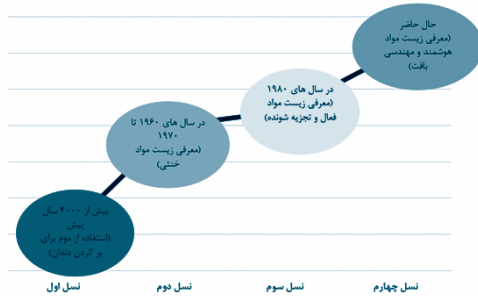
در ابتدا ممکن است این سوال در ذهن مخاطب شکل گیرد که زیست مواد یا همان بیومتریال چیست و به طور کلی چه هدفی دارد؟ در پاسخ به این سوال می‌توان گفت زیست مواد، موادی هستند ساخته دست بشر و یا استخراج شده از منابع طبیعی که قرار است با اندام‌ها و ارگان‌های داخلی بدن وارد واکنش شده، به نحوی که این واکنش در جهت بهبود و جبران نقص عملکردی یک عضو باشد.

همواره توسعه جوامع و تمایل برای دستیابی به طول عمر بیشتر باعث شده تا بشر به دنبال روش‌هایی برای حفظ و بهبود سلامت خود باشد. به جرأت می‌توان گفت که هر ساله بین ۴۰۰,۰۰۰ تا ۵۰۰,۰۰۰ قطعه در قسمت‌های مختلف بدن بیماران در سراسر دنیا به کار برده می‌شود. لازمه چنین نیاز گسترده‌ای، وجود نیروهای کارآزموده و توانمند در به کارگیری علوم مهندسی و پزشکی به صورت توأمان در پاسخ به نیاز انسان‌هاست. باید توجه داشت اگرچه زیست مواد می‌توانند با سلول‌ها که همانند آجرهای سازنده بدن هستند، برهمکنش داشته باشند؛ اما برهمکنش هر ماده‌ای را نمی‌توان دلیلی بر زیست ماده بودن آن دانست. به عنوان مثال حساسیت افراد به سمعک و ... که تنها با سلول‌های پوست در تماس هستند در تعریف زیست ماده قرار نمی‌گیرد، چرا که پوست همانند سدی در برابر محیط خارجی بدن است.

انواع مواد از ابتدا تا کنون

انسان‌ها از هزاران سال پیش برای تسکین درد و یا کمک به عملکرد اعضای آسیب دیده به دنبال مواد و ابزار بوده‌اند. به عنوان مثال می‌توان به ابتدایی‌ترین ابزارهای ترمیم کننده دندان و یا استفاده از ایاف و ترکیبات گیاهی جهت پانسمان و ترمیم زخم که به ۴۰۰۰ سال پیش برمی‌گردد، اشاره کرد. البته مستندات نیز وجود دارد که حاکی از قدمت بیشتر این زمینه است. به عنوان مثال در حدود ۶۵۰۰ سال پیش در عهد باستان با استفاده از موم زنبور عسل اقدام به ترمیم دندان می‌کردند و یا در نمونه دیگر با استفاده از چند سنگ تراشیده شده به شکل دندان

می‌توان گفت تفاوت اصلی نسل قبل با نسل جدید در تهیه موادی همسان با پیچیدگی محیط بدن و محیط خارج سلولی است. نکته حائز اهمیت در این دوره تلاش برای تهیه موادی است که چه از نظر سلولی، ساختاری، شبکه عروقی و عصبی و چه از نظر پروتئین‌های موجود در محیط خارج سلولی و تبدلات آن مشابه با همان سازوکاری باشد که در بدن و در شرایط طبیعی وجود دارد. بنابراین با تحقیق در این زمینه محققان امیدوارند تا در آینده‌ای نه چندان دور موادی طراحی کنند که تمامی نیازهای بافت‌های بدن انسان را تأمین کند.



زیست مواد: پژوهش‌ها و فناوری‌ها

زیست موادی که به شکل یک وسیله پزشکی و یا یک کاشتنی درآمده‌اند، باید به گونه‌ای طراحی شوند که با کاربردهای عملی نیز سازگاری داشته و بیش از اندازه پیچیدگی نداشته باشد. به همین دلیل طراحی و ساخت موفقیت‌آمیز یک زیست ماده نیازمند اطلاع دقیق از روش‌های ساخت و تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی مواد بوده که عموماً موضوع بحث رشته‌های مواد، شیمی و یا مهندسی شیمی است. از طرفی نمی‌توان تنها با تکیه بر این علوم و بدون شناخت عملکردهای بدن به نیاز آن پاسخ گفت. بنابراین تلاش محققین در این رشته باید به گونه‌ای باشد که بتوانند در هر دو بخش توانمندی‌های لازم را کسب کنند.

زمینه‌های تحقیقاتی فراوانی در این رشته وجود دارد که فعالیت در هر بخش آن، حتی به مقدار ناچیز، می‌تواند گامی مؤثر در پیش‌برد اهداف و پاسخ‌گویی به نیازهای بشر تلقی شود. به عنوان مثال چسب‌های زیستی به عنوان موادی با قابلیت نگهداشتن بافت‌ها در کنار یکدیگر شناخته می‌شوند. این مواد می‌بایست علاوه بر نگه داشتن لبه‌های زخم‌ها در کنار یکدیگر، از ایجاد عفونت در محل نیز جلوگیری کنند.

یکی از چالش‌برانگیزترین موضوعات مطرح شده در سالیان اخیر، چاپگرهای سه بعدی هستند. این روش، تکنیکی مبتنی بر ترکیب زیست ماده، سلول زنده و مولکول‌های فعال بیولوژیکی بوده که باعث تقویت فرآیند ترمیم و نوسازی بافت می‌شود. میزان موفقیت محصولات این تکنولوژی به قابلیت تطابق ساختار محصول تهیه شده با سلول و محیط اطراف آن بستگی دارد. اساس عملکرد این تکنیک نیز همانند چاپگرهای عکس سه بعدی بر لایه لایه

نسل دوم

در نسل دوم پیچیدگی‌های ساختاری زیست مواد بیشتر شد. به نحوی که برهمکنش آنها با بافت‌های بدن به صورت کنترل شده بود تا یک تأثیر درمانی را القا کنند. از سال ۱۹۸۰ مواد زیست فعال در بحث ارتوپدی و دندان استفاده شدند؛ مانند شیشه‌ها و سرامیک‌های زیست فعال. در این نسل انتظار محققان از زیست مواد بیشتر شد به طوری که خواهان حافظه‌دار شدن، قابل برنامه‌ریزی بودن و داشتن سطوحی پویا در ایجاد برهمکنش مورد نیاز با بدن شدند. همین امر باعث شد تا این گروه از زیست مواد به عنوان گزینه‌ای برای کاربرد در زمینه رهایش کنترل شده دارو به کار گرفته شوند. بنابراین زیست موادی را که بدون ایجاد ماده سمی در بدن بتواند تخریب شده و میزان تجزیه آن قابل پیش‌بینی و کنترل باشد به عنوان نسل دوم معرفی کردند.

نسل سوم

اما نسل سوم زیست مواد. در این دوره زیست مواد با الهام از بدن انسان تهیه شده و هدف آنها تحریک بدن به سمت خودسازی است. دو ویژگی زیست مواد نسل دوم یعنی قابلیت جذب دوباره و زیست فعالی با هم در این گروه وجود دارد. به همین علت به زیست مواد نسل سوم فعال کننده‌های ژنی (Gene activator) نیز می‌گویند؛ زیرا این مواد وقتی در بدن قرار می‌گیرند با تحریک ژن‌ها بافت خاصی را احیا می‌کنند. برهمکنش مثبت این نسل با بدن منجر به رشد و تکثیر سلولی می‌شود. در حال حاضر دو رویکرد برای استفاده از این زیست مواد وجود دارد که یکی مهندسی بافت و دیگری نوسازی بافت در محل است. در خصوص مهندسی بافت یک سری سلول‌های پیش‌ساز را در خارج بدن رشد و تکثیر داده و پس از رسیدن به میزان معینی آنها را بر روی یک سازه سه بعدی که عموماً تحت عنوان داربست از آنها یاد شده و می‌توانند شکل‌های هندسی منظم و یا نامنظمی داشته باشند، می‌نشانند. سپس با کاشت این سازه سه بعدی حاوی سلول‌های زنده در محل آسیب، سعی در نوسازی و ترمیم بافت از دست‌رفته مطابق با الگوی از پیش موجود در آن ارگان می‌کنند. در رویکرد دوم نیز با استفاده از یک سری عوامل رشد که در مراجع از آنها تحت عنوان فاکتورهای سیگنال‌دهنده (فاکتورهای رشد) یاد می‌شود، باعث تحریک موضعی بافت برای رشد و نوسازی می‌شوند.

نسل چهارم

اخیراً برخی منابع نسل جدیدی از زیست مواد را تحت عنوان نسل چهارم معرفی کرده‌اند. این نسل که دوران آن تقریباً از سال ۲۰۱۵ تا به امروز آغاز شده و همچنان نیز ادامه دارد، به معرفی زیست مواد هوشمند (Smart biomaterials) پرداخته که هدف آن طراحی مواد زیست تقلیدی است. شاید اینجا این سوال مطرح شود که تفاوت این گروه با نسل سوم در چیست؟ در پاسخ به این سوال

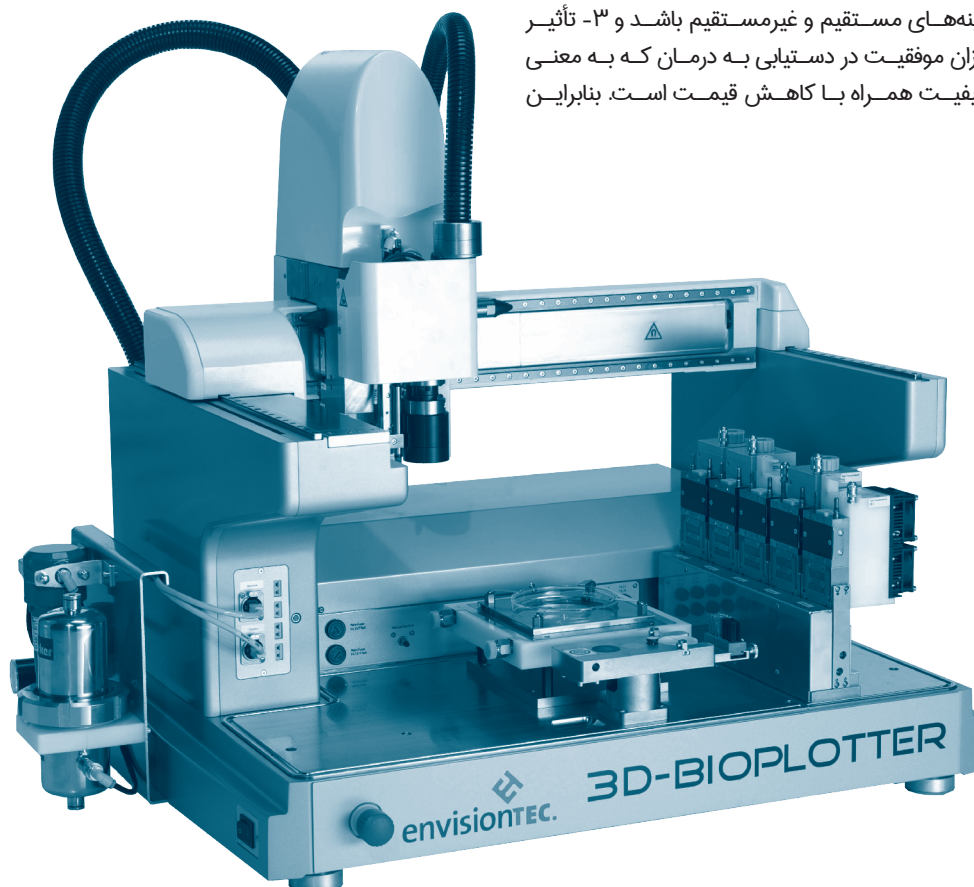
باید طراحی‌ها به گونه‌ای باشد که دستیابی به بالاترین کارایی و عملکرد، کمترین هزینه را در پی داشته باشد. یک نکته بسیار مهم در تولید محصولات مهندسی بافت و به طور کلی زیست مواد هوشمند، قابلیت تولید انبوه آنهاست؛ چرا که خواص محصولات تولیدی باید تکرارپذیر بوده و در تولید نمونه‌های بعدی دچار تغییر نشود. در حال حاضر تنها تعداد کمی از شرکت‌های تولیدکننده وجود دارند که می‌توانند نیازمندی‌های بیولوژیکی یک زیست ماده هوشمند را تأمین کنند. کم بودن چنین شرکت‌هایی نیز خود می‌تواند دلیلی دیگری در صرف هزینه‌های زیاد در خصوص تحقیق باشد. یک راه‌حل پیشنهادی کسب دانش در زمینه رفتار سلول‌هاست. بنابراین تمرکز محققین مهندسی بافت و زیست مواد در قرن حاضر باید بیشتر بر روی درک صحیح رفتار سلول با محیط اطراف خود و برهمکنش آنها با کاشتنی‌ها در محل فصل مشترکشان باشد.

چیدن ذرات است. سلول‌ها و مولکول‌های درمانی پس از پخش شدن در یک زمینه ژل مانند، بر روی یک صفحه به صورت لایه لایه چیده می‌شوند. تحقیقات اخیر باعث شد تا این روش پیشرفته‌تر شده و همزمان با شکل‌گیری یک سازه سه بعدی حاوی سلول، امکان ارزیابی و بررسی آنها در هر لحظه وجود داشته باشد. امروزه دانشمندان توانسته‌اند با کمی دستکاری در ساختار محصولات، امکان بارگذاری دارو را نیز در آنها فراهم کرده تا محصولات کاربردی‌تر تهیه شوند.

بر اساس گزارش اتحادیه اروپا، نیاز بازار جهانی به زیست مواد هوشمند در سال ۲۰۰۹ تقریباً ۴۷ بیلیون دلار بوده که این رقم تا سال ۲۰۲۵ به ۱۱۳ بیلیون دلار افزایش خواهد یافت. نکته‌ای که در اینجا مطرح می‌شود این است که چرا با وجود سرمایه‌گذاری‌های سنگینی که در این امر می‌شود، دستاوردها بسیار ناچیز است؟ پاسخ این سوال را باید در پیچیدگی بدن جستجو کرد؛ چرا که رویکرد اخیر در طراحی زیست مواد به سمت مهندسی بافت تمایل پیدا کرده است. در بحث مهندسی بافت، همانطور که پیشتر نیز اشاره شد، با طراحی یک سازه و قرار دادن سلول بر روی آن به دنبال ایجاد بافت طبیعی هستیم.

چالش‌ها

به طور کلی در اختراع یک زیست ماده هوشمند سه نکته اهمیت دارد: ۱- تأثیر آن بر کیفیت درمان یعنی افزایش بقا و کاهش مرگ ۲- تأثیر آن بر هزینه درمان که می‌تواند شامل هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم باشد و ۳- تأثیر آن بر میزان موفقیت در دستیابی به درمان که به معنی افزایش کیفیت همراه با کاهش قیمت است. بنابراین





مصاحبه با:

دکتر مهران صولتی هاشجین

دانشیار و مدیر گروه بیومتریال

دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر



مهران صولتی هشجین

دانشیار و مدیرگروه بیومتریال دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

فرزانه حریری

مابقی گرایش‌ها. داستان بیومتریال بر اساس نیاز تعریف می‌شود؛ بیومتریال مهندسی است و در کل قصه مهندسی برآوردن نیازهاست و از طرفی حوزه ما با حوزه پزشکی مرتبط است. در حوزه پزشکی درد وجود دارد بنابراین حوزه بیومتریال حول این موضوع می‌چرخد و هدف آن کمک به درمان بیماری‌ها، زندگی سالم‌تر، افراد سالم‌تر، عمر طولانی‌تر و زندگی با کیفیت‌تر است. بنابراین بین نیاز و آنچه که برای درمان وجود دارد فاصله‌ای وجود داشته که روز به روز در حال بزرگتر شدن است و مستلزم آن است که در این فاصله کسانی حضور داشته و آن را برطرف کنند که در اینجا مسئولیت بیومتریال تعریف می‌شود.

