

استفاده از حس بویایی حیوانات در تشخیص بیماری‌ها

دکتر رضا سحرخیز

ارتباط بوهای خاص با بیماری‌ها از دیرباز شناخته شده بوده‌اند. اختلالات متابولیسمی در نوزادان و کتواسیدوز در افراد دیابتی بوهای خاص خود را ایجاد می‌کنند. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که سرطان‌ها هم دارای بوی خاص هستند، اما سیستم بویایی انسان از برخی حیوانات مانند سگ و موش بسیار ضعیف‌تر است. سگ‌ها در نیروی پلیس برای ردیابی مواد مخدر استفاده می‌شوند و موش‌ها در برخی مناطق آفریقا نقش مین‌یاب دارند. اخیراً برخی از حیوانات در حیطه پزشکی جهت شناسایی بیماری‌هایی همچون سرطان و سل به کار گرفته شده‌اند. در مناطقی که منابع لازم برای سرمایه‌گذاری محدود است و نیز در خصوص بیماری‌های سختی که هیچ برنامه غربالگری برای آن‌ها وجود ندارد و یا بیومارکرهای فعلی جوابگو نیستند، ایده استفاده از حس بویایی حیوانات خواهان بسیار دارد.

گرچه گزارش‌هایی از موفقیت به کارگیری بویایی حیوانات در تشخیص بیماری‌ها وجود دارد، اما برای اطمینان از آینده این حیطه تحقیقاتی، چالش‌هایی نیز در میان است؛ به عنوان مثال مولکول‌های بویی که توسط حیوانات شناسایی می‌شوند برای ما ناشناخته است. در تلاش برای شناسایی ماهیت این رایحه‌ها برخی محققین درصدد ابداع یک "بینی الکترونیکی" هستند تا هم مولکول‌های بودار و هم مولکول‌های بدون بو را که از نمونه‌های بیمار متصاعد می‌شوند شناسایی کند.

چنین دستگامی می‌تواند به‌طور اتوماتیک مشخصات بوها را به‌منظور غربالگری یا تشخیص شناسایی نماید. در خصوص میزان موفقیت تحقیقات در این زمینه، اشکالاتی که در آینده باید از آن‌ها اجتناب شود و آینده استفاده از بو در تشخیص و غربالگری پزشکی، گفتگویی با محققین این فن داریم که در ادامه از نظرتان می‌گذرد.

از نظر تاریخی حیوانات چگونه به‌عنوان یک تشخیص‌دهنده بو به کار گرفته شده‌اند؟

Bart Jan Christine Weetjens: حیوانات آموزش داده شده از دیرباز برای همه انواع کشف و ردیابی مورد استفاده بوده‌اند، برخی از آن‌ها آنقدر متداول هستند که دیگر به چشم نمی‌آیند، به‌عنوان مثال قرن‌هاست که قارچ‌های خوراکی را توسط خوک‌ها و سگ‌ها شناسایی می‌کنند. قدیمی‌ترین مورد ردیابی بویایی به سگ‌های شکاری بازمی‌گردد که در پی بوی شکار روانه می‌شدند.

Giorgio Pennazza: استفاده از حس بویایی حیوانات در یافتن غذا و شکار، جستجوی مواد مخدر و منفجره و تشخیص بیماری‌ها کاربرد دارد. در مورد اول کاملاً جا افتاده و در مقاصد تجاری و امنیتی به کار گرفته می‌شوند. در خصوص موارد مذکور گرچه مقالات علمی وجود دارد، اما کاربرد و آموزش عملی آن‌ها اهمیت بیشتری دارد.

Nanne de Boer: عمدتاً سگ‌ها به‌عنوان ردیاب بو مورد استفاده واقع شده‌اند چرا که سیستم بویایی آن‌ها به‌مراتب دقیق‌تر از سیستم بویایی انسان است. شاید نکته مهم‌تر این باشد که سگ‌ها به‌راحتی آموزش پذیر هستند. بعضی از سگ‌ها از

جمله نژاد bloodhounds می‌توانند انسان‌ها را رهگیری کرده و نجات دهند. برخی از سگ‌ها به‌منظور انجام شکار پرورش می‌یابند. خوک‌ها این توانایی را دارند که قارچ‌های خوراکی را در زیر زمین شناسایی کنند. از بویایی سگ‌ها در محافظت از خانه و اموال هم استفاده می‌شود.

