

کیپسول‌هایی که هوشمند عمل می‌کنند

بسیاری از داروهایی که می‌خوریم تحت تاثیر واکنش‌های مختلفی که در مسیر عبور دارو در دستگاه گوارش اتفاق می‌افتد، تاثیر اولیه خود را از دست می‌دهد. این در حالی است که اگر بتوان تا زمان رسیدن دارو به محل مورد نظر آن را از این واکنش‌ها و فعل و انفعالاتی که در بدن اتفاق می‌افتد دور نگه داشت، دارو از اثرگذاری بیشتری برخوردار خواهد بود.



بسیاری از داروهایی که می‌خوریم تحت تاثیر واکنش‌های مختلفی که در مسیر عبور دارو در دستگاه گوارش اتفاق می‌افتد، تاثیر اولیه خود را از دست می‌دهد. این در حالی است که اگر بتوان تا زمان رسیدن دارو به محل مورد نظر آن را از این واکنش‌ها و فعل و انفعالاتی که در بدن اتفاق می‌افتد دور نگه داشت، دارو از اثرگذاری بیشتری برخوردار خواهد بود. گروهی از محققان آمریکایی به سرپرستی دکتر بابک ضیایی، کیپسول‌های هوشمندی طراحی کرده‌اند که تا رسیدن به اندام مورد نظر در بدن، دارو را درون خود نگه می‌دارد و از تجزیه و تخریب آن جلوگیری می‌کند. زمانی که کیپسول به نقطه مورد نظر رسید، محتویات دارو آزاد شده و به این ترتیب اثرگذاری دارو در نقطه هدف افزایش پیدا می‌کند. این طرح تحقیقاتی به سرپرستی دکتر بابک ضیایی از محققان دانشگاه پوردو در ایالت ایندیانا انجام شده است. دکتر بابک ضیایی سال 1994 در مقطع دکترای رشته الکترونیک از دانشگاه میشیگان آمریکا فارغ التحصیل شد. وی در یک دوره زمانی پنج ساله به عنوان استادیار دانشگاه مینه سوتا آمریکا فعالیت داشت و از سال 2005 به عنوان عضو هیات علمی دانشگاه پوردو منصوب شد. با این محقق ایرانی درباره این طرح و طرح‌های مشابهی که با هدف بهبود روش‌های تشخیص و درمان بیماری‌ها انجام داده است گفت و گو کرده ایم.

فرآیند دارو رسانی در کیپسول‌های هوشمند چگونه انجام می‌شود؟

همه ما در دوره ای از زندگی استفاده از داروها را تجربه کرده ایم. خوردن دارو از یک سو به درمان بیماری منجر می‌شود و از سوی دیگر می‌تواند با عوارض جانبی در دیگر قسمت‌های بدن از جمله روده و معده همراه باشد. در حقیقت بسیاری از داروها پیش از این که بتواند عضو آسیب دیده را هدف قرار دهد در مسیر گوارش در معده و روده جذب می‌شود و بر این اساس اثرگذاری دارو به میزان قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند.

بر این اساس، ما کیپسول‌های هوشمندی را طراحی کرده ایم که تا رسیدن به مقصد مورد نظر دارو را در خود نگه می‌دارد. به این ترتیب دارو به مقصد نهایی تحویل داده می‌شود. این کیپسول‌ها به نوعی یک داروی هوشمند است که علاوه بر افزایش اثرگذاری دارو، عوارض جانبی مصرف دارو را نیز کاهش می‌دهد.

چه ساختار متفاوتی برای این کیپسول طراحی شده است که امکان هدایت آن تا نقطه هدف را فراهم می‌کند؟

ابعاد این کیپسول 9x26 میلی متر است. یک بخش از این کیپسول حاوی خازن و بخش دیگر حاوی داروست. در حالی که این کیپسول مسیر خود را در بدن طی می‌کند تا به نقطه هدف برسد، باید در نزدیکی دریچه ایلئوسکال یک آهن ربا قرار داد. دریچه ایلئوسکال در محل اتصال روده کوچک به روده بزرگ قرار دارد که وظیفه اصلی آن جلوگیری از پس زدن محتویات دفع شده از کولون به روده کوچک است. با استفاده از این آهن ربا مکانیسمی در داخل کیپسول دارو فعال می‌شود که کیپسول به کمک آن باز شده و محتویات دارویی در نقطه مورد نظر آزاد می‌شود.

