



استفاده از میدان مغناطیسی برای جداسازی کیست‌های ژیاردیا از آب

رضا قاسمی خواه (PhD)^{۱*}، زینب داودی مقدم (BSc)^۲، فاطمه احمدی (BSc)^۲،

مهسا رسول پور (BSc)^۲، محمدرضا بیاتانی (PhD)^۳، رضا حاجی حسین (MSc)^۱،

حسین سرمیدان (MD)^۴، فاطمه سیف (PhD)^{۳**}

^۱ گروه انگل شناسی و قارچ شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

^۲ کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

^۳ گروه پرتودرمانی و فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

^۴ گروه بیماری‌های عفونی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

پذیرش مقاله: ۹۸/۱۱/۱۶

(دریافت مقاله: ۹۸/۸/۶)

چکیده

زمینه: ژیا ردیا از جمله عوامل عفونی است که می‌تواند توسط آب‌های سطحی منتقل و موجب بیماری گردد. در این بررسی عملیات طراحی و ساخت سامانه مغناطیسی به منظور جداسازی کیست ژیا ردیا از آب انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش کیست‌های ژیا ردیا با روش ساکارز، تغلیظ گردید. کیست‌ها با سرم فیزیولوژی مخلوط و با کمک لام نئوبار، غلظت کیست‌ها در هر میلی‌متر مکعب، ۱۰۰ هزار عدد تنظیم شد. کیست‌های جدا شده از داخل میدان مغناطیسی حاصل از آهن ربا‌های ۲۰۰ میلی تسلا عبور داده شدند. همچنین جهت بررسی اثر میدان مغناطیسی بر کشندگی کیست‌ها، سوسپانسیون حاوی کیست‌های ژیا ردیا یک هفته در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفت و درصد بقای انگل به کمک رنگ‌آمیزی حیاتی اتوزین ۰/۱ درصد توسط میکروسکوپ نوری گزارش شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با اعمال میدان مغناطیسی کیست‌ها به صورت نسبی جذب آهن ربا شده و از سوسپانسیون جدا شدند. همچنین اثر میدان مغناطیسی بر کشندگی کیست‌های ژیا ردیا طی روزهای مختلف مواجهه، تغییر چندانی را نشان نداد ($P \geq 0.05$).

نتیجه‌گیری: سامانه مغناطیسی طراحی شده را می‌توان جهت جداسازی کیست‌های ژیا ردیا تقویت نمود که علاوه بر مقرون به صرفه بودن، فاقد اثرات شیمیایی بر روی آب می‌باشد.

واژگان کلیدی: ژیا ردیا، جداسازی کیست، ساکارز، میدان مغناطیسی

** اراک، گروه پرتودرمانی و فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

Email: seif@arakmu.ac.ir

*ORCID: 0000-0002-9677-7484

**ORCID: 0000-0002-1532-293X

مقدمه

ژیاوریا یکی از شایع‌ترین علل شیوع اسهال ناشی از مصرف آب آلوده است که گاهی اوقات به عنوان علت اسهال ناشی از مواد غذایی نیز گزارش شده است (۱). در کشورهای توسعه یافته در سراسر جهان، تقریباً ۲ درصد از بزرگسالان و ۶ الی ۸ درصد از کودکان به ژیاوریا امکان آلودگی داشته‌اند، در حالی که یک سوم از افراد در کشورهای در حال توسعه دچار ژیاوریا می‌شوند. شواهد بر این تحقیقات نشان داده است، تغییرات اقلیمی، از جمله بارندگی شدید و طغیان رودخانه‌ها، در سرتاسر جهان رو به افزایش است، و به احتمال زیاد می‌تواند بیماری‌های گوارشی ناشی از عوامل انگلی را رقم زند. لذا میزان شیوع این بیماری زئونوز در کشورهای توسعه یافته یا در حال توسعه بسته به شرایط بهداشتی و آلودگی‌های آب و مواد غذایی به کیست ژیاوریا با یکدیگر متفاوت است (۲).

