

Emergence of parasites
in the changing European
environment: example of
heartworm from Hungary

Short secondary communication

Bacsadi Árpád¹
Tolnai Zoltán²
Papp Attila¹
Szeredi Levente²
Tóth Gergely²
Sproch Ágnes²
Nemes Csaba³
Imre Viktória³
Széll Zoltán²
Sréter Tamás^{2*}

1. NÉBIH Állat-egészségügyi
Diagnosztikai Igazgatóság
4031 Debrecen, Bornemissza u. 3-7.

2. NÉBIH Állat-egészségügyi
Diagnosztikai Igazgatóság
Budapest

3. NÉBIH Állat-egészségügyi
Diagnosztikai Igazgatóság
Kaposvár

* e-mail: SreterT@nebih.gov.hu

PARAZITOLÓGIA

Paraziták terjedése a változó európai környezetben: a szívféreg példája hazánkból

Rövidített másodközlés*

ÖSSZEFOGLALÁS

Európában a szívféreg (*Dirofilaria immitis*) terjedése volt megfigyelhető a Földközi-tenger térségéből a kontinens északi és keleti része felé az utóbbi évtizedekben. Hazánkat 2007-ig, az első autochton kutya fertőzöttség megállapításáig nem tekintették szívféreg endémiás országnak. A szerzők retrospektív (2001–2015) és periódus prevalencia (2013–2015) vizsgálataik során autochton szívférgességet mutattak ki hazánk nyolc megyéjében összesen 27 kutyában ($n = 2622$), 23 vörös rókéban (*Vulpes vulpes*) ($n = 937$) és 2 aranyakálban (*Canis aureus*) ($n = 27$). Az időbeli lefolyás vizsgálata alapján a *D. immitis* 2007-ben telepedhetett meg hazánkból, és előfordulási gyakoriságának, valamint földrajzi elterjedtségének szignifikáns növekedése volt megfigyelhető napjainkban. Mivel a *D. immitis* előfordulását a hőmérséklet jelentősen befolyásolja, így a parazita megtelepedésére hazánkból az Alföld éghajlata a legalkalmasabb. Vizsgálataik alapján az Alföld napjainkban egy *D. immitis* endémiás régió, ahol a parazita előfordulási gyakorisága hasonló volt kutyákban (4,6%) és vörös rókákban (4,5%). A szívférgesség és az aranyakálok kelet-európai és hazai földrajzi elterjedtségének növekedését és annak időbeli lefolyását összevetve úgy tűnik, hogy a globális felmelegedésen túl az aranyakál természetvédelmi intézkedéseknek köszönhetően növekvő populációja is jelentős szerepet játszhat a *D. immitis* terjedésében.

SUMMARY

Europe has experienced the spreading of heartworm (*Dirofilaria immitis*) from the Mediterranean countries towards the northern ones in the past decades. Hungary was not considered to be a heartworm endemic country until 2007, when the first autochthonous canine infections were described. On the basis of our retrospective (2001–2015) and period prevalence studies (2013–2015), autochthonous heartworm infection was detected in 27 dogs ($n = 2622$), 23 red foxes (*Vulpes vulpes*) ($n = 937$) and 2 golden jackals (*Canis aureus*) ($n = 27$) coming from eight counties. The time course analysis indicates that the parasite established in Hungary in 2007, and a significant increase of the prevalence and expansion of the geographic range of the parasite could be observed until 2015. As temperature is one of the major determinants of the distribution of *D. immitis*, the climate of the Great Hungarian Plain is the most suitable region for the establishment of *D. immitis* in Hungary. Our studies revealed that the Great Hungarian Plain is currently a *D. immitis* endemic region where the prevalence was similar in dogs (4.6%) and foxes (4.5%). The comparison of the time course of expansion of golden jackals and heartworms in Eastern Europe suggests that besides global warming, nature conservation efforts resulting in the population increase of these reservoir hosts might also have played a significant role in the spreading of *D. immitis* in this region of Europe.

* Az eredeti közlemények a *Veterinary Parasitology* folyóiratban jelentek meg 2014-ben (203. 339–342) és 2016-ban (220. 83–86).

