

ارزش اسکنرهای حرارتی در تشخیص بیماری‌های ویروسی در فرودگاه‌های بین‌المللی

محمد درویشی^۱، امیر نظامی اصل^۲، محمدکریم هروی بوژآبادی^۳،
*امیرعلی جهانشاهی^۴، امیر ستوده^۵

چکیده

مقدمه: با توجه به اینکه در سال‌های اخیر، از ابزار ترموگرافی مادون قرمز در تشخیص بیماری‌های ویروسی استفاده شده است با این حال مطالعه‌ای در زمینه اثربخشی آنها طراحی و اجرا نشده است. این مطالعه به منظور پاسخگویی به این سؤال که آیا تکنیک ترموگرافی مادون قرمز در تشخیص بیماری‌های ویروسی در فرودگاه‌های بین‌المللی اثربخشی لازم را دارا می‌باشد، انجام پذیرفت.

روش بررسی: در مطالعه مروری ساختار یافته حاضر به منظور جمع‌آوری فهرست کامل شواهد مرتبط، از رویکردهای جستجوی پایگاه‌های داده‌های الکترونیکی، جستجوی دستی فهرست منابع مقالات مرتبط یافت شده، جستجوی پایگاه‌های اطلاعاتی استفاده شد.

یافته‌ها: از مجموع ۱۲۱ مقاله به دست آمده، پس از بررسی عنوان، خلاصه و متن کامل، ۱۳ مطالعه واجد معیارهای مربوط به ارزیابی اثربخشی ترموگرافی مادون قرمز بودند.

بحث و نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان داد گرچه روش ترموگرافی مادون قرمز روشی سریع، ایمن (غیرتهاجمی) و ارزان قیمت در غربالگری و تشخیص برخی بیماری‌ها است، ولی به دلیل عدم توفیق در دستیابی به ارزش تشخیصی قابل قبول در مقایسه با دیگر روش تشخیصی، نمی‌توان از آن به صورت مستقل استفاده کرد.

کلمات کلیدی: اسکنرهای حرارتی، تشخیص، بیماری‌های ویروسی، فرودگاه

مقدمه

شیوع بیماری‌های ویروسی که در دو دهه گذشته، شکل گرفته است منجر به شکل‌گیری آسیب‌ها و صدمات جبران‌ناپذیری در سطح جامعه جهانی شده است. از این حیث، پس از این رویدادها، سیستم بهداشت جهانی به استفاده از ابزاری که بتواند به صورت گسترده و در فواصل زمانی کوتاه جامعه بیمار را شناسایی و اقدامات لازم را جهت پیشگیری بیماری و کنترل آن انجام دهد، ترغیب شد [۶-۱].

ترموگرافی به معنای ثبت دمای بدن است. تجهیزات به کار رفته در این روش کاربردهای فراوانی در صنعت و ارتش دارد. در پزشکی نیز از تجهیزات ترموگرافی از طریق ثبت دما و تولید تصویری از وضعیت توزیع دما در سطح بدن (که ترموگرام نام دارد) در تشخیص بیماری، به ویژه در مراحل اولیه آنها، استفاده می‌شود. اولین کاربرد ثبت شده از تشخیص‌های دمایی در نوشته‌های بقراط، حدود ۴۸۰ سال قبل از میلاد مسیح، یافت می‌گردد. از آن زمان به بعد تحقیقات بیشتر و مشاهدات بالینی ثابت کرد دمای خاص مربوط به بخش‌های مختلف بدن انسان، عملاً نشان دهنده فرآیندهای فیزیولوژیکی طبیعی و غیرطبیعی آن می‌باشد. مبنای کار ترموگرافی، به تغییرات درجه حرارت سطح پوست بدن مربوط می‌شود. درجه حرارت پوست بدن در نتیجه فرآیندهای فیزیکی، فیزیولوژیک طبیعی یا بیماری تغییر می‌کند. از این خاصیت تغییر گرمایی، در عضوی خاص یا در سطح بدن، برای آشکارسازی بیماری استفاده می‌شود. ترموگرافی به دو روش قابل انجام است؛ روش ترموگرافی تماسی که در آن از ترمومترهای الکتریکی استفاده می‌شود و دیگری ترموگرافی مادون قرمز که در آن دمای بدن و توزیع آن با کمک امواج برگشتی مادون قرمز از سطح بدن اندازه‌گیری می‌شود [۱۲-۷].