Marije K. Bomers : انسان قرن‌هاست که از حس بویایی سگ در شکار حیواناتی چون خرگوش و روباه استفاده می‌کند، همچنین در عملیات نظامی همچون تعقیب فراریان، یافتن مواد منفجره و اسلحه یا جنگجویان دشمن نیز از سگ استفاده می‌شود. در اوایل قرن هجدهم راهبانی که در آلپ زندگی می‌کردند سگ‌های سنت برنارد را برای نجات قربانیان طوفان‌های برفی به کار می‌گرفتند. این سگ‌ها تعلیم ندیده بودند و احتمالاً توله‌سگ‌ها از والدینشان انجام این عمل را یاد گرفته بودند.

مثال منحصر به فرد دیگر شترهای بادیه‌نشین هستند که بوی آب را از فاصله ۵۰ مایلی متوجه می‌شوند، بدیهی است که این توانایی در هنگام مسافرت در صحراهای بی‌آب و علف نعمت بزرگی محسوب می‌شود. کبوترهای خانگی که به‌عنوان کبوتر نامه‌بر استفاده می‌شوند این توانایی را دارند که بر اساس بویی که از جهات مختلف دریافت می‌کنند به جهت‌یابی بپردازند.

از کاربرد بویایی حیوانات در مقاصد غیر پزشکی چه مثال‌هایی می‌توان زد؟

Bart Jan Christine Weetjens: مثال‌ها در چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند: محیطی، قانونی، گمرکی و ایمنی زیستی (Biosecurity).

شناسایی آلوده‌کننده‌ها در خاک و مواد شیمیایی (مانند جیوه، دترژنت‌ها و DDT) در فاضلاب از جمله کاربردهای استفاده از بویایی حیوانات در زمینه محیطی می‌باشند. برای استفاده از بویایی حیوانات در زمینه قانونی یک پروتکل تصویب شده ملی در هلند وجود دارد که شناسایی مجرمین در ارتباط با سلاح گرم، یافتن خون و بقایای جسد و نیز شناسایی مواد تسریع‌کننده در حریق عمدی را شامل می‌شود. در گمرک شناسایی مواد منفجره، مواد مخدر، کالاهای غیرقانونی، پول نقد و قاچاق انسان را می‌توان توسط حیوانات انجام داد. نهایتاً در بخش ایمنی زیستی از کنترل میوه‌های تازه، سبزیجات، محصولات لبنی و برخی انواع آفت‌ها می‌توان سخن گفت.

Giorgio Pennazza : برخی از کاربردهای تاریخی مانند استفاده در شکار و کشف مواد مخدر و مواد منفجره هنوز هم کاربرد دارند. استفاده از بویایی سگ در کاربردهای حیاتی همچون کشف مواد مخدر و مواد منفجره اثبات شده است.

Nanne de Boer : از سیستم بویایی سگ‌ها در بسیاری از مقاصد غیر پزشکی استفاده می‌شود. سگ‌ها نه تنها می‌توانند مواد مخدر و منفجره را در هواپیماها و مرزها کشف کنند، بلکه حتی گوشی‌های همراه را در میان زندانیان پیدا می‌کنند. در تعقیب خلافکاران هم پلیس از سگ‌های ردیاب استفاده می‌کند. مثال دیگر گونه خاصی از موش‌های آفریقایی است که برای مین‌یابی تعلیم می‌بینند، بویایی قوی و وزن کم آنها عامل موفقیت در مین‌یابی محسوب می‌شود (وزن کم باعث می‌شود که با رفتن آن‌ها روی مین، انفجاری روی ندهد).

Marije K. Bomers : با برخی موارد استفاده از سگ‌ها همچون کشف مواد مخدر، مواد منفجره، اسلحه، جستجوی انسان (حتی زیر آب) و ... همه ما آشنا هستیم، اما سگ‌های تعلیم‌دیده در موارد دیگری همچون شناسایی حشرات، شناسایی گونه‌های در حال انقراض، انگل‌های مدفوع گوسفند، نشت لوله گاز، یافتن تلفن همراه در میان زندانیان و حتی اسکناس خاص (پوند، یورو و ...) هم به‌کار گرفته می‌شوند. در کنار سگ، حیوانات دیگری هم ایفای نقش می‌کنند. همکارم **Weetjens** و اعضای گروهش در افریقای جنوبی توانسته‌اند که موش‌ها را برای مین‌یابی تربیت کنند. همچنین موش‌ها و زنبورهای عسل برای کشف مواد منفجره آموزش دیده‌اند.

