

صلى الله عليه وسلم

بررسی سرواپیدمیولوژیک لپتوسپیروز در گربه های شهرستان مشهد

نگارنده :
محسن مهرآوران

استاد راهنما :
دکتر مسعود طالب خان گروسی

آذرماه ۱۳۸۹

اظهاری نامه

اینجانب محسن الهادی در دوره دکتری آکادمی کارشناسی ارشد رشته مدیریت بازرگانی دانشکده مدیریت دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده رساله/پایان نامه بررسی سبب‌های موفقیت و شکست در بازاریابی در شرکت‌های تولیدی تحت راهنمایی دکتر محمد طالب‌نژاد، استادیار، متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این رساله/پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در رساله/پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه فردوسی مشهد » و یا « Ferdowsi University of Mashhad » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی رساله/پایان نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از رساله/پایان نامه رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله/پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله/پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ امضای دانشجو

۱۹/۹/۲۱

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در رساله/پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

این پایان نامه را تقدیم می کنم به

پدر و مادر عزیزم

که در طی این دوران طولانی و پر مشقت تحصیل

و نیز در تمامی مراحل زندگی ام یار و یاور و

غمخوار من بودند.

تقدیم به

برادر مهربانم

که همیشه راهنما و یاور من بود.

تقدیم به **خواهر عزیزم**.

تقدیم به دوستان و برادران گرامیم

**آقایان دکتر حسام‌الدین حلیمی
و دکتر مهدی شریعتی‌فر**

که تمامی لحظات دوران تحصیل و زندگی خود را در کنار ایشان به سر
بردم.

با قدردانی و سپاس از :

- جناب آقای دکتر مسعود طالب خان گروسی که راهنمایی این پایان‌نامه را پذیرفتند و همواره راهنمای من بودند.
- جناب آقای دکتر غلامرضا عبدالله پور که در به ثمر رسیدن این پایان‌نامه نقش مهمی داشتند.
- جناب آقای دکتر جواد خوش نگاه .
- استاد محترم جناب آقای دکتر محمدرضا باسامی که راهنمایی همیشگی من بودند و هستند.
- کارشناس محترم آزمایشگاه کلینیکال پاتولوژی کلینیک دانشکده دامپزشکی جناب آقای براتی.
- مدیریت محترم و پرسنل پرتلاش واحد های مختلف گاوداری های آستان قدس رضوی و گاوداری کنبیست.
- تمامی دوستان و همکلاسی های خویم که بهترین سالهای عمرم را در کنارشان سپری کردم.

۹	..... مقدمه
۱۱	..... مبانی نظری تحقیق
۱۲	..... ۱-۲- مفاهیم اصلی :
۱۷	..... ۲-۲- اپیدمیولوژی
۱۸	..... ۳-۲- انتقال
۲۳	..... ۴-۲- رخداد و گسترش عفونت
۲۴	..... ۵-۲- آسیب شناسی
۲۸	..... ۶-۲- یافته های بالینی
۳۰	..... ۷-۲- یافته های آزمایشگاهی
۳۲	..... ۸-۲- تشخیص بیماری
	..... ۲-۸-۱-آزمون آگلوتیناسیون میکروسکوپی (MAT) Microscopic
۳۲	..... Agglutination Test
۳۵	..... ۲-۸-۲- الایزا (ELISA)
۳۶	..... ۲-۸-۳- سایر روش های اندازه گیری ایمنی
۳۶	..... ۲-۸-۳-۱- کشت باکتری
۳۸	..... ۲-۸-۳-۲- ارزیابی میکروسکوپی

۳۹	..... Immunodetection-۳-۳-۸-۲
۴۰	..... ردیابی ژنتیکی -۴-۳-۸-۲
۴۱	..... یافته های پاتولوژیک -۹-۲
۴۵	..... درمان -۱۰-۲
۴۸	..... کنترل وریشه کنی لیتوسپیروز -۱۱-۲
۵۰	..... پیشگیری -۱۲-۲
۵۳	..... مروری بر تحقیقات انجام شده
۶۱	..... روش تحقیق
۶۲	..... ۴-۱- مواد و لوازم
۶۲	..... ۴-۲- حیوانات
۶۲	..... ۴-۲-۱- جمعیت آماری
۶۴	..... ۴-۲-۲- خونگیری و تهیه ی نمونه های سرمی
۶۵	..... ۴-۳- آزمون شناسایی آلودگی لیتوسپیرایی گربه
۶۶	..... ۴-۴- تجزیه و تحلیل آماری
۶۷	..... نتایج
۷۷	..... بحث و نتیجه گیری
۸۴	..... References:

مقدمه

لپتوسپیروز یکی از مهم ترین بیماری های مشترک بین انسان و تعداد زیادی از انواع حیوانات است که به وسیله ی باکتری هایی از سویه ی *Leptospira* ایجاد می گردد. در حال حاضر تمامی لپتوسپیرا ها تحت یک گونه *Leptospira Interrogans* که دارای بیش از ۱۰۰ سروتیپ بوده تقسیم بندی می شود. در شرایط طبیعی انسان و انواع پستانداران اهلی و وحشی به این باکتری آلوده شده و در این بین گربه ها از جمله مهم ترین ناقلین و مخازن این باکتری بوده که می تواند از طریق گربه های خانگی و ولگرد و گربه های موجود در دامپروریها به عنوان یکی از مخاطرات بهداشتی از جنبه انتقال این باکتری به انسان (از قبیل صاحب دام و کارکنان دامپروری) و نیز منبع مهمی از جنبه انتقال این باکتری به جمعیت موجود در دامپروری ها به شمار می آید.

گزارشهای اولیه بیماری مربوط به انسان است که برای اولین بار در سال ۱۸۸۶ توسط آدولف وایل^۱ علائم بیماری در انسان توصیف شده و بعدها این بیماری در منابع پزشکی به بیماری وایل^۲ معروف شد. در بسیاری از کشورها لپتوسپیروز یک بیماری آندمیک بوده و آلودگی باکتریایی بیشتر از شکل بالینی آن مطرح می باشد.

این بیماری در ایران تا سال ۱۳۳۶ برای دامپزشکان و پزشکان نا شناخته بود. اولین مطالعه ای که در زمینه ی این بیماری انجام شد و به صورت علمی گزارش گردید مربوط به سال ۱۳۳۶ می باشد که توسط دکتر عزیز رفیعی و دکتر غلامرضا مقامی در موسسه رازی و دانشکده بهداشت دانشگاه تهران صورت گرفت که طی بررسی به عمل آمده بر روی سرم دام های اطراف

¹ Adolf Weil

² Weil's disease

تهران، کرج، گیلان و مازندران وجود پادتن ۵ سروواریته Pomona ، Grippytyphosa ،

Hyos ، Canicola و Icterohaemorrhagiae مشخص گردید.

تا کنون مطالعات متعددی بر روی وضعیت آلودگی لپتوسپیروسی در ایران و بر روی گونه های مختلف حیوانی و نیز انسان صورت گرفته است ، اما مطالعه ی چندانی بر روی گربه ها که می توانند تماس زیادی با انسان داشته باشند انجام نگرفته است. هدف از این بررسی تعیین احتمال حضور تیترا های آنتی بادی علیه سرووارهای مختلف لپتوسپیروسی و تعیین نوع سرووارهای ایجاد کننده ی تیترا و بررسی فاکتورهای مختلف از قبیل : سن، جنس، فصل سال و وزن در میزان رخداد بیماری و اپیدمی بیماری در بین گربه های مورد بررسی است.

مبانی نظری تحقیق

۲-۱- مفاهیم اصلی :

لپتوسپیروز^۳ یک بیماری مشترک بین انسان و دام^۴ است که در بین گونه های مختلف حیوانات خونگرم و خونسرد گسترش جهانی دارد و توسط سرووار^۵ های گونه ی *Leptospira Introgans Sensulato* ایجاد می شود که حداقل ۱۰ سویه ی آن بیماری زای سگ و گربه می باشند (جدول ۱). تا به حال گزارشهای زیادی از بروز بیماری در گونه های مختلف ارائه شده است که بسیاری از آنها مربوط به گونه های وحشی می باشد (۹، ۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۶، ۵۳). رده بندی و تاکسونومی^۶ لپتوسپیرا کاملاً تعیین شده است. قبل از سال ۱۹۸۹ جنس لپتوسپیرا به دو گونه تقسیم بندی می شد یکی *Leptospira.Introgans* که شامل تمام سویه های بیماریزا و دیگری *L.Biflexa* که شامل تمام سویه های فرصت طلب محیطی است. تا آن زمان جنس لپتوسپیرا بر پایه ی مطالعات ژنتیکی به حداقل ۱۶ گونه ی جدید تقسیم بندی شده بود (11).