A hőmérséklet és a kutyafélék szívférgességének előfordulása között szoros összefüggés van. A *Dirofilaria immitis* hazai előfordulásával kapcsolatos eredményeink alátámasztják a közelmúltban kifejlesztett, éghajlat alapú előrejelzési modell prognózisát. A fertőzöttség időbeli lefolyásának vizsgálata megerősítette azt, hogy a *D. immitis* terjed hazánkban.

A *Dirofilaria immitis* okozta szívférgesség leggyakrabban kutyában, ritkábban macskában és vadászgörényben fordul elő

A *D. immitis* (Nematoda: Onchocercidae) okozta szívférgesség a háziállatok közül leggyakrabban kutyában, ritkábban macskában és vadászgörényben fordul elő, de több vadonélő ragadozó rezervoár gazdája is ismert Európában (4, 8, 13). A kifejlett férgeknek és véráramba kerülő antigénjeiknek tulajdoníthatóan a szívférgesség súlyos, akár végzetes kimenetelű kardiopulmonális betegséget okozhat a végleges gazdáknak (4, 13). Számos szúnyogfaj alkalmas vektora a parazitának (8). A fertőzött szúnyogok emberen való vérszívásakor aberráns *D. immitis* fertőzöttség alakulhat ki a bőr alatt, a szemben vagy a tüdőben (8, 15). A szívférgesség világszerte számos trópusi, szubtrópusi és mérsékelt égövi régióban fekvő országban előfordul (8, 13). Európában a *D. immitis* főként a mediterrán térség országaiban (Spanyolország, Portugália, Franciaország, Olaszország, Görögország és Törökország) ismert (5). Ezek az államok a kontinens történelmileg endémiás régiójának tekinthetők. Újabb vizsgálatok a parazita terjedéséről számoltak be Európában (3, 5, 6). Kelet-Európában Bulgária, Horvátország, Románia és Szerbia endémiás országnak tekinthető, míg sporadikus autochton esetekről számoltak be Csehországban, Szlovákiában és hazánkban (4).

Közleményünk célja retrospektív és periódus prevalenciavizsgálataink eredményei alapján a *D. immitis* hazai elterjedtségével, az azt befolyásoló tényezőkkel, valamint a parazita időbeli terjedésével kapcsolatos ismeretek összefoglalása.