میزان شیوع ژیاوریا در ایران نیز بین کودکان، نوجوانان و جوانان برآوردهای متفاوتی دارد که شیوع ژیاوریا در بین کودکان نواحی شرقی کشور شایع‌تر است (۳). آب‌های سطحی می‌توانند یکی از عوامل منتقل‌کننده ژیاوریا باشند؛ از دست دادن آب، کم خونی، کاهش وزن، درد شکم، نفخ و اتساع شکم، تهوع و استفراغ می‌تواند از جمله تظاهرات بالینی این بیماری باشد (۴). با توجه به اینکه میزان احتمال آلودگی آب‌های طبیعی به ژیاوریا یا سایر میکروارگانیسم‌های آلاینده، در کشورهای در حال توسعه وجود دارد لازم است پژوهش‌هایی به منظور ارتقای روش‌های کنترل و کاهش این تک یاخته انگلی صورت گیرد (۵ و ۶). جداسازی آلودگی خصوصاً از مایعات به روش‌های فیزیکی به علت پایدار بودن و هزینه کم می‌تواند در جوار استفاده از عوامل شیمیایی مؤثر و مفید باشد. یکی

از راه‌های مبارزه با آلودگی‌های آب، استفاده از کلر است. استفاده از کلر در آب موجب افزایش ترکیباتی چون تری‌هالو متان (THMs) می‌شود که دارای آثار مضر بر کبد و کلیه است و سرطان‌زا محسوب می‌شوند. همچنین مطالعات انجام شده بر روی آب استخر نشان می‌دهد که کلر می‌تواند باعث فرسایش مینای دندان شود (۷).

ازن، یکی از گندزدهای آب آشامیدنی است و می‌تواند در یک غلظت مناسب حتی میکروارگانیسم‌های خیلی مقاوم به گندزدهای متداول را غیرفعال کند (۸). استفاده از گاز ازن اگر چه مزایای بسیاری دارد اما گران‌تر از سایر گزینه‌هاست و ناپایدار است. بنابراین اتخاذ فرایند نگهداری و پایش دقیق و مداوم آن ضروری است. علاوه بر موارد یاد شده به دلیل پتانسیل خوردگی بالای ازن باید موادی با مقاومت‌های ویژه در ابزار کاربردی استفاده شود. کیست‌های ژیاوریا به شدت نسبت به ضدعفونی با کلر مقاوم هستند و حذف آن‌ها توسط فیلتراسیون استاندارد دشوار است (۹).

برخی گزارش‌ها حاکی از مقاومت انگل‌های موجود در آب نسبت به بعضی از عوامل شیمیایی است؛ تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از عوامل فیزیکی مختلف به منظور شکست این مقاومت و از بین بردن انگل‌های مذکور نظیر اشعه ماوراء بنفش صورت گرفته است. از جمله خصوصیات استفاده از عوامل فیزیکی در این زمینه، پایداری بیشتر، عوارض جانبی کمتر و ارزان‌تر بودن است (۱۰).

تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد از عوامل فیزیکی نظیر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی (۱۰ و ۱۱) نیز می‌توان در زمینه کاهش پارازیتی ناشی از این انگل بهره جست، به طور نمونه میدان‌های مغناطیسی از طریق پارامترهای شدت، فرکانس (۱۲) و نوع میدان (۱۱) می

تواند اثرات تخریبی بر ارگانسیم‌های زنده داشته باشد. شواهد نشان داده است نمونه‌های اشرشیا کولی و استافیلوکوک اورئوس که در معرض میدان‌های مغناطیسی با شدت‌ها و فرکانس‌های مختلف قرار گرفته اند نسبت به گروه کنترل توانایی تشکیل کلونی کمتری یافته‌اند، به ویژه در زمان‌های مواجه طولانی، کاهش قابل توجهی داشته‌اند (۱۳).

در تحقیقی دیگر نشان داده شده است میدان‌های مغناطیسی (۱ mT، ۵۰ Hz) می‌تواند از طریق تغییر در پتانسیل غشاء، پتانسیل سطح، هیدروفوبیسیته، فعالیت تنفسی و رشد بر خواص فیزیکی و شیمیایی غشاء هر دو باکتری گرم مثبت و گرم منفی تأثیرگذار (۱۴). نظر به اینکه در تحقیقات قبلی تأثیر ژیاردیا در فقر آهن از طریق اتصال به آن یا تأثیر در متابولیسم آهن مشخص شده است، می‌توان تأثیر میدان مغناطیسی بر جذب و جداسازی ژیاردیا را پیشنهاد داد لذا در این بررسی عملیات طراحی و ساخت سامانه مغناطیسی به منظور جداسازی کیست ژیاردیا از آب انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پس از تصویب طرح تحقیقاتی در شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک و دریافت کد اخلاق به شماره (۲۱. ۱۳۹۶. IR.ARAKMU.REC) جهت جمع‌آوری نمونه اقدام شد.

