

“Research article”

DOI: 10.30495/JVCP.2023.1983152.1405

Comparison of Scintigraphy and CT-scan techniques in the diagnosis of feline hyperthyroidism

Karimi, N.¹, Neshat Gharamaleki, M.^{2*}, Molazem, M.³

1- D.V.M. Graduate, Faculty of Veterinary Medicine, Tabriz Medical Sciences, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Tabriz Medical Sciences, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Radiology and Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran, Iran.

*Correspondence authors email: neshatpetvet@yahoo.com

(Received: 2023/4/27 Accepted: 2023/8/16)

Abstract

Hyperthyroidism is one of the most common diseases in felines. For accurate confirmation of this disease, the scintigraphy technique can be used. In Iran, the use of the scintigraphy is not common due to limited access to radiopharmaceuticals, gamma cameras, and excretion of radioactive material from animals following scintigraphy. This study aimed to evaluate the possibility of diagnosing this disease using CT scan technique as an alternative method compared to scintigraphy. Nineteen cats suspected of hyperthyroidism were used in this study. Each of the animals was examined using blood samples to check thyroid hormones. Then scintigraphy was done and after that, the animals were isolated for 24 hours to dispose of the radiopharmaceutical. Finally, the thyroid gland of the animals was examined by CT scan and the results of the tests were compared with each other. Statistically, there was no significant difference between the parameters obtained from serum hormones and the CT scan, such as length, width, height, volume, heterogeneity, and radiation attenuation between the affected and healthy groups. However, there were significant differences in scintigraphic parameters of the two groups, such as the density ratio of the thyroid gland to the salivary glands, as well as the thyroid gland density to the background area. The results of this study showed that it is not possible to diagnose hyperthyroidism in cats using the CT scan technique as an alternative to the scintigraphy technique.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Cat, CT-Scan, Hyperthyroidism, Scintigraphy.

مقایسه تکنیک سیتی گرافی و سی تی اسکن در تشخیص پرکاری تیروئید گربه

نگار کریمی^۱، مهرداد نشاط‌فراملکی^{۲*}، محمد ملازم^۳

۱- دانش‌آموخته دکترای حرفه‌ای دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۲- استادیار گروه علوم بالینی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳- استادیار گروه رادیولوژی و جراحی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات: neshatpetvet@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۲/۷ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۵/۲۵)

چکیده

پرکاری غده تیروئید یکی از بیماری‌های رایج در گربه‌ها می‌باشد که جهت تأیید دقیق‌تر آن از روش سیتی گرافی استفاده می‌شود. اما چون استفاده از سیتی گرافی به علت محدودیت دسترسی به رادیودارو، گاماکامرا و امکان دفع ماده رادیواکتیو بعد از انجام آن محدودیت دارد، لذا هدف از انجام مطالعه حاضر، ارزیابی امکان تشخیص بیماری مذکور با استفاده از روش سی تی اسکن به عنوان جایگزین و بررسی دقت نتایج حاصله در مقایسه با روش سیتی گرافی بود. بدین منظور از تعداد ۱۹ قلاده گربه مشکوک به بیماری پرکاری تیروئید استفاده شده و از هر یک از آن‌ها جهت بررسی هورمون‌های تیروئیدی، خون‌گیری انجام گرفته و در آزمایشگاه بررسی شد. در ادامه، حیوانات پس از آماده‌سازی، توسط روش سیتی گرافی بررسی شده و پس از آن به مدت ۲۴ ساعت جهت دفع رادیودارو ایزوله گردیدند. در نهایت غده تیروئید گربه‌ها توسط روش سی تی اسکن مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصله از آزمایشات، با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. از لحاظ آماری بین نتایج حاصله از آزمایش هورمون‌های سرمی خون و همچنین پارامترهای مربوط به سی تی اسکن، مانند طول، عرض، ارتفاع، حجم، ناهمگنی و میرایی اشعه، در ۲ گروه بیمار و سالم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$)، در صورتی که پارامترهای حاصله از سیتی گرافی گروه‌های بیمار و سالم گربه‌ها، مانند نسبت چگالی غده تیروئید به چگالی غدد بزاقی و همچنین چگالی غده تیروئید به ناحیه پس‌زمینه، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($p < 0.05$). یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که امکان تشخیص بیماری پرکاری تیروئید در گربه‌ها با استفاده از روش سی تی اسکن به عنوان جایگزین روش سیتی گرافی وجود ندارد.

کلیدواژه‌ها: پرکاری تیروئید، گربه، سیتی گرافی، سی تی اسکن.

مقدمه

با توجه به این که غدد تیروئید مسئول تنظیم متابولیسم مواد غذایی و همچنین متابولیسم روزانه اکثر بافت ها و اندام های بدن می باشد، بنابراین عملکرد آن در رشد و نمو بدن حیوانات، بسیار حیاتی می باشد (Hassanpour *et al.*, 2007; Amouoghli Tabrizi and Khakpoor, 2013; Mullur *et al.*, 2014). گزارش شده که شیوع بیماری پرکاری تیروئید گربه ها (feline hyperthyroidism; HFT) در سراسر جهان در حال افزایش است. عوامل خطرزای محیطی و تغذیه ای مختلفی در مورد پاتوژنز اختلالات تیروئیدی شناخته شده اند (Peterson, 2014) و از آنجایی که تولید بیش از حد هورمون های تیروئید یا پرکاری تیروئید یک بیماری بسیار شایع در گربه سانان است که بیشتر گربه های میانسال و مسن را مبتلا می کند، لذا منجر به تغییرات متعددی در بدن می شود (Mooney and Peterson, 2012). پرکاری تیروئید گربه یک مدل حیوانی تیروتوکسیکوز انسانی است و این اختلال از نظر بالینی و بافت شناسی مشابه گواتر ندولر سمی در انسان است و تشکیل رادیکال های آزاد در آن، علائم بالینی مشخصی همچون افزایش فعالیت، تاکی پنه، تاکی کاردی، ضعیف شدن و ریزش مو را ایجاد می کند (Candellone *et al.*, 2021).