پس به این ترتیب باید برای تامین انرژی مورد نیاز این کیپسول چاره ای در نظر گرفته شده باشد.

نیروی مورد نیاز این کیپسول از طریق یک خازن کوچک تامین می‌شود که از قبل شارژ شده است. داخل کیپسول کلیدی تعبیه شده است که از طریق آهن ربایی که روی کمر بیمار قرار می‌گیرد این کلید فعال خواهد شد. با عبور دارو از روده بزرگ این کیپسول در مجاورت آهن ربا قرار می‌گیرد. در نتیجه این کلید فعال شده و مکانیسم فنری شکل داخل کیپسول موجب باز شدن کیپسول و ورود دارو به داخل روده می‌شود.

آیا عبور این کیپسول دارویی از مسیر دستگاه گوارش می‌تواند به ایجاد اختلال در عملکرد آن منجر شود؟

تحقیقات انجام شده نشان داده است کیپسول هوشمند می‌تواند به راحتی و بدون مواجه شدن با مشکلی از مسیر دستگاه گوارش عبور کند و در برابر شرایطی که در بدن وجود دارد مقاوم باشد. برای بررسی عملکرد کیپسول داخل روده به حدود 12 ساعت زمان نیاز داریم. یعنی از زمانی که بیمار این کیپسول را می‌خورد حدود 12 ساعت طول می‌کشد تا به روده بزرگ برسد. پس از این مدت می‌توان مطمئن شد که این کیپسول هوشمند می‌تواند شرایط موجود در دستگاه گوارش را تحمل کند.

در درمان چه بیماری‌هایی می‌توان از این فناوری در دارورسانی استفاده کرد؟

این کیپسول می‌تواند در درمان انواع مختلفی از بیماری‌ها مانند بیماری کرون (Crohn's disease) که نوعی بیماری التهابی روده است تاثیرگذار باشد. بیماری کرون می‌تواند هر قسمتی از لوله گوارش را درگیر کند. در اثر ابتلا به بعضی بیماری‌های عفونی، بدن در مبارزه با آلودگی و عفونت، میکروارگانیسم‌های ضروری را از دست می‌دهد. این کیپسول هوشمند به طور مستقیم دارو را به روده بزرگ می‌رساند.

دکتر ضیایی:

این نوآوری می تواند راهکار مناسبی برای درمان سندرم روده تحریک پذیر و بیماری کرون و همچنین بسیاری از دیگر بیماری های عفونی باشد

معمولا دارویی که می خوریم پیش از رسیدن به روده بزرگ در معده و روده کوچک جذب می شود. در بسیاری از بیماری ها لازم است دارو به طور خاص به روده بزرگ منتقل شود و کپسول هوشمند یک وسیله حمل و نقل ایده آل برای رساندن دارو به مقصد موردنظر است. این نوآوری می تواند راهکار مناسبی برای درمان سندرم روده تحریک پذیر و بیماری کرون و همچنین بسیاری از دیگر بیماری های عفونی باشد. کلاستریدیوم کولیت سخت یکی از انواع این بیماری هاست.

در اثر ابتلا به این بیماری میکروارگانیسم های طبیعی که بدن برای مبارزه با عفونت از آنها استفاده می کند در بدن از بین می رود. این بیماری در افرادی که دچار نقص سیستم ایمنی هستند به مرگ و میر بیماران منجر می شود. بیماری کلاستریدیوم کولیت سخت موجب کاهش فعالیت پیش رونده روده و از عفونت های شایع بیمارستانی ناشی می شود و بسیاری از افراد بعد از عمل جراحی به این بیماری دچار می شوند. یکی از راه ها برای درمان این بیماری تامین میکروب های مورد نیاز روده بزرگ برای فرد بیمار است. می توان این میکروب ها را از طریق فرآیند انجماد و خشک کردن به یک پودر تبدیل کرد که از طریق کپسول هوشمند به روده بزرگ می رسد. این دارو می تواند در درمان طیف وسیعی از بیماری ها از بیماری کرون تا سندرم روده تحریک پذیر کاربرد داشته باشد.