در مطالعات جدید ژنتیکی مشخص شد که هر دو سرووار بیماریزا و غیر بیماریزا در گونه های مشابهی رخ می دهند. بیش از ۲۰۰ سرووار از *L.Introgans* شناسایی و سپس به سرووار^۷ های مختلف از نظر آنتی ژنی تقسیم بندی شده اند. در حال حاضر سرووار^۷ ها از لحاظ تاکسونومی^۶ مبنایی ندارند اگر چه در بررسی های اپیدمیولوژیک و شناسایی بیماری ارزشمند اند. سرووار ها به طور طبیعی در تعداد زیادی از حیوانات اهلی و وحشی که به صورت تحت بالینی آلوده هستند، باقی می مانند و این میزبان ها به عنوان منبع بالقوه عفونت و بیماری برای انسان و حیواناتی که با انسان در ارتباط اند می باشند. وقتی آلودگی در یک موجود ایجاد

^۳ Leptospirosis

^۴ Zoonosis

^۵ Serovar

^۶ Taxonomy

^۷ Serogroup

شد میزبانان تصادفی علائم بالینی بیماری را شدید تر نشان می دهند و میکروارگانسیم را برای دوره ی کوتاه تری دفع می کنند. بررسی های اپیدمیولوژیک نشان داده است که با توجه به زمان و منطقه ی جغرافیایی میزبانان تغییر می کنند

جدول ۱ : توزیع سرووارها ی لپتوسپیرا بر اساس میزبانان اولیه تصادفی و سایر میزبان های

اهلی شده

سرووار / گونه	میزبانان مخزن اولیه	میزبانان تصادفی			سایر حیوانات اهلی شده	حیوانات وحشی
		سگ	گربه	انسان		
L.I.Sensu strict Autumnalis	موش	+	-	+	گاو	موش کور، راکون، اپوسوم ، Bandicoot
Icterohaemorrhagiae	موش کور	+	+	+	گاو اسب خوک خوکچه هندی	موش، راکون، اپوسوم ، خارپشت ، روباه ، موش خرما، Nutria ، میمون، Civet , Shunk ،موش آبی، میمون پوزه دراز
Pomona	گاو ، Ping Shunk اپوسوم	+	+	+	اسب بز گوسفند خرگوش خوک هندی	موش ، راکون خارپشت ، گرگ روباه ، موش خرما ،موش صحرائی ، شیر دریایی ، آهو ، Civet

Canicola	سگ	+	+	+	اسب گاو خوک	موش کور ، راکون خارپشت ، گورکن Mongoose Bandicoot Nutria موش صحرائی، شغال ، راسوی متعفن
Bataviae	سگ موش کور موش	+	+	+	گاو	خارپشت ، موش صحرائی، گورکن ، Bandicoot Shrew. گره وحشی
Hardjo		+	-	+	اسب گوسفند خوک	گاوهای وحشی
Bratislava	موش کور خوک اسب	+	-	+	گاو اسب	موش، راکون ،اپوسوم، خارپشت ،موش صحرائی، روباه ، راسوی متعفن Bandicoot ، Nutria ، راسو