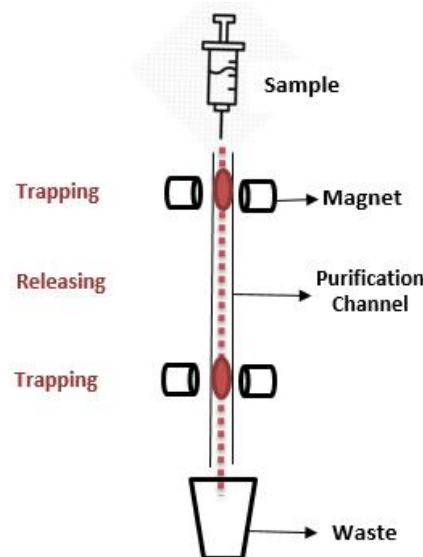
جمع‌آوری نمونه: طبق هماهنگی انجام شده با آزمایشگاه مرکز بهداشت شهرستان اراک نمونه‌های مدفوعی مثبت ژیاردیا (تعداد سه نمونه) جمع‌آوری و به آزمایشگاه انگل‌شناسی دانشکده پزشکی منتقل شدند. با استفاده از روش فرمل اتر از حضور کیست‌های ژیاردیا در نمونه‌های مدفوع اطمینان حاصل گردید.

تغلیظ کیست‌ها از نمونه: برای تغلیظ کیست‌ها از روش تغلیظی ساکارز استفاده گردید (۱۵) ابتدا محلولی از ساکارز با غلظت ۱/۱۶ مولار تهیه کرده و در یخچال قرار داده شد. ۵ گرم نمونه مدفوع درون سرم فیزیولوژی ۰/۹ درصد حل کرده و خوب مخلوط شد. سپس محلول حاصل را از صافی گاز استریل عبور داده به طوری که محلول یکدست و کرم رنگی به دست آید. محلول حاصل درون چند لوله ریخته شده و درون سانتریفیوژ با دور ۱۷۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد. مایع رویی را دور ریخته و رسوبات حاصل را داخل یک لیوان جمع‌آوری نموده مجدداً با سرم فیزیولوژی رقیق شد. سپس دوازده لوله تمیز برداشته و داخل هر کدام ۴ میلی‌لیتر ساکارز و ۴ میلی‌لیتر از مدفوع ریخته شد. نمونه مدفوع باید بسیار آهسته اضافه شود. لوله‌ها داخل سانتریفیوژ با دور ۲۷۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. لوله‌ها را خارج کرده در این مرحله شاهد هاله ابری شکل در قسمت میانی آن‌ها هستیم که حاوی کیست ژیاردیا لامبلیا می‌باشد.

با استفاده از سمپلر به حالت دورانی هاله درون لوله برداشت و داخل لوله فالکون ریخته شد. سپس با دور ۳۰۰۰ rpm و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. پس از خالی کردن مایع‌روئی دوباره لوله را از سرم فیزیولوژی پر کرده و مجدداً با دور ۳۰۰۰ rpm و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ می‌کنیم که نهایتاً کیست‌های ژیاردیا تغلیظ می‌شوند (شکل ۱). سپس کیست‌ها را با مقداری سرم فیزیولوژی مخلوط کرده و با کمک لام نئوبار، غلظت کیست‌ها در هر میلی‌متر مکعب، ۱۰۰ هزار عدد تنظیم و تأیید شد.

طراحی سامانه مغناطیسی: این سامانه شامل یک مجرا جهت عبور سوسپانسیون می‌باشد که دو آهن‌ربا از نوع NdFeB با شدت ۲۰۰ میلی‌تسلا در مسیر آن قرار داده

شده است. سوسپانسیون اولیه حاوی کیست ژیا ردیا، توسط یک سرنگ با سرعت ثابت وارد مجرا شده و پس از طی مسیر در یک ظرف جمع‌آوری می‌شود.