کدامیک از حیوانات برای شناسایی بو بهتر هستند؟

Bart Jan Christine Weetjens: سگ‌ها به‌عنوان دوست انسان مقبولیت یافته‌اند و برای مقاصد مختلف مرتبط با بویایی به‌کار گرفته می‌شوند، اما جدا از پذیرش اجتماعی، موش آفریقای (African pounced rat) مزیت‌های بی‌شماری نسبت به سگ دارد؛ در برابر دریافت غذا این حیوان می‌تواند وظایف تکراری را مکرراً انجام دهد، آموزش این‌ها هم سریع‌تر و آسان‌تر است. به‌طور متوسط ۱۹۴ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای برای آموزش کامل مین‌یابی توسط این حیوان کفایت می‌کند، در حالی که آموزش سگ زمان بسیار بیشتری را می‌طلبد. ضمناً موش‌ها غذا و مراقبت بسیار کمتری هم لازم دارند. تعداد نسبتاً زیادی از این موش‌ها را می‌توان با یک قفس نسبتاً کوچک جابجا کرد، ضمن اینکه در مقایسه با سگ فضای کمتری هم برای استراحت لازم دارند. این موش‌ها کاملاً قوی و مقاوم نسبت به بیماری‌های مناطق گرمسیری می‌باشند، نیاز به مراقبت بهداشتی هم اندک است. در تانزانیا یک دامپزشک هفته‌ای یک بار و در کمتر از نیم ساعت ۲۵۰ تا از این موش‌ها را بررسی و معاینه می‌کند. مضاف بر اینکه این موش‌ها در مقایسه با سگ وابستگی کمتری به مربیان خود پیدا می‌کنند، لذا راحت‌تر می‌توان آن‌ها را بین مربیان مختلف جابه‌جا نمود. نکته آخر اینکه در مناطقی که محدودیت منابع وجود دارد نگهداری و تکثیر این موش‌ها کم‌هزینه و راحت است.

Giorgio Pennazza : سگ، موش، خرگوش، خوک، خرس و تعداد دیگری از حیوانات حس بویایی بسیار قوی دارند که ناشی از وجود ۱۰^۸ نورون بویایی و سیستم دینامیک بسیار مؤثر جهت بوکشیدن است. در میان این‌ها بنظر می‌رسد که سگ تنوع بیشتری در گیرنده‌های بویایی دارد و سیستم دینامیک بویایی منحصربه‌فردی را دارا است.

Nanne de Boer : دو عامل در انتخاب حیوان جهت تشخیص‌های بویایی مهم است:

۱- بالا بودن قدرت بویایی حیوان

۲- بالا بودن قدرت تعلیم پذیری حیوان

هدف آموزش را هم باید مدنظر داشت؛ خرس‌ها قدرت بویایی بسیار بالایی دارند اما به‌واسطه وزن زیاد نمی‌توان از آن‌ها در مین‌یابی استفاده کرد. از طرف دیگر ملاحظات عمومی (نظیر شرایط دمایی و جغرافیایی) نیز باید در نظر گرفته شوند، چرا که هر حیوانی محدودیت‌های خاص خودش را دارد و در هر شرایط محیطی نمی‌تواند کار کند. سگ‌ها از این جهت که همه شرایط پیش‌گفت را توأمان دارند، بهترین انتخاب برای ردیابی بو به‌حساب می‌آیند.

Marije K. Bomers : خصوصیات مختلفی در انتخاب حیوانات برای ردیابی بو دخیل هستند؛ قدرت شامه عالی یکی از آن‌هاست و توانایی یادگیری هم عامل مهم دیگر است. تا آنجا که من می‌دانم هیچ مقایسه‌ای بین گونه‌های مختلف حیوانات انجام نشده است، مع الوصف حیوانات مختلف مزایای مختلفی دارند، مثلاً حمل و نقل و نگهداری موش‌ها راحت‌تر است. همچنین به علت سبک بودن موجب انفجار مین نمی‌شوند. از طرف دیگر زنبور عسل ارزان‌تر و تعلیم‌پذیرتر است (زنبوهای عسل خودشان یکدیگر را تعلیم می‌دهند)، اما انتقال زنبورها راحت نیست و برای هر شرایطی مناسب نیستند (مثل بیمارستان‌ها یا فرودگاه‌ها). در سگ‌ها کنجکاوی و اطاعت لازمه کار است. برخی از نژادهای سگ برای این عملیات مناسب‌تر هستند.

