



**KUVA.** Voisiko Uuno tulevaisuudessa olla isäntänsä apuna myös töissä?

Tuomas Klockars

## Diagnostiikkakoirat – utopiaa vai hyödyntämätön mahdollisuus?

Koiran hajuaistin on arvioitu olevan jopa 100 000 kertaa herkempi kuin ihmisen. Koiran hajuaistia hyödyntävät eri viranomaiset, mutta koirien lääketieteellinen hyödyntäminen on vähäistä. Sairaus aiheuttaa kehossa aineenvaihdunnallisia muutoksia, joiden tunnistamiseen voitaisiin mahdollisesti käyttää koulutettuja koiria. Viime vuosina on julkaistu lupaavia tutkimuksia diagnostiikkakoirien käytöstä esimerkiksi syöpien tai mikrobilääkeripulin tunnistamisessa.

**K**oira (*Canis lupus familiaris*) kesyyntyi noin 15 000 vuotta sitten, ja siitä saakka sitä on käytetty mitä erilaisimmissa tehtävissä. Vuosituhansien aikana koirarotuja on jalostettu esimerkiksi metsästyksen, jäljittämiseen, sotimiseen, juoksemiseen tai ihan vain näyttelyihin ja seuralaiseksi. Monia jalostettuja ominaisuuksia hyödynnetään niin harraste- kuin ammattikäytössäkin.

Koiria on koulutettu myös kuntouttaviin lääketieteellisiin tarkoituksiin. Näkövammaisten opaskoiria ja liikuntavammaisten avustajakoiria on käytetty Euroopassa kohta vuosisadan ajan. Niin sanottu kuulokoira koulutetaan reagoimaan ääniin, joita sen huonokuuloinen tai kuuro omistaja ei kuule. Kuulokoira ilmaisee sille opetetut äänet (esimerkiksi puhelin, palohälytin, herätyskello) omistajalleen fyysisellä kontaktilla.

Koiran hajuaistin on arvioitu olevan jopa 100 000 kertaa herkempi kuin ihmisen ja sen hajuepiteelin aistinsolujen määrän olevan 20–40-kertainen ihmiseen verrattuna (1). Tämä selittyy anatomisilla ja toiminnallisilla eroilla – koiran hajuepiteeli levittyy huomattavasti ihmisen vastaavaa laajemmalle alalle, ja koiralla on hajuepiteeliä jopa nenäontelon kuorikkoalueella. Koiralla on myös yli 1 000 hajureseptorigeeniä, kun ihmisellä on niitä 600–900. Lisäksi koiran hajureseptorigeneistä vain viidennes on toimimattomia, kun taas ihmisillä näitä niin sanottuja valegenejä on noin puolet (2).

Tunnetuin koiran hajuaistin hyödyntäjä Suomessa on todennäköisesti Tulli. Tullikoiria käytetään raja-asemilla, satamissa ja lentokentillä. Tullikoira tunnistaa huumeita tai merkittäviä savuke- tai rahakuljetuksia hajuaistinsa avulla. Uusista teknisistä apuvälineistä huolimatta käytännössä parhaiten toimii edelleen huumausaineiden etsintään koulutettu koira. Huumekoirien avulla paljastuukin merkittävä osa tullilaitoksessa selvitetyistä huumausainerikoksista ([www.tulli.fi](http://www.tulli.fi)). Tullin lisäksi niin sanottuja virkakoiria hyödyntävät poliisi, puolustusvoimat ja rajavartiolaitos. Palvelus- ja pelastuskoiria käytetään esimerkiksi kadonneiden etsintään.

Edellä mainittujen virkakoirien lisäksi koiran hajuaistia on hyödynnetty myös suurelle yleisölle tuntemattomammassa tehtävässä. Hyötykoiria on koulutettu tunnistamaan hajun perusteella esimerkiksi elävää kudosta syöviä karpäsiä (*Cochliomyia hominivorax*), luteita (*Cimex lectularius*), tulimuurahaisia (*Solenopsis invicta*), syyhypunkkeja (*Sarcoptes scabiei*) ja lehmien kiimaa sylkinäytteistä (3–7).