نظر شخصی شما در مورد بیومتریال چیست؟

با توجه به اشتیاق و علاقه‌ای که در خودم به شخسه نسبت به این علم وجود دارد، به نظر من تنوع و پیچیدگی موضوعات زیاد است و انسان را به چالش می‌کشاند و

تلاش برای غلبه بر این پیچیدگی و حل مسائل مربوط به آن بسیار جذاب است. به هر حال این علم، علم رایجی نیست و به معنی واقعی آن تعریف نشده است؛ بنابراین تنوع مهارت‌ها و

وجود صورت مسئله‌های بسیار زیاد است که با روحیه افرادی مثل من بسیار سازگار است؛ البته بسیاری از دانشجوهای ما نیز اینگونه‌اند.

دکتر مهران صولتی هشجین تحصیلات خود را در رشته مهندسی مواد در سال ۱۳۵۸ در دانشگاه شیراز آغاز و با ادامه تحصیل در دانشگاه علم و صنعت در مقطع کارشناسی ارشد، در سال ۱۳۷۶ از پژوهشگاه مواد و انرژی فارغ التحصیل دکتری این رشته شدند. در سال ۱۳۷۱ به عضویت هیئت علمی در آمده و از سال ۱۳۸۴ فعالیت خود را در زمینه بیومتریال به عنوان هیئت علمی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر آغاز کردند.

در ابتدا لطفا کمی در خصوص زمینه کاری خود صحبت بفرمائید.

همان‌طور که می‌دانید من یک مهندس مواد با گرایش سرامیک هستم. بنابراین امری طبیعی ست که با چنین پیش زمینه‌ای حوزه فعالیت‌های من در این راستا باشد. بیشتر کارهای من در زمینه سرامیک و یا کامپوزیت‌های پلیمری-سرامیکی بوده، اما در سال‌های اخیر این رویکرد به سمت بافت سخت بدن (استخوان) و غضروف و کلسیم فسفات‌ها و استفاده از سیستم‌های سرامیکی کامپوزیتی فلزی جهت‌گیری پیدا کرده است. اما شاید به جرأت باید بگویم که قلب آن سرامیک بوده است.

بیومتریال از نگاه شما چگونه معرفی خواهد شد؟

به عقیده من تمامی گرایش‌های مهندسی پزشکی به یکدیگر وابسته‌اند؛ چرا که به دلیل تنوع زیاد رشته‌ها در دنیا، تفکیک این گرایش به صورت رشته و دانشکده‌ای مستقل چندان مناسب نبوده و گرایش بیومتریال را به عنوان یک علم می‌دانم؛ نه به عنوان رشته‌ای جدا از

داستان بیومتریال بر اساس نیاز تعریف

می‌شود؛ بیومتریال مهندسی است

و در کل قصه مهندسی برآوردن

نیازهاست.

خوب، استاد خوب و ... مطرح می‌شود.

حرف آخر؟!

بهبود شناخت نسبت به موضوع یکی از بهترین کارهاست. تحصیل هم از این نکته مستثنی نبوده و باید تا جایی که ممکن است شناخت را بیشتر کرد. ما انسان هستیم و بنابراین ممکن است ابراز علاقه و بی‌علاقگی‌هایی از خود نشان دهیم که البته این موضوع مشکل‌ساز نیست؛ اما چیزی که مشکل‌ساز است این است که اگر این ابراز علاقه و تنفر در فقدان شناخت اتفاق بیفتد خسارت بزرگی است. مشکلی نیست که بخواهید کاری را انجام دهید؛ اما بدانید که چرا می‌خواهید انجام دهید و بالعکس. حجاب‌های ذهنی را باید کنار گذاشت حتی در زمینه تحصیل.

**آینده علم
بیومتریال در دنیا
به دلیل پرداختن به
مسئله‌های همیشگی
بشر، بسیار بسیار
نویدبخش است.**

جایگاه بیومتریال را در دنیا و ایران چگونه ارزیابی می‌کنید؟

از دو جنبه می‌توان به آن نگریست؛ جنبه اول جایگاه علم و فناوری در جهان است و جنبه دیگر سنجش با امکانات موجود در کشور. در قسمت اول، آینده این علم در دنیا بسیار بسیار نویدبخش است؛ همانطور که همین الان هم اینگونه است و این به دلیل پرداختن به مسائلی است که مسئله‌های همیشگی بشر بودند. اما در قسمت دوم قصه کمی متفاوت‌تر است؛ چرا که نیاز به در نظر گرفتن چارچوب‌های نظام آموزشی کشور دارد. نکته دیگر در این بخش این است که باید ابتدا مسئله‌هایی

همچون بیکاری و ... را کنار گذاشته تا بتوان

به تشریح بیشتر بخش دوم سوال

پرداخت؛ زیرا مسائلی همچون

بیکاری نه تنها در این گرایش،

بلکه در تمامی رشته‌ها و

گرایش‌ها مطرح است از

جمله مکانیک، الکترونیک

و سایر. با این تفاسیر، در

حقیقت این گرایش در

دهه‌های اخیر در حال رشد

بوده و دوران نوزادی آن به

پایان رسیده و امروز به یک

نوجوان تبدیل شده است؛ که

دلیل آن فعالیت فارغ‌التحصیلان

این گرایش در قسمت‌های مختلف

کشور است. بنابراین می‌توانم بگویم که من

نسبت به آن امیدوار هستم و روند را رو به رشد می‌بینم.

اما باید در نظر گرفت که سرعت و شیب رشد نسبت به

شرایط آرمانی فاصله‌ی زیادی دارد.

توصیه شما به دانشجویان این گرایش برای کسب موفقیت چیست؟

در ابتدا باید بگویم که دانشجویان باید فرق بین پاس کردن نمره و آموختن را درک کنند. تأسف برانگیز است که دانشجویی که به کاری علاقه ندارد در موقعیتی برای ادامه تحصیل قرار گیرد؛ چرا که هرگز موفقیت به دست نخواهد آمد. نکته مهم این است که اهداف این گرایش تنها با پاس کردن دروس هرگز محقق نمی‌شود. بنابراین قدم اول در موفقیت دانشجویان این گرایش، تمایل و خواستن آنها در یادگیری است. هر شخص باید حتماً به این موضوع فکر کند که چه کسی و چه چیزی منتظر اوست و باید همیشه به نیازمندان، مصدومان و آسیب دیدگان فکر کرد، چرا که ممکن است بتوانیم برای آن شخص کاری کنیم. بنابراین، مهم‌ترین نکته داشتن ذهنیت چرایی، در پاسخ به چرا باید این درس را بخوانم و چرا اینجا هستم، است. عدم موفقیت در این گرایش نیز به علت بی‌استعدادی نیست؛ بلکه به خاطر عدم داشتن این ذهنیت است. در مراحل بعدی منابع

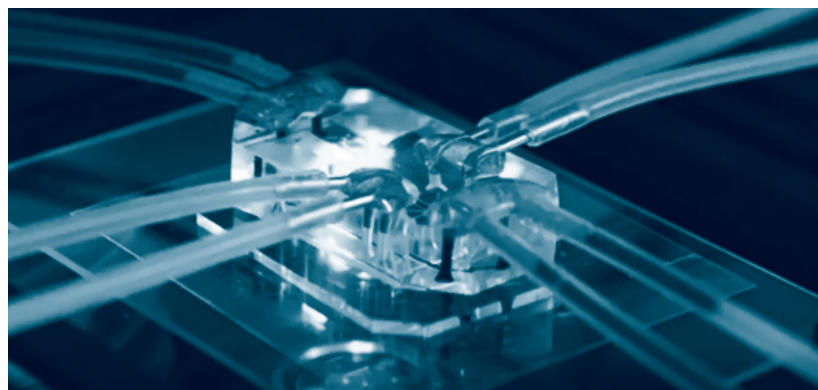
ارگان یا تراشه؟!

حانیه رضائی فر، یاسمن شکری،
فاطمه شعبانی

(دانشجویان کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه
بیومتریال، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مقدمه

برای بررسی تأثیرات موارد مختلف مانند بیماری‌ها، داروها و مواد سمی بر روی بدن انسان و پاسخ زیستی بافت‌ها و اندام‌ها، روش‌های مدل‌سازی مختلفی وجود دارد. برای مثال هنگامی که یک داروی جدید تولید می‌شود باید ارزیابی‌هایی انجام گیرد تا به منظور کاربرد گسترده در انسان تأییدیه دریافت کند، این ارزیابی‌ها شامل آزمون‌های درون تنی در بدن یک حیوان مانند موش و آزمون‌های برون تنی یعنی بررسی روی سلول‌های کشت داده شده در خارج از بدن است.



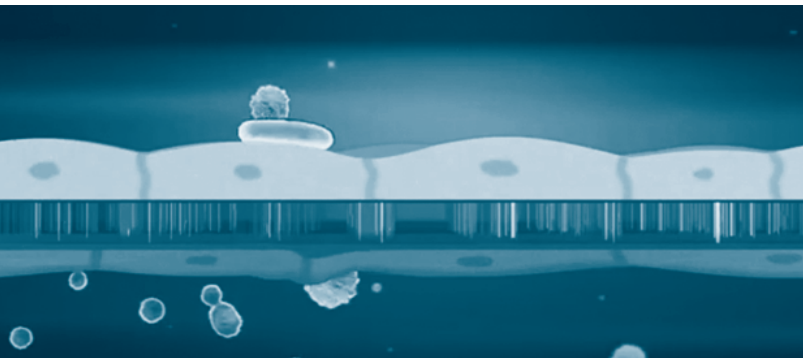
علی‌رغم پیشرفت‌های زیادی که در زمینه رهایش دارو صورت گرفته است، همواره نقاط ضعفی وجود داشته که باعث می‌شود تا سیستم‌های دارورسان نتوانند تأییدیه لازم را کسب و به بازار عرضه شوند. دلیل عمده عدم موفقیت چنین سیستم‌هایی را می‌توان در ناکارآمدی دستگاه‌های حاضر در بررسی عملکرد این سیستم‌ها دانست. به همین علت توسعه عملکرد اندام‌های بدن انسان بر روی یک قطعه کوچک جهت بررسی رفتار آن بافت یا ارگان در هنگام رویارویی با دارو، به صورت آزمایشگاهی و برون تنی ضروری است. امروزه چنین سیستم‌های ارزیابی‌کننده‌ای را

تحت عنوان Organ-on-a-chip و یا Microphysiological Systems (MPS) می‌شناسند. organ-on-a-chip یک تکنولوژی نوین بوده که این مدل‌سازی را دقیق‌تر، قابل اطمینان‌تر و به‌صرفه‌تر انجام می‌دهد.

مروری بر گذشته

روش‌هایی که تا کنون مرسوم بوده‌اند هر کدام معایب خاص خود را دارند. مدل‌های حیوانی برای آنالیز دشوار بوده و از منظر مسائل اخلاقی نیز پیچیدگی‌هایی دارند؛ همچنین ثابت شده است که واکنش آن‌ها به اندازه کافی به واکنش بافت‌های بدن انسان شبیه نیستند. سنجش‌های کشت سلولی پیچیدگی‌های بافت را نمی‌توان مشاهده کرد؛ چراکه قادر به نشان دادن روابط و واکنش‌های بین دو بافت یا اندام نیستیم و همچنین نمی‌توانیم با این روش تأثیر دارو را بر روی بافت غیر هدف بررسی کنیم. استفاده از سیستم‌های مبتنی بر میکروفلوئیدیک و کشت سه بعدی سلول‌ها مزایای فراوانی جهت مطالعه رفتار بافت و پیچیدگی‌های آن دارد که از این قبیل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: بررسی ساختار سه بعدی، استفاده از چند نوع سلول مختلف، بررسی برهمکنش سلول-سلول، ایجاد محیط خارج سلولی و پیچیدگی‌های مربوط به آن، ایجاد شبکه عروقی و نیز نیروهای بیومکانیکی. در سالیان اخیر، تلاش برای توسعه سیستم‌های MPS بیشتر بر روی ساخت دوباره ارگان‌های انسان نظیر قلب، ریه، کبد و مغز و ایجاد واحدهای عملکردی آنها به صورت کوچک، جهت بررسی رفتار آنها در برابر سموم و تعداد محدودی از داروها بوده است. به طور موازی با این اقدام، گروهی از محققین به دنبال طراحی سیستم‌های Disease-on-a-chip بوده‌اند تا بتوانند به بررسی ایجاد یک بیماری در محیط خارج بدن بپردازند. با وجود اینکه تهیه چنین سیستم‌هایی با قابلیت تقلید زیستی بدن انسان مزیت‌های بسیاری دارند.

بنابراین سلول‌ها دقیقاً همان فشارهای مکانیکی را که در شرایط واقعی تنفس به آنها وارد می‌شود، تجربه می‌کنند. اما استفاده از این تراشه‌ها تنها به همین جا خاتمه پیدا نمی‌کند. برای مثال در حوزه شبیه‌سازی ایجاد عفونت، ابتدا سلول‌های ریه را با باکتری‌ها در تماس قرار داده و سپس گلبول‌های سفید انسانی را وارد سیستم می‌کنند. همان‌طور که می‌دانید، وظیفه اصلی گلبول‌های سفید بدن مقابله با عوامل مهاجم نظیر ویروس‌ها و باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌هاست. بنابراین زمانی که سلول‌های طبیعی بدن به آنها آلوده شوند، این گلبول‌های سفید، التهاب ناشی از آنها را حس کرده و از طریق جریان خون وارد ریه‌ها شده و شروع به بلعیدن و از بین بردن آنها می‌کنند. نکته جالب این است که می‌توان این سیستم را به صورت زنده از طریق همین تراشه‌های طراحی شده مشاهده کرد. اما پیش از آن لازم است با استفاده از روش‌های رنگ‌آمیزی، سلول‌ها را نشانه‌گذاری کرد تا بتوان رفتار مهاجرت و عمل بلعیدن آنها را در زیر میکروسکوپ مشاهده نمود.



در یک نمونه دیگر سلول‌های روده را بر روی یک تراشه قرار داده و رفتار حرکت دودی روده را با استفاده از تنش‌های کششی شبیه‌سازی و مطالعه کردند. با دست داشتن چنین اطلاعات دقیقی از حرکات روده می‌توان شروع به مدل‌سازی بیماری‌ها کرد. به عنوان مثال می‌توان نقص عملکردی روده را در نتیجه سندرم روده تحریک‌پذیر مطالعه و یک راهکار درمانی ویژه‌ای برای آن معرفی نمود؛ چرا که این بیماری بسیاری از مردم جهان را به خود درگیر کرده است و هنوز راهکار درمانی مؤثری برای آن وجود ندارد.