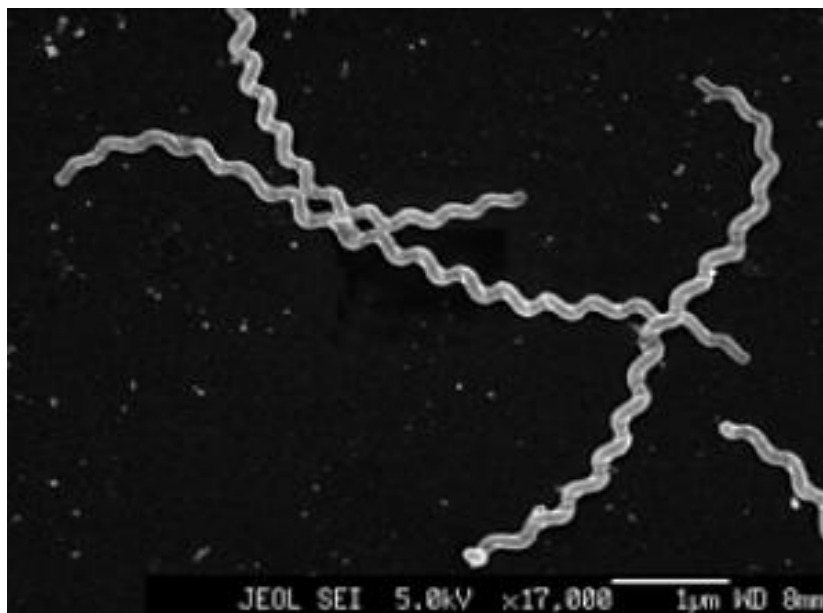
L.Kirschneri						موش، موش کور، روباه Bandicoot ، Squirrel ، Bobcat ، Shrew، خارپشت، موش آبی، راسو ، موش کور ، گربه وحشی ، گربه
Grippotyphosa	موش صحرايي ،راکون، راسوی ،متعفن ،اپوسوم	+	+	+	گاو خوک گوسفند بز خرگوش .Gerbil خوک هندي	

لپتوسپیروباکتری ای باریک قابل ارتجاع و رشته ای با پهنای ۰/۱ تا ۰/۲ میکرون و طول ۱۲-۶ میکرون است که از مارپیچهایی با انتهای قلاب مانند تشکیل شده است. میکروارگانسیم تشکیل شده از یک جسم سلولی سیلندر مانند که به دور یک رشته ی محوری مستقیم پیچ خورده است. پوشش خارجی تشکیل شده از لیپو پلی ساکارید (LPS) و موکوپتید های آنتی ژنی. لپتوسپیروباکتری هایی متحرک اند و در حالی که در طول محور طولی خود می چرخند با حرکات پیچشی و انقباضی حرکت می کنند (شکل ۱) . سرووار های رایج که در سگ ایجاد آلودگی و بیماری می کنند شامل: *Icterohaemorrhagiae Canicola* ، *Grippotyphosa Pomona* و *Bratislava* هستند. احتمالاً از ۳۰ سال پیش که واکسن ها شامل سرووار های *Icterohaemorrhagiae* و *Canicola* بوده اند یک تغییر مشخص در لپتوسپیروز در سگ ها رخ داده (به طور مشخص آنهایی که واکسینه شده اند) که به صورت کاهش گزارشهای ی بیماری توسط سرووارите های *Icterohaemorrhagiae*، *Canicola* و افزایش گزارشهای بیماری توسط سرووارите های مانند *Grippotyphosa Australis* و

Pomona بود. سرووارهای *Canicola* و *Icterohaemorrhagiae* در گذشته غالب بودند لذا واکسن ها شامل این دو سرووار بوده اند.

ظهور ناگهانی بیماری مربوط به سایر سرووارите ها به عوامل مختلفی بستگی دارند مثل : واکسیناسیون و مواجهه ی زیاد میزبانان غیر طبیعی مثل سگ ها یا میزبانان وحشی در مناطق روستایی و خارج شهری (11). زاغه نشینان به خاطر نبودن حریم مناسب و مشکلات بهداشتی و تماس مداوم با حیواناتی مثل موش و سگ در معرض بیماری اند (10).

شکل ۱ - تصویر باکتری اسپیروکتی لیتوسپیرا با میکروسکوپ الکترونی (۱۱)



راکون ها به عنوان یک منبع از سرووارите *Grippotyphosa* در نواحی شمالی آمریکا و جنوب کانادا شناخته شده اند (11). در یک بررسی در کالیفرنیا مشخص شد که شیر های دریایی نیز می توانند به عنوان یک منبع برای سرووارите های مختلف باشند در حالی که به طور دوره ای علائم بیماری را بروز می دهند (14). دلیل افزایش تشخیص سرووارите های دیگر افزایش آزمونهای تشخیصی ای می باشد که بعد از سال ۱۹۷۰ صورت می گرفته. طول دوره ی

دفع عامل بیماری^۸ و گسترش بالقوه ی این سروواریتها ها نا مشخص است. در بررسی های سرولوژیک مشخص شده که نمونه های سرمی مثبت بیشتر از موارد گزارش شده به عنوان بیمار دارای علائم کلینیکی می باشد. در سایر مناطق میزان موارد سرمی مثبت در گربه ها پایین است مگر در مواردی که تیتراهای آنتی بادی در بین این جمعیت حضور داشته باشد. گزارشها ی کلینیکی بیماری لپتوسپیروز در گربه ها همیشگی و متداول نیست. با وجود مواجهه ی گربه ها با عامل بیماری به نظر می رسد که حساسیت این حیوان نسبت به سگ ها چه در عفونت خود به خودی و چه در عفونت تجربی با عامل بیماری کمتر باشد (11).