امروزه ارزیابی پرکاری تیروئید براساس گرفتن شرح حال بیمار، یافته های بالینی و بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون، از جمله، هورمون های تیروئیدی تری یدوتیرونین (T3)، تیروکسین (T4)، T4 آزاد (fT4) و محرک تیروئید (TSH) می باشد (Esfandiari and Papaleontiou, 2017). همچنین از دیگر روش های

تشخیصی مورد اطمینان در این خصوص، می توان آزمایش سرکوب T3 و سیتی گرافی (scintigraphy) را نام برد. براساس مطالعه ای که توسط پیترسون در سال ۲۰۱۳ انجام شده، سیتی گرافی تیروئید، آزمایش استاندارد طلایی برای تشخیص پرکاری غده تیروئید در گربه ها اعلام شده که امکان تشخیص زودرس را حتی در حضور مقدار TSH طبیعی در بیمار، فراهم می کند (Peterson, 2013). به نقل از سایت مداسکیپ، اگر علت افزایش سطح هورمون تیروئید پس از معاینه فیزیکی و سایر آزمایش های آزمایشگاهی مشخص نباشد، می توان علت آن را با یک روش معتبر پزشکی هسته ای به نام ستی گرافی تأیید کرد. ستی گرافی تیروئید بر اساس جذب انتخابی انواع مختلف رادیونوکلیدها، یک نمایش بصری از بافت عملکردی تیروئید ایجاد می کند (Broome, 2006). سدیم پرتکتات، رادیوداروی مورد استفاده در ستی گرافی، ساطع کننده گامای خالص با ویژگی های انرژی مناسب برای تصویربرداری توسط دوربین گاما می باشد. بنابراین، ستی گرافی تیروئید، استاندارد مرجع برای تشخیص و مرحله بندی پرکاری تیروئید گربه (feline hyperthyroidism; HFT) شناخته شده است (Peremans, 2012). مطالعه ای هم که توسط کمپاینز و بیرچفیلد در سال ۲۰۰۶ انجام شده، نشان داده که برای اندازه گیری غلظت کل T4 در گربه ها، از سه روش معمول رادیوایمونواسی (RIA)، ایمونو کمی لومینسانس و In-house ELISA، استفاده می شود که نتایج هر سه روش مشابه و همانند است (Kempainen and Birchfield, 2006).

براساس مطالب ارائه‌شده، مشخص می‌گردد که سیتی-گرافی به عنوان ارزشمندترین تکنیک در تشخیص، مرحله‌بندی و مدیریت اختلالات تیروئید معرفی شده- است ولی با توجه به عدم وجود مرکز سیتی‌گرافی دامپزشکی در ایران، همچنین رواج بالا و دسترسی بیشتر به روش سی‌تی‌اسکن در علم دامپزشکی ایران، مطالعه حاضر با هدف بررسی این فرضیه انجام شد که آیا روش سی‌تی‌اسکن می‌تواند جایگزین مناسبی به جای روش سیتی‌گرافی در تشخیص FHT باشد؟

مواد و روش‌ها

در مطالعه توصیفی حاضر که در بهمن ماه سال ۱۳۹۹ انجام شد، تعداد ۲۵ قلابه گربه مشکوک دارای علائم پرکاری غده تیروئید (بالا بودن سن حیوان، لاغری حیوان علی‌رغم بالا بودن اشتها، فعالیت زیاد، آریتمی قلبی، ضعف عضلانی، پراداراری و پرنوشی) ارجاعی به بیمارستان دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران انتخاب شدند. گربه‌ها هر کدام شماره‌گذاری شدند و در محل نگه‌داری حیوانات دانشکده، نگه‌داری و به صورت تصادفی برای انجام مراحل بعدی انتخاب شدند. بدین منظور از گربه‌ها جداگانه نمونه خونی به حجم ۵ میلی‌لیتر اخذ شده و از آن برای تهیه سرم استفاده شد. سرم اخذشده جهت بررسی سطح سرمی هورمون‌های T3، T4، TSH و FT4 مورد آزمایش قرارگرفت و در صورت مثبت شدن نتایج، گربه مربوطه مشکوک به بیماری پرکاری غده تیروئید در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری مقدار هورمون‌های تیروئیدی مذکور، در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه تهران و با استفاده از کیت حیوانی (medi-Tech, UK)

به‌تازگی علم دامپزشکی با چالش اصلی مراقبت‌های بهداشتی و اجتماعی در رسیدگی به اختلالات تیروئید در گربه‌سانان مواجه شده‌است و روش‌های درمانی رایج اغلب منجر به نتایج نامطلوب می‌شوند (Camps, Amat, and Manteca 2019). در همین حال، علاقه روزافزونی در بین محققان و دامپزشکان به موضوع تکنیک‌های تصویربرداری پزشکی برای یافتن پروتکل درمانی مناسب در تشخیص و مدیریت اختلالات تیروئید وجود دارد (Bordenave et al. 2015).

اما از طرفی هم اطلاعات به‌دست‌آمده توسط روش سی‌تی‌اسکن (CT-Scan)، دقت بالایی در نشان دادن لوب فعال غده تیروئید در برابر لوب غیرفعال آن دارد، لذا روش فوق به دلیل استفاده بیشتر آن در علم دامپزشکی کشور، می‌تواند آزمون قابل اعتمادی برای تشخیص لوب‌های فعال در بیماری پرکاری تیروئید باشد (Lautenschlaeger et al., 2013). اما لازم به ذکر است که مزایای سیتی‌گرافی در مقابل سی‌تی‌اسکن، شامل توانایی آن در افتراق بیماری تیروئید دو طرفه از یک طرفه، شناسایی بافت تیروئید نابجا یا متاستاتیک و جذب رادیودارو در تیروئید در مقابل غدد بزاقی و نسبت جذب تیروئید به پس زمینه و ارزیابی اندازه و فعالیت تیروئید می‌باشد (Peterson and Broome, 2015). علاوه بر این، میزان جذب رادیوداروها در تیروئید فعال بیشتر است. نسبت تراکم کل غده تیروئید به تراکم کل غدد بزاقی دقیق‌ترین پارامتر تشخیصی است و چگالی کل غده تیروئید به چگالی کل ناحیه پس زمینه، پارامتر دقیق‌تری برای تخمین عملکرد متابولیک و فعالیت آدنوماتوز غده تیروئید است (Peterson et al., 2016).