ANYAG ÉS MÓDSZER

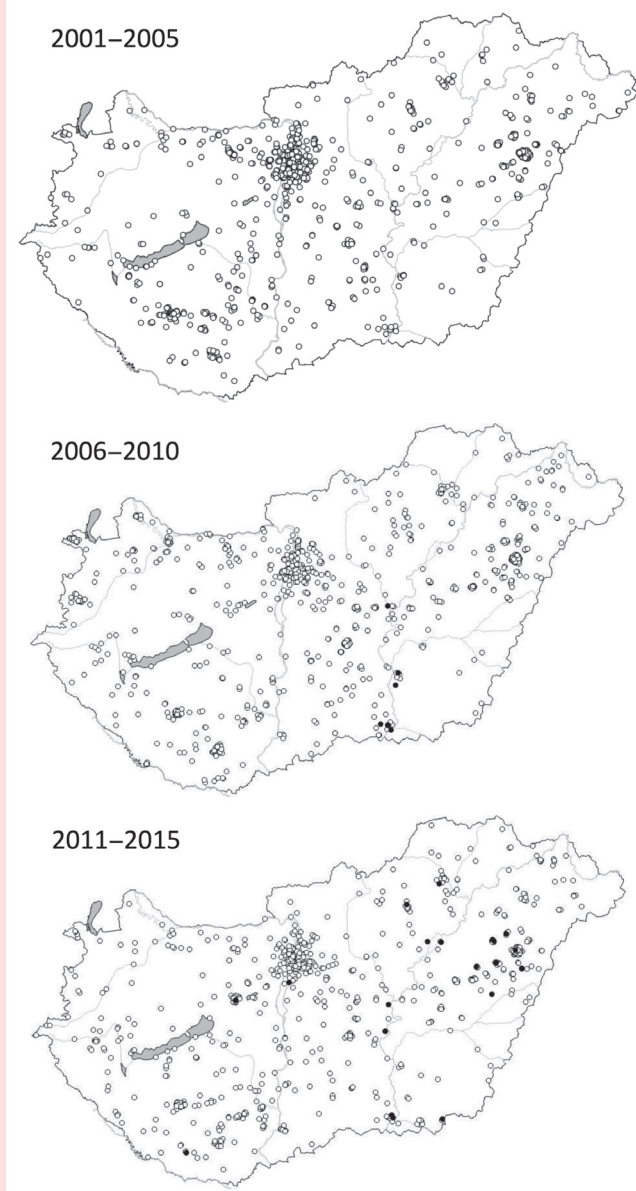
Az *Echinococcus multilocularis* és a *Trichinella*-fajok hazai előfordulásával kapcsolatos felmérő vizsgálatokkal párhuzamosan a becsült vörösróka-populáció több mint 1%-ára ($n = 937$) kiterjedő felmérő vizsgálatot hajtottunk végre minden megyében a *D. immitis* fertőzöttség vizsgálatának céljából 2013 novembere és 2014 júniusa között. A laboratóriumunkba 2007 és 2015 között beküldött összes aranysakál (*Canis aureus*) hullát ugyancsak ($n = 27$) megvizsgáltuk szívféreg-fertőzöttségre. Az állatorvosi rendelők és a tulajdonosok által a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Állat-egészségügyi Diagnosztikai Igazgatóság központi és regionális laboratóriumaiba 2001 és 2015 beküldött 2622 kutyahulla kórbonctani jegyzőkönyveit dolgoztuk fel szívférgesség szempontjából. A laboratóriumok standard kórboncolási protokollja szerint a szívet, a tüdőartériát, valamint a felső és az alsó üres vénát felvagtuk, és szabad szemmel vizsgáltuk. A szívben talált parazitákat morfológiájuk és méretük alapján határoztuk meg. A kutyák származási helyét, klinikai tüneteit, kórbonctani eredményét és a szívféreg-fertőzöttség súlyosságát feljegyeztük. A fertőzött kutyák esetleges külföldön való tartózkodásáról

2013–2015



1. ÁBRA. A nem fertőzött (üres szimbólumok) és a *Dirofilaria immitis* fertőzött vörös rókok (*Vulpes vulpes*) (fekete körök) és aranysakálok (*Canis aureus*) (fekete háromszögek) származási helyei hazánk térképén

FIGURE 1. Map of Hungary showing uninfected (open symbols) and *Dirofilaria immitis* infected red foxes (*Vulpes vulpes*) (filled circles) and golden jackals (*Canis aureus*) (filled triangles)



2. ÁBRA. A nem fertőzött (üres körök) és a *Dirofilaria immitis* fertőzött (fekete körök) kutyák származási helyei hazánk térképén a három vizsgálati időszak során

FIGURE 2. Map of Hungary showing uninfected (open circles) and *Dirofilaria immitis* infected (filled circles) dogs in the three study periods

és tartási körülményeiről a tulajdonosok telefonos megkeresése során kaptunk információt. Autochton fertőzésnek tekintettük azokat az eseteket, ahol a kutya hazánkban született és külföldön nem járt.

EREDMÉNYEK

SZILVATIKUS CIKLUS

Szívférgességet nyolc megyéből (Baranya, Békés, Borsod-Abaúj-Zemplén, Csongrád, Hajdú-Bihar, Heves, Jász-Nagykun-Szolnok, Pest) származó 23 rókában (2,5%; 95% CI = 1,6–3,7%) állapítottunk meg (1. ábra). *D. immitis* fertőzöttséget 27 aranysakál vizsgálatával két, Fejér és Heves megyéből származó egyedben mutattunk ki (vö. 1. ábra). A rókák fertőzöttségének intenzitása alacsony szintű volt ($m \pm SE = 1,5 \pm 0,2$; 1–5 féreg/állat). Egy, a tüdőartériából gyűjtött egyedben kívül az összes féreg a szív bal kamrájában élősködött. Mikrofiláriákat sem a fertőzött gazdák véréből, sem a nőstény férgek uterusából nem tudtunk kimutatni.