از دیگر بیماری هایی که این کپسول هوشمند می تواند راهکار مناسبی برای درمان آن باشد، می توان به بیماری های کبدی اشاره کرد. در این افراد با مسدود کردن موقتی روده دارو رسانی هدفمند به کبد انجام می شود.

آیا پیش از این نیز در حوزه مهندسی پزشکی تحقیقاتی انجام داده اید؟

بله، از کودکی به رشته مهندسی پزشکی علاقه مند بودم. از زمانی که وارد رشته الکترونیک شدم همزمان در زمینه کاربرد الکترونیک در حوزه پزشکی تحقیقاتی را انجام دادم. یکی از طرح های تحقیقاتی ام با هدف کمک به سالمندانی انجام شده است که به دلیل کهولت سن به زمین می خورند و همین اتفاق می تواند موجب مرگ آنها شود. در این طرح تحقیقاتی از دوربین تلفن همراه برای بررسی چگونگی قدم برداشتن سالمندان استفاده شده است تا به این ترتیب افرادی که بیشتر در معرض خطر هستند شناسایی شوند. اطلاعات ثبت شده به سیستم کنترل ارسال می شود و به این ترتیب پزشک وضع آینده بیمار را پیش بینی می کند تا از طریق تجویز دارو، ورزش یا فیزیوتراپی از این حادثه پیشگیری کند. درباره تاثیر افزایش اکسیژن در نابودی تومورهای سرطانی نیز تحقیقاتی انجام داده ایم. در بعضی از انواع سرطان مانند پانکراس سطح اکسیژن در سلول های سرطانی کاهش پیدا می کند. اثرگذاری پرتودرمانی به عنوان یک روش درمانی نیازمند وجود اکسیژن است. بنابراین توده هایی که اکسیژن کمتری دارند کمتر تحت تاثیر پرتودرمانی قرار می گیرند. یکی دیگر از کارهای تحقیقاتی ما ساخت حسگری برای سنجش میزان فشار داخل تومورهای سرطانی است.

معمولا فشار داخلی توده های سرطانی بالاست. بنابراین گاهی داروها به تومورها نمی رسد. می توان برای بیمار دارویی تجویز کرد که برای مدت زمانی حدود دو تا سه ساعت فشار داخلی تومورها را کاهش دهد. با استفاده از حسگر طراحی شده می توان فشار داخلی تومورها را سنجید. به این ترتیب شیمی درمانی با موفقیت بیشتری انجام می شود.

به نظر شما آینده علم پزشکی در چه مسیری پیش خواهد رفت؟

علم پزشکی در آینده در مسیری پیش می رود که بتوان با گرفتن نمونه خون از بیمار، براحتهای مختلف بیماری هایی که در معرض خطر ابتلا به آن قرار دارد را پیش بینی کرد. در بسیاری از بیماری های سرطانی مانند سرطان تخمدان یا لوزالمعده اگر بموقع تشخیص داده نشود بیمار محکوم به مرگ خواهد شد. میزان ابتلا به بسیاری از بیماری ها مانند دیابت در سطح دنیا رو به افزایش است. می توان حسگری را داخل بدن قرار داد که به کمک آن میزان قند خون کنترل شود. حسگرها در دنیای امروز پزشکی کاربرد گسترده ای دارند و علاوه بر این می توان از حسگرهای زیستی برای تشخیص سطح سلامت افرادی که بیمار هم نیستند استفاده کرد. هرچند اکنون نقش حسگرهای زیستی در تشخیص بیماری ها آن طور که باید جدی گرفته نشده است، پیش بینی می شود در آینده ای نه چندان دور بتوان از این فناوری برای تشخیص و پیشگیری از بیماری ها استفاده کرد. به نظر من در دنیای امروز پیشرفت های زیادی در عرصه الکترونیک و ساخت حسگرها رخ داده است که در آینده ای نه چندان دور به وقوع انقلاب بزرگی در عرصه سیستم های پیشرفته در حوزه علم پزشکی منجر خواهد شد.

فرانک فراهانی جم

گروه دانش