یکی از زمینه‌هایی که سامانه‌های Organ-on-a-chip کاربرد فراوانی دارند، شبیه‌سازی عبور از سد خونی-مغزی است. همان‌طور که می‌دانید سد خونی-مغزی ساختاری به شدت سازمان‌یافته و پویا بوده که نقش تنظیم‌کنندگی بسیار مؤثری در عبور مولکول‌ها از دیواره عروق مغزی را بر عهده دارد. آسیب به این سد باعث ایجاد بیماری‌های فراوانی در سیستم عصبی مرکزی نظیر آلزایمر، Multiple sclerosis (MS)، انواع تومورهای مغزی شامل Glioblastoma و ... می‌شود. عموماً روش‌های مطالعات امروزی بیشتر از مدل‌های حیوانی و یا کشت دو بعدی سلول‌ها در محیط برون‌تنی استفاده می‌کنند؛ اما همان‌طور که پیشتر نیز اشاره شد، عدم شباهت مدل حیوانی با نمونه انسانی و ناتوانی در کسب اطاعات کافی از محیط‌های کشت سلولی

اما هنوز در مراحل تحقیقاتی بوده و امکان توسعه فراگیر آن وجود ندارد.

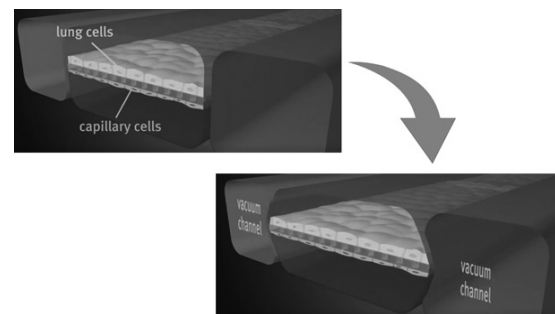
تکنولوژی سامانه‌های Organ-on-a-chip

سامانه‌های Organ-on-a-chip ترکیبی از فناوری میکروفلوئیدیک، مهندسی میکرو و اصول علم زیست تقلیدی بوده تا روابط و ویژگی‌های کلیدی بافت‌ها و اندام‌ها را به طور دقیق نشان داده و مدل بسیار مناسبی برای شبیه‌سازی فعالیت‌ها و پاسخ‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی در سطح عضو و بافت باشند. این سیستم‌ها نسبت به کشت یک نوع رده سلولی و یا حتی کشت سه بعدی سلول‌ها روی یک تراشه مناسب‌تر بوده و می‌توانند به صورت پویا فعالیت‌ها و سوخت و سازهای سلولی را بررسی کنند. برای ساخت این سامانه‌ها علاوه بر درک دقیق از معماری پیچیده بافت و اندام‌ها و فعالیت‌های آنها، دستکاری دقیق سلولی و طراحی تراشه نیز نیاز است.

Organ-on-a-chip، دستگاه‌های میکروفلوئیدیک کشت سلولی بوده که با تکنیک‌های تولید تراشه‌های کامپیوتری تولید می‌شوند. این سیستم‌ها شامل میکروکانال‌های تو خالی بوده که توسط سلول‌ها و بافت‌های اندام مورد نظر پوشانده شده‌اند. اما نحوه و اساس کارکرد این تراشه‌ها به چه شکل است؟ ابتدا با استفاده از طراحی‌های کامپیوتری یک تراشه مورد نیاز خود را ایجاد می‌کنیم. در این تراشه سه کانال میکرونی، مرتبط با ساختار سلولی و محیط آنها وجود دارد. در مرکز یک غشای انعطاف‌پذیر و متخلخل وجود داشته که به وسیله آن می‌توانیم سلول‌های انسانی را به سامانه اضافه کنیم.

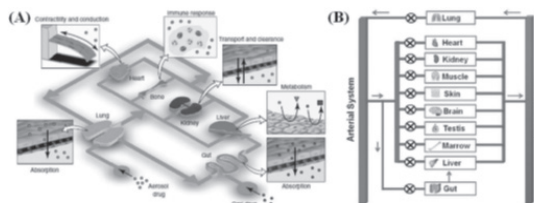
کاربردها

همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است، سلول‌های ریه‌ی انسانی را وارد کرده و در پایین غشا، جایی که سلول‌های مویرگی وجود دارند، جریان خونی را ایجاد می‌کنیم.



شکل ۱. Organ-on-a-chip در فرآیند تنفس

در این حالت با ایجاد نیروی مکانیکی از طریق دو کانال مجاور، می‌توان نیرویی را که تحت عمل تنفس به سلول‌ها و دیواره مویرگی وارد می‌شود، شبیه‌سازی کرد. این عمل باعث کشیده و فشرده شدن سلول‌ها شده و



شکل ۳. طراحی تراشه انسان مجازی

در این سیستم‌ها، چند سامانه هر کدام به عنوان نماینده یک عضو، در ارتباط با یکدیگر قرار گرفته و شبکه‌ای به هم پیوسته را ایجاد می‌کنند؛ به این ترتیب می‌توان یک پدیده را در سراسر بدن زیر نظر گرفته و تعاملات بین بافت‌های مختلف را مشاهده کرد. به عنوان مثال فرض کنید که دارویی جهت تقویت عملکرد کبد مصرف می‌کنید، چگونه می‌توان مطمئن شد که این دارو بر روی رفتار و عملکرد قلب، روده، مغز استخوان و ... اثر منفی ندارد؟ در حال حاضر تنها راه پاسخ‌گویی به این سوال استفاده از تکنولوژی Organ-on-a-chip است. بنابراین نیاز است تا محققان در سراسر دنیا در این زمینه تلاش کنند.

دو بعدی باعث شده تا چنین روش‌هایی ناکارآمد تلقی شوند. به همین خاطر در یکی از کارهایی که اخیراً توسط Duc TT Phan و همکارانش در سال ۲۰۱۷ منتشر شده است، استفاده از Organ-on-a-chip را به عنوان بهترین روش جهت تقلید سد خونی-مغزی و مطالعات مربوط به آن معرفی کرده‌اند.

به طور کلی تحقیقاتی که در این زمینه در حال انجام است، روز به روز در حال افزایش بوده و محققان تلاش می‌کنند تا سیستم‌های پیچیده‌تری مطابق با آنچه که در حالت طبیعی در بدن انسان وجود دارد، تهیه کنند. یکی از تحقیقاتی که اخیراً در این زمینه مورد بررسی قرار گرفته، استفاده از تکنولوژی ساخت میکرونی (Micro fabrication) در تولید بافت قلبی در یک محیط انعطاف‌پذیر بوده است. در این روش ابتدا به منظور بررسی قابلیت ایجاد ضربان قلب در خارج بدن، رشته‌های کوچک و باریک بافت ماهیچه‌ای قلب را برداشته و آنها را در کنار یکدیگر قرار دادند و مشاهده کردند که چنین امکانی میسر است. سپس محیط مناسب این بافت را در یک تراشه فراهم کرده و آنها را در مجاورت یک داروی مشخص و تنش‌های الکتریکی قرار دادند. هدف از این طرح بررسی سمیت دارو بر روی تمامی عملکردهای قلب بود. چیزی که تنها در شرایط درون‌تنی امکان‌پذیر است؛ اما با این روش توانستند تقریباً تمامی فاکتورهای مؤثر را بررسی کنند.

در حال حاضر تقریباً تراشه‌های مربوط به بیشتر ارگان‌های بدن ساخته شده‌اند (شکل ۲).



شکل ۲. طراحی تراشه‌ها برای ارگان‌های مختلف

به طور کلی سرمنشأ قدرت این تکنولوژی را می‌توان در قابلیت به هم متصل شدن آنها دانست. چرا که در بدن تمامی ارگان‌ها از طریق شبکه عروقی و عصبی به یکدیگر متصل هستند و انجام چنین عملی در خارج بدن، تا پیش از این غیر ممکن بود، اما با استفاده از این روش می‌توان تراشه‌های ارگان‌های مختلف را به یکدیگر متصل کرده و به بررسی رفتار آنها به طور همزمان پرداخت.

انسان مجازی بر روی تراشه

Human-on-a-chip یا انسان مجازی بر روی تراشه ایده دیگری است که در این زمینه به کار گرفته شده است (شکل ۳).



طراحی آزمایش (DOE): ضرورت و اهداف آن

رضا مهدوی (دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی، گروه بیومتریال، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مقدمه

محققان برای شناخت پدیده‌ها، آزمایش‌هایی را انجام می‌دهند تا حقیقتی را در مورد سیستم یا فرآیندی کشف کنند. انجام آزمایش همواره متضمن هزینه و زمان است. از این رو انجام آزمایش‌های مؤثر که با صرف حداقل هزینه و زمان، بیشترین اطلاعات را بدست دهد آرمان هر مهندس یا محقق است و این هزینه و زمان هنگامی که تعداد عوامل افزایش پیدا کند به صورت صعودی افزایش می‌یابد. بنابراین به روشی نیاز است که در آن بتوان با صرف حداقل هزینه و زمان، به بیشترین اطلاعات در مورد فرآیند دست پیدا کرد و نتیجه‌گیری‌های منطقی را بر اساس مدارک مستند در خصوص فرآیند، بدست آورد. روشی که به بهترین شکل اهداف ذکر شده را برآورده می‌سازد، طراحی آزمایش (Design of Experiment) نام دارد. طراحی آزمایش مجموعه‌ای از آزمایش‌هاست که در آنها با ایجاد تغییرات هدفمند در متغیرهای ورودی یک فرآیند، تغییرات ایجاد شده بر روی متغیر خروجی یا پاسخ ارزیابی می‌شود. استفاده از طراحی آزمایش نه تنها به مهندسين کمک می‌کند تا تولید را توسعه و تکامل داده و فرآیندهایی را ایجاد کنند بلکه در مقابل عوامل محیطی و منابع تأثیرگذار دیگر نیز مقاوم هستند. کاربرد به موقع و موفقیت‌آمیز طراحی آزمایش در توسعه فرآیند تولید می‌تواند اساساً زمان تولید و هزینه‌ها را کاهش داده و به فرآیندها و فرآورده‌هایی منتهی شود که در نوع خود عملکرد بهتر و اعتمادپذیری نسبت به فرآورده‌های منتج از روش‌های دیگر دارند.

اهداف

در طراحی آزمایش به طور کلی چهار هدف دنبال می‌شود:

- چگونه می‌توان میانگین فرآیند را در جهت دلخواه تغییر داد.

- چگونه می‌توان تغییرات یک فرآیند را کاهش داد.

- چگونه می‌توان یک فرآیند را استوار کرد.

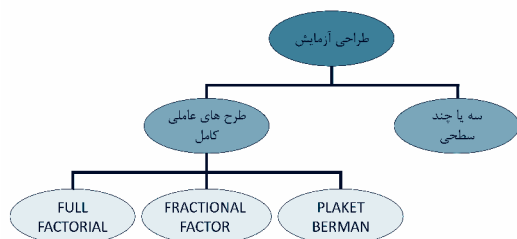
- کدامیک از متغیرها از لحاظ کنترل کردن مهم و کدامیک بی‌اهمیت هستند.

مدیران و مهندسان امروز لازم است که قبل از تصمیم‌گیری در مورد میزان بهبود و توسعه محصول و فرآیند، خود، اطلاعات کافی از روش‌های طراحی آزمایش داشته باشند. به همین خاطر است که شرکت‌های بین‌المللی نظیر تویوتا سالانه تعداد زیادی از مهندسان خود را تحت دوره‌های آموزشی DOE قرار می‌دهند و شرکتی مثل فورد در آمریکا، حتی تأمین‌کنندگان قطعات خود را ملزم به استفاده از این تکنیک می‌نماید.

با توجه به آنچه گذشت می‌توان دریافت که تکنیک DOE را می‌توان در اغلب فرآیندها جهت بهبود کیفیت مورد استفاده قرار داد. فرآیندهایی که در خروجی آن‌ها یک مشخصه کمی یا کیفی، یک خواسته مشتری یا هر مشخصه دیگری مورد نیاز است. در اغلب صنایع، کاربرد صحیح و مؤثر طراحی آزمایش‌های آماری کلید افزایش بازدهی، کاهش تغییرپذیری، کاهش زمان‌های تأخیر در طراحی و توسعه محصولات بهتر و در نتیجه رضایت مشتری محسوب می‌شود. البته تکنیک DOE محدود به محیط‌های صنعتی و تولیدی نمی‌شود. در تمام فرآیندها و سیستم‌ها و تحقیقات آزمایشگاهی وابسته به آن‌ها می‌توان از DOE بهره‌گرفت و کیفیت خروجی را افزایش داد. علم بیومتریال نیز از این قاعده مستثنی نبوده و از آنجایی که تحقیقات در این زمینه بسیار حیاتی، پرهزینه و زمان‌بر هستند، ضرورت انجام تحقیقات آزمایشگاهی مبتنی بر طراحی آزمایش،

تعیین متغیرهای فرآیند نیز ابتدا لازم است هدف را شناخته باشیم. بنابراین پس از شناخت هدف که آیا به دنبال کم کردن هستیم یا زیاد کردن یک عامل، تعداد متغیرها را مشخص می‌کنیم. باید در نظر داشت که حداقل تعداد عامل‌ها دو عدد است. پس از آن، عوامل را به دو دسته قابل کنترل و غیر قابل کنترل تقسیم و رتبه‌بندی کرده و سطوح هر عامل را مشخص می‌کنیم.

مرحله دوم طرح آزمایش است. مفهوم طرح آزمایش بدین صورت است که زیرمجموعه‌ای از اجراهای ممکن، شامل توالی و چگونگی انجام اجراها و تحلیل نتایج آزمایش را مشخص می‌کند. بنابراین در انجام آزمایش ما می‌توانیم هم تمامی آزمایش‌ها را انجام داده که به اصطلاح Full factorial گفته شده و هم می‌توانیم زیرمجموعه‌ای از آنها را انجام دهیم که به اصطلاح به آن Fractional factorial گفته می‌شود.



طراحی آزمایش بر سه اصل تکرار، تصادفی‌سازی و دسته‌بندی استوار است. در بحث تکرار منظور انجام دوباره طرح اولیه است. زیرا هرچه تکرارها بیشتر باشند، اثر متغیرهای غیرکنترلی با تقریب خوبی حذف می‌شوند. بدیهی است که افزایش تکرار با افزایش هزینه‌ها همراه است. اما نکته مفید آن این است که با انجام تکرار در آزمایش‌ها می‌توانیم خطای آزمایش را تخمین بزنیم. در بحث تصادفی‌سازی نیز به دنبال جلوگیری از تشدید اثر عامل اصلی بر متغیر پاسخ توسط عوامل اغتشاشی هستیم. تصادفی‌سازی کمک می‌کند تا اثرات ناشی از عوامل خارجی بر آزمایش به حداقل برسد. به عنوان مثال می‌توان به اثر گرم شدن یک دستگاه و خطای اندازه‌گیری یک اپراتور اشاره کرد که با گذشت زمان دستگاه گرم‌تر شده و خطای اندازه‌گیری اپراتور بالاتر می‌رود. بنابراین لازم است در زمان چیدمان طرح آزمایش، به صورت تصادفی عمل کرده و آنها را بین کل مدت زمانی که دستگاه در حال کار است، پخش کرده تا تأثیرات دستگاه فقط بر روی یک سری نمونه نبوده و روی همه آزمایش‌ها اعمال شود. در خصوص دسته‌بندی نیز باید گفت که این عمل روشی است که برای افزایش دقت یک آزمایش به کار گرفته می‌شود. یک دسته بخشی از یک آزمایش تعریف می‌شود که همگن‌تر از سایر بخش‌ها باشد. به عنوان مثال می‌توان به ارزیابی دو دستگاه توسط دو اپراتور یا میزان درگیری دانشجویان در دو محیط مختلف اشاره کرد. به طور ساده‌تر، در مواقعی که تمامی متغیرهای تأثیرگذار در مسئله یکسان بوده و فقط یک عامل متفاوت است، ما با

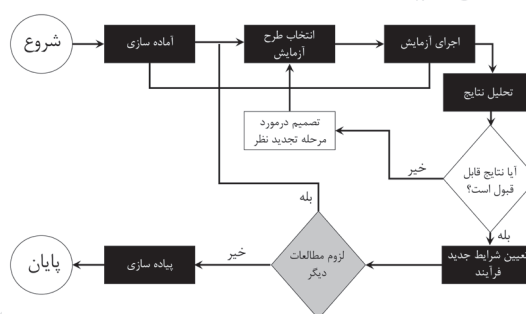
جهت کاهش هزینه‌های لازم و توسعه و پیشرفت سریعتر این علم نوین، بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین و با توجه به مقدمه‌ای که ارائه شد، در این بخش به بیان یک سری اصول کلی کار با این نرم‌افزار می‌پردازیم.