۲-۲- اپیدمیولوژی

اپیدمی لپتوسپیروز را می توان با تقسیم بندی لپتوسپیروز به دو دسته ی لپتوسپیروز خوگرفته با میزبان^۹ و نا سازگار با میزبان^{۱۰} طبقه بندی کرد. حیواناتی که با یک سرووار خوگرفته با میزبان آلوده شده اند یک میزبان پذیرنده (مخزن)^{۱۱} یا نگهدارنده اند^{۱۲}. مواجهه ی حیوانات حساس با سرووارهای ناسازگار با میزبان منجر به بیماری به صورت تصادفی می شود. هر سرووار به یک میزبان مخزن خاص تعلق دارد اگر چه می تواند در سایر پستانداران نیز سبب ایجاد بیماری بشود. برخورد یک سرووار خاص در میزبان مخزن با میزبان تصادفی متفاوت است.

از نشانه های میزبان مخزن می توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱- حساسیت بالا به عفونت با آن سرووار.

Shedding^۸

Host adapted^۹

Non host adapted^{۱۰}

Reserver^{۱۱}

Maintenance^{۱۲}

۲- انتقال بیماری توسط گونه های میزبان در شرایط اندمیک بیماری.

۳- بیماریزائی پایین برای میزبان خود.

۴- تمایل برای ایجاد شکل مزمن بیماری و نه شکل حاد آن و تمایل برای وارد آوردن خسارات اقتصادی تا از بین بردن کامل قدرت تولید مثل.

۵- جایگزینی سرووار مربوط به میزبان در کلیه ها و گاهی در مجاری تناسلی.

۶- تولید سطح پایین آنتی بادی و دشواری در تشخیص آن.

۷- کارایی پایین واکسیناسیون برای پیشگیری از آن.

در مقابل، میزبان تصادفی با شاخصه های زیر معرفی می شود :

۱- حساسیت پایین به بیماری ولی بیماریزائی بالا برای میزبان.

۲- تمایل برای ایجاد شکل حاد بیماری به نسبت شکل مزمن آن.

۳- انتقال فردی^{۱۳} بیماری در بین گونه های میزبان و آلوده شدن به عفونت از سایر گونه ها در شرایط اپیدمیک.

۴- مرحله کوتاه کلیوی بیماری.

۵- پاسخ مشخص و قابل ردیابی آنتی بادی های میزبان.

۶- موثر بودن واکسن ها برای پیشگیری از بیماری (۲۷).

۲-۳- انتقال

لپتوسپیروز توسط تماس مستقیم و غیر مستقیم بین حیوانات منتقل می شود. انتقال مستقیم به وسیله ی تماس با ادرار عفونی، تماس با جفت آلوده و ترشحات دستگاه تولید مثلی زخم های حاصل از گزش و یا خوردن بافت های آلوده رخ می دهد (11). تحقیقات زیادی در زمینه ی احتمال انتقال سرووارهای مختلف در بین حیوانات یک منطقه صورت گرفته است. از آن