در حیطة بهداشت و تشخیص در چه مواردی از قدرت بویایی حیوانات استفاده می‌شود؟

Bart Jan Christine Weetjens: مثال‌های متعددی در این خصوص وجود دارد؛ در آمریکا بنیاد پابین استریت سگ‌ها را برای تشخیص سرطان سرویکس آموزش می‌دهد. در انگلستان برای تشخیص سرطان پروستات در نمونه ادرار، سرطان روده در نمونه مدفوع و بازدم، سرطان سینه و ریه در نمونه بازدم، سرطان مثانه و پوست در نمونه ادرار از حیوانات استفاده شده است. برای سرطان پوست و روده تجربه مشابهی در ژاپن انجام شده است، همچنین سگ‌ها را برای تشخیص دیابت و حمله صرع آموزش داده‌اند. در هلند سگ‌ها را برای تشخیص *c.difficile* تعلیم داده‌اند. همچنین در تانزانیا و موزامبیک موش‌ها برای تشخیص سل ریوی آموزش دیده‌اند.

Giorgio Pennazza : استفاده از حس بویایی حیوانات در تشخیص پزشکی موقعیتی پرچالش با شواهدی قابل توجه و مسائلی ناشناخته است. نیاز فوری به پیشگیری از بیماری و تمایل به استفاده از روش‌های غیرتهاجمی، سرطان را جذاب‌ترین چالش برای این راهکار ساخته است، بنابراین گزارش‌های متعددی در خصوص امکان استفاده از سگ‌ها در تشخیص سرطان و مزایا و معایب آن ارائه شده است.

Nanne de Boer : مقالات علمی متعددی خاطرنشان کرده‌اند که از حس بویایی سگ‌ها می‌توان در تشخیص سرطان‌ها (پوست، مثانه، ریه، سینه، روده و تخمدان) استفاده کرد. یکی از اولین گزارش‌ها (۱۹۸۹) حکایت از آن دارد که سگی به‌طور مکرر خال روی پای صاحبش را بو می‌کشید. این خال بعداً تبدیل به ملانوما شد. مطالعات رسمی بعدی تأیید کردند که سگ به‌درستی می‌تواند ملانوما را تشخیص دهد. علاوه بر آن آزمایش‌هایی در ژاپن نشان داد در تشخیص سرطان روده استفاده از سگ شکاری Labrador (با بو کردن مدفوع) به تست خون در مدفوع ارجح است. یک سگ دوساله از نژاد beagle برای تشخیص *c.difficile* در نمونه مدفوع آموزش دید و نتایج موفقیت‌آمیزی را به بار آورد. به سگ آموزش داده شده بود که در صورت یافتن نمونه عفونی دراز بکشد و یا بنشیند. علاوه بر سگ‌ها مشخص شد که موش‌ها و زنبورهای آموزش‌دیده هم می‌توانند سل ریوی را تشخیص دهند.

Marije K. Bomers : همانطور که قبلاً گفته شد اولین گزارش مربوط به دهه ۱۹۸۰ است که در آن سگی در مواجهه با خال روی پای صاحبش پارس می‌کرد و نهایتاً سعی کرد آن را گاز بگیرد. این خال یک ملانوما بود. پس از آن حکایت‌های زیادی در خصوص حس شامه حیوانات در تشخیص بیماری نقل شد و آزمایش‌هایی جهت کاربرد آن در تشخیص، انجام گردید. این آزمایش‌ها شامل استفاده از حیوانات (به‌ویژه سگ) در تشخیص انواع سرطان‌ها و عفونت‌هایی چون سل بود. این تشخیص با روش‌های متداول تشخیصی برابر بودند یا بر آن‌ها ارجحیت داشتند. سگ‌ها همچنین برای هشدار در وقوع هیپوگلیسمی در

بیماران دیابتی و حمله صرع بکار گرفته شدند، اما تا آنجا که من می‌دانم هیچ مطالعه رسمی در این خصوص انجام نشد. مشخص نیست که چه عاملی موجب واکنش سگ‌ها می‌شود، اما احتمالاً حس بویایی آن‌ها در این میان نقش دارد.