بررسی کیفیت محصول در دو زمان امکان‌پذیر است: حین تولید محصول و یا قبل از تولید آن. DOE یک روش کیفی قبل از تولید انبوه بوده؛ چرا که فرآیند نیاز دارد به صورت مقطعی برای انجام آزمایش متوقف شده و همچنین ما به دنبال آن هستیم تا بهترین نمونه را تولید کنیم. عموماً در هنگام استفاده از این نرم‌افزار با چندین اصطلاح مواجه خواهیم شد که به طور خلاصه می‌توان موارد زیر را بیان کرد:

- متغیر پاسخ (Response): مشخصه مورد بررسی بوده و در پایان هر آزمایش آن را اندازه‌گیری یا ارزیابی می‌کنیم. این مشخصه در بسیاری از مسائل، یک مورد (یک هدف) بوده که البته می‌تواند بیشتر هم باشد.
- عامل (Factor): هر نوع ورودی که می‌تواند بر متغیر پاسخ، مؤثر یا غیر مؤثر باشد.
- سطح (Level): مقادیر مورد بررسی هر عامل
- عامل اغتشاش (Nuisance Factor): عواملی که احیاناً بر متغیر پاسخ اثر گذاشته ولی ارزیابی مستقیم آنها مورد نظر پژوهشگر نیست.
- فرآیند استوار (Robust): فرآیندی که حداقل تأثیرپذیری را از منبع خارجی ایجاد کننده تغییرپذیری داشته باشد.

مراحل

در شکل ۱ مراحل پیاده سازی DOE نشان داده شده است.



شکل ۱. مراحل پیاده سازی DOE

در مرحله آماده‌سازی یک سری مراحل را باید به ترتیب انجام داد که بدین شرح است: تعریف مسئله، تشکیل تیم DOE، مطالعه فرآیند، تعیین متغیر پاسخ و متغیرهای ورودی و سطوح آنها، تحلیل هزینه و زمان امکان‌سنجی و در نهایت در نظر گرفتن یک اجرای آزمایشی در صورت نیاز. در قسمت تشکیل تیم DOE، منظور به کارگیری افرادی است که با فرآیند آشنا بوده و در بخش‌های مختلفی اعم از اپراتور، تکنسین و ... توان فعالیت داشته باشند. در قسمت

علامت‌های مثبت و منفی قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده این است که سطوح تعریف شده دوتا بوده که به عنوان مثال در این مورد مثبت نشان‌دهنده زیاد بودن و منفی نشان‌دهنده کم بودن است. تعیین مقادیر این بخش توسط ما انجام می‌گیرد؛ به عنوان مثال اگر ما سه سطح داشتیم می‌توانستیم سه مقدار ۱، ۲ و ۳ را به طور قراردادی فرض کنیم که در این حالت ۱ نشان‌دهنده سطح کم، ۲ نشان‌دهنده سطح متوسط و ۳ نشان‌دهنده سطح زیاد باشد.

توضیحاتی که تا اینجا ارائه شد بیشتر در خصوص تعیین پارامترهای نرم‌افزار و به طور کلی اساس عملکرد آن بود. بنابراین می‌توان گفت که DOE می‌تواند باعث بهبود بازده، کاهش تغییرات، کاهش زمان، کاهش هزینه و تعیین پارامترهای کلیدی موثر بر متغیرهای پاسخ شود. جهت مطالعه بیشتر می‌توان به منابع ارائه شده مراجعه کرد.

منبع: طراحی آزمایش و بهینه‌سازی، شیما قنوتی نسب - ناشر: فرادرس

<http://www.faradars.org>

استفاده از بررسی تغییرات همین یک عامل، بین نمونه‌ها تمایز ایجاد می‌کنیم.

یکی از مراحل طراحی آزمایش، انتخاب طرح آزمایش است. به طور کلی طرح‌های مختلفی وجود دارد که می‌تواند دو سطحی، سه سطحی و چند سطحی باشد. در بخش طرح‌های دو سطحی یا تمامی عوامل بررسی می‌شوند که Full factorial بوده و یا یک سری از عوامل مورد بررسی قرار می‌گیرند که Fractional factorial هستند.

به منظور اجرا و تحلیل نتایج لازم است تا بین منابع مورد نیاز هماهنگی ایجاد شده و شرایط تثبیت شوند. در قسمت بعد نیاز است تا مقادیر متغیر پاسخ (خروجی‌ها) درج و نمودار اثرات آنها محاسبه و رسم شده و اثرات معنادار تعیین گردند.

در طرح‌های عاملی که دو سطح دارند، معمولاً ۲ به توان k آزمایش برای ما ایجاد می‌کند. تعداد کل آزمایش‌ها از معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{تکرار} \times \text{تعداد فاکتورها (تعداد سطوح)} = \text{تعداد کل آزمایش‌ها}$$

به عنوان مثال در یک تحقیق ما چهار فاکتور داریم که هر یک سه سطح (کم، متوسط و زیاد) دارند و ما می‌خواهیم هر یک از آزمایش‌ها را سه بار تکرار کنیم؛ بنابراین تعداد کل آزمایش‌ها برابر است با ۲۴۳.

برای اینکه ما تعداد تکرارها را بررسی کنیم نیاز است تا یک جدول تکرار همانند شکل زیر تهیه کنیم.

عوامل

	A	B	C
تعداد کل آزمایش‌ها	1	+		
	2	+		
	.	.		
	.	.		
	N	-		
	N+1	+		
	N+2	+		
	.	.		
	.	.		
	2N	+		
	2N+1	-		
	2N+2	+		
.	.			
.	.			
.	.			

در این جدول در سمت چپ تعداد کل آزمایش‌ها را نوشته که از ۱ تا N تعداد آزمایش‌های اصلی و از $N+1$ تا $2N$ و $2N+1$ تا آخر تکرارهای آن هستند. در این صورت با احتساب خود مرحله اول انجام آزمایش، سه مرتبه آزمایش تکرار می‌شود. در قسمت ستون، عوامل را قرار می‌دهیم که می‌تواند بسته به تعداد آنها، چند مورد باشند. همانطور که نشان داده شده است، در جدول



امیر محمد اکبری، فرزانه حریری جهرمی
(دانشجویان کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه بیومتریال،
دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

می‌دهند و هم‌چنین برای افزایش ولتاژ و بهبود بیشتر چگالی انرژی از دو پنل خورشیدی کوچک استفاده می‌کنند (چرا که الکترولیت‌های بدن به صورت یک بسته فشرده و چگال در بدن وجود ندارد و همین عامل افت ولتاژ خواهد شد که به تبع آن عملکرد ضعیف باتری را خواهیم داشت). این باتری‌ها مراحل آزمایشگاهی و حیوانی خود را با موفقیت پشت سر گذاشته و امید است به زودی وارد بازار شوند.

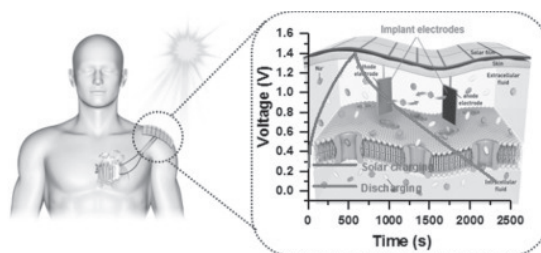
منبع: <http://www.materialstoday.com>



استفاده از یک نوع هیدروژل ترکیبی برای تولید مینیسک و کارتیلاژ زانو

مینیسک‌های زانو ارگان‌هایی هستند که نقش بسیار کلیدی در تحمل فشارهای وارد بر زانو دارند. این ارگان بسیار مؤثر ممکن است در اثر برخی تنش‌های نامناسب یا شیوه گام برداشتن نادرست یا حتی در اثر شدن یک شوک شدید در حین فعالیت‌های ورزشی سنگین مانند بازی تنیس یا فوتبال و... آسیب ببینند و پزشک معالج ناچار به جراحی و خارج کردن آن باشد. از این رو دانشمندان علم بیومتریال به دنبال ماده جایگزین جدیدی برای این ارگان هستند.

همان‌طور که می‌دانیم مینیسک‌ها و مفاصل از جمله بافت‌های نرم و غضروف مانند می‌باشند. از این رو پیدا کردن ماده‌ای با ویژگی‌های این ارگان که بتواند عملکردها و خواص مکانیکی آن را تقلید کند (مانند مدول الاستیسیته مناسب و یا خاصیت ویسکوالاستیک مشابه بافت و...) بسیار دشوار است و محققان مشابه‌ترین این مواد را هیدروژل‌ها می‌دانند. اما ایرادی که به این مواد وارد است شل‌شدگی و از دست‌دادن مولکول‌های آب خود و هم‌چنین عدم



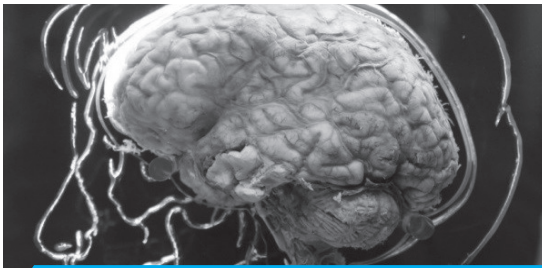
دانشمندان به دنبال ضربان‌سازهای دائمی با استفاده از مواد جدید

اهمان‌طور که می‌دانید این روزها افراد زیادی در سرتاسر دنیا از ضربان‌سازهای مصنوعی استفاده می‌کنند. اما استفاده از این ضربان‌سازها مشکلاتی را نیز به همراه دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به هزینه بالا و دائمی نبودن آن اشاره کرد؛ چراکه برای تعویض باتری این ضربان‌سازها نیاز داریم تا هر ۶-۱۰ سال یک بار آن‌ها را از بدن بیمار خارج کرده و باتری آن‌ها را تعویض یا شارژ کنیم.

گروهی از محققان انگلیسی-کره‌ای به دنبال راهی برای تولید باتری‌هایی هستند که منبع شارژ این باتری‌ها الکترولیت‌های موجود در بدن انسان می‌باشد و بنابراین می‌توان آن‌ها را به طور دائم به عنوان منبع انرژی در ضربان‌سازهای خود استفاده کنیم. در ساخت این باتری‌های زیست‌سازگار و به طور کلی هر کاشتنی دیگری در بدن باید از موادی استفاده کنیم که زیست‌سازگار باشند. ضمن آن‌که در ساخت یک باتری دائمی باید از موادی استفاده کنیم که ظرفیت عملکردی ما را پایین نیاورند. بنابراین برای بهبود چگالی انرژی این باتری‌ها از ترکیب‌های مختلف مواد که برای ساخت الکترودهای مثبت و منفی به کار می‌روند، استفاده شد. ابتدا پیشنهاد شد که از ترکیبات منگنزدی‌اکسید برای آند استفاده شود، اما سمیت این ماده برای برخی سلول‌ها بسیار زیاد است؛ پس از ترکیب و پوشش آن با سلول‌های فیبرو بلاست و قرار دادن کل ترکیب در یک نانو لوله کربنی استفاده کردند. هم‌چنین برای تولید کاتد از نوعی کربن استفاده کردند که سمیت سلولی و زیست‌سازگاری بسیار مناسبی دارد. سپس هم آند و هم کاتد را با تاننالیوم بسیار انعطاف‌پذیر پوشش

می‌باشد؛ به طوری که پس از رسیدن داروی قرار گرفته در این پلیمر به بافت سرطانی، می‌توان با کنترل شدت و مدت زمان تاباندن امواج مافوق صوت بر بافت هدف میزان دوز داروی سرطانی آزاد شده را کنترل کرد. گفته می‌شود این محصول ارزشمند، آزمون‌های نهایی خود را برای تجاری شدن طی می‌کند و احتمالاً تا سال آینده شاهد حضور این محصول در بازار به عنوان رقیبی جدی برای سایر سامانه‌های دارورسانی از جمله لیپوزوم‌ها خواهیم بود.

منبع: <http://www.uab.edu/news>



استفاده از نانولوله‌های کربنی در مطالعه بیماری‌های مغز

به گزارش گروه علم و فناوری آنا به نقل از ستاد ویژه توسعه نانو، محققان دانشگاه رایس (Rice) موفق به ارائه نانولوله‌های کربنی شدند که با استفاده از آن می‌توان آسیب‌های مغزی را درمان کرد. این مواد دامنه کاربرد وسیعی دارند، به طوری که در حوزه‌های مختلف از ساخت ترانزیستور تا اصلاح ژن قابل استفاده هستند.

این گروه تحقیقاتی معتقدند که این نانولوله‌های کربنی را می‌توان برای درمان بیماری‌هایی نظیر پارکینسون استفاده کرد، به طوری که فرآیند درمان ایمن‌تر و مؤثرتر می‌شود.

در حال حاضر پزشکان از الکترودهایی شبیه به سیم برای درمان از طریق کاشتن آنها درون مغز استفاده می‌کنند. هر چند استفاده از این الکترودها برای درمان بیماری‌های مختلف مناسب بوده و کارایی بالایی دارد اما مشکلاتی را نیز در پی دارد. برای مثال، ضخامت این سیم‌ها در حدود ۱/۵ میلی‌متر است و برای استفاده در مغز ضخیم هستند چراکه موجب آسیب زدن به رگ‌های مغز می‌شوند و در نهایت روی عملکرد مغز تأثیرگذار خواهند بود. از سوی دیگر، این الکترودها سفت و انعطاف‌ناپذیر هستند و موجب التهاب در مغز می‌شوند که این امر سبب عکس‌العمل سیستم ایمنی بدن شده و در دراز مدت کارایی آن سیستم را کاهش خواهد داد.

این در حالی است که نانولوله‌های کربنی نازک و انعطاف‌پذیرند و از زیست‌سازگاری بالایی برخوردار هستند و مشکل زیادی را در بدن ایجاد نمی‌کنند. این نانولوله‌ها را می‌توان وارد بافت مغز کرد. محققان روشی برای افزایش استحکام این نانولوله‌ها ارائه کرده‌اند که در آن، آب درون این لوله‌ها وارد می‌شود.

منبع: <http://www.ana.ir/news>

استحکام لازم می‌باشد. اما به تازگی محققان دانشگاه دوک در آمریکا موفق به کشف نوعی از هیدروژل‌ها شده‌اند که به صورت ترکیبی از دو هیدروژل می‌باشد و با تغییر نسبت ترکیبی این دو هیدروژل به یکدیگر می‌توان خواص مکانیکی آن را بهینه کرد. نکته جالب در مورد این هیدروژل‌ها این است که از آن‌ها در پرینترهای سه بعدی استفاده می‌شود و با یک تصویربرداری سه بعدی از زانوی هر فرد و دادن آن تصویر به پرینتر و همچنین استفاده از این هیدروژل‌ها به عنوان جوهر پرینتر می‌توان مینیسک هر فرد را متناسب با ویژگی‌های آناتومیکی خود فرد تولید کرد و سپس آن را جایگزین مینیسک از دست رفته نمود.