شکل (۱) شماتیک سامانه مغناطیسی جهت جداسازی کیست‌های ژیا ردیا از آب

سنجش میدان مغناطیسی: پس از اتصال لوله عبور به سیستم پمپاژ و محل جمع‌آوری، مگنت‌های تولید کننده میدان مغناطیسی برای ایجاد شدت ۲۰۰ میلی تسلا در طرفین لوله بارگزاری شد. برای حصول اطمینان از یکنواختی شدت میدان از گوسمتر مدل GM2، Alphalab ساخت کشور آمریکا استفاده شد.

اعمال میدان مغناطیسی بر سوسپانسیون‌های حاوی کیست‌های ژیا ردیا: در این پژوهش تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان جذب کیست‌ها به صورت گروه عدم میدان، گروه میدان یک آهن‌ربا و گروه میدان دو آهن‌ربا با عبور از سامانه طراحی شده انجام پذیرفت. همچنین تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان کشندگی کیست‌های ژیا ردیا با اعمال میدان به صورت چند روز متوالی

مورد ارزیابی قرار گرفت که در ادامه جزییات آن بیان می‌گردد:

الف) ارزیابی تأثیر میدان مغناطیسی بر جذب کیست‌های ژیا ردیا: جهت این ارزیابی سه گروه سوسپانسیون مورد آزمایش قرار گرفت:

- ۱- گروه کنترل یا گروهی که تحت میدان مغناطیسی قرار نگرفته‌اند.
- ۲- گروهی که تحت میدان مغناطیسی یک آهن‌ربا قرار گرفتند.
- ۳- گروهی که تحت میدان مغناطیسی دو آهن‌ربا قرار گرفتند.

عبور سوسپانسیون از سامانه به صورت قطره‌ای و آهسته رهش بود و تقریباً سه ساعت طول کشید. در هر گروه، تعداد کیست‌ها در سوسپانسیون خروجی در میلی‌لیتر مکعب مایع خروجی شمارش شد. جهت افزایش دقت هر آزمایش پنج بار تکرار گردید.

ب) ارزیابی تأثیر میدان مغناطیسی بر کشندگی کیست‌های ژیا ردیا: در این مرحله، درصد بقای کیست‌های ژیا ردیا در یک نمونه از سوسپانسیون قبل از اعمال میدان مغناطیسی سنجش شد. سپس همان نمونه تحت قوی‌ترین میدان یعنی میدان مغناطیسی دو آهن‌ربا به مدت هفت روز قرار داده شد.

بررسی بقای کیست‌های ژیا ردیا با ائوزین ۰/۱ درصد: میزان مرگ و میر کیست‌ها توسط ائوزین ۰/۱ درصد بر روی لام نئوبار و میکروسکوپ نوری به صورت روزانه تا هفت روز متوالی سنجیده شد؛ بدین صورت که کیست‌هایی که رنگ نگرفته بودند کیست‌های زنده و آن‌هایی که رنگ نارنجی کم رنگ گرفته بودند کیست‌های مرده تلقی گردید.

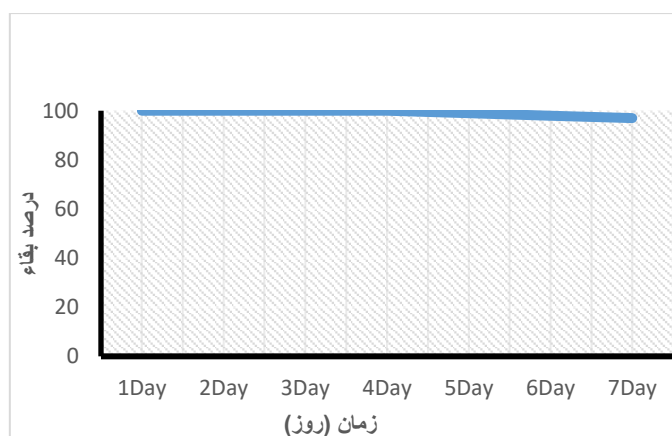
یافته‌ها

الف) نتایج مربوط به بررسی میکروسکوپی با لام ثوبار و جداسازی تعداد کیست‌ها در نمونه: با اعمال میدان مغناطیسی در مسیر سوسپانسیون و بررسی تعداد کیست‌ها قبل و بعد از تأثیر میدان مغناطیسی شاهد کاهش تعداد کیست‌ها در سوسپانسیون نهایی بودیم؛ به این معنا که تعدادی از کیست‌ها تحت تأثیر میدان مغناطیسی از سوسپانسیون جدا شدند. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میدان مغناطیسی می‌تواند سبب جذب کیست‌های ژیا ردیا در