میزان ۵-۲ میلی کولی، تزریق شد. بعد از گذشت ۲۰ دقیقه از تزریق رادیو دارو، گربه‌ها در حالت خوابیده به پشت (dorsal recumbency) بر روی گانتی دستگاه دوربین گاما آنکاویشن (شرکت سنتی نلا، اسپانیا) قرار گرفتند. در مرحله عکس برداری سینتی گرافی، در ابتدا با سرعت یک فریم در ثانیه برای ۱ دقیقه و سپس بلافاصله از آن با سرعت یک فریم در دقیقه برای ۱۹ دقیقه، از قسمت‌های شکمی گردن، سمت چپ و راست گردن، قسمت شکمی قفسه سینه، سمت چپ و راست قفسه سینه در برابر گاما کمرا و با استفاده از کولیماتور (low energy all purpose -LEAP)، با تنظیمات ماتریکس $256 \times 256 \times 12$ و میزان انرژی 140 KeV و همچنین تعداد 2500 برخورد اشعه به ناحیه (count)، عکس سیستماتیک گرفته شد. در ادامه برای دستیابی به تراکم جذب رادیودارو در تیروئید و غدد بزاقی و بافت زمینه، با استفاده از نرم افزار XP Interview، نواحی مورد نظر شناسایی و تصاویر مربوطه، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که بدین منظور، میزان جذب تیروئید بر اساس درصد و سایز نواحی انتخاب شده، همچنین میزان شمار اشعه برای نواحی انتخاب شده (تعداد برخورد اشعه به ناحیه مورد نظر) و نیز اندازه و ابعاد ناحیه مورد نظر بر اساس تفکیک پذیری (pixel) توسط دستگاه تعریف شده بود. همچنین در تجزیه و تحلیل مذکور، عبارات sum count به معنی جمع تمامی اشعه‌های برخوردی به ناحیه انتخاب شده، max count به معنی بیشترین میزان اشعه برخورد کرده به ناحیه و همچنین avg.count به معنی میانگین سطح اشعه‌های برخوردی در ناحیه انتخابی می‌باشد. لازم به ذکر است که در مرحله تجزیه و تحلیل به منظور دستیابی به

به روش الیزا و به کمک دستگاه الیزا ریدر (Bio-Tek, USA) انجام شد (Davasaztabrizi and Mehrani, 2017).

در پایان این مرحله از مطالعه، ۱۹ گربه که به واسطه داشتن علائم بالینی و دارا بودن فاکتورهای تیروئیدی، مشکوک تشخیص داده شدند، جهت بررسی دقیق و تایید نهائی تشخیص بیماری پرکاری غده تیروئید، مورد آزمایش توسط روش سینتی گرافی به عنوان روش استاندارد طلائی تشخیصی، قرار گرفتند (جدول ۱). در نهایت به منظور بررسی میزان دقت سی تی اسکن در تشخیص بیماری و مقایسه آن با سینتی گرافی، هردو گروه بیمار و سالم مورد آزمایش سی تی اسکن قرار گرفتند.

- روش سینتی گرافی: در این مرحله، بعد از مقیدسازی حیوان، پیش بیهوشی با استفاده از تزریق داخل عضلانی 0.1 mg/kg آسه پرومازین (Alfasan, Holland) انجام گردید. پس از ۱۵ دقیقه، حیوان به صورت یک طرفی (جانبی) خوابانیده شده و اقدام به وارد کردن کاتتر مناسب، از طریق ورید سفالیک (cephalic) گردید. در ادامه، جهت القای بیهوشی توسط تزریق داخل وریدی از ترکیب 0.5 mg/kg کتامین ۱۰ درصد (Bremer, Germany)، به همراه 0.2 mg/kg میدازولام (Alfasan, Holland) استفاده شد (Allerton, 2020). در ادامه به منظور انجام سینتی گرافی گربه‌ها، به صورت داخل وریدی $2-5 \text{ mci}$ رادیوداروی سدیم پرتکتات با قرار داده شدن ویال تحت خلاء و 8 ml محلول سدیم کلرید 0.9% (ASC) در داخل ژنراتور محافظت شده با سرب، آماده شده و به صورت داخل وریدی و به

مقدار جذب در حجم ناحیه انتخاب شده، از فرمول‌های زیر استفاده شد:

چگالی جذب در غده تیروئید:

تعداد برخورد اشعه مورد نظر در لوب راست + تعداد برخورد اشعه مورد نظر در لوب چپ
میزان تفکیک پذیری ناحیه مورد برآساز و ابعاد در لوب راست + میزان تفکیک پذیری ناحیه مورد برآساز و ابعاد در لوب چپ

اندام‌های حرکتی قرار می‌گیرند، خوابانیده شدند. همچنین

زاویه‌دار جمع شدند. در مرحله اول سی‌تی‌اسکن،

عکس‌برداری بدون ماده حاجب انجام شد و سپس در مرحله دوم که بلافاصله بعد از مرحله اول انجام شد، ماده حاجب امنی‌پک (GE Healthcare, Norway) با

دوز ۷۰۰ mg/kg، به صورت داخل وریدی تزریق شده و

عکس‌برداری صورت گرفت. لازم به ذکر است که برای

انجام CT-Scan از تنظیمات KV برابر با ۱۲۰ و ۳۰۰

میلی‌آمپر بر ساعت و میدان دید ۱۲۰ میلی‌متر، اندازه

ماترکس ۵۱۲×۵۱۲ و زمان چرخش لوله ۰/۸ ثانیه

استفاده شد. سپس تصاویر اخذ شده با فرمت DICOM

ذخیره شده و با استفاده از نرم‌افزار Radiant، به منظور

دستیابی به فاکتورهای طول، عرض، عمق و همچنین

مقدار هتروژنسته کل غده تیروئید و میزان میرایی اشعه

و نیز مقایسه عکس‌ها، قبل و بعد از تزریق ماده حاجب

و همچنین مقایسه پارامترها در گربه‌های بیمار و سالم،

مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفتند.