منبع: <http://www.materialstoday.com>



تولید نوعی پلیمر مناسب برای سیستم‌های دارورسانی سرطانی با سه ویژگی باور نکردنی

سامانه‌های دارورسانی سرطانی، سامانه‌هایی هستند که از آن‌ها برای هدفمند کردن دارورسانی و رساندن بیشترین دوز دارو به تومور و همچنین به وجود آوردن کم‌ترین اثر جانبی برای بافت‌های مجاور استفاده می‌شود. چراکه بسیاری از داروهای سرطانی از جمله دوکسوروبیسین (Doxorubicin)، داروهایی هستند که منجر به از بین رفتن و یا توقف رشد سلول‌ها می‌شوند و از آن‌جا که این داروها اگر بدون هیچ سامانه دارورسانی هوشمندی به کار روند توانایی تشخیص سلول و بافت سالم با بافت سرطانی و تومور را ندارند، ممکن است باعث صدمات جدی به بافت سالم شوند.

از این‌رو دانشمندان همواره به دنبال سامانه‌هایی برای پوشش‌دهی و دارورسانی هوشمند این داروها بوده‌اند. به تازگی محققان دانشگاه آلباما در بیرمنگام موفق به تولید نوعی پلیمر هوشمند شده‌اند که این پلیمرها سه ویژگی دارند که تجمع این سه خصوصیت در یک ماده به طور همزمان تا به امروز مشاهده نشده بود. اولین ویژگی، خاصیت مغناطیسی مناسب و به تبع آن خاصیت تصویربرداری و هدفیابی از طریق هدایت بیرونی به واسطه امواج مافوق صوت است. دومین ویژگی مناسب این پلیمر، قابلیت بارگذاری دوز بیشتری از داروهای سرطانی به ویژه داروی دوکسوروبیسین است که به تبع آن افزایش اثرگذاری دارو بر بافت هدف (همان بافت سرطانی) را خواهیم داشت و سومین ویژگی این پلیمر کم‌نظیر، خاصیت کنترل رهایش دارو به واسطه امواج مافوق صوت (که تقریباً می‌توان گفت امواجی کاملاً بی‌خطر برای بافت‌های ما هستند)



بیومکانیک

خواص بیومکانیکی بافت 

مصاحبه با دکتر عطاء... هاشمی 

کاشتنی‌های با طراحی مخصوص هر بیمار 

مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی بیومکانیکی و معرفی نرم‌افزار AnyBody 

اخبار 

مقدمه

و جدا شدن آن‌ها از یکدیگر می‌شود. با وقوع سرطان، تکثیر سلول‌ها افزایش یافته و تومور سرطانی شروع به رشد می‌کند. به دنبال این اتفاقات، سلول‌های سرطانی با کاهش نیروی چسبندگی از سلول‌های اطراف خود و تومور اولیه جدا شده و به سمت دیگر بافت‌های بدن حرکت می‌کنند. بنابراین گام اول در متاستاز سلول‌های سرطانی، جدایش سلول‌های تومور از تومور اولیه با کسب یک رفتار تهاجمی است که نتیجه آن از دست رفتن چسبندگی سلولی است.

روش‌های اندازه‌گیری تغییرات مکانیکی

با توجه به تغییرات مکانیکی یادشده در سلول‌های سرطانی، نیازمند ابزاری دقیق برای اندازه‌گیری خواص مکانیکی و نیروی چسبندگی در سطح سلولی می‌باشیم. در این حوزه استفاده از روش‌های مختلفی مانند انبر نوری^۲، دمش میکروپیت^۳ و میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)^۴ رایج است.

میکروسکوپ نیروی اتمی

میکروسکوپ نیروی اتمی قادر به اندازه‌گیری نیرو در بازه $100\text{ pN} - 10\text{ nN}$ ، در سطح سلولی و مولکولی و در شرایط فیزیولوژیک بوده و امکان اندازه‌گیری بر روی سلول‌های زنده را نیز فراهم می‌کند. از این تکنیک هم برای اندازه‌گیری خواص مکانیکی سلول‌ها و هم اندازه‌گیری نیروی چسبندگی در این سطح به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود.

اجزاء

میکروسکوپ نیروی اتمی یک کانتیلور^۵ منعطف با خاصیت فنری دارد. این کانتیلور مانند یک بازو عمل می‌کند و می‌تواند به اجزای مختلف از جمله سلول‌ها نزدیک شده و با آن‌ها تماس یابد. در اثر این تماس

خواص بیومکانیکی بافت‌های مختلف یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده کارکرد مناسب آن‌ها است. سلول‌ها به عنوان اجزای اصلی سازنده بافت‌های مختلف بدن، نقش مهمی در تعیین خواص مکانیکی آن‌ها دارند. از این رو، اندازه‌گیری خواص مکانیکی در سه سطح بافت، سلول و مولکول امری ضروری است. خواص بیومکانیکی سلول‌ها با رفتارهای بیولوژیکی آن‌ها نظیر تکثیر، تمایز و مهاجرت ارتباط دارد. به طوری که تغییر در این خواص، تغییر در رفتارهای سلولی و متعاقب آن وقوع و گسترش بیماری‌ها را در پی دارد. از جمله این بیماری‌ها که به شدت متأثر از تغییر کارکردهای مکانیکی سلولی است، می‌توان به سرطان اشاره کرد. مطالعات زیادی به بررسی ارتباط بین خواص بیومکانیکی سلول و ناهنجاری‌های انسانی پرداخته‌اند. در این میان، یافتن ارتباط بین خواص مکانیکی سلول‌ها و وقوع و گسترش سرطان بسیار مورد توجه بوده است. یک مشخصه اصلی در سلول‌های سرطانی، از دست رفتن سفتی آن‌هاست که با کاهش مدول یانگ نمایان می‌شود. میزان این کاهش در مدول یانگ سلول‌های سرطانی، با میزان تهاجم آن‌ها مرتبط است، به طوری که سلول‌های سرطانی با درجه تهاجم بالا، مدول یانگ کمتری نسبت به سلول‌های سرطانی کم تهاجم و همچنین سلول‌های سرطانی کم تهاجم مدول یانگ کمتری نسبت به سلول‌های سالم دارند.

از دیگر کارکردهای مکانیکی سلول‌ها که در طی وقوع و گسترش سرطان دچار تغییر می‌شود، نیروی چسبندگی آن‌ها است. کنار هم قرار گرفتن سلول‌های مجزا و سازمان‌دهی آن‌ها در بافت‌ها، از طریق برهمکنش مولکول‌های سطحی سلول‌ها به نام مولکول‌های چسبندگی سلولی (CAMs)^۱ امکان‌پذیر است. این کنارهم قرار گرفتن سلول‌ها، مسیری برای تبادل اطلاعات بین آن‌ها فراهم می‌کند و نقش مهمی در تعیین عملکرد نهایی بافت دارد. تغییر در این مولکول‌های چسبندگی از جمله کم شدن آن‌ها باعث کاهش نیروی چسبندگی بین سلول‌ها

^۲ Optical tweezer

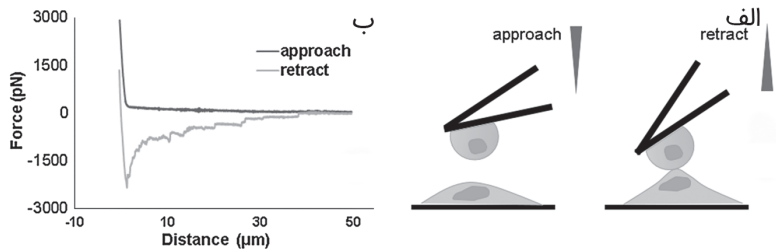
^۳ Micropipette aspiration

^۴ Atomic force microscopy (AFM)

^۵ Cantilever

^۱ Cell adhesion molecules (CAMs)

این سلول به کانتیلور، یک سلول زیر میکروسکوپ انتخاب می‌شود و کانتیلور پوشش داده شده با پروتئین‌های مناسب به آرامی در تماس با آن قرار می‌گیرد. سلول مورد نظر توسط پروتئین‌های روی سطح کانتیلور به آن متصل می‌شود. پس از اتصال سلول به کانتیلور، پروب سلولی می‌تواند برای اندازه‌گیری چسبندگی به سلول دوم استفاده قرار گیرد. سلول متصل به کانتیلور به سلول دوم که بر روی سطح قرار دارد نزدیک شده و با نیروی مشخص و برای مدت زمان معینی در تماس با آن قرار می‌گیرد. در این مدت بین دو سلول اتصالات چسبیده برقرار می‌شود. سپس کانتیلور از سطح دور می‌شود و همراه با این حرکت دو سلول را از هم جدا می‌کند (شکل ۲-الف). بیشترین نیرویی که در طی مرحله جدا شدن دو سلول از هم ثبت می‌شود، به عنوان نیروی چسبندگی سلولی معرفی می‌شود (شکل ۲-ب).



شکل ۲- اندازه‌گیری نیروی چسبندگی با AFM؛ الف- مراحل اتصال و جدایش دو سلول، ب- نمودار نیرو-جابه‌جایی به دست آمده از آزمایش

اندازه‌گیری تغییرات خواص مکانیکی با میکروسکوپ نیروی اتمی

همان‌طور که پیش از این اشاره شد، کم شدن مدول یانگ و کاهش نیروی چسبندگی یکی از مشخصه‌های اصلی سلول‌های سرطانی است. بنابراین بازبازی این دو کارکرد مکانیکی سلولی، می‌تواند یک نگرش جدید در کنترل سرطان و جلوگیری از وقوع متاستاز باشد. داروهای شیمیایی متعددی که در درمان سرطان مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توانند اثراتی بر روی سفتی سلول‌ها و نیروی چسبندگی داشته باشند. از جمله این داروها داروی ستوکسیمب^۱ و لاپاتینیب^۲ می‌باشد که به طور گسترده‌ای در درمان انواعی از سرطان‌ها استفاده می‌شوند. در این مطالعه بازبازی خواص مکانیکی و نیروی چسبندگی در دو نوع سلول سرطانی به نام‌های MCF7 و A431 توسط دو داروی نام برده، مورد توجه قرار گرفت. سلول‌های سرطانی با داروهای مذکور تیمار شدند و خواص الاستیک و نیروی چسبندگی آن‌ها توسط AFM و به روشی که شرح داده شد، به طور کمی اندازه‌گیری شد. با استفاده از AFM نشان داده شد که تیمار سلول‌ها با دو داروی مورد نظر، به طور قابل توجهی باعث افزایش نیروی چسبندگی شده است. همچنین سلول‌های

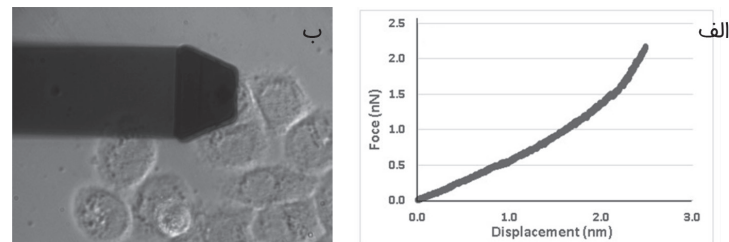
^۱ Cetuximab

^۲ Lapatinib

کانتیلور فنری خم می‌شود و میزان خم شدن آن توسط یک فوتودیود شناسایی می‌شود. این فوتودیود قادر به اندازه‌گیری کوچکترین جابه‌جایی‌ها در کانتیلور می‌باشد. با داشتن ثابت فنر کانتیلور و میزان جابه‌جایی آن، نیروی وارد شده به سلول در اثر تماس کانتیلور از رابطه‌ی $F=Kd$ به دست می‌آید که در آن F نیرو، K ثابت فنر کانتیلور و d میزان جابه‌جایی آن می‌باشد. این نیرو می‌تواند هم در اندازه‌گیری خواص مکانیکی و هم اندازه‌گیری نیروی چسبندگی استفاده شود.

نحوه کارکرد

اندازه‌گیری خواص مکانیکی با AFM نانوهندانه‌گذاری نامیده می‌شود و در تعیین خواص الاستیک و ویسکوالاستیک سلول‌ها کاربرد دارد. به طور خلاصه در این روش یک کانتیلور که سر آن به شکل مقطع مشخصی است به یک سلول چسبیده به سطح نزدیک می‌شود و با وارد کردن نیرو باعث تغییر شکل آن می‌شود و اصطلاحاً عمل دندانده‌گذاری را روی آن انجام می‌دهد (شکل ۱-الف). با این عمل کانتیلور خم شده و این خم شدن توسط دستگاه به شکل نیرو ثبت می‌شود. آنچه از این آزمون به دست می‌آید یک نمودار نیرو-جابه‌جایی است (شکل ۱-ب).



شکل ۱- اندازه‌گیری خواص مکانیکی با AFM؛ الف- نمودار نیرو-جابه‌جایی، ب- کانتیلور در حال دندانده‌گذاری بر روی سلول‌ها

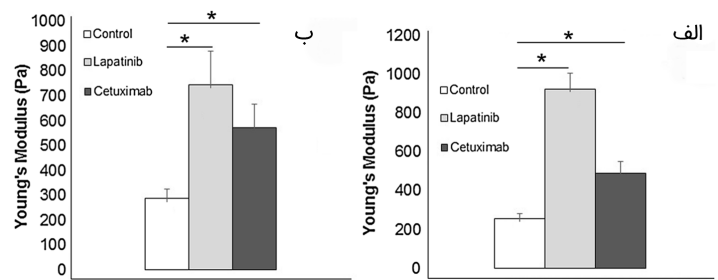
برای یافتن مدول یانگ نمونه مورد آزمایش باید از تئوری‌های مکانیک تماسی استفاده کرد. یکی از این تئوری‌ها تئوری هرتز است که برای تغییر شکل‌های کوچک قابل استفاده است. تئوری هرتز براساس شکل سر کانتیلور یک رابطه بین میزان دندانده‌گذاری روی سلول (δ) و نیروی اعمالی (F) به دست می‌دهد که با تطابق آن و نمودار به دست آمده از آزمایش می‌توان مدول یانگ را به دست آورد. معادله هرتز برای تماس یک کانتیلور با مقطع کروی مطابق با معادله‌ی زیر می‌باشد:

$$F = \frac{4E_{cell}R_{tip}^{1/2}}{3(1-\nu^2)}\delta^{3/2}$$

در رابطه‌ی بالا، F نیرو، δ عمق دندانده‌گذاری، ν ضریب پواسون، E مدول یانگ سلول و R شعاع نوک کانتیلور می‌باشد.

برای اندازه‌گیری نیروی چسبندگی از کانتیلورهای بدون سر استفاده می‌شود. روش کلی به این صورت است که یک سلول به نوک کانتیلور چسبانده می‌شود. به منظور اتصال

تیمار شده نسبت به سلول‌های سرطانی بدون تیمار، مدول یانگ بیشتری را نمایش دادند (شکل ۳- الف و ب).



شکل ۳- اندازه‌گیری تغییرات مدول یانگ سلول‌های سرطانی با AFM الف رده سلولی MCF7 ب رده سلولی A431

از دست رفتن چسبندگی در سلول‌های سرطانی اغلب به علت کاهش بیان پروتئین چسبندگی به نام اپی‌تلیال-کاده‌رین رخ می‌دهد. فقدان این پروتئین افزایش پتانسیل تهاجم و متاستاز را به همراه دارد. در این مطالعه، آزمون‌های سنجش بیان ژن (PCR) افزایش ژن مربوط به پروتئین چسبندگی اپی‌تلیال-کاده‌رین را نیز نشان دادند که علتی برای افزایش نیروی چسبندگی در سلول‌های سرطانی تیمار شده است.