ناحیه مواجهه با میدان گردد. موفقیت این جذب و جلوگیری از حرکت کیست‌ها با افزایش میدان در حالت دو آهن‌ربا نسبت به حالت یک آهن‌ربا افزایش معنی داری نداشته است.

ب) نتایج تأثیر میدان مغناطیسی بر کشندگی کیست‌های ژیا ردیا: جهت بررسی تأثیر میدان مغناطیسی بر کشندگی کیست‌های ژیا ردیا، آن‌ها را تحت تابش میدان دو آهن‌ربا قرار داده و درصد مرگ و میر کیست‌ها هر روز و به مدت یک هفته مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱) بررسی میکروسکوپی تعداد کیست‌های ژیا ردیا قبل و بعد از اعمال میدان مغناطیسی			
بررسی میکروسکوپی با لام ثوبار			
نمون	تعداد کیست در میلی لیتر مکعب مایع خروجی قبل از تأثیر میدان مغناطیسی	تعداد کیست در میلی لیتر مکعب مایع خروجی بعد از تأثیر میدان مغناطیسی	
۰		یک آهن‌ربا	دو آهن‌ربا
۱	۲۰	۸	۶
۲	۲۵	۸	۷
۳	۲۲	۶	۷
۴	۲۰	۹	۷
۵	۲۶	۷	۶



نمودار ۱) نتایج درصد بقا کیست ژیا ردیا در حضور میدان مغناطیسی.

Fig 1) The results of percentage of survival Giardia cyst in the presense of magnetic field.

همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، درصد مرگ و میر کیست‌های ژياردیا با اعمال میدان مغناطیسی نسبت به حالت عدم وجود میدان طی روزهای مختلف مواجهه تغییر چندانی نداشته است و چنانچه نشان داده شده است در روزهای اول تا سوم مرگ و میری رخ نداده است و در روزهای ۳ تا ۷ نیز درصد کشندگی میدان مغناطیسی معنی‌دار نیست ($P \geq 0.05$). بنابراین اعمال میدان مغناطیسی می‌تواند سبب جذب کیست‌های ژياردیا شود اما روی کشندگی آن‌ها تأثیر خاصی ندارد.

بحث

آلودگی آب به وسیله کیست‌های ژياردیا رابطه مستقیمی با سطح بهداشت و وضعیت اقتصادی جامعه دارد، به خصوص در مواردی که دفع بهداشتی فاضلاب‌ها در محیط صورت گیرد. که به ویژه در فصل‌های بارندگی این روان آب‌ها موجب انتقال کیست‌ها با آب و آلودگی شدید آن می‌شود و در صورت عدم رسیدگی خطر انتقال بیماری به انسان نیز وجود دارد (۱۶). در مقایسه با سایر پاتوژن‌های آب، هیچ مقدار تحمل‌پذیری نسبت به ژياردیا برای آب آشامیدنی تعیین نشده اما بر اساس شیوع شناخته شده، ۳ تا ۵ کیست در هر ۱۰۰ لیتر پیشنهاد شده است. بنابراین تشخیص ۱ کیست در هر ۱۰ تا ۱۰۰ لیتر آب ضروری است (۱۷ و ۱۸). گزارشات متعددی مبنی بر کمبود برخی عناصر مانند آهن، روی، مس، کبالت، سلنیم و منیزیم در طی عفونت ژياردیازیس وجود دارد (۱۹). در متون پژوهشی، سابقه تأثیر میدان مغناطیسی در مدل‌های حیوانی، سلولی و میکروارگانیسم‌هایی نظیر باکتری‌ها وجود دارد که در بسیاری از این پژوهش‌ها به نقش کنترل کنندگی یا کشندگی این عامل فیزیکی اشاره شده است (۲۰ و ۲۱)،