- تحلیل آماری داده‌ها: باتوجه به نتایج آزمون همگنی

واریانس‌ها و آزمون توزیع نرمال داده‌ها

(Kolmogorov-Smirnoff)، داده‌های کمی به دست

آمده، به صورت میانگین و انحراف معیار، ارائه شده و

اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها، توسط آزمون تی

غیر وابسته (Independent T-Test) با در نظر گرفتن

سطح معنی‌داری، $p < 0/05$ ، تعیین گردیده و توسط بسته

تعداد برخورد اشعه مورد نظر در غده راست + تعداد برخورد اشعه مورد نظر در غده چپ

میزان تفکیک پذیری ناحیه مورد برآساز و ابعاد در غده راست + میزان تفکیک پذیری ناحیه مورد برآساز و ابعاد در غده چپ

چگالی جذب در غده بزاقی:

تعداد برخورد اشعه مورد نظر در غده راست + تعداد برخورد اشعه مورد نظر در غده چپ
میزان تفکیک پذیری ناحیه مورد برآساز و ابعاد در غده راست + میزان تفکیک پذیری ناحیه مورد برآساز و ابعاد در غده چپ

چگالی جذب در پس‌زمینه

تعداد برخورد اشعه مورد نظر در ناحیه پیش زمینه انتخابی
میزان تفکیک پذیری ناحیه مورد برآساز و ابعاد در ناحیه پیش زمینه انتخابی

پس از این مرحله، برای انجام بررسی‌های بعدی از

مقادیر avg.count استفاده شد و سپس به بررسی نسبت

چگالی جذب رادیودارو در ناحیه تیروئید به نواحی

دیگر بدن، مانند غده بزاقی و ناحیه گردن پرداخته شد.

- روش سی‌تی‌اسکن (CT-Scan): بدین منظور، بعد از

مقیدسازی حیوان، پیش‌بیهوشی با استفاده از تزریق

داخل عضلانی ۰/۰۱ mg/kg آسه‌پرومازین (Alfasan, Holland)

انجام گردید. پس از ۱۵ دقیقه، حیوان به

صورت یک‌طرفی (جانبی) خوابانیده شده و اقدام به

وارد کردن کاتتر مناسب، از طریق ورید سفالیک

(cephalic) گردید. در ادامه، جهت القای بیهوشی

توسط تزریق داخل وریدی از ترکیب ۰/۵ mg/kg

کتامین ۱۰ درصد (Bremer, Germany)، به همراه

۰/۲ mg/kg میدازولام (Alfasan, Holland)، استفاده

شد (Allerton, 2020). در ادامه و به منظور انجام CT-

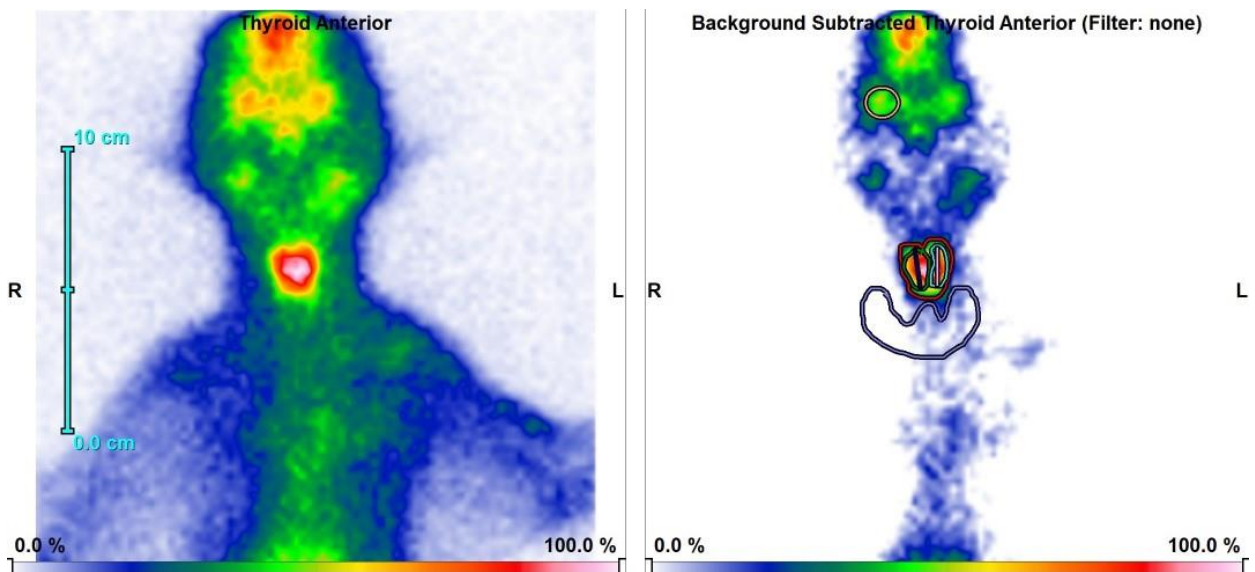
Scan، از یک اسکنر برشی نسل سوم (شرکت زیمنس،