برای تشخیص بوها در نمونه‌های پزشکی، حیوانات چگونه آموزش می‌بینند؟

Bart Jan Christine Weetjens: پروتکل‌های آموزشی متعددی برای تشخیص بو توسط حیوانات وجود دارد. گرچه روش‌های "ایجاد محدودیت" در گذشته استفاده می‌شد، اما در مجموع روش تقویت مثبت کارایی بیشتری دارد. جزئیات نحوه آموزش بطور مشروح در این آدرس در دسترس می‌باشد:

Poling et al. *Journal of Applied Behaviour Analysis*.
2011;44:351-5; Poling et al. *The Behaviour Analyst*.
2011;34:47-54).

Nanne de Boer: در سگ‌ها معمولاً آموزش مبتنی بر پاداش تعلیم می‌شود. پاسخ درست با دادن یک توپ تنیس و یا رفتار دیگر تقویت می‌گردد. این آموزش که توسط یک مربی ماهر انجام می‌شود ممکن است ماه‌ها به طول بیانجامد. در مرحله اول سگ باید با رایحه مورد آزمایش آشنا شود. در مراحل بعدی با رقیق کردن رایحه یا آغشتن آن به سایر مواد و یا تغییر شرایط محیطی، کار سگ دشوارتر می‌شود و در نهایت سگ یاد می‌گیرد که بین نمونه مثبت و منفی تمایز قائل شود. پس از این مرحله برای اینکه فراموشی رخ ندهد به‌طور منظم باید آموزش تکرار شود.

Marije K. Bomers: اصل کلی این است که باید رفتار حیوان را نسبت به یک بوی خاص (و نشان دادن عکس‌العمل نسبت به آن) با یک پاداش شرطی کرد؛ این همان اصل پاولوف است. بوی مخصوص ابتدا در خالص‌ترین شکل خود به سگ عرضه می‌شود. سگ به تدریج یاد می‌گیرد که در جستجوی کدام بو باید باشد، سپس با مشکل کردن تدریجی (پنهان کردن نمونه یا کاهش بوی آن) مهارت حیوان افزایش می‌یابد.

استفاده از حیوانات چه مزیت یا معایبی نسبت به اندازه‌گیری بیومارکرهای رایج و تجهیزات اتوماتیک دارد؟

Bart Jan Christine Weetjens: مهم‌ترین مزیت حیوان ایجاد توان عملیاتی بالا است؛ یک تکنسین آزمایشگاه با استفاده از میکروسکوپ حداکثر ۴۰ نمونه خلط را از جهت ابتلا به سل می‌تواند در طی یک روز آزمایش کند. یک موش تعلیم‌دیده همین کار را در ۷ دقیقه انجام می‌دهد. در مناطق محروم این موش‌ها منبع ارزان و تجدیدپذیر برای تشخیص خواهند بود، لذا موش‌های آموزش‌دیده در جوامع در حال توسعه و پر بیمار روش مناسبی را برای تشخیص بیماری شکل می‌دهند.

مهم‌ترین اشکال در اینجا داشتن کنترل بر روی محرک‌های وارده به حیوان است. حیوانات موجودات زنده‌ای هستند که به‌طور مستمر خود را نسبت به هدفی که به‌سوی آن سوق داده می‌شوند تنظیم می‌کنند، بنابراین جایزه‌ها و نمونه‌های مورد آزمایش باید به‌طور یکسان آماده و نگهداری و به‌کار گرفته شوند تا سیستم بویایی به سمت هدفی جز آنچه مدنظر است سوق داده نشود. آزمایش‌هایی که تعداد نمونه‌ها در آن کم است مستعد سوءگیری و خطا می‌باشند و طراحی آزمایش باید به‌گونه‌ای باشد

که تعداد زیادی نمونه کنترل مثبت و منفی و آزمایش‌های راندوم دو سو-کور در آن گنجانده شود تا نتایج حاصله از نظر علمی معنی‌دار باشند، لذا نیاز به تعداد نمونه‌های زیاد و پایش مستمر از محدودیت‌های کار با حیوانات است.

Giorgio Pennazza : معایب این کار مشکل بودن آموزش حیوان و شناسایی روش تکرارپذیر و قابل‌اعتماد در تشخیص حیوانی است.