SZÜNANTRÓP CIKLUS

D. immitis fertőzöttséget a 2001 és 2005 között boncolt 975 kutya kórbonctani vizsgálata során nem állapítottunk meg (2. ábra). A parazita előfordulását 877 vizsgált kutya közül hatban mutattuk ki 2006 és 2010 között (vö. 2. ábra). Bár az előfordulási gyakoriság kicsi volt (0,7%; 95% CI = 0,3–1,5%) és a fertőzöttség előfordulását csak két megyében állapítottuk meg a második vizsgálati periódusban, a prevalencia szignifikánsan nőtt ($p < 0,05$) az első és a második vizsgálati periódus között. Szívfergeket a 2011 és 2015 között boncolt 770 kutyából 21-ben (2,7%; 95% CI = 1,8–4,1%) találtunk (vö. 2. ábra, 1. táblázat). Az előfordulási gyakoriság a második és a harmadik vizsgálati periódus között szignifikáns mértékben ($p < 0,005$) nőtt, és hét további megyében állapítottuk meg a parazita előfordulását 2011 és 2015 között (vö. 1. táblázat). A *D. immitis* előfordulási gyakoriságában az Alföld és hazánk más régiói között szignifikáns különbség ($p < 0,0005$) volt 2006 és 2015 között. A kutyák fertőzöttsége kilenc esetben enyhe vagy közepes szintű volt (1–15 féreg/kutya), és nem a parazita volt a felelős az elhullásért (vö. 1. táblázat). A 18 súlyosan fertőzött kutyából azonban 11 elhullását valószínűleg a szívférgesség okozhatta, mert más kórokozót nem sikerült találnunk (vö. 1. táblázat). Az összes fertőzöttség autochton volt, és az összes szívférges kutyát a szabadban tartották.

KÖVETKEZTETÉSEK

Hazánk éghajlata jellemzően kontinentális, meleg és száraz nyár, valamint mérsékelt hideg tél jellemzi. A klímaváltozás és a globális felmelegedés követke-

TÁBLÁZAT. A hazai *Dirofilaria immitis* fertőzött kutyák jellemzői**TABLE.** Features of dogs infected with *Dirofilaria immitis* in Hungary

A boncolás időpontja	Származás	Megye	A fertőzöttség intenzitása*	Halálok volt-e a <i>D. immitis</i> fertőzés?
2007. január	Szolnok	Jász-Nagykun-Szolnok	+++	Nem
2008. március	Szeged	Csongrád	+++	Nem
2009. június	Szeged	Csongrád	+++	Igen
2009. október	Szegvár	Csongrád	+	Nem
2010. február	Szeged	Csongrád	+++	Igen
2010. december	Szentes	Csongrád	+++	Igen
2011. február	Tiszafüred	Jász-Nagykun-Szolnok	+++	Igen
2011. november	Szeged	Csongrád	++	Nem
2012. március	Balmazújváros	Hajdú-Bihar	+++	Nem
2012. április	Hajdúböszörmény	Hajdú-Bihar	+	Nem
2012. április	Bánfa	Baranya	+++	Igen
2012. június	Debrecen	Hajdú-Bihar	+++	Igen
2012. november	Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén	+	Nem
2013. február	Hajdúbagos	Hajdú-Bihar	+++	Nem
2013. június	Csanádpalota	Csongrád	+++	Nem
2013. július	Balmazújváros	Hajdú-Bihar	+++	Igen
2013. december	Szolnok	Jász-Nagykun-Szolnok	+++	Nem
2014. január	Újlőrincfalva	Heves	+	Nem
2014. február	Tiszakécske	Bács-Kiskun	+	Nem
2014. február	Eger	Heves	+	Nem
2014. május	Hajdúszoboszló	Hajdú-Bihar	+++	Igen
2015. március	Szigethalom	Pest	+	Nem
2015. március	Szeged	Csongrád	+++	Nem
2015. július	Nádudvar	Hajdú-Bihar	+++	Igen
2015. augusztus	Hajdúszoboszló	Hajdú-Bihar	+++	Igen
2015. augusztus	Nagyrábé	Hajdú-Bihar	+++	Igen
2015. október	Székesfehérvár	Fejér	+	Nem