^{۱۳} Sporadic

جایی که بحث مشترک بودن بیماری با انسان نیز مطرح است بررسی های متعددی در جوامع مختلف انسانی جهت مشخص کردن میزان شیوع بیماری و میزان تیتراژ های موجود در افراد مختلف انجام گرفته است (7,31,19). از آن جایی که حیوانات مقیم در هر منطقه از دنیا با سایر مناطق متفاوت اند این تحقیق ها توانسته تا حدی میزان اهمیت هر گونه را در انتقال بیماری به سایر گونه ها و سروواریت های آلوده کننده ی آنها را مشخص کند همچنین احتمال تاثیر فاکتورهایی مثل سن و جنس را نیز بررسی کرده است (2,1,14,15,17,23). تراکم حیوانات شرایط انتقال مستقیم را فراهم می کند. لپتوسپیرا نمی تواند خارج بدن میزبان خود تکثیر یابد. انتقال غیر مستقیم از طریق مواجهه ی حیوانات حساس با منابع آلوده ی آب ، خاک، غذا یا بستر رخ می دهد. اسپیروکت ممکن است ماهها در خاک های مرطوب آلوده شده با ادرار باقی بماند. اگر چه شواهدی مبنی بر وجود اسپیروکت در حشرات و سایر میزبانان بی مهره وجود دارد ولی رابطه ی مشخص و قطعی بین این موضوع و انتقال بیماری شناخته نشده است. انتقال غیر مستقیم لپتوسپیرا زمانی افزایش می یابد که عوامل مطلوب محیطی برای بقای باکتری در حداکثر خود باشند. منبع عفونت حیوانات عفونی ای هستند که مرتع، آب آشامیدنی و خوراک را با ادرار، جنین های سقط شده و ترشحات رحمی عفونی آلوده می کنند. تمامی انواع لپتوسپیراها با همین روشها در بین گونه های مختلف منتقل می شوند. یک نوزاد آلوده می تواند برای هفته ها پس از تولد عفونت را منتقل کند. امکان آلوده بودن مایع منی¹⁴ گاو نر به لپتوسپیرا وجود دارد و می تواند اسپیروکت را از طریق جفت گیری منتقل کند ، هر چند این راه انتقال خیلی شایع نیست. L.I.Hardjo ۸ روز پس از سقط یا زایمان قابل جداسازی از مجاری تناسلی گاو می باشد و حتی ۹۰ روز پس از عفونت تجربی یا طبیعی با لپتوسپیرا از اویداکت یا رحم گاو ماده جداسازی شده است. همچنین ممکن است در مجاری

¹⁴ Semen

تناسلی گاو نر حضور داشته و در محیط پخش شود. خوک ها از ۱۲-۲ ماه پس از عفونت می توانند نقش حامل را داشته باشند و به خاطر تراکم بالا در محیط پرورش و طولانی بودن دوره ی عفونت نقش مهمی را در اپیدمی لپتوسپیرا دارند. گراز یا خوک نر نقشی در انتقال مقاربتی بیماری ندارد. ادرار اصلی ترین منبع عفونت است زیرا حیوانات حتی پس از بهبودی نیز لپتوسپیرا را برای مدت طولانی از طریق ادرار دفع می کنند. این راه انتقال در گاو از اهمیت بیشتری نسبت به گوسفند و اسب برخوردار است. از آن جایی که خوردن ادرار توسط گوساله ها در بعضی دامداری ها دیده می شود احتمال انتقال بیماری از طریق ادرار در این دام ها بیشتری باشد. از منابع دیگر عفونت حیوانات وحشی اند. تحقیقات زیادی در زمینه ی آلودگی حیوانات وحشی با این باکتری، پاتوژنز بیماری در این گونه ها و انتقال آن در گونه های مختلف انجام گرفته.

آب های راکد یا آب های جاری گرم (با جریان آرام) اگر چه ضروری نیستند ولی شرایط مناسبی را برای اسپیروکت فراهم می کنند. لپتوسپیرا می تواند ۱۸۳ روز در خاکهای اشباع از آب زنده بماند ولی ماندگاری آن در خاکهای خشک شده توسط جریان هوا تنها ۳۰ دقیقه است. ماندگاری *L. Pomona* در خاک با شرایط متوسط حداقل ۲۴ روز است و بقای آن در آبهای جاری حدود ۱۵ روز است (۲۷).

شرایط ایده آل محیطی در خاکهایی با pH خنثی یا کمی قلیایی تامین می شود. اسپیروکت ها فقط برای مدت کوتاهی در ادرار اسیدی رقیق نشده (با pH ۵ یا ۵/۵) باقی می ماندند در حالی که در نقطه ی مقابل آن (pH قلیای ادرار) شرایط مساعدی را برای اسپیروکت فراهم می کند. دمای محیطی بین ۰-۲۵ درجه ی سانتیگراد شرایط محیطی مناسبی را برای تقسیم باکتری فراهم می کند در حالی که منجمد شدن به طور مشخص، ماندگاری محیطی اسپیروکت را کاهش می دهد. نیاز باکتری به دما و pH خاص برای حداکثر ماندگاری محیطی