به طور کلی، استفاده از تیمارها و داروهای شیمیایی به منظور بازیابی خواص مکانیکی از دست رفته سلولی می‌تواند پتانسیل درمانی در منع متاستاز و کنترل آن داشته باشد. از طرفی میکروسکوپ نیروی اتمی یک ابزار قدرتمند در اندازه‌گیری نیروهای سطح سلولی است که به خوبی می‌تواند در ارزیابی عملکرد داروها مورد استفاده قرار گیرد. با این روش می‌توان داروهای مختلفی که در درمان سرطان مورد استفاده قرار می‌گیرند، ارزیابی و اثر آن‌ها را بر روی خواص بیومکانیکی سلول به طور کمی بررسی کرد. چنین مطالعاتی با آشکار کردن پاسخ مکانیکی سلول‌های سرطانی به داروهای مختلف، در انتخاب مناسب‌ترین دارو مفید و مؤثر خواهند بود.



مصاحبه با:

دکتر عطاء... هاشمی

دانشیار و مدیرگروه بیومکانیک
دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر



دکتر عطاء... هاشمی



دانشیار و مدیر گروه بیومکانیک دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

الهه جلیوند

الجزایری پیشنهاد کردند با استاد ایرانی که در زمینه زیستی کار می‌کرد و در این زمینه سابقه خوبی داشت، کار کنم. و اصرار دانشجویان باعث شد من وارد این رشته بشوم.

در زمان شما بازار کار بیومکانیک چگونه بود؟

وقتی من در کانادا درس را تمام کردم، بازار کار خیلی داغ نبود. من در ده سالی که آنجا کار می‌کردم، غیر از ۷، ۸ ماهی که در شرکت کوچکی که در زمینه ایمپلنت ستون فقرات کار می‌کرد، بقیه حوزه کاری من در مکانیک بود و ارتباطی به بیومکانیک نداشت. و در اواخر دوران اقامت من در کانادا به تدریج رونق می‌گرفت و به طور کل دانشگاه‌هایی که این رشته را ارائه می‌دادند، کم بودند. آن هم در سطح ارشد و دکترا.

پروژه‌های شما در مقاطع کارشناسی و ارشد و دکترا چه بوده؟

کارشناسی آنالیز مودال گیربکس بود که یک نرم‌افزار کوچکی نوشتیم و برای آن مجبور بودم تعدادی از دروس ارشد هم بخوانم. در آن زمان نوشتن برنامه و آنالیز آن کار راحتی نبود و برای گرفتن نتایج باید وقت و انرژی زیادی صرف می‌کردیم. باید به دفتر محاسبات می‌سپردیم و آن‌ها آنالیز می‌کردند و پاسخ‌ها را روی کاغذ به ما تحویل می‌دادند.

بعد از فارغ‌التحصیلی بیشتر در چه حوزه‌هایی کار کردید؟

بعد از ارشد به مدت ۴ سال در طراحی مخازن نفت و سازه‌ها و سقف‌های آن در اراک مشغول به کار بودم که تجربه بسیار خوبی بود. بعد از دکترا هم به مدت ۷، ۸ ماه در یک شرکت کوچک، روی ایمپلنت‌های ستون فقرات کار می‌کردم. بعد هم به مدت ۳، ۴ سال در یک شرکت به طراحی و مدل‌سازی پکیج‌های اپتوالکترونیک (پکیج‌هایی که برای بالابردن سرعت اینترنت لازم بود) مشغول بودم.

دکتر عطاء... هاشمی، اصالتاً آذری است و از ابتدای دوران کودکی در تهران سکونت داشته‌اند. ایشان دوران دانش‌آموزی را در دبیرستان‌های تهران و تحصیلات کارشناسی و کارشناسی ارشد را در رشته مهندسی مکانیک دانشگاه امیرکبیر گذرانده‌اند. وی فارغ‌التحصیل دکتری مهندسی مکانیک از دانشگاه پلی‌تکنیک مونترال در سال ۱۹۹۸ بوده و مدرک فوق دکتری خود را از دانشگاه مک‌مستر در سال ۲۰۰۴ اخذ نموده‌است.

با توجه به سوابق تحصیلی، رشته شما بیومکانیک نبوده؟!

[با خنده] خیر در آن زمان رشته مهندسی پزشکی اصلاً نبود. مقطع دکتری را در دانشگاه مونترال در بخش دانشکده مکانیک مشغول فعالیت بودم. در آنجا دپارتمان بیومکانیک داشتند که استاد خود من در هر دو دانشکده مکانیک و بیومکانیک فعالیت می‌کرد و من مدرک خودم را در رشته مکانیک از دانشگاه مونترال گرفتم. من در زمینه زیستی کار می‌کردم، ولی رشته‌ام مکانیک بود!

مدارس دوران تحصیل شما، نمونه دولتی یا سمپاد بود و یا عادی؟

قبل از انقلاب ما مدارس نمونه دولتی یا سمپاد نداشتیم. دبیرستان بزرگ تهران دولتی بود ولی کیهان‌نو و البرز جزء دبیرستان‌های نسبتاً خصوصی بودند و شهریه می‌گرفتند. حتی در دبیرستان البرز تعهداتی برای اینکه برای دولت کار کنیم دادیم.

دلیل شما از انتخاب رشته مهندسی پزشکی چه بوده؟

تصادف! صادقانه بگویم در زمینه کامپوزیت فعالیت می‌کردم. وقتی ترم اول من در حال اتمام بود، تعدادی دانشجوی

از طرفی استاد مربوطه هم باید باشد که خود ایشان درس را گذرانده باشد تا بتواند به خوبی آن را تدریس کند. البته اساتید می‌توانند آن درس را مطالعه کنند ولی وقت کافی وجود ندارد! از طرفی به نظر من بهتر است در مقطع کارشناسی، دانشجویان دروس پایه مهندسی را یاد بگیرند و این دروس سابقه زیادی دارند و امکان حذف آنها وجود ندارد. دروس نسبتاً جدید در دوره کارشناسی ارشد مطرح می‌شوند، ولی باید دروس پایه‌ای که قدمت زیادی دارند هم مسلط باشید. از طرفی باید به این نکته توجه کنیم که تعدادی از دروس بین سه گرایش مشترک هستند و همه باید آنها را بگذرانند و ممکن است برای یک گرایش مورد نیاز باشند، اما اهمیت آنها برای گرایش دیگر کمتر باشد. البته چارت درسی در حال تغییر است. از همان ۶، ۷ سال پیش دانشجویان سه دوره را دیدیم و نظر آنها را در رابطه با دروس پرسیدیم و یک سری تغییراتی در چارت دادیم و سیلابس برخی دروس در حال به‌روز شدن است. ولی از ۱۴۰ واحد، ۱۲۰ واحد ثابت می‌ماند و ۲۰ واحد به‌روز می‌شود و اختیاری یا اجباری بودن یه سری دروس تغییر می‌کند. حتی دروسی در یک سبد خاص قرار می‌گیرند که با انتخاب هر کدام از آنها، دانشجو به طور تخصصی وارد آن درس خواهد شد.

در مورد بازار کار هم اطلاع ندارم ولی طبق گفته دانشجویان بیشتر در زمینه بازاریابی و واردات است تا مهندسی! مشکلی که گریبان‌گیر همه مهندسان در این دوره است و در مهندسی پزشکی بازار واردات داغ است!

در زمینه مهندسی پزشکی کدام دانشگاه‌ها بهتر هستند؟ نظرتون راجع به اپلای چیست؟

آمریکا و سوییس و آلمان، شرکت‌های بزرگ در زمینه ارتوپدی و تجهیزات بیشتر در آمریکا فعالیت می‌کنند. به طور کل این رشته در خارج از کشور از بازار کار بهتری برخوردار است، ولی علوم روز دنیا پیوسته در حال پیشرفت و جایگزینی هستند. در مورد اپلای هم از نظر کسب تجربه مفید است [با خنده] و از جهاتی هر چه زودتر انجام شود بهتر است.

در آخر برای کسی که وارد این رشته شده، چه پیشنهادی دارید؟

اینکه هر فرد بر اساس علاقه تصمیم بگیرد و اگر با علاقه وارد شده، با پشتکار درسش را بخواند و آن را خوب بفهمد. تا می‌تواند درس‌ها را به بهترین نحو بفهمد. نه اینکه لزوماً نمره بالا بگیرد! چون این مسئله به شرایط فرد بستگی دارد، ولی به این صورت بتواند مثلاً مدل‌سازی‌های ساده رو با دروسی که گذرانده انجام دهد.

این کار چه ارتباطی با زمینه کاری شما داشت؟

من از مبحث مربوط به تنش برای مدل‌سازی قطعات و ذخیره حرارتی استفاده می‌کردم. بعد از آن در مک‌مستر، به عنوان استاد biomedical associate research بودم. در آنجا به مدت چهار سال طراحی واگن‌های باربری را انجام می‌دادم و آنالیز تنش. کار خیلی خوبی بود. بعد از آن به مدت یک سال برای کار در شرکت ACM به آمریکا رفتم که بزرگترین شرکت سازنده ماشین‌آلات ساخت چپ‌پست است. البته خود چپ‌پست را نمی‌سازد، ماشین‌آلات سازنده‌اش را می‌سازد که از چپ‌پست‌ها در لپ‌تاپ‌های اینتل و موبایل سامسونگ و غیره استفاده می‌شود. این ماشین‌آلات بسیار دقیق هستند. بعد از آن برای اشتغال در دانشگاه اقدام کردم و گفتند که باید برگردم و کار شرکت را از دست دادم و به ایران برگشتم.

در حال حاضر زمینه کاری شما در دانشکده بیشتر در چه حوزه‌هایی است؟

بیشتر پروژه‌هایی که به بچه‌ها محول می‌شود، در زمینه آنالیز تنش و تست‌های حرکتی هستند. همچنین مسئولیت آزمایشگاه خواص مکانیکی با من هست و تست‌های مکانیکی روی بافت‌های بیولوژیکی و پلیمرها را در این قسمت انجام می‌دهیم من بیشتر در زمینه مکانیک جامدات کار می‌کنم تا سیالات!

وظایف‌تان به عنوان مدیر گروه لطفاً توضیح دهید؟

[با خنده] بیشتر کارهای دفتری! مثلاً اگر دانشجویی بخواهد استاد راهنمای خود را عوض کند یا موضوع پایان‌نامه را در گروه تصویب می‌کنیم. کمک به معاون آموزشی در برنامه‌ریزی برای ترم‌های بعد. تعیین دروس برای اعضا، خیلی به زمینه درسی ارتباطی ندارد!

از اینکه فقط کار تدریس رو پیش گرفتید، پشیمان نیستید؟ آیا بیرون دانشگاه هم فعالیتی دارید؟

خیر، چون معتقدم در هر کاری که انجام می‌دهیم باید علاقه‌ای وجود داشته باشد و اینکه استادی کار دلی هست و به این کار علاقه دارم و به خاطر همین تا الان ادامه دادم و در خارج دانشگاه فعالیتی انجام نمی‌دهم.

شما به عنوان مدیر گروه بیومکانیک، نظرتان راجع به چارت درسی چیست؟ به نظرتان نباید در دروس چارت تجدیدنظر بشود و دروسی متناسب با بازار کار ارائه شود؟

شاید نیاز باشد دروس جدیدی به چارت اضافه شود، ولی

من بیشتر در
زمینه جامدات
کار می‌کنم!

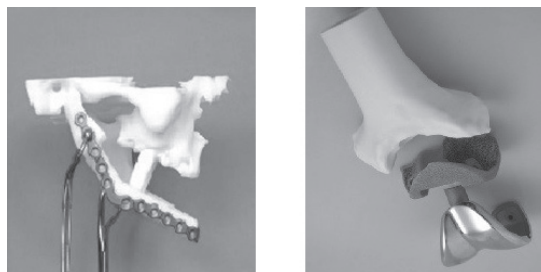
کاشتنی‌های با طراحی مخصوص هر بیمار

محمد جواد عین افشار

(دانشجوی دکترای مهندسی پزشکی، گروه
بیومکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مقدمه و تاریخچه

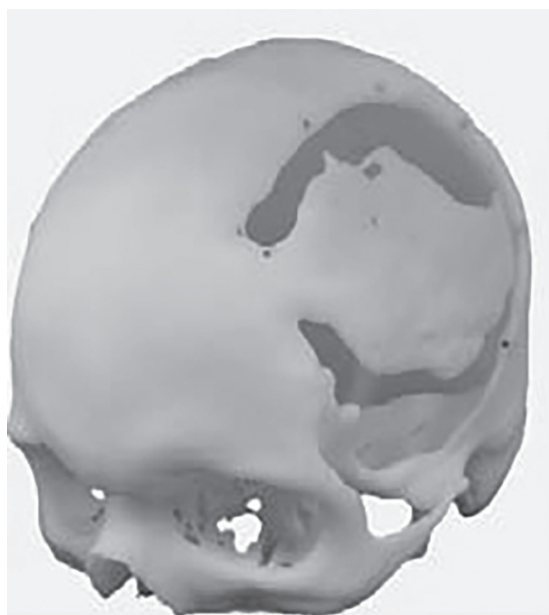
در جهان امروز انسان با توجه به نیازهایش درصد طراحی وسایل منحصربه‌فرد و متناسب با سلیقه شخصی است. وسایلی مانند لباس و پوشش، عینک، کفش و دیگر وسایل مدرن زندگی، سلامت و بهداشت از جمله حیطه‌هایی است که از اولویت‌های اصلی هر انسان به شمار می‌آید. مشکلات و نقیصه‌های متنوعی به علت بیماری‌های مادرزادی، تصادفات و حتی ناشی از درمان‌های گذشته ممکن است در بدن انسان رخ دهند. جراحان، متخصصین و حتی مهندسين همواره در تلاشند تا ابزارآلات و کاشتنی‌های متنوعی برای برطرف نمودن این نقایص طراحی کنند. با توجه به تفاوت آناتومی فردی در هر منطقه اقلیمی و جغرافیایی و نیز پیچیدگی هر نقیصه در ساختار و بافت‌های بدن، طراحی و ساخت ابزارآلات و کاشتنی‌های سازگار با بیمار و منحصربه‌فرد مطرح می‌شود. این کاشتنی‌ها تحت عنوان ^۱ CDI یا ^۲ PSI برای نقیصه‌های کاربردی و ظاهری مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۱).



شکل ۱. نمونه ای از PSI های عملکردی (راست) و زیبایی (چپ)

اغلب کاربردهای ظاهری در قسمت جمجمه، بینی، فک و صورت انجام می‌پذیرد و در سایر نقاط اسکلتی مانند

مفاصل ران و زانو، استخوان‌های دست، مفصل مچ پا و حتی ستون فقرات به صورت عملکردی انجام می‌شود. ویژگی مناسب این کاشتنی‌ها این است که طراحان و سازندگان وقت کافی را برای طراحی و تحلیل و ساخت دارا می‌باشند. البته در حالت‌هایی که وقت کافی برای ساخت کاشتنی یا ابزار منحصربه‌فرد موجود نیست، متخصصین از ابعاد و طراحی‌های آماده استفاده می‌کنند؛ مانند استنت‌های قلبی. برای مثال ضربه شدیدی به سر در یک تصادف به فردی وارد می‌شود. پزشکان معالج برای کاهش فشار وارد بر مغز قسمتی از جمجمه فرد را شکافته و آن را جدا می‌کنند (شکل ۲).