یافته‌ها

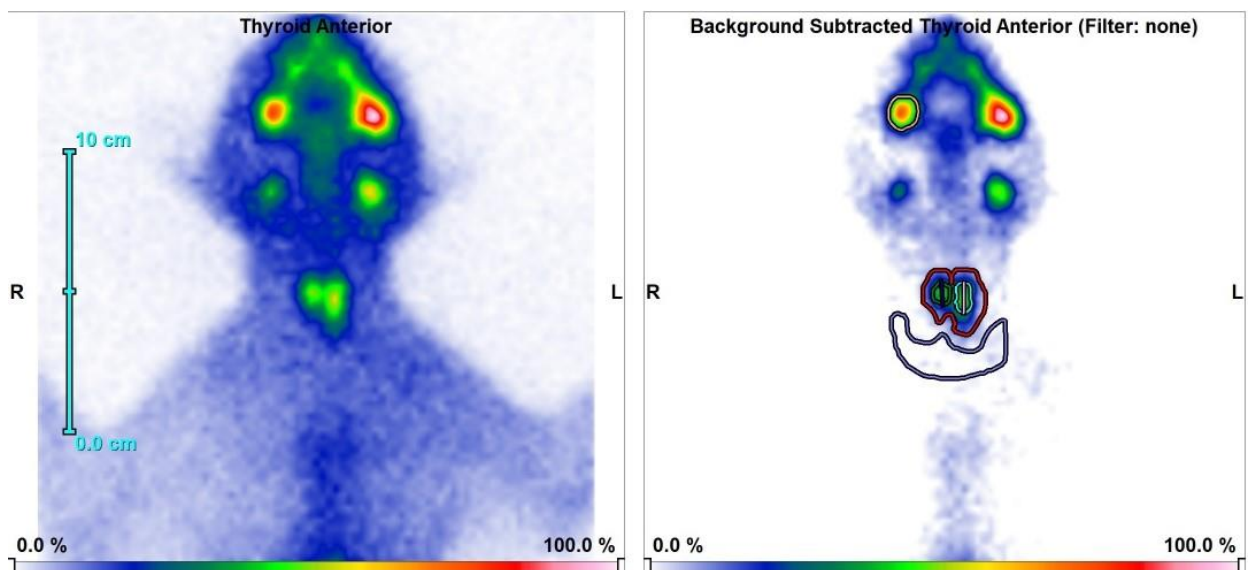
نرم‌افزاری SPSS ویرایش ۲۶، مورد تجزیه و تحلیل

قرار گرفت.

براساس نتایج حاصله از سیتی گرافی، حیوانات بررسی شده به ۲ گروه، شامل ۳ قلاده گربه مبتلا به پرکاری تیروئید و ۱۶ قلاده گربه سالم تقسیم شدند (اشکال ۱ و ۲).



شکل ۱- نمونه‌ای از نتیجه سیتی گرافی گربه مبتلا به بیماری پرکاری تیروئید



شکل ۲- نمونه‌ای از نتیجه سیتی گرافی گربه سالم

جدول ۱- معیارهای انتخاب و عدم انتخاب گربه‌های مورد بررسی به‌عنوان مبتلا به پرکاری تیروئید

معیارهای انتخاب به عنوان مبتلا به پرکاری تیروئید	معیارهای انتخاب به عنوان عدم ابتلا به پرکاری تیروئید
۱- میزان چگالی جذب تیروئید (T) به چگالی جذب غدد بزاقی (S) بیشتر از ۱/۱	لاغری
۲- نسبت چگالی جذب تیروئید (T) به چگالی جذب ناحیه پیش‌زمینه (B) بیشتر از ۳	اشتهای زیاد
	سن بالا
	فعالیت زیاد
	آریتمی قلبی

مقدار سرمی T4 و fT4 از یک‌سوم محدوده نرمال بالاتر باشد

طبیعی و در بعضی موارد در حد طبیعی بوده‌است. لازم به ذکر است که محدوده طبیعی برای هورمون T4، ۳/۸-۰/۹ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، برای هورمون fT4، ۱۰-۵۰ پیکومول برلیتر، برای هورمون TSH، ۱/۴۵-۰/۰۰۳ نانوگرم بر دسی‌لیتر و برای هورمون T3، ۰/۳-۰/۰۳ نانوگرم بر دسی‌لیتر می‌باشد (Mark et al., 1987).

از طرف دیگر مقادیر هورمون‌های تیروئیدی بررسی شده، در جدول ۲ ارائه شده که نشان می‌دهد تفاوت آماری معنی‌داری در مقادیر آن‌ها، بین گربه‌های طبیعی و مبتلا به پرکاری تیروئید در طول آزمایش وجود نداشته‌است. البته نتایج آزمایشگاهی نشان داده است که سطح هورمون‌های تیروئیدی اغلب در گربه‌های مبتلا به پرکاری تیروئید، بالاتر از محدوده

جدول ۲- مقایسه پانل هورمون‌های تیروئید در گربه‌های طبیعی و مبتلا به پرکاری تیروئید (میانگین ± انحراف معیار)

نام هورمون تیروئیدی	مقدار در سرم گربه‌های سالم (تعداد ۱۶ قلاده)	مقدار در سرم گربه‌های بیمار (تعداد ۳ قلاده)	p-value
T3	۰/۲۱ ± ۰/۰۱۲ (ng/dl)	۰/۲۳ ± ۰/۰۲۴ (ng/dl)	۰/۶۴
T4	۲/۱۷ ± ۰/۲۲ (mg/dl)	۳/۱ ± ۰/۲۱ (mg/dl)	۰/۰۹۴
fT4	۲۸/۷ ± ۲/۶۷ (pmol/l)	۳۰/۴ ± ۱/۴۱ (pmol/l)	۰/۷۹
TSH	۰/۲۶ ± ۰/۰۲۴ (ng/ml)	۰/۳۱ ± ۰/۰۵۵ (ng/ml)	۰/۵۳

T4: هورمون تیروکسین، fT4: هورمون T4 آزاد، TSH: هورمون محرک تیروئید، T3: هورمون تری‌یدوتیرونین.

کل جذب غده تیروئید به تراکم کل جذب پس‌زمینه، بیش از حد طبیعی بوده که نشان‌دهنده پرکاری تیروئید می‌باشد.