### Voisiko koira hyödyntää tautien diagnosoinnissa?

Sairaus, on se sitten esimerkiksi syöpä, diabetes tai infektio, aiheuttaa kehossa aineenvaihdunnallisia muutoksia. Nämä biokemialliset muutokset johtavat poikkeavien tai lisääntyneiden

aineenvaihduntatuotteiden muodostumiseen verenkiertoon, hengitysilmaan, iholle ja eriteisiin. Näiden aineenvaihdunnan muutoksien haistamiseen perustuu ajatus koirien käytöstä tautien diagnosoinnissa. Esimerkiksi niin sanottu hypokoira (tai diabeteskoira) tunnistaa omistajan ihon hajun perusteella verenglukoosipitoisuuden vaaralliset vaihtelut ja varoittaa niistä. Tieteellinen näyttö hypokoirien hyödyistä on vähäistä, ja sitä voidaan ainakin jossain määrin pitää subjektiivisena. Hypokoiran omistajien verenglukoosiarvojen vaihtelun on kuitenkin todettu vähentyneen koiran hankkimisen jälkeen. Lisäksi myös tajuttomuuskohtauksien ja hätäkeskussoittojen on todettu vähentyneen koiran ansiosta (8). Lisäksi koirien on todettu erottavan laboratorio-olosuhteissa normo- ja hypoglykemisen hikinäytteen toisistaan (9).

Vuonna 1989 Lancet-lehdessä kirjoitettiin koirasta, joka oli reagoinut omistajansa ihomuutokseen. Koira oli osoittanut jatkuvaa huomiota alaraajan luomeen ja yrittänyt jopa järsiä sitä pois. Omistaja oli huolestuneena ottanut yhteyttä lääkäriinsä, muutos oli poistettu ja diagnoosiksi paljastui melanooma (10). Sattumaa, herkullinen tarina vai lääketieteen ihmeitä, kuka tietää? Tapausselostuksen jälkeen on kuitenkin julkaistu useita vastaavia tapauksia. Asiaa on sittemmin tutkittu myös tieteellisemmin.

Valtaosa diagnostiikkakoiria koskevista tutkimuksista on keskittynyt syöpään, josta julkaistuja tutkimuksia on kymmenkunta. Kuten aina, näissäkin tutkimuksissa on paljon muuttujia. Kysymyksenasettelu on erilainen eri tutkimuksissa, ja esitettyihin tuloksiin pitää suhtautua varauksella. Tulokset ovat kuitenkin olleet lupaavia: parhaimmillaan on saatu yli 90 %:n herkkyksiä ja tarkkuuksia niin keuhko-, rinta-, suoli-, munasarja- kuin eturauhassyöpätutkimuksissakin (**TAULUKKO**) (11–19). On kuitenkin olemassa myös tutkimus, jossa koira ei ollut sattumaa parempi rinta- tai eturauhassyövän diagnosoinnissa (1).

Koiran kyky tunnistaa syöpä vaikuttaisi olevan elin- tai syöpäkohtaista, eikä yleisen ”syöpäkoiran” kouluttaminen liene mahdollista. Esi-

merkiksi munasarjasyövän tunnistava koira ei tunnistanut muita gynekologisia syöpiä, mutta kylläkin erilaisia histologisia munasarjasyöpiä (20). Näytteinä syöpätutkimuksissa on käytetty kudosta, virtsaa, uloshengitysilmaa ja verta, eikä näytteen tyyppillä vaikuttaisi olevan suurta-

**Haastan kaikki artikkelin lukijat miettimään omalta alaltaan ideaalista tautia diagnostiikka-koirille ja otan mielelläni ehdotuksia sähköpostiini.**

kaan merkitystä tunnistamiseen. Näytteenotto, säilytys ja itse diagnosointitapahtuma vaativat kuitenkin erityishuomiota ja voivat osaltaan selittää tulosten kirjjon. Mahdollista kontaminaatiota on hankala osoittaa, ja kaikki tämänkaltaiset häiriötekijät voivat vaikuttaa diagnostiikkaan. On saatu viitteitä siitä,

että esimerkiksi virtsanäytteen kuivattaminen (helpottaisi kuljetusta, säilytystä ja varastointia) myös vähentää diagnostiikan tarkkuutta (12). Lisäksi esimerkiksi pakastaminen muuttaa merkittävästi esimerkiksi veren hajua (21).