Nanne de Boer : از نظر دقت، مشخص شده که حیوانات دقیق‌تر از روش‌های آزمایشگاهی تشخیص می‌دهند، اما آموزش آن‌ها زمان‌بر و پرهزینه است، از طرفی یک سگ فقط چند ساعت در روز می‌تواند کار کند. در جایی که تعداد نمونه‌ها خیلی زیاد است، به‌عنوان مثال در برنامه‌های ملی غربالگری سرطان روده، هزاران نمونه باید آزمایش شود که ترجیح بر این است از روش ارزان‌تری استفاده شود، هرچند که دقت بالای بویایی سگ را نداشته باشد.

Marije K. Bomers : بویایی حیوانات نسبت به تکنیک‌های موجود بسیار دقیق‌تر است. شما نمی‌توانید دستگاهی را تصور کنید که بتواند یک گوشی موبایل را که در پلاستیک پیچیده شده و در زیر تانک آب توالت جاسازی شده را بتواند پیدا کند. این کار را سگ‌ها به راحتی انجام می‌دهند.

معذک استفاده از تشخیص‌دهنده‌های حیوانی مشکلات خاص خود را دارد؛ آموزش آن‌ها محتاج زمان و تجربه است. حیوانات چون موجودات زنده هستند تحت تأثیر متغیرهای رفتاری و روانی متعددی قرار می‌گیرند. نتایج مطالعه قابل تسری به سایر موارد نیست و هر حیوانی باید به‌طور منفرد ارزیابی شده و کالیبره بشود و مهارتش در بازه‌های زمانی منظم تقویت گردد، لذا در اینجا "تولید انبوه" نمی‌توان داشت. محدودیت دیگر، ورود حیوانات به مراکز بهداشتی و درمانی است و نهایتاً اینکه جوامع پزشکی روش‌های غیرمتعارف را به‌سختی می‌پذیرند و تمایل به استفاده از روش‌های موجود استاندارد را دارند.

آیا حیوانات می‌توانند مکمل تجهیزات اتوماتیک آزمایشگاهی شوند و یا اینکه راه دیگری برای به‌کارگیری آن‌ها در این حوزه وجود دارد؟

Bart Jan Christine Weetjens: حیوانات به‌ویژه در میان جوامع پرخطر در کشورهای در حال توسعه می‌توانند مکمل تجهیزات اتوماتیک باشند و هزینه عملیات غربالگری را کاهش دهند. در تانزانیا ابتدا موش‌ها نمونه‌های مثبت سل را تشخیص می‌دهند و سپس به‌وسیله میکروسکوپ فلورسانت یا دستگاه Genexpert تشخیص اولیه تأیید می‌گردد. اگر این کار را فقط بخواهند با تکیه بر تجهیزات انجام دهند بسیار پرهزینه و غیرممکن خواهد شد.

Giorgio Pennazza : به نظر من مقایسه تجربی همبستگی بین بویایی سگ و بیسنی الکترونیک (e-nose) می‌تواند شروع خوبی در این زمینه باشد.

Nanne de Boer : توان بویایی حیوانات دست کم گرفته شده و در نتیجه مطالعه کافی بر روی آن به عمل نیامده است. حس شامه قوی حیوانات باید الهام‌بخش دانشمندان در عهده‌دار شدن پروژه‌هایی بر روی بوی بیماری‌ها شده و ایجاد حسگرهای بهتر همچون بینی الکترونیکی (e-nose) را به دنبال داشته باشد. به لحاظ مشکلات به‌کارگیری حیوانات در

آزمایشگاه‌ها و احتمال طراحی حسگرهای بوی الکترونیکی، با گذشت زمان استفاده از حیوانات در خصوص تشخیص بو کاهش خواهد یافت.

Marije K. Bomers : به نظر من قدرت بویایی حیوانات در وهله اول برای مقاصد غربالگری مناسب است. در تشخیص سرطان‌های ریه، پروستات و روده روش‌های تشخیص مرسوم از نظر دقت محدودیت دارند و طبیعت مهاجم هم دارند. قابل تصور است که حیوانات با بوییدن ادرار، بازدم یا نمونه مدفوع، تشخیص اولیه را ارائه کنند و سپس با روش‌های تشخیصی (برونکوسکوپی، کولونوسکوپی و ...) تشخیص قطعی محرز گردد. در مناطق کم‌درآمد استفاده از حیوانات در تشخیص بیماری‌ها اگر تعداد نمونه‌ها زیاد باشد، هزینه کمتری را تحمیل خواهد کرد.