* +: < 5 féreg, ++ 5–15 féreg; +++: > 15 féreg

A hőmérséklet és a kutyafélék szívférgességének előfordulása közötti erős pozitív korreláció mutatható ki

A hazai éghajlat mellett évente átlagosan 1–5 szívféreg-generáció alakulhat ki

tében az ország éves átlaghőmérséklete 1–1,3 °C-kal nőtt az elmúlt 30 évben (17). Ez a hőmérséklet-változás a nyári időszakban volt a legintenzívebb, és az Alföld nyári középhőmérséklete a legmagasabb hazánkban. A hőmérséklet és a kutyafélék szívférgességének előfordulása közötti erős pozitív korreláció (5, 6) alapján a hőmérséklet nagyban befolyásolja a *D. immitis* elterjedtségét, így a parazita megtelepedésére hazánkban az Alföld éghajlata a legalkalmasabb. A *D. immitis* hazai előfordulásával kapcsolatos eredményeink alátámasztják a közelmúltban kifejlesztett, éghajlat alapú előrejelzési modell prognózisát (3, 4). A hazai éghajlat mellett évente átlagosan 1–5 szívféreg-generáció alakulhat ki. Bár ez kevesebb, mint a mediterrán térség nagy részére jellemző, 1–10 szívféreg-generáció, hazánk éghajlata lehetővé teszi a *D. immitis* megtelepedését (3, 4).

Hazánkban az első autochton *D. immitis* eseteket Jász-Nagykun-Szolnok megyében írták le 2007-ben

Az éghajlatváltozáson és a globális felmelegedésen túl az aranysakál növekvő populációja is jelentős szerepet játszhat a *D. immitis* földrajzi terjedésében

Kutyák behurcolt *D. immitis* fertőzöttségét több alkalommal is leírták hazánkban (1), autochton szívférgességet azonban nem állapítottak meg 2007-ig (7). Az első autochton *D. immitis* eseteket Jász-Nagykun-Szolnok megyében írták le 2007-ben (7) (vö. 1. táblázat). A parazita 2011-ig kis esetszámmal és csak két alföldi megyében (Csongrád és Jász-Nagykun-Szolnok) fordult elő hazai kutyákban (vö. 1. táblázat). Az ezt követő időszakban az esetszám szignifikáns emelkedése és a parazita földrajzi elterjedtségének növekedése volt megfigyelhető (vö. 2. ábra, 1. táblázat). A fertőzöttség időbeli lefolyásának vizsgálata megerősítette azt, hogy a *D. immitis* terjed hazánkban. A 2011–2015 közötti periódusban az Alföld egy *D. immitis* endémiás régióvá vált, ahol a parazita előfordulási gyakoriságát hasonlóan találtak kutyákban (4,6%; 95% CI = 3,0–7,1%) és vörös rókákban (4,5%; 95% CI = 3,0–6,7%). Sporadikus esetek hazánk más régióiban is előfordulnak (vö. 1–2. ábra) (9), de a kutyák klinikai szempontból jelentős fertőzöttsége elsősorban az Alföldön jellemző (vö. 1. táblázat).

Az időbeli lefolyás vizsgálata alapján a *D. immitis* 2007 körül telepdedhetett meg hazánkban, és előfordulási gyakoriságának, valamint földrajzi elterjedtségének szignifikáns növekedése figyelhető meg napjainkban. Az éghajlatváltozáson és a globális felmelegedésen (5, 6, 11, 13, 16) túl az aranysakál mint rezervoár gazda növekvő populációja is jelentős szerepet játszhat ebben a természetvédelmi intézkedéseknek köszönhetően (10, 12, 14). Az Egyesült Államokban, ahol a prérik farkas (*Canis latrans*) a szívféreg egyik rezervoár gazdája, az európaihoz hasonló járványtani változásokról, azaz a szívférgesség és a rezervoár gazda párhuzamos terjedéséről számoltak be Kaliforniában (2). További vizsgálatok szükségesek a *D. immitis* európai és hazai elterjedtségével és az azt meghatározó tényezőkkel kapcsolatban.