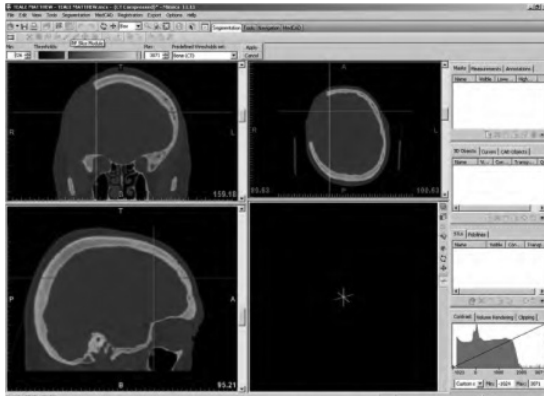


شکل ۲. برداشتن قسمتی از جمجمه فرد به منظور کاهش فشار به مغز

بعد از کاهش فشار و بهبودی بیمار استخوان گذشته قابل استفاده نیست و حتی امکان دارد موقعیت آناتومیک فرد به

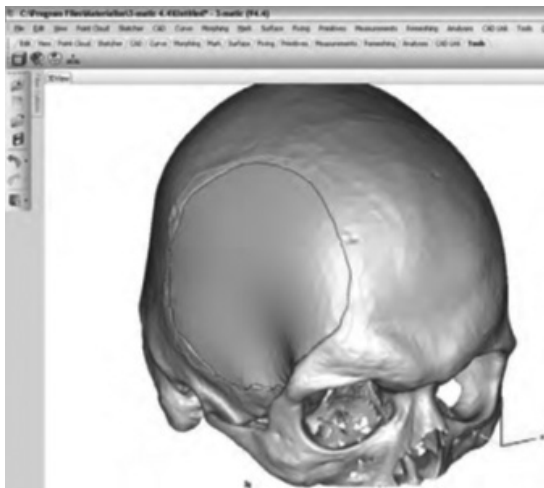
^۱ Computer Design Implant: CDI

^۲ Patient Specific Implant: PSI



شکل ۴. وارد کردن تصاویر CT در نرم‌افزار MIMICS

مدل آماده را برای ساخت مدل اصلی PSI وارد نرم‌افزار 3-Matic می‌کنیم؛ چرا که این نرم‌افزار دارای ماژول‌های آماده برای رفع نقص مدل می‌باشد. در این نرم‌افزار با استفاده از ماژول‌های آماده قابل خرید می‌توانیم نقیصه موجود در مدل اصلی را با اضافه کردن قسمتی به آن رفع کنیم (شکل ۵) و سپس برای قسمت‌های مختلف آن بست‌هایی برای اتصال در نظر بگیریم و سپس آن را یکپارچه کنیم.



شکل ۵. استفاده از ماژول‌های نرم‌افزار 3-Matic برای رفع نقیصه در مدل

آنالیز

برای بررسی اینکه آیا مدل ساخته‌شده به همراه ماده‌ای که از آن برای ساخت PSI استفاده می‌شود، توانایی تحمل شرایط واقعی در بدن انسان را دارا می‌باشد، آنالیز صورت می‌گیرد. نرم‌افزارهای CAE مانند Abaqus و یا Ansys این کار را برای ما انجام می‌دهند (شکل ۶).

مرور زمان تغییر کند (شکل ۳).



شکل ۳. تغییر موقعیت آناتومیکی فرد به دلیل تغییر خارجی در آن

در این حالت ما با یک مورد خاص سر و کار داریم که قطعاً آناتومی جمجمه و مقدار و نوع جدا کردن استخوان وی با فردی در شرایط یکسان کاملاً متفاوت است. حتی تغییر موقعیت آناتومیکی وی با فرد دیگری در شرایط یکسان فرق می‌کند.

برای طراحی و ساخت PSI مراحل زیر طی می‌شود:

- ۱- بدست آوردن داده‌های سه‌بعدی از آناتومی ناحیه مورد نظر
- ۲- ویرایش آناتومی و ساخت مدل با استفاده از نرم افزارهای CAD
- ۳- آنالیز مدل ساخته‌شده با استفاده از نرم افزارهای CAE
- ۴- نمونه‌سازی و ساخت

داده‌های سه‌بعدی

اولین مرحله برای شروع طراحی یک PSI بدست آوردن مدل سه‌بعدی از ناحیه مورد نظر بیمار است. هرچه دقت و صحت در این مرحله بیشتر باشد، مدل به‌دست‌آمده دقیق‌تر و به تبع آن PSI مناسب‌تری خواهیم داشت. داده‌های سه‌بعدی برای سازگاری با نرم‌افزارهای CAD مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش‌های تصویر برداری CT، MRI و حتی ULTRASOUND برای این روش می‌توانند مفید واقع شوند. اگرچه اکثر شرکت‌های فعال در این زمینه از تصاویر CT استفاده می‌کنند.

ساخت مدل

در شکل ۴ تصاویر CT از جمجمه‌ی فردی را که دارای نقص در قسمتی از ناحیه‌ی پری‌تال و فرونتال می‌باشد، وارد نرم‌افزار MIMICS کرده، مدل سه‌بعدی را ویرایش می‌کنیم تا نقاط اضافی حذف شود.



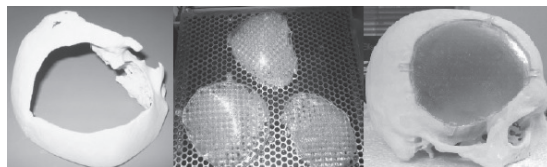
شکل ۶. استفاده از نرم‌افزارهای CAE مانند Abaqus و Ansys برای آنالیز نیروها

نمونه‌سازی و ساخت

تولید لایه‌به‌لایه^۱ یا AM که زیرمجموعه‌ای از نمونه‌سازی سریع^۲ می‌باشد، می‌تواند تکنولوژی مناسبی برای این روش باشد. هدف از AM، ایجادکردن مدل فیزیکی با اضافه‌کردن لایه‌های مختلف ماده روی یکدیگر می‌باشد.

شکل هر لایه در AM با فرآیندهای CAD اندازه‌گیری می‌شود. مواد شامل کاغذ (در روش LOM)، رزین‌ها (در روش SLA)، پلیمرها (در روش پرینتر سه‌بعدی) و پودرهای فلزی (در روش SLS و SLM) می‌باشند. این تکنولوژی می‌تواند هندسه‌های پیچیده حساسیت‌ها در مورد جهت قطعه و ابعاد ماده در ساخت را برطرف کند.

مواد مورد استفاده در این روش‌ها به‌صورت جامد، مایع و پودر قابل استفاده می‌باشند. موادی که در حیطه پزشکی کاربرد دارند شامل پلیمرها، فلزات و سرامیک‌ها هستند که به‌صورت جامد، پودر و یا گرانول وجود دارند. بعد از طراحی و بدست‌آوردن مدل نهایی و آنالیز، فایل مورد نظر را با پسوندهای سازگار با پرینترهای سه‌بعدی ذخیره می‌کنیم. بعد از انجام فرآیند تولید (شکل ۷) برای بررسی صحت و سازگاری فیزیکی مدل سه‌بعدی می‌توان به‌صورت دستی آن را ملاحظه نمود و تغییرات لازم را روی آن اعمال کنیم. سپس با استفاده از اسکنرهای سه‌بعدی آن را اسکن نموده و مدل واقعی را برای کاشتن در بدن بیمار مجدداً از این روش تولید می‌کنیم.



شکل ۷. فرآیند پرینت سه‌بعدی مدل ساخته شده نهایی

شرکت‌های مختلفی در این زمینه فعالیت می‌کنند؛ از جمله کمپانی‌های Arcam، Materialise، Stryker و Xilloc.

^۱ Additive manufacturing

^۲ Rapid prototyping



مقدمه ای بر شبیه‌سازی بیومکانیکی و معرفی نرم‌افزار AnyBody

محمد جواد فلاحی، مجید معین آبادی

(دانشجویان کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه بیومکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مقدمه

نرم‌افزار شبیه‌سازی AnyBody یکی از قوی‌ترین ابزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی بیومکانیکی می‌باشد که نمونه‌های حاصل از آن در این نرم‌افزار به صورت آزمایشگاهی تأیید شده و مقالات علمی قابل توجهی در زمینه مهندسی پزشکی به آن ارجاع داده شده‌اند. از کاربردهای این نرم‌افزار در مواردی چون ارتوپدی، کینزیولوژی، بیومکانیک ورزش و ارگونومی و مسائلی که به حرکت و نیروی عضلات مرتبط است، می‌توان نام برد. لذا برای بیشتر پروژه‌های مهندسی پزشکی جهت مدل‌سازی و شبیه‌سازی بیومکانیکی از نرم‌افزار AnyBody استفاده می‌شود.

از آنجا که AnyBody نرم‌افزاری کاربردی است، شرکت سازنده نرم‌افزار وبسایتی به آدرس anyscript.org طراحی کرده است که قابلیت پشتیبانی از نرم‌افزار و حل مشکلات و راهنمای کدنویسی در محیط نرم‌افزار را دارا است.

برای تحلیل نیروها و حرکات اعضا بدن از مدل‌های اسکلتی-عضلانی استفاده می‌شود. در این مدل‌ها تنها استخوان‌بندی و عضلات مدل شده و سایر اجزاء برای ساده‌سازی مدل نمی‌شوند. استخوان‌ها به عنوان اجزائی صلب که توسط مفاصل به یکدیگر وصل شده و ماهیچه‌ها به عنوان تارهایی که فقط قابلیت ایجاد نیروی کششی را دارند، در نظر گرفته می‌شوند.

از مزایای این نرم‌افزار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- امکان مدیریت مدل عضو یا بدن با جزئیات زیاد (تا ۱۰۰۰ عضله)
- به دست آوردن شناخت و اطلاعات بی‌نظیر از سینتیک داخل بدن برای یک محیط معین
- امکان ایجاد تغییرات در مدل‌های آماده با استفاده از

زبان برنامه‌نویسی AnyScript

- امکان طراحی محصول با استفاده از بهینه‌سازی پارامترهای مدل
- امکان وارد کردن اطلاعات حاصل از سیستم‌های ضبط حرکات (tracker cameras) به مدل برای به راه‌اندازی مدل در نرم‌افزار
- امکان استخراج اطلاعات بدست‌آمده از تحلیل مدل برای وارد کردن به نرم‌افزارهای تحلیلی اجزاء محدود مثل آباکوس و انسیس
- امکان اجرا بر روی کامپیوترهای خانگی

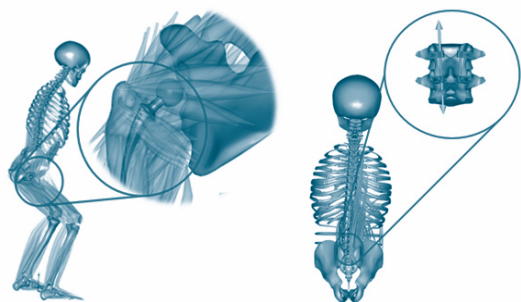
همچنین قابلیت ارتباط با نرم‌افزارهای شبیه‌سازی CAD مثل SolidWorks باعث می‌شود توان کار با این نرم‌افزار و کاربرد این نرم‌افزار چندین برابر شود.

شروع کار با نرم‌افزار

روند شروع کار به این صورت است که بارگذاری یک مدل ایجاد شده توسط شخص دیگر و تغییر دادن پارامترهای ساده‌ای مانند بار یا وضعیت مدل، می‌تواند صورت بگیرد. برای مثال مدل حالت ایستاده بدن که از نمونه‌های آماده این نرم‌افزار می‌باشد، به کاربر اجازه می‌دهد تا در نقاط معینی بار دلخواه خود را وارد آورده و سپس نرم‌افزار به محاسبه نیروهای عضلانی بپردازد.

همچنین اصلاح مدل ایجاد شده توسط دیگران به گونه‌ای که خواسته‌های کاربر را برآورده کند، امکان‌پذیر است. به شکلی که ایجاد یک مدل جدید با استفاده از عضوهای از پیش ساخته شده که در نمونه‌های آماده این نرم‌افزار موجود می‌باشد و سپس اعمال شرایط مرزی و ساخت محیطی که مدل قرار است با آن اثر متقابل داشته باشد،

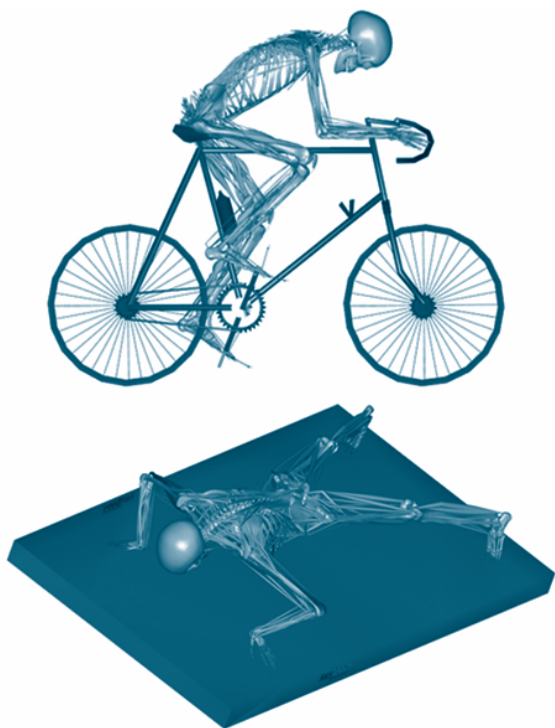
پیشگیری کرد.



شکل ۲. استفاده از نرم افزار AnyBody در شبیه سازی اثرات متقابل سیستم اسکلتی-عضلانی بر پروتزهای ارتوپدی

مدل ورزشی

آشنایی با مکانیزم حرکتی بدن در ورزش‌هایی که حرکت بدن را به دنبال دارند، یکی از مهم‌ترین موارد مورد بررسی است. همچنین یافتن بهینه‌ترین حالت ممکن برای ورزشکاران حرفه‌ای حتی در حد صدم ثانیه، مدالی را جابجا می‌کند. از طرفی یکی از مهم‌ترین مشکلات طراحان ورزش یا مصلحان روش‌های ورزشی، کمبود اطلاعات عضلات عمقی در حرکات ورزشی مختلف و یا محدودیت در انتخاب تعداد عضلات در تحلیل‌های خود است و بالا جبار با تخمین‌های بسیار زیاد، به نتیجه می‌رسند؛ این مشکل تا حد زیادی با این نرم‌افزار حل شده است (شکل ۳).



شکل ۳. استفاده از نرم افزار AnyBody در شبیه سازی حرکات ورزشی

انجام پذیر است. برای مثال ساخت مدل یک حرکت ورزشی مانند ژیمناستیک بر روی زمین.

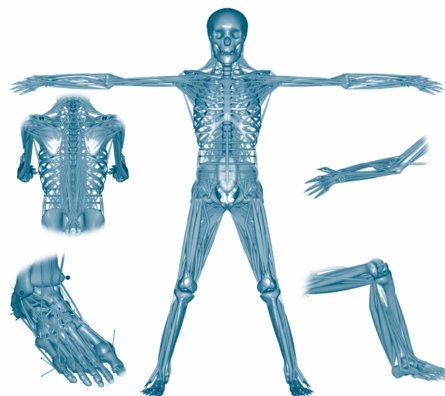
از طرفی امکان ساخت یک مدل جدید و محیط مرتبط با آن، از قابلیت‌های حرفه‌ای این نرم‌افزار است. این امکان به کاربرانی توصیه می‌شود که علاقمند به گسترش مدل خود می‌باشند، اما نمونه‌های آماده این نرم‌افزار نمی‌تواند تمامی نیازهای آن‌ها را تحت پوشش خود قرار دهد. برای مثال می‌توان به جزئیاتی از قطعات بدن یا یک اتصال و یا مدل حیوانات مختلف، اشاره کرد.

علاوه بر توانایی بالا در حل سینیتیکی، روش پردازش سینماتیکی نرم‌افزار، توانایی حل سینماتیک معمولی و معکوس را با دقت بالا دارا است.