یافته‌های مربوط به مقایسه نسبت‌های جذب رادیواکتیو در جدول ۳، گزارش شده‌است. با توجه به نتایج ارائه شده برای گربه‌های گروه بیمار، نسبت تراکم کل جذب غده تیروئید به تراکم کل غدد بزاقی و تراکم

جدول ۳- مقایسه نسبت تراکم کل جذب غده تیروئید به تراکم کل جذب غدد بزاقی و تراکم کل جذب غده تیروئید به تراکم کل جذب پس زمینه در گربه‌های طبیعی و پرکاری تیروئید (میانگین \pm انحراف معیار)

نسبت بررسی شده	مقدار در سرم گربه‌های سالم (تعداد ۱۶ قلاده)	مقدار در سرم گربه‌های بیمار (تعداد ۳ قلاده)	p-value
تراکم کل جذب غده تیروئید به تراکم کل جذب غدد بزاقی	0.73 ± 0.34	1.55 ± 0.32	0.000
تراکم کل جذب غده تیروئید به تراکم کل جذب پس زمینه	1.92 ± 0.13	3.44 ± 0.98	0.007

تفاوت آماری معنی داری در پارامترهای به دست آمده از روش سی تی اسکن (طول، عرض، ارتفاع، حجم، ناهمگنی و تضعیف تابش) وجود نداشت.

همچنین اطلاعات ارائه شده در جدول ۴، یافته‌های مربوط به مشاهدات سی تی اسکن گربه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد که مشاهده می‌گردد، در مقایسه بین گربه‌های سالم و گربه‌های مبتلا به پرکاری تیروئید،

جدول ۴- مقادیر اندازه‌گیری شده با روش سی تی اسکن قبل و بعد از تزریق ماده حاجب در گربه‌های سالم و گربه‌های مبتلا به پرکاری تیروئید (میانگین \pm انحراف معیار)

پارامتر بررسی شده	مقدار قبل از تزریق ماده حاجب		مقدار بعد از تزریق ماده حاجب		p-value
	در گربه‌های سالم (تعداد ۱۶ قلاده)	در گربه‌های بیمار (تعداد ۳ قلاده)	در گربه‌های سالم (تعداد ۱۶ قلاده)	در گربه‌های بیمار (تعداد ۳ قلاده)	
طول غده تیروئید (میلی متر)	21.6 ± 0.74	19.4 ± 1.51	21.8 ± 0.71	22.1 ± 2.97	0.25
عرض غده تیروئید (میلی متر)	3.24 ± 0.19	2.96 ± 0.29	3.61 ± 0.21	3.5 ± 0.25	0.55
ارتفاع غده تیروئید (میلی متر)	5.49 ± 0.5	5.44 ± 0.33	6.07 ± 0.35	6.06 ± 0.36	0.94
ناهمگنی تابش (هانسفیلد یونیت)	56.1 ± 2.29	50.1 ± 17.09	71.1 ± 4.84	65.1 ± 15.44	0.33
ضریب تضعیف تابش (هانسفیلد یونیت)	118.7 ± 8.7	156.5 ± 24.9	242.2 ± 17.1	248 ± 54.4	0.11
حجم لوب کوچک غده تیروئید (میلی متر مکعب)	200.8 ± 24.2	139.9 ± 38.1	221.4 ± 26.8	214.5 ± 40.7	0.31
حجم لوب بزرگ غده تیروئید (میلی متر مکعب)	234.1 ± 25.7	211.4 ± 43.7	279.6 ± 37.5	266.8 ± 24.5	0.72
حجم کل غده تیروئید (میلی متر مکعب)	436 ± 50.29	351 ± 75.5	485.9 ± 71.4	478.3 ± 67.5	0.49

پرکاری تیروئید به نظر می‌رسیدند، استفاده شد. آزمایش‌های خونی نشان داد که هورمون تیروئیدی در گربه‌های مبتلا معمولاً بالاتر از محدوده نرمال و یا در محدوده نرمال می‌باشد. بنابراین، یافتن هورمون

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر از بررسی هورمون تیروئید در خون برای تشخیص حیواناتی که از نظر بالینی مبتلا به

در گربه‌هایی که با توجه به علایم بالینی ظاهری، مشکوک به پرکاری تیروئید هستند، اما سطح سرمی تیروکسین آن‌ها نرمال و یا نزدیک به محدوده نرمال است، سیتی‌گرافی تیروئید روش تشخیصی مناسبی می‌باشد (Peterson, 2013). در مطالعه حاضر به منظور تقسیم‌بندی حیوانات مشکوک از نظر علایم بالینی به دو گروه بیمار و سالم، از تکنیک سیتی‌گرافی استفاده شد و مشاهده شد که میزان نسبت جذب غده تیروئید به جذب غده براقی و پس‌زمینه، در گروه بیمار به طور معنی‌داری از گروه سالم بالاتر بود (جدول ۳). به دلیل این‌که سیتی‌گرافی تیروئید امکان تجسم مستقیم عملکرد بافت تیروئید را که مسئول ایجاد پرکاری تیروئید است بر اساس میزان جذب رادیودارو، فراهم می‌کند و نتایج حاصل از آن کمتر تحت تاثیر عوامل موثر بر تیروئید قرار می‌گیرد، می‌تواند امکان تشخیص پرکاری تیروئید را قبل از این‌که نتایج آزمایشگاهی گربه بیمار غیرطبیعی شوند را فراهم کند. بنابراین، سیتی‌گرافی تیروئید را می‌توان به عنوان استاندارد تشخیصی بیماری پرکاری تیروئید در نظر گرفت (Broome, 2006). سیتی‌گرافی روشی از طب هسته‌ای است که عملکرد بافت تیروئید را بر اساس جذب رادیونوکلوئیدها توسط بافت تیروئید به نمایش می‌گذارد. در گربه‌ها، غده تیروئید در اسکن‌های تیروئیدی به صورت دو ناحیه کانونی بیضی شکل حاصل از تجمع رادیونوکلوئید در ناحیه جمجمه تا ناحیه میانی گردن ظاهر می‌شود. لوب‌های غده‌های تیروئید گربه‌ها از نظر اندازه و شکل متقارن هستند و در کنار هم قرار گرفته‌اند. غده‌های تیروئید و غده بزاقی گربه‌ها به‌طور مساوی در تصویر سیتی‌گرافی روشن