IRODALOM

1. BOROS G. – JANISCH M. – SEBESTYÉN G.: *Dirofilaria immitis* fertőzöttség kutyában. *Magy. Állatorv. Lapja*, 1982. 37. 313–316.
2. BOWMAN, D. D. – ATKINS, C. E.: Heartworm biology, treatment, and control. *Vet. Clin. Small Anim.*, 2009. 39. 1127–1158.
3. GENCHI, C. – RINALDI, L. et al.: Is heartworm really spreading in Europe? *Vet. Parasitol.*, 2005. 133. 137–148.
4. GENCHI, C. – RINALDI, L. – CRINGOLI, G. (eds.): *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in dog and cat and human infections. 2007. *Rolando Editore. Zagreb*, 2011, 1307–1317.
5. GENCHI, C. – RINALDI, L. et al.: Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet. Parasitol.*, 2009. 163. 286–292.
6. GENCHI, C., – MORTARINO, M. et al.: Changing climate and changing vector-borne disease distribution: the example of *Dirofilaria* in Europe. *Vet. Parasitol.*, 2011. 176. 295–299.
7. JACSÓ, O. – MÁNDOKI, M. – MAJOROS, G. – PÉTSCH, M. – MORTARINO, M. – GENCHI, C. – FOK, É.: First autochthonous *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) infection in a dog in Hungary. *Helminthologia*, 2009. 46. 159–161.
8. MCCALL, J. W. – GENCHI, C. et al.: Heartworm disease in animals and humans. *Adv. Parasitol.*, 2008. 66. 193–285.
9. MOLNÁR, V. – PAZÁR, P. – RIGÓ, D. – MÁTHÉ, Á. – FOK, É. – GLÁVITS, R. – VAJDOVICH, P. – JACSÓ, O. – BALOGH, L. – SÓS, E.: Autochthonous *Dirofilaria immitis* infection in a ferret with aberrant larval migration in Europe. *J. Small Anim. Pract.*, 2010. 51. 393–396.
10. NAGY Z. B. – RZEPIEL A. – SZABÁRA Á. – HELTAI M. – CSÁNYI S. – LEHOTZKY P. – ÓZSVÁRI L.: Az aranysakál (*Canis aureus*) magyarországi előfordulása, genetikai térképezésének fontossága és génbankjának felhasználási lehetőségei. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2013. 135. 149–158.
11. OTRANTO, D. – DANTAS-TORRES, F. et al.: Vector-borne helminths of dogs and humans in Europe. *Parasit. Vectors*, 2013. 6. 16.
12. RUTKOWSKI, R. – KROFEL, M. et al.: A European Concern? Genetic structure and expansion of golden jackals (*Canis aureus*) in Europe and the Caucasus. 2015. *PLoS One*, 10, e0141236.
13. SIMÓN, F. – SILES-LUCAS, M. et al.: Human and animal dirofilariasis: the emergence of a zoonotic mosaic. *Clin. Microbiol. Rev.*, 2012. 25. 507–544.
14. SZÉLL, Z. – MARUCCI, G. – POZIO, E. – SRÉTER, T.: *Echinococcus multilocularis* and *Trichinella spiralis* in golden jackals (*Canis aureus*) of Hungary. *Vet. Parasitol.*, 2013. 197. 393–396.
15. TASIĆ-OTAŠEVIĆ, S. A. – TRENKIĆ BOŽINOVIĆ M. S. et al.: Canine and human *Dirofilaria* infections in the Balkan Peninsula. *Vet. Parasitol.*, 2015. 209. 151–156.
16. TATEM, A. J. – ROGERS, D. J. – HAY, S. I.: Global transport networks and infectious disease spread. *Adv. Parasitol.*, 2006. 62. 293–343.
17. WHO: Health effects of climate change, Hungary. 2010. <http://www.who.int>

Közlésre érke.: 2016. márc. 8.