Eri syöpien lisäksi koiran käyttöä on tutkittu myös mikrobilääkeripulin aiheuttajan, *Clostridium difficile*n, diagnosoinnissa. *Clostridium*-ripulissa on kertomusten mukaan oma erityinen hajunsa, ja jopa hoitajien kykyä tunnistaa tämä taudinaiheuttaja hajun perusteella on tutkittu. Hoitajat pärjäsivät suhteellisen hyvin, herkkydeksi on saatu 55–82 % ja tarkkuudeksi 77–83 % (22,23). Ei liene yllättävää, että koulutettu beagle pärjäsivät hoitajia paremmin: koira tunnisti kahden kuukauden harjoittelujakson jälkeen *Clostridium difficile*n 100 %:n tarkkuudella ja herkkydellä ulostenäytteistä (50 positiivista ja 50 negatiivista näytettä). Sokkoutetussa etenevässä tutkimuksessa koira tunnisti *Clostridium*-potilaat ”osastokierron” aikana 93 %:n herkkydellä ja 97 %:n tarkkuudella (30 potilasta, 270 verrokkaa) (24).

Suomessa on koirien hajutunnistamisen asiantuntijaviranomaisia etenkin Tullin ja poliisilaitoksen puolella. Huumekoirien koulutus alkoi jo vuonna 1969, ja Tullissa työskentelee nykyään yli 40 koiraa. Viranomaistahojen lisäksi esimerkiksi Varsinais-Suomessa toimii Länsirannikon Koulutus Oy WinNova, joka on järjestänyt hajukoira-koulutusta muutama vuoden ajan ammattitehtäviin tähtääville

**TAULUKKO.** Diagnostiikkakoira syöpätutkimuksissa.

Viite	Sairaus	Näyte	Tapaukset (potilaat/verrokot)	Herkkyys (%)	Tarkkuus (%)
11	Melanooma	Kudosnäyte			
12	Rakkosyöpä	Virtsa	9/54	41	
13	Rintasyöpä	Hengitys	6/17	88	98
14	Peräsuolisyöpä	Hengitys/uloste	33–37/132–148	91/97	99
13	Keuhkosyöpä	Hengitys	55	99	99
15	Munasarjasyöpä	Kudosnäyte/veri	40/200	99/100	97/98
16	Eturauhassyöpä	Virtsa	33	91	91
17	Keuhkosyöpä	Hengitys	60/160	71	93
18	Keuhkosyöpä	Hengitys/virtsa	93	56–76	8–33
19	Eturauhassyöpä	Virtsa	362/540	99	98

koiranomistajille. Erilaisia koulutusmenetelmiä on lukemattomia, eikä niiden tieteellinen vertailu liene mahdollista. Maallikon mielestä ne kaikki perustuvat enemmän tai vähemmän koiran oppimiseen palkitsemisen kautta, Pavlovin tapaan. Koulutuksen kesto vaihtelee julkaisuissa viikoista kuukausiin, ja oppimista pitää myös ylläpitää. Asiantuntemusta maastamme siis kuitenkin löytyy, koska koiran ja koulutuksen kannalta lienee suhteellisen samantekevää, etsiikö se bakteereja vai huumausaineita. Suurempi kysymys on, löytyykö diagnostiikkakoiriin lääketieteellistä kiinnostusta?

Suomessa ei ole vielä liiemmästi kokemusta diagnostiikkakoirien järjestelmällisestä koulutuksesta ja hyödyntämisestä. Ainakin kaksi tutkimusryhmää on kuitenkin aloittanut Suomessa diagnostiikkakoirien tutkimisen. Oma ryhmämme on aloittanut lasten virtsatietulehduksista, lisäksi suhteellisen paljon huomiota julkaisuudessa on saanut dosentti Anna Hielm-Bjökmanin ja Suomen Hajuerotteluyhdistyksen syöpätutkimus.

## Mikä koira? Entä muut eläimet?

Lääketieteellisissä julkaisuissa koulutettujen koirien ikä on vaihdellut suuresti eikä optimaalista koulutus- tai työskentelyikä ole tutkittu. Tullissa koiran alustava kouluttaminen aloitetaan noin seitsenviikkoisena. Vuoden ikäisenä pentu on valmis varsinaiseen koulutukseen, ja puolitoistavuotiaana koira voidaan ottaa

työtehtäviin. Eläkkeelle tullikoira pääsee noin 8–10-vuotiaana.