تیروئیدی در محدوده طبیعی در گربه‌های دارای علایم بالینی مطابق با بیماری، پرکاری تیروئید را رد نمی‌کند (جدول ۲). در مطالعه‌ای که به منظور یافتن رابطه بین نژاد، سن و جنسیت با سطح هورمون تیروکسین خون، از دو گروه گربه‌های نژاد خالص مبتلا به بیماری و نژاد بومی مبتلا به بیماری استفاده شد، رابطه آماری معنی‌داری بین نژاد و سطح هورمون تیروکسین خون به‌دست آمد. لذا در این مطالعه بیان شد که گربه‌های خالص، گروهی هستند که می‌توانند به‌طور معمول برای بررسی پرکاری تیروئید مورد آزمایش قرار گیرند چرا که احتمال بروز بالینی این بیماری در گربه‌های نژاد بومی کمتر است (Gordon, 2019). بر اساس گزارشی که لوتاتی و همکاران در سال ۲۰۱۹ ارائه دادند، دلایل متعددی وجود دارد که چرا یک گربه مبتلا به پرکاری تیروئید ممکن است سطح هورمون تیروکسین طبیعی داشته باشد. اولین دلیل، تغییرپذیری طبیعی روزانه سطوح تیروکسین در گربه‌های نرمال و پرکاری تیروئید است. همچنین بسیاری از بیمارهای غیرتیروئیدی می‌توانند نتایج آزمایش تیروئید را هم به‌طور مستقیم و هم غیرمستقیم تحت تاثیر قرار دهند و تقریباً هر بیماری مزمنی می‌تواند باعث سرکوب ترشح هورمون‌های تیروئیدی شود و سطح آن‌ها را تا حد متوسط یا حتی نرمال کاهش دهد. از طرفی هیپوپروتئینمی ممکن است منجر به کاهش مستقیم سطح تیروکسین اندازه‌گیری‌شده، به دلیل کاهش دسترسی هورمون تیروئید برای اتصال به پروتئین، شود (Lutatti et al., 2019) که با یافته‌های مطالعه حاضر در توافق می‌باشد (جدول ۲).

(Lautenschlaeger et al., 2013). غده تیروئید در تصویر سی تی اسکن در گربه بیمار نسبت به حیوان معمولی ناهمگنی کمتری دارد، چرا که میزان جذب ید در تیروئید در گربه بیمار بیشتر است. بنابراین، بافت تیروئید به دلیل جذب ید در تصویربرداری سی تی اسکن تمایل به افزایش همگنی و کاهش ناهمگنی دارد. در طول سی تی اسکن بافت تیروئید در گربه های سالم، بافت تیروئید بدون نیاز به ماده حاجب قابل مشاهده است. علاوه بر این، حجم کل بافت در سی تی اسکن قبل و بعد از تزریق ماده حاجب متفاوت بود (جدول ۴)، که نشان می دهد ممکن است هنگام استفاده از تصویربرداری بدون ماده حاجب در گربه های سالم، در بررسی اندازه دقیق تیروئید خطا وجود داشته باشد. به جز ضریب تضعیف، سایر موارد ذکر شده در مطالعه حاضر در گروه بیمار نسبت به گروه سالم بیشتر بود، با این حال بر اساس نتایج به دست آمده در بررسی آماری، بین گروه سالم و بیمار اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴). همچنین طی مطالعات انجام گرفته توسط لاتنشلاگر و همکاران وی در سال ۲۰۱۳ نشان داده شد که اطلاعات به دست آمده توسط تکنیک سی تی اسکن اگر چه دقت بالایی در نشان دادن لوب فعال غده تیروئید در برابر لوب غیرفعال دارد، اما نمی تواند روش قابل اعتمادی برای تشخیص بیماری هایپر تیروئیدیسم در گربه باشد چرا که امکان تشخیص درگیری لوب های تیروئید به صورت یک طرفه یا دوطرفه در بیماری را ندارد (Lautenschlaeger et al., 2013). علاوه بر این، استفاده از سی تی اسکن به عنوان روش تشخیصی در بیماری های تیروئید، به دلیل تابش بیش از حد اشعه ایکس، خطراتی همچون افزایش

خواهند بود. علاوه بر بررسی بصری عملکرد غده، میزان جذب تیروئیدی رادیواکتیو در غده تیروئید نسبت به سایر بافت ها و یا نسبت جذب غده تیروئید به جذب غده بزاقی را می توان محاسبه کرد. هر دوی این روش ها، ابزار بسیار حساسی را برای تشخیص پرکاری تیروئید فراهم می کنند (Gregory et al., 2002). در راستای این مطالعات، در پژوهشی که توسط کارمل و همکارانش در سال ۱۹۹۲ روی تصویربرداری تیروئید با استفاده از تکنسیم پرتکتتات در ۵ گربه سالم و ۳۷ گربه مبتلا به پرکاری تیروئید انجام شد، مشخص شد که درصد جذب تکنسیم پرتکتتات در پرکاری تیروئید افزایش می یابد و این میزان با استفاده از نسبت میزان جذب تیروئید به میزان جذب غده بزاقی قابل اندازه گیری است (Mooney et al., 1992) که این یافته با نتایج ذکر شده در تحقیق حاضر هم خوانی دارد (جدول ۳). از آنجا که استفاده از روش سینتی گرافی به علت محدودیت دسترسی به رادیو دارو، گاما کما و همچنین نگاهداری حیوان به دنبال سینتی گرافی به علت دفع ماده رادیواکتیو محدودیت دارد، تحقیق حاضر برای پی بردن به این که آیا از سی تی اسکن می توان به عنوان جایگزین مناسبی برای سینتی گرافی بهره برد، انجام شد. بر اساس مطالعات انجام شده توسط تد و همکارانش در سال ۲۰۰۴، نتایج به دست آمده حاکی از این حقیقت می باشد که با انجام سی تی اسکن از بافت تیروئید سالم در گربه، این بافت بدون نیاز به ماده حاجب به خوبی قابل رویت می باشد (Drost et al., 2004). نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر (جدول ۴) مشابه داده های به دست آمده از فاکتور حجم در سی تی اسکن در مطالعه لاتنشلاگر و همکاران در سال ۲۰۱۳ است

۱۰۲۲۹۱۳۷۷۴۱۲۵۳۹۱۳۹۹۱۶۲۲۵۰۹۷۳ می‌باشد. نویسندگان از اساتید و معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تبریز و همچنین کمک و همکاری دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران در انجام آزمایشات بر روی نمونه‌ها قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافع

ندارند.