انواع مدل‌های ارائه شده با این نرم‌افزار

مدل بدن استاندارد

بدن شبیه‌سازی شده همراه با المان‌هایی چون جسم صلب، المان‌های فنری فعال و غیرفعال و مفاصل مکانیکی است (شکل ۱) که بافت‌های نرم و سخت را پوشش می‌دهد. این مدل که در کتابخانه نرم‌افزار که بعد از نصب نرم‌افزار در اختیار است، فرصتی را پدید می‌آورد که هرگونه تحلیل در حالت ایستاده برای هر کدام از اعضای بدن با کمترین تغییرات، قابل اجرا باشد.

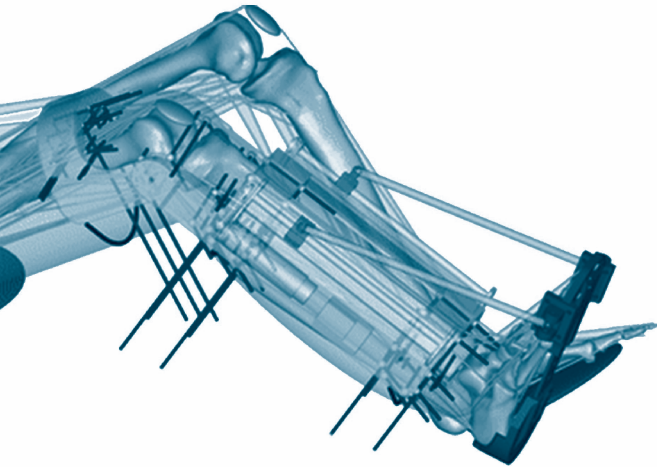


شکل ۱. استفاده از نرم‌افزار AnyBody در شبیه سازی بدن

مدل‌های ارتوپدی

همانطور که گفتیم، این نرم‌افزار توانایی ارتباط با نرم‌افزارهایی چون SolidWorks را دارد. از این رو محیط بسیار مناسبی برای شبیه‌سازی اثرات سیستم اسکلتی-عضلانی بر پروتزهای ارتوپدی و بالعکس است (شکل ۲).

برای مثال یکی از اثرات پروتزها بر سیستم اسکلتی، تغییر نوع توزیع نیروهای اعمالی به استخوان و به تبع آن تحلیل استخوان و شکستگی استخوان است که می‌توان در مواردی با مدل کردن و دیدن اثر آن بر استخوان‌ها، از این مهم

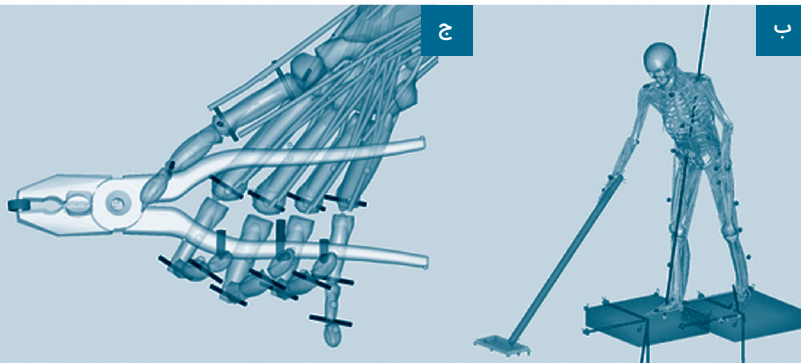


الف

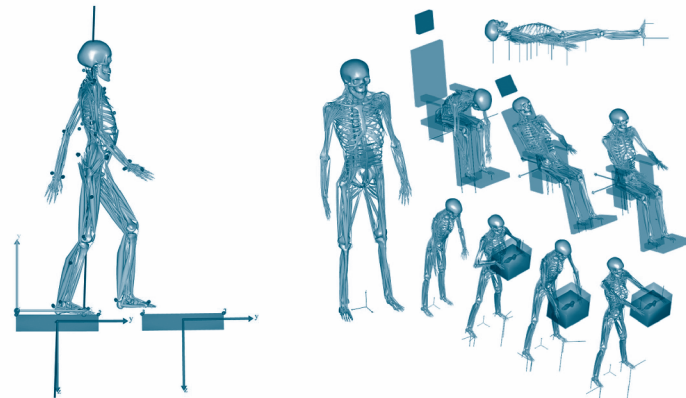
برای مثال مهندسان بیومکانیک ورزشی، با در دست داشتن ابزاری چون این نرم‌افزار دنیایی را روبروی خود در تحلیل حرکات حتی با تغییر در یک پارامتر و دیدن نتایج و تأثیر آن بر سیستم اسکلتی-عضلانی، می‌بینند.

مدل‌های اصلاح الگوی زندگی

حرکاتی که مربوط به فعالیت‌های روزانه ما می‌شوند، در صورتی که اشتباهی در آنها باشد، می‌تواند آسیب‌هایی جدی را در طولانی مدت به انسان برساند. برای مثال در راه رفتن، نحوه قرارگیری پای فرد بر زمین مهم است و در صورت عدم رعایت اصول آن، در طولانی مدت بر مفاصل و استخوان‌ها تأثیر خواهد گذاشت و عوارضی چون درد و لنگیدن هنگام راه رفتن را بر جا خواهد گذاشت؛ مخصوصاً در کودکان که هنوز استخوان‌بندی بدنشان قابل تغییر است، درست راه رفتن اهمیت زیادی دارد. همچنین نشستن روی صندلی خودرو، در صورت عدم رعایت نکات ضروری، می‌تواند آسیب‌بران باشد. و بسیاری موارد دیگر که روزانه با آن در ارتباط هستیم. با مدل کردن چنین حرکاتی در فضای رایانه، می‌توان اصلاح حرکات را با هزینه بسیار کمتر مشاهده و پیش‌بینی کرد (شکل ۴).



شکل ۵. استفاده از نرم‌افزار AnyBody در شبیه‌سازی استفاده از الف) تجهیزات توانبخشی، ب و ج) تجهیزات شغلی



شکل ۴. استفاده از نرم‌افزار AnyBody در شبیه‌سازی فعالیت‌های روزانه

سایر موارد

از دیگر مدل‌هایی که با این نرم‌افزار ساخته شده است، می‌توان به تجهیزات کمکی (توانبخشی)، تجهیزات نظامی، ارگونومی، بیومکانیک شغلی و مواردی از این قبیل اشاره کرد (شکل ۵).



اخبار

محمد مجتبی کاظمی مجدآبادی، رضا پرتوی، پدram کریمی
(دانشجویان کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه بیومکانیک،
دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

در خم و راست شدن یاری کند. Fortis K-SRD در نهایت انرژی لازم برای طی مسیر، نشستن و زانو زدن را کاهش می‌دهد. این مزایا هنگام بالا رفتن و پایین آمدن از طبقات یا حرکت در سطوح مایل بارزترند.

نسخه‌های آگزواسکلتون همچنین برای کارگران صنعتی و پاسخ‌های اولیه کسانی که مجبور به انجام وظایف سخت در شرایطی سخت هستند، موجود است.

منبع: <http://www.compositesworld.com>



آگزواسکلتون‌های Lockheed Martin برای کمک به حمل لوازم سنگین

آگزواسکلتون جدید از شرکت Lockheed Martin به دنبال کمک به سربازان برای حمل بسته‌های سنگین تجهیزات است. «K-SRD: Knee Stress Release Device» (دستگاه آزاد کننده تنش زانوی FORTIS) با استفاده از تکنولوژی تأیید شده تقویت بایونیک dermoskeleton، یک آگزواسکلتون کنترل شونده توسط کامپیوتر می‌باشد که با تنش‌های اضافی وارد شده به قسمت پایینی کمر و پاها مقابله کرده و قابلیت حرکت و ظرفیت حمل بار را افزایش می‌دهد. این دستگاه ظرفیت پاها را برای انجام فعالیت‌هایی که در آن حرکاتی مانند زانو زدن، اسکات زدن، بلند کردن، کشیدن، حمل کردن یا بالا رفتن همراه با بار سنگین تکرار و استمرار دارد را تا حد قابل توجهی بالا می‌برد.

Fortis K-SRD همچنین دارای امکانات قابل ذکر همچون باتری‌هایی با خصوصیات نظامی آزمایش شده برای پیاده نظام، ارگونومی‌های ارتقا یافته برای جعبه کنترل و عملگرهایی با ظرفیت تولید گشتاور بیشتر می‌باشد.

به گفته کیث ماکسول (مدیر برنامه‌های FORTIS در کمپانی Lockheed Martin) این ارتقاء سیستم نتیجه بازخورد سربازان از طرح اولیه است.

سنسورهای روی آگزواسکلتون، سرعت، مسیر و زاویه حرکت سرباز به یک کامپیوتر گزارش داده که عملگرهای الکترومکانیکی روی زانو را به کار می‌اندازد. آگزواسکلتون گشتاور درست را در زمان درست دریافت کرده تا زانو را



اولین ترمیم نیمه‌تهاجمی میترال از طریق ورید گردنی

در ۱۹ مه ۲۰۱۷ یک جراح قلب کانادایی در مجله Eurointervention گزارشی منتشر کرد که حکایت از وارد کردن MitraClip از طریق ورید گردنی بیمار به جای ورید رانی توسط جراح کانادایی داشت.

این عمل برای اولین بار برای یک فرد ۸۶ ساله مبتلا به عارضه‌ای در ناحیه میترال انجام گرفت. این شخص به دلیل کهولت سن و عدم سلامت عمومی کافی، قادر به تحمل عمل جراحی میترال به صورت مرسوم نبود. همچنین به دلیل گرفتگی ورید رانی امکان فرستادن کاتتر از این مسیر وجود نداشت. لذا دکتر فم (Dr.Fam)، برای اولین بار در جهان، به صورت موفقیت آمیز از روش SupraCross شرکت Baylis Medical برای پیشبرد MitraClip از طریق ورید گردنی که راهی نزدیک‌تر به قلب است استفاده کرد.

بنابراگفته‌های دکتر فم، علیرغم زاویه نامناسب ورید گردنی نسبت به قلب، استفاده از این روش به دلیل منعطف بودن نوک غلاف و همچنین مجهز بودن سیم برای انتقال

ماهیه‌های قلب را ایجاد نماید. این ربات یک لایه داخلی دارد که توسط حلقه‌هایی هم مرکز جمع می‌شود و یک لایه بیرونی که به شکل ماریچی منقبض می‌گردد. نمونه اولیه این دستگاه از ۱۴ عملگر هوایی (با فشار هوا کار می‌کنند) استفاده می‌کند که ۶ عملگر در لایه داخلی و مابقی در لایه بیرونی به کار رفته‌اند. تیم تحقیقاتی می‌تواند هر یک از این عملگرها را از طریق پر کردن آنها با هوا فعال کند. این موضوع این اجازه را می‌دهد تا تیم بتواند آزمایشاتی با الگوهای انقباضی مختلف انجام دهد. در آزمایشات روی خوک‌های زنده، محققان مشاهده کرده‌اند که دستگاه هم می‌تواند ریتم طبیعی قلب را تشخیص داده و با آن هماهنگ شود، و هم آریتمی‌های قلبی را با ضربان ثابت جایگزین نماید.

به گفته الن روچ، محقق فوق دکترا در دانشگاه گالوی ایرلند، ربات‌های نرم این پتانسیل را دارند که کارهایی بیش از کمک کردن به یک بدن بیمار انجام دهند. اگر بتوانید با خواص اصلی عضو هماهنگ شوید، در کمک کردن به آن موفق‌تر خواهید بود و حتی ممکن است بتوانید به آن کمک کنید تا عملکرد اصلی خود را بازیابی کند.

منبع: <http://spectrum.ieee.org>

انرژی امواج رادیویی برای سوراخ کردن دیواره قلب، ممکن بود. این امکان را برای متخصصان فراهم می‌آورد تا این سیستم را با توجه به مشکل زاویه و همچنین بدون وارد کردن نیروی اضافی برای سوراخ کردن دیواره قلب، در جای مناسبش قرار دهند. این تیغه تقسیم کننده قسمت‌های چپ و راست قلب می‌باشد و آخرین مانع برای رسیدن به دریچه میترال است که بین دهلیز چپ و بطن چپ قرار دارد.

منبع: <http://m.medicalxpress.com>



ربات‌های نرم

درون بدن انسان عمدتاً ساختمانی نرم دارد و وقتی اجسامی جامد و سخت در درون بدن قرار می‌گیرند، اعضای درونی بدن ما خیلی خوشحال نخواهند شد! نه تنها لبه‌های تیز این اجسام می‌توانند به جوارح و رگ‌های خونی آسیب بزنند، بلکه سیستم دفاعی بدن ممکن است جسم را با بافت‌هایی احاطه کند و در عملکرد مورد انتظار جسم اختلال ایجاد نماید. به همین دلیل، محققان روی ربات‌های نرم (soft robots) کار می‌کنند که بهتر توسط بدن تحمل می‌شوند و به دستگاه این اجازه را می‌دهند که بدون به خطر انداختن سلامت اعضای داخلی با بافت‌های درونی بدن تماس داشته باشد. ربات Heart Hugger از جمله این ربات‌ها است.

درون سینه‌های ۴۱ میلیون نفر از مردم دنیا، قلب‌های نارسا روز به روز در انجام وظیفه حیاتی خود یعنی پمپ خون ضعیف‌تر می‌شوند. برخی از بیماران مبتلا به نارسایی قلبی در لیست پیوند قلب قرار می‌گیرند و برخی دیگر به دستگاه‌های کمک بطنی (VADS) متصل می‌شوند تا به اعضای از بدن خود که در حال از بین رفتن هستند کمک کنند. اما VADها ریسک ایجاد لخته‌های خون را بالا می‌برند. این لخته‌ها می‌توانند در اثر عبور خون از روی سطوح فلزی و پلاستیکی داخل دستگاه ایجاد شوند.

در جستجوی یک دستگاه کمکی بهتر برای پمپ خون، یک تیم تحقیقاتی بین‌المللی یک آستین سیلیکونی را اختراع کرده‌اند. این دستگاه روی سطح خارجی قلب سر می‌خورد و آن را به صورت ریتمیک می‌فشارد، لذا در حین عمل کردن، ربات با خون تماسی نخواهد داشت. طراحی این آستین به این شکل است که باید عملکرد

فرخوان همکاری

فصلنامه علمی ترویجی تپش به عنوان اولین نشریه علمی مهندسی پزشکی، زیر نظر انجمن علمی دانشجویی دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، از داوطلبان در زمینه‌های زیر دعوت به همکاری می‌کند:

ارائه مقاله در زمینه‌های:

بیوالکترونیک، بیومتریال، بیومکانیک، مهندسی بافت، مهندسی ورزش، بیوانفورماتیک، فناوری سلامت، تجهیزات پزشکی، فناوری میکرو و نانو و سایر زمینه‌های مرتبط با مهندسی پزشکی

تهیه موضوعات مرتبط در قالب:

تهیه خبر، گزارش و مصاحبه پیرامون فناوری‌ها، نرم‌افزارها و سایر موضوعات مرتبط با مهندسی پزشکی

بدیهی است شورای تحریریه تپش در انتخاب، گزینش، تغییر و تلخیص مطالب آزاد خواهد بود.

علاقمندان می‌توانند جهت ارسال آثار و کسب اطلاعات بیشتر از راه‌های ارتباطی (اشاره شده در صفحه بعد) با دفتر نشریه تماس بگیرند.



فصل نامه علمی - ترویجی مهندسی پزشکی تپش
Tapesh Journal of Biomedical Engineering



نشانی: تهران، خیابان حافظ، روبه روی خیابان سمیه، دانشگاه صنعتی امیرکبیر،

دانشکده مهندسی پزشکی، طبقه اول، دفتر فصل نامه تپش

تلفکس: ۶۴۵۴۲۳۹۴

نشانی ما در شبکه های اجتماعی: @Tapesh_BME

وبسایت: www.sabme.aut.ac.ir