Periaatteessa useimmat koirarodut soveltuvat koulutettavaksi diagnostiikkakoiriksi. Koirien palvelushalukkuudessa ja oppimiskyvyssä on kuitenkin merkittäviä eroja rotujen ja yksilöiden välillä. Lisäksi anatomisilla tekijöillä, kuten kirsun tai kuonon koolla ja muodolla, voi olla merkitystä hajujen tunnistamiselle. Lääketieteellisissä julkaisuissa on käytetty muun muassa snautsereita, noutajia, vesikoiria, malinoiseja, perhoskoiria ja sekarotuisiakin. Parasta diagnostiikkakoirarotua ei ole tieteellisesti tutkittu. Löytyy kuitenkin yksi tutkimus, jossa verrattiin kolmen eri rodun edustajien (mopsi, saksanpaimenkoira ja vinttikoiria) hajuerottelukykyä. Tutkijoiden yllätykseksi voittajaksi selviytyi tylppäkuonoinen mopsi ja ennakkosuosikki saksanpaimenkoira jäi toiseksi. Koirarotujen erilaisista luonteista kertoo myös, että yhdeksän vinttikoiraa kymmenestä ei motivoitunut tarpeeksi, jotta niiden hajuerottelua olisi pystytty arvioimaan (25).

Koira parempiakin hajuapulaisia on tarjolla: pussirottia on käytetty menestyksekkäästi etsimään maamiinoja Afrikassa, sikoja käytetään tryffeleiden etsimiseen ja Yhdysvaltain armeija on tietävästi kouluttanut jopa mehiläisiä haistamaan räjähteitä. Kamelien kerrotaan haistavan vettä aavikolta jopa 75 kilometrin päästä, mikä perustuu vesiperäisten bakteerien ominaisuuteen (26). Afrikkalaisia savanniamstrajaarottia (*Cricetomys gambianus*) on

opetettu tunnistamaan tuberkuloosibakteereita, ja saatuja tuloksia on raportoitu useammassakin tutkimuksessa. Analysoituja potilasnäytteitä on tuhansia, ja herkkyys on ollut 70–100 %. Vääriä positiivisia tuloksia rotat saavat alle 10 %. Siinä missä mikroskoopilla pystytään analysoimaan 20–40 näytettä päivässä, tutkimusryhmän 12 rottaa tarkasti samassa ajassa 1 680 näytettä (27).

## Pohdintaa

Huolimatta rottien ja kameleiden menestyksestä koira lienee lääkärin paras ystävä myös tulevaisuuden diagnostiikkaeläimiä koulutettaessa. Koirat ovat suhteellisen helppoja koulutettavia, ne ovat sosiaalisesti hyväksyttäviä, ja niiden diagnostiikkasuorite on nopea ja tehokas. Lisäksi koiran halu miellyttää omistajaansa on arvokas, vaikkakin joskus ylenkatsottu, ominaisuus. Koiraa voi ajatella eräänlaisena neljällä tassulla kulkevana kaasukromatografialaitteena, josta ohjaaja saa myös mukavan seuralaisen työajan ulkopuolelle.

Millainen olisi ihanteellinen tauti diagnostiikkakoiralle? Koiran koulutusta ajatellen taudin tulisi olla selkeä ja yksiselitteinen. Näytteen tulisi olla helposti ja kajoamattomasti saatavilla (esimerkiksi virtsa, ulosteet, sylki, hengitysilma). Lääketieteellisen hyödyn pitäisi luonnollisesti olla mahdollisimman suuri ja potilasmäärien riittäviä. Diagnoosille pitää olla varmistava tutkimus (niin sanottu kultainen standardi) ja mielellään myös hoito. Diagnostiikkakoiran suurin etu lienee sen nopeus – diagnoosi tulee käytännössä sekunneissa. Koira soveltuneekin parhaiten eräänlaiseksi seulontatyökaluksi tauteihin, joissa nykyinen diagnostinen viive on pitkä tai resurssija vaativa ja joiden hoito olisi hyvä aloittaa mahdollisimman nopeasti. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi erilaiset syövät, tuberkuloosi tai muut infektiot, joissa patologian tutkimukset tai patogeenin osoitukset vievät

aikaa. Tai vaikkapa uniapnea, jossa unirekisteröinti on suhteellisen kallis tutkimusmenetelmä taudin yleisyyteen nähden. Katastrofialueilla ja kehitysmaissa esimerkiksi koleran (*Vibrio cholerae*) tai malarian (*Plasmodium falciparum*) tunnistava koira voisi säästää lukemattomia ihmishenkiä. Haastan kaikki artikkelin lukijat miettimään omalta alaltaan ideaalista tautia diagnostiikkakoirille ja otan mielelläni ehdotuksia sähköpostiini.