ولی تحقیقاتی که نشان دهنده تأثیر میدان مغناطیسی بر کنترل و کشندگی یا بقای انگل‌ها باشد چندان که منجر به نتیجه‌گیری قطعی و کاربردی باشد وجود ندارد. در مطالعه جینگ زوآ (Jing Zhao) و همکاران، نشان داده شده است میدان مغناطیسی می‌تواند در بهبود زخم‌های ایجاد شده در موش دیابتی به صورت غیرتهاجمی تأثیر مثبتی داشته باشد (۲۲). در مطالعه دیگری نشان داده شده است میدان مغناطیسی ایستا با شدت ۰/۵ تسلا می‌تواند در کنترل رشد سودومونا و هیف‌های کاندیدا آلبیکنس تأثیر مطلوبی داشته باشد (۲۳).

در مطالعه دیگری نشان داده شده است میدان مغناطیسی در محدوده ۱، ۵ و ۱۰ هرتز می‌تواند رشد پلاسمودیوم فالسیپاروم را کاهش دهد، این میزان کاهش پس از ۴۸ ساعت در فرکانس ۱۰ هرتز نمود بیشتری داشته است (۲۴). در مطالعه حاضر تأثیر میدان مغناطیسی روی انگل ژياردیا از دو منظر بقاء و کاهش تعداد آن‌ها پس از عبور از سامانه میدان مغناطیسی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج ارائه شده در جدول ۱ در جوار گزارشاتی که نشان می‌دهد کمبود برخی عناصر مانند آهن، روی، مس، کبالت، منیزیم و سلنیم در طی عفونت ژياردیازیس وجود دارد این فرضیه را مطرح می‌کند که ژياردیا مانع از جذب آهن می‌شود و در واقع ژياردیا احتمالاً با درآشامیدن آهن می‌تواند سبب کمبود آهن در بدن شود. همچنین نتایج این جدول، جذب کیست‌های ژياردیا توسط میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر می‌توان بیان کرد که وجود میدان مغناطیسی می‌تواند بستر مناسبی برای جلوگیری از حرکت میکروارگانیسم‌هایی باشد که می‌توانند به آهن وصل شوند که با افزایش شدت میدان مغناطیسی، بازدهی جذب افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعه رمضان و همکاران (۲۵) در توافق است. علی‌رغم اینکه اثر کنترلی و کشندگی میدان مغناطیسی روی میکروارگانیسم‌هایی

ها از آب بوده و همچنین فاقد اثرات شیمیایی بر روی آب می‌باشد. بنابراین استفاده از این سامانه می‌تواند در جداسازی کیست‌های ژیا ردیا از آب کمک کننده باشد.

سپاس و قدردانی

این مقاله حاصل از طرح پژوهشی به شماره ۵۶۰ کمیته تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی اراک می‌باشد. نویسندگان این مقاله از همکاری صمیمانه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک و همچنین از استاد محترم جناب آقای حاج حسین کمال تشکر را دارند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

نظیر باکتری‌ها به وفور اثبات شده است اما در مورد این اثر بر انگل ظاهراً مطالعه خاصی صورت نگرفته است. نتایج حاضر نشان داد در طی ۷ روز اعمال میدان مغناطیسی ایستا با شدت ۲۰۰ میلی تسلا، تأثیری در مرگ و میر کیست‌های ژیا ردیا نداشت و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. برای به‌دست آوردن نتایج قطعی‌تر در زمینه تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان بقاء این انگل پیشنهاد می‌گردد میدان مغناطیسی به عنوان پارامتر فیزیکی مستقل از لحاظ نوع (فرکانسی یا ایستا) با شدت‌ها و همچنین مدت زمان‌های مختلف مواجهه در مطالعات بعدی مد نظر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

سامانه مغناطیسی طراحی شده فوق با جذب کیست‌های ژیا ردیا، دارای بازدهی نسبتاً خوب جهت جداسازی آن

References:

1. Thompson RC, Monis PT. Variation In Giardia: Implications For Taxonomy And Epidemiology. *Adv Parasitol* 2004; 58(95): 69-137.
2. Vanni I, Caccio SM, Van Lith L, et al. Detection Of Giardia Duodenalis Assemblages A And B In Human Feces By Simple, Assemblage-Specific PCR Assays. *PLoS Negl Trop Dis* 2012; 6(8): e1776.
3. Abasian L, Talebi Fd, Medicine Faculty, et al. Prevalence Of Giardia Lamblia In Iran: A Systematic Review And Meta Analysis Study. *Res Med* 2013; 36(5): 111-6. (Persian)
4. Eckmann L. Mucosal Defences Against Giardia. *Parasite Immunol* 2003; 25(5): 259-70.
5. Mahmoudi MR, Nazemalhosseini-Mojarad E, Karanis P. Genotyping Of Giardia Lamblia And Entamoeba Spp From River Waters In Iran. *Parasitol Res* 2015; 114(12): 4565-70.
6. Noroozi Karbasdehi V, Dobaradaran S, Mirahmadi SR, et al. Survey of microbiological and chemical quality of the swimming beaches along the Persian Gulf in Bushehr port. *Iran South Med J* 2015; 18(2): 393-408.
7. Kabil NS, Magdy R. Protective & Corrective Efficacy Of Xylitol Versus Fluoride On Primary Teeth Enamel Subjected To In Vitro Demineralization By Chlorinated Pool Water. *Int J Dent Oral Heal* 2016; 2(5): 66-73.
8. Hsu BM, Yeh HH. Removal Of Giardia And Cryptosporidium In Drinking Water Treatment: A Pilot-Scale Study. *Water Res* 2003; 37(5): 1111-7.
9. Rahdar M, Daylami O. The Comparison Of Chlorine And Ultra Violet Effects Against Giardia Lamblia Cyst In Drinking Water. *Biochem Cell Arch* 2016; 16(2): 369-72.
10. Dalimi A, Ghasemikhah R, Hashemi Malayeri B. Echinococcus Granulosus: Lethal Effect Of Low Voltage Direct Electric Current On Hydatid Cyst Protoscoleces. *Exp Parasitol* 2005; 109(4): 237-40.

11. Khokhlova G, Vainshtein M. Application Of Static And Impulse Magnetic Fields To Bacteria *Rhodospirillum Rubrum* VKM B-1621. *AMB Express* 2017; 7(1): 60.
12. Salmen SH, Alharbi SA, Faden AA, et al. Evaluation Of Effect Of High Frequency Electromagnetic Field On Growth And Antibiotic Sensitivity Of Bacteria. *Saudi J Biol Sci* 2018; 25(1): 105-10.
13. Bayır E, Bilgi E, Şendimir-Ürkmez A, et al. The Effects Of Different Intensities, Frequencies And Exposure Times Of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields On The Growth Of *Staphylococcus Aureus* And *Escherichia Coli* O157: H7. *Electromagn Biol Med* 2015; 34(1): 14-8.
14. Oncul S, Cuce EM, Aksu B, et al. Effect Of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields On Bacterial Membrane. *Int J Radiat Biol* 2016; 92(1): 42-9.
15. Boland-Nazar NS, Eslamirad Z, Sarmadian H, et al. An In Vitro Evaluation Of Ozonized Organic Extra-Virgin Olive Oil On *Giardia Lamblia* Cysts. *Jundishapur J Microbiol* 2016; 9(11): E40839.
16. Moutinho MG, Dos Santos I, Matos M, et al. Research And Identification Of *Cryptosporidium* And *Giardia Lamblia* In Wastewater Treatment Plants. *Ann Med* 2019; 51(Sup1): 73.
17. Efstratiou A, Ongerth J, Karanis P. Evolution Of Monitoring For *Giardia* And *Cryptosporidium* In Water. *Water Res* 2017; 123: 96-112.
18. Keserue HA, Fuchslin HP, Egli T. Rapid Detection And Enumeration Of *Giardia Lamblia* Cysts In Water Samples By Immunomagnetic Separation And Flow Cytometric Analysis. *Appl Environ Microbiol* 2011; 77(15): 5420-7.
19. Çulha G, Sangün MK. Serum Levels Of Zinc, Copper, Iron, Cobalt, Magnesium, And Selenium Elements In Children Diagnosed With *Giardia Intestinalis* And *Enterobiosis Vermicularis* In Hatay, Turkey. *Biol Trace Elem Res* 2007; 118(1): 21-6.
20. Zhang L, Ji X, Yang X, et al. Cell Type-And Density-Dependent Effect Of 1 T Static Magnetic Field On Cell Proliferation. *Oncotarget* 2017; 8(8): 13126.
21. Letuta UG, Berdinskiy VL. Magnetosensitivity Of Bacteria *E. Coli*: Magnetic Isotope And Magnetic Field Effects. *Bioelectromagnetics* 2017; 38(8): 581-91.
22. Zhao J, Li YG, Deng KQ, et al. Therapeutic Effects Of Static Magnetic Field On Wound Healing In Diabetic Rats. *J Diabetes Res* 2017; 2017: 6305370.
23. Szafranski D, Suchodolski J, Muraszko J, et al. The Influence Of N And S Poles Of Static Magnetic Field (SMF) On *Candida Albicans* Hyphal Formation And Antifungal Activity Of Amphotericin B. *Folia Microbiol* 2019; 64(6): 727-34.
24. Gilson RC, Deissler RJ, Bihary RF, et al. Growth Of *Plasmodium Falciparum* In Response To A Rotating Magnetic Field. *Malaria J* 2018; 17(1): 190.
25. Ramadan Q, Christophe L, Teo W, et al. Flow-Through Immunomagnetic Separation System For Waterborne Pathogen Isolation And Detection: Application To *Giardia* And *Cryptosporidium* Cell Isolation. *Anal Chim Acta* 2010; 673(1): 101-8.