متأسفانه علیرغم نتایج امیدوارکننده، بیشتر مطالعات مربوط به حیوانات در آزمایش‌های مستقل تأیید نشده‌اند. یکسان‌سازی نحوه آموزش و انجام تست‌ها چهارچوب محکم‌تری برای استفاده بهینه از این روش منحصربه‌فرد فراهم می‌سازد.

ببینی الکترونیک چیست و چگونه می‌توان از آن در تشخیص بیماری‌ها استفاده کرد؟

Bart Jan Christine Weetjens: من در خصوص بینی الکترونیک تجربه‌ای ندارم اما آنچه که از متخصصین این فن شنیده‌ام این است که چالش بزرگ، داشتن حسگرهای خاص مواد فرار نیست بلکه ایجاد شبکه عصبی است که بتواند ترکیب این مواد را تجزیه و تحلیل و طبقه‌بندی نماید.

Giorgio Pennazza : بینی الکترونیک به سنسورهای گازی اطلاق می‌شود که این عمل را به‌طور الکترونیکی انجام می‌دهند. بجای هزاران حسگر بویایی طبیعی، تعداد کمی حسگر الکترونیک را در یک سلول سنسور قرار می‌دهند. هرکدام از این حسگرها شامل یک ترانسدیوسر و یک ماده شیمیایی می‌باشند. بوی متصاعدشده از نمونه بیمار با ماده شیمیایی ترکیب می‌شود و ایجاد یک تغییر می‌کند که این تغییر ثبت‌شده با نمونه استاندارد مقایسه شده و قضاوت می‌گردد.

Nanne de Boer : بینی انسان قادر به تشخیص یک ماده فرار منفرد نیست، اما می‌تواند یک بوی خاص را که حاصل ترکیب مواد فرار مختلف است تشخیص دهد. این ترکیب را می‌توان با یک بینی الکترونیکی اندازه گرفت و با الگوهای کنترل مقایسه نمود.

بینی الکترونیکی هم نمی‌تواند یک ماده فرار را به‌تنهایی تشخیص دهد؛ این کار مستلزم تجهیزات پرهزینه می‌باشد اما می‌تواند یک رایحه ترکیبی را شناسایی کند، بنابراین چنانچه یک نمونه بیمار بوی خاصی تولید کند قابل‌شناسایی با این دستگاه است، به‌عنوان مثال در بیمارانی که دچار تنگی نفس و سرفه هستند بررسی بازدم به‌وسیله بینی الکترونیکی می‌تواند به تشخیص سریع سرطان یا پنومونی منجر گردد. بنظر می‌رسد که بینی الکترونیکی وسیله مناسبی برای غربالگری سرطان روده هم باشد.

Marije K. Bomers : بینی الکترونیکی برای تقلید از سیستم بویایی طراحی شده است. همانطور که قبلاً گفته شد با استفاده از حسگرهای خاصی که دارد می‌تواند مخلوطی از گازهای فرار را شناسایی کند. بعضی دستگاه‌ها از تکنیک‌های شبه GC-MS کمک می‌گیرند ولی دستگاه‌های مرسوم بیشتر به تمایل گاز به اتصال با ترکیب خاص مبتنی هستند.

کارآیی بینی الکترونیک به‌ویژه در تشخیص بدخیمی‌ها و بیماری‌های ریوی به‌طور روزافزون در حال ارزیابی و بررسی است.

از مهم‌ترین اشکالات این دستگاه خروج حسگر از کالیبراسیون و فقدان مطالعات تأییدکننده است، اما مزیت آشکار آن ماهیت غیرتهاجمی دستگاه در تشخیص می‌باشد و در مقایسه با بویایی حیوانات، تکرارپذیری و عدم وابستگی به حرارت و الزامات بیولوژیک از مزایای دیگر دستگاه بینی الکترونیک بشمار می‌آید. در نهایت بر ضرورت تحقیقات و سرمایه‌گذاری بیشتر در این زمینه تأکید می‌کنم.

این مقاله ترجمه ای است از:

**Animal Olfactory Detection of Disease:
Promises and Pitfalls**

Moderators: Tracy Teodoro-Morrison, Eleftherios P. Diamandis, and Nader Rifai
Experts: Bart Jan Christiane Weetjens, Giorgio Pennazza, Nanne K. de Boer, and
Marije K. Bomers

Clinical Chemistry 60:12

1473–1479 (2014)