Todennäköisesti suurin este koiran hyödyntämiseksi lienevät lääkärikunnan ennakkoluulot ja vastustus. Eläimen hyödyntäminen diagnostiikassa kuulostanee liian erikoiselta, jotta se saavuttaisi merkittävää roolia terveydenhuollossa. Puhtaasti tieteellisen näytön perusteella eläinten hajuainin hyödyntämisessä vaikuttaisi kuitenkin olevan merkittäviä mahdollisuuksia.

## Lopuksi

Internetin aikakaudella tieto diagnostiikkakoirista on jo saavuttanut erilaiset ammatinharjoittajat ja koiraharrastajat. Tämänkin artikkelin löytää lääkäreiden lisäksi joukko koiraharrastajia, jotka rupeavat miettimään koiran kouluttamista hyödyn, hovin tai rahan vuoksi. Ajatus diagnostiikkakoirasta on niin kiehtova, että pidän todennäköisenä, että alalle tulee tulevaisuudessa monenlaista yrittäjää. Lääketieteellisen diagnostiikan tulee kuitenkin pysyä terveydenhuollon ammattilaisten käsissä, ja viranomaisten tulisi tarkkailla diagnostiikan laatua. Kaiken lääketieteellisen diagnostiikan perustana tulisi olla tutkimusnäyttö, riittävä laadunvalvonta ja lääketieteellinen ymmärrys. Jos viime vuosien tutkimustulokset pystytään toistamaan ja epäilijät saadaan vakuuttuneiksi, saattaa tulevaisuuden pikadiagnostiikka olla hyvinkin erilaista kuin nykyään. Kuka tietää, ehkä sairaaloissa on ensi vuosikymmenellä useampiakin koiranvirkoja. ■

\* \* \*

HYKS:n diagnostiikkakoiratutkimus on saanut apurahoja Päivikki ja Sakari Sohlbergin säätiöltä ja Finska Läkaresällskapetilta.