سیستم‌های عکس‌برداری حرارتی و اسکنرهای حرارتی نمونه‌ای از این ابزار ترموگرافی مادون قرمز هستند. اسکنرهای حرارتی، به سرعت و بدون ایجاد آسیب به فرد، به صورت کارا

افرادی را که درگیر بیماری‌اند، شناسایی می‌نماید. جداسازی بیمار، استفاده از روش‌های درمانی مناسب، کنترل گسترش بیماری همه از موارد هستند که به دنبال استفاده از این ابزار حاصل می‌شود [۱۳، ۱۴].

اسکنرهای حرارتی دارای انواع گوناگونی هستند، اما به طور کلی به چهار نوع ۱- اسکنرهای حرارتی بدون هیچ شاخص حرارتی به همراه منبع بیرونی، ۲- اسکنرهای حرارتی با شاخص اندازه‌گیری حرارت پوستی به همراه منبع دمایی داخلی، ۳- اسکنرهای حرارتی با شاخص اندازه‌گیری پوستی به همراه منبع دمایی بیرونی، ۴- اسکنرهای حرارتی با شاخص اندازه‌گیری حرارتی پوستی به همراه منبع دمایی بیرونی و دماسنج گیجگاهی تقسیم می‌شوند. اولین بار به دنبال شیوع بیماری سندرم حاد تنفسی و آنفلوآنزای پرندگان در جهان استفاده از اسکنرهای حرارتی مدنظر قرار گرفته شد [۱۷-۱۵]. (شکل ۱)

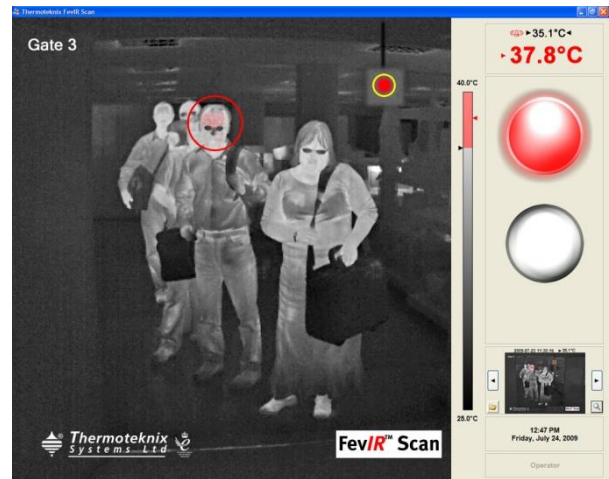
بررسی مطالعات نشان می‌دهد در تشخیص زودهنگام و انجام غربالگری برخی بیماری‌ها می‌توان از روش ترموگرافی مادون قرمز استفاده کرد. این بررسی‌ها، بسته به نوع بیماری مورد مطالعه، میزان حساسیت، ویژگی و دقت‌های متفاوتی را در استفاده از این روش گزارش کرده‌اند. با توجه به اینکه در سال‌های اخیر بیمارهای ویروسی گسترش یافته است و از ابزار ترموگرافی مادون قرمز در برخی کشورها استفاده شده است و مطالعه‌ای نیز در زمینه اثربخشی آنها طراحی و اجرا نشده است، این مطالعه به منظور پاسخگویی به این سؤال که آیا تکنیک ترموگرافی مادون قرمز در تشخیص بیماری‌های ویروسی در فرودگاه‌های بین‌المللی اثربخشی لازم را دارا می‌باشد، انجام پذیرفت.

به تکنیک ترموگرافی تماسی) حذف گردید. در نهایت ۱۳ مطالعه به‌عنوان شواهد پژوهشی مرتبط وارد این مطالعه مروری شدند.

در سال ۲۰۰۳ نگ^۱ و همکاران تأثیر و کارایی اسکنرهای حرارتی را در شناسایی افراد بیمار به‌دنبال سندرم حاد تنفسی مورد ارزیابی قرار دادند. در مطالعه آنها ۵۰۲ نفر مورد ارزیابی قرار گرفتند که ۸۶ نفر بیمار و ۴۱۸ نفر سالم تشخیص داده شدند. در بررسی آنها تب به‌عنوان شاخصی برای بیمار بودن در نظر گرفته شد. در مطالعه آنها دقت اسکنرهای حرارتی ۹۵٪، حساسیت ۹۵٪ و ویژگی آن ۸۶٪ به‌دست آمد که نشان از کارایی اسکنرهای حرارتی بود. از مطالعه آنها دو نتیجه‌گیری حاصل شد که عبارت بوده از: بهترین منطقه برای اندازه‌گیری دمای بدن صورت و منطقه کانتوس داخلی چشم و دمایی ایده‌آل آستانه برای تنظیم اسکنرهای حرارتی ۳۴/۶ سانتی‌گراد می‌باشد [۱۸].

به‌منظور کارایی اسکنرهای حرارتی