Original Article

Magnetic Separation of Giardia Cysts from Water

**R.Ghasemikhah (PhD)^{1*}, Z. Davudi Moghadam (BSc)², F. Ahmadi (BSc)²,
M.Rasulpur (BSc)², MR. Bayatiani (PhD)³, R. Hajihosseini (MSc)¹,
H. Sarmadian (MD)⁴, F.Seif (PhD)^{3**}**

¹ Department of Parasitology and Mycology, School of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

² Students Research Committee, School of Paramedical Sciences, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

³ Department of Radiotherapy and Medical Physics, School of Paramedical Sciences, Arak University of Medical Sciences and Khansari Hospital, Arak, Iran

⁴ Department of Infectious Disease, School of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

(Received 20 Oct, 2019

Accepted 5 Feb, 2020)

Abstract

Background: Giardia is one of the infectious agents that can be transmitted by surface water and cause a disease. We designed and fabricated a magnetic system to separate the giardia cysts from water.

Materials and Methods: In this study, giardia cysts were concentrated by sucrose floatation method. The cysts were mixed with physiological saline and their concentration was adjusted to 100,000 cysts per cubic millimeter using Neubauer slide. The isolated cysts were passed through the magnetic field generated by the 200-mT magnets. The cysts were attracted to the magnet and removed from the suspension. The cysts were exposed to magnetic field for one week in order to evaluate the effect of magnetic field on their survival, which was reported as 0.1% using eosin staining under a light microscope.

Results: The results showed that magnetic field can relatively absorb giardia cysts from water, the survival rate of the cysts did not change significantly in different days ($P \geq 0.05$).

Conclusion: The designed magnetic system can be reinforced to isolate giardia cysts, which is economical and has no chemical effects on water.

Keywords: Giardia, cyst separation, Sucrose, Magnetic field

©Iran South Med J.All right reserved

Cite this article as: Ghasemikhah R, Davudi Moghadam Z, Ahmadi F, Rasulpur M, Bayatiani MR, Hajihosseini R, Sarmadian H, Seif F. Magnetic Separation of Giardia Cysts from Water. Iran South Med J 2020; 23(2): 99-107

Copyright © 2020 Ghasemikhah, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

****Address for correspondence:** Department of Radiotherapy and Medical Physics, School of Paramedical Sciences, Arak University of Medical sciences and Khansari Hospital, Arak, Iran. Email: seif@arakmu.ac.ir

*ORCID: 0000-0002-9677-7484

**ORCID: 0000-0002-1532-293X

Website: <http://bpums.ac.ir>

Journal Address: <http://ismj.bpums.ac.ir>