## KIRJALLISUUTTA

1. Gordon RT, Schatz CB, Myers LJ, ym. The use of canines in the detection of human cancers. *J Altern Complement Med* 2008;14:61–7.
2. Quignon P, Rimbault M, Robin S, Galibert F. Genetics of canine olfaction and receptor diversity. *Mamm Genome* 2012;23:132–43.
3. Welch JB. A detector dog for screwworms (Diptera: Calliphoridae). *J Econ Entomol* 1990;83:1932–4.
4. Pfister M, Koehler PG, Pereira RM. Ability of bed bug-detecting canines to locate live bed bugs and viable bed bug eggs. *J Econ Entomol* 2008;101:1389–96.
5. Lin HM, Chi WL, Lin CC, ym. Fire ant-detecting canines: a complementary method in detecting red imported fire ants. *J Econ Entomol* 2011;104:225–31.
6. Alasaad S, Permuanian R, Gakuya F, Mutinda M, Soriguer RC, Rossi L. Sarcocystis detector dogs used to identify infected animals during outbreaks in wildlife. *BMC Vet Res* 2012;8:110.
7. Fischer-Tenhagen C, Tenhagen BA, Heuwieser W. Short communication: Ability of dogs to detect cows in estrus from sniffing saliva samples. *J Dairy Sci* 2013;96:1081–4.
8. Rooney NJ, Morant S, Guest C. Investigation into the value of trained glycaemia alert dogs to clients with type I diabetes. *PLoS One* 2013;8:e69921.
9. Hardin DS, Anderson W, Cattet J. Dogs can be successfully trained to alert to hypoglycemia samples from patients with type 1 diabetes. *Diabetes Ther* 2015;6:509–17.
10. Williams H, Pembroke A. Sniffer dogs in the melanoma clinic? *Lancet* 1989;1:734.
11. Pickel D, Manucy GP, Walker DB, Hall SB, Walker JC. Evidence for canine olfactory detection of melanoma. *Appl Anim Behav Sci* 2004;89:107–16.
12. Willis CM, Church SM, Guest CM, ym. Olfactory detection of human bladder cancer by dogs: proof of principle study. *BMJ* 2004;329:712.
13. McCulloch M, Jezierski T, Broffman M, Hubbard A, Turner K, Janecki T. Diagnostic accuracy of canine scent detection in early- and late-stage lung and breast cancers. *Integr Cancer Ther* 2006;5:30–9.
14. Sonoda H, Kohnoe S, Yamazato T, ym. Colorectal cancer screening with odour material by canine scent detection. *Gut* 2011;60:814–9.
15. Horvath G, Andersson H, Nemes S. Cancer odor in the blood of ovarian cancer patients: a retrospective study of detection by dogs during treatment, 3 and 6 months afterward. *BMC Cancer* 2013;13:396.
16. Cornu JN, Cancel-Tassin G, Ondet V, Girardet C, Cussenot O. Olfactory detection of prostate cancer by dogs sniffing urine: a step forward in early diagnosis. *Eur Urol* 2011;59:197–201.
17. Ehmann R, Boedeker E, Friedrich U, ym. Canine scent detection in the diagnosis of lung cancer: revisiting a puzzling phenomenon. *Eur Respir J* 2012;39:669–76.
18. Amundsen T, Sundström S, Buvik T, Gederaas OA, Haavestad R. Can dogs smell lung cancer? First study using exhaled breath and urine screening in unselected patients with suspected lung cancer. *Acta Oncol* 2014;53:307–15.
19. Taverna G, Tidu L, Grizzi F, ym. Olfactory system of highly trained dogs detects prostate cancer in urine samples. *J Urol* 2015;193:1382–7.
20. Horvath G, Järverud GA, Järverud S, Horváth I. Human ovarian carcinomas detected by specific odor. *Integr Cancer Ther* 2008;7:76–80.
21. Forbes SL, Rust L, Trebilcock K, Perrault KA, McGrath LT. Effect of age and storage conditions on the volatile organic compound profile of blood. *Forensic Sci Med Pathol* 2014;10:570–82.
22. Johansen A, Vasishta S, Edison P, Hosein I. Clostridium difficile associated diarrhoea: how good are nurses at identifying the disease? *Age Ageing* 2002;31:487–8.
23. Burdette SD, Bernstein JM. Does the nose know? The odiferous diagnosis of Clostridium difficile-associated diarrhea. *Clin Infect Dis* 2007;44:1142.
24. Bomers MK, van Agtmael MA, Luik H, van Veen MC, Vandenbroucke-Grauls CM, Smulders YM. Using a dog's superior olfactory sensitivity to identify Clostridium difficile in stools and patients: proof of principle study. *BMJ* 2012;345:e7396.
25. Hall NJ, Glenn K, Smith DW, Wynne CD. Performance of Pugs, German Shepherds, and Greyhounds (*Canis lupus familiaris*) on an odor-discrimination task. *J Comp Psychol* 2015;129:237–46.
26. Teodoro-Morrison T, Diamandis EP, Rifai N, ym. Animal olfactory detection of disease: promises and pitfalls. *Clin Chem* 2014;60:1473–9.
27. Weetjens BJ, Mgode GF, Machanqu RS, ym. African pouched rats for the detection of pulmonary tuberculosis in sputum samples. *Int J Tuberc Lung Dis* 2009;13:737–43.

## TUOMAS KLOCKARS, dosentti, kliininen opettaja, erikoislääkäri

Helsingin yliopisto ja HYKS:n korva-, nenä ja kurkkutautien klinikka  
HYKS Pää- ja kaulakeskus  
tuomas.klockars@hus.fi

## SIDONNAISUDET

Ei sidonnaisuuksia

### SUMMARY

#### Dogs as a diagnostic tool – utopian dream or unexploited possibility?

The dog's sense of smell has been estimated to be as much as 100 000 times more sensitive than that of man. While the dog's sense of smell is utilized by various authorities, medical exploitation of dogs is scarce. A disorder causes in the body metabolic changes, which could possibly be detected by using trained dogs. Promising studies have been published in recent years about the use of diagnostic dogs in identifying cancers or antibiotic-associated diarrhea, for example.