احتمال ابتلا به سرطان تیروئید و ابتلا به مشکلات پاراتیروئیدی را به همراه دارد (Bridget *et al.*, 2010). باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر، می‌توان بیان کرد که از روش سی‌تی‌اسکن نمی‌توان به عنوان روش تشخیصی جایگزین سیتی‌گرافی در تشخیص بیماری پرکاری تیروئید در گربه‌ها استفاده کرد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه دوره دکترای عمومی دامپزشکی نگار کریمی با کد

منابع

- Allerton, F. (2020). BSAVA Small Animal Formulary. 10th ed., London: BSAVA, pp: 1-2, 217-219 & 266-267.
- Amouoghli Tabrizi, B. and Khakpoor, M. (2013). The effect of vitamin E-selenium injection on serumic levels of Albumin, Protein, Calcium, Phosphorous, Alkaline phosphates, Alaninamonitrasferas and Aspartataminotrasferas in the Arabian horse. *Veterinary Clinical Pathology*, 6(24): 1715-1721.
- Bridget, S., Ron, E. and Schneider, A.B. (2010). Exposing the Thyroid to Radiation: A Review of Its Current Extent, Risks, and Implications. *Endocrine Reviews*, 31(5): 756-773.
- Broome, M.R. (2006). Thyroid Scintigraphy in Hyperthyroidism. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 21(1): 10-16.
- Camps, T., Marta, A. and Xavier, M. (2019). A Review of Medical Conditions and Behavioral Problems in Dogs and Cats. *Animals*, 9(12): 1133.
- Candellone, A., Saettone, V., Badino, P., Girolami, F., Radice, E., Bergero, D., et al. (2021). Management of Feline Hyperthyroidism and the Need to Prevent Oxidative Stress: What Can We Learn from Human Research? *Antioxidants*, 10(9): 1496-1502.
- Bordebave, C., Fourriez-Lablée, V., Chamel, G., Cheylan, J. and Marion, F.T. (2015). Applications Diagnostiques et Médicales de La Scintigraphie Thyroïdienne, *Le Point Vétérinaire*. 355: 33-39.
- Davasaztabrizi, A. and Mehrani, K. (2017). Correlation of serum levels of T3 and T4 during the dry and postpartum periods with ovarian rebound in primiparous and multiparous cows. *Veterinary Clinical Pathology*, 11(41): 63-70.
- Esfandiari, N.H. and Papaleontiou, M. (2017). Biochemical testing in thyroid disorders. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 46(3): 631-648.
- Gordon, G.M. (2019). Hyperthyroidism in Cats: Should We Be Routinely Testing for Early Diagnosis? *The Veterinary Nurse*, 10(8): 444-452.

- Gregory, B.Da., Sharp, D.S., Nieckarz, J.A. and Adams, W. (2002). Quantitative thyroid scintigraphy as a predictor of serum thyroxin concentration in normal and hyperthyroid cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 43(4): 374-382.
- Hassanpour, A., Farshchi, A.V., Ebrahimi, H.M. and Farhangpajoh, F. (2007). The effect of phenylbutazone injection on serumic levels of thyroid hormones in the horse. *Veterinary Clinical Pathology*, 1(2): 109-116.
- Kempainen, R.J. and Birchfield, J.R. (2006). Measurement of total thyroxine concentration in serum from dogs and cats by use of various methods. *American Journal of Veterinary Research*, 67(2): 259-265.
- Lautenschlaeger, I.E., Hartmann, A., Sicken, J., Mohrs, S., Scholz, V.B., Neiger, R., et al. (2013). Comparison between computed tomography and 99m TC-pertechnetate scintigraphy characteristics of the thyroid gland in cats with hyperthyroidism. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 54(6): 666-673.
- Lutatti, M., Aucoin, D. and Bruyette, D. (2019). Expected total thyroxine (TT4) concentration and outlier values in 531,765 cats in the United States (2014-2015). *PLoS One*, 14(3): e0213259.
- Mark E.P., Graves, T.K. and Cavanagh, I. (1987). Serum Thyroid Hormone Concentrations Fluctuate in Cats with Hyperthyroidism. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 1(3): 142-46.
- Mooney, C.T. and Peterson, M.E. (2012). *Feline Hyperthyroidism*. BSAVA Manual of Canine and Feline Endocrinology. 3rd ed., England, pp: 240-242.
- Mooney, C.T., Keith L, T., Jeremy, J.N. and David, L.D. (1992). Qualitative and quantitative thyroid imaging in feline hyperthyroidism using technetium-99m as pertechnetate. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 33(5): 313-320.
- Mullur, R., Liu, Y.Y. and Brent, G.A. (2014). Thyroid hormone regulation of metabolism. *Physiological Reviews*. 94(2): 355-382.
- Peremans, K. (2012). Scintigraphy and the thyroid: a great alliance! In WSAVA/FECAVA/BSAVA World congress 2012; 55th BSAVA Congress: pp: 157-158.
- Peterson, M.E. (2013). More than just T4: diagnostic testing for hyperthyroidism in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 15(9): 765-777.
- Peterson, M.E. (2014). Animal models of disease: feline hyperthyroidism: an animal model for toxic nodular goiter. *Journal of Endocrinology*, 223(2): 97-114.
- Peterson, M.E. and Broome, M.R. (2015). Thyroid scintigraphy findings in 2096 cats with hyperthyroidism. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 56(1): 84-95.
- Peterson, M.E., Guterl, J.N., Rishniw, M. and Broome, M.R. (2016). Evaluation of quantitative thyroid scintigraphy for diagnosis and staging of disease severity in cats with hyperthyroidism: Comparison of the percent thyroidal uptake of pertechnetate to thyroid-to-salivary ratio and thyroid-to-background ratios. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 57(4): 427-440.
- Drost, W.T., Mattoon, J.S., Valerie, S., Weisbrode, S. and Hoshaw-Woodard, S.L. (2004). Computed Tomographic Densitometry of Normal Feline Thyroid Glands. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 45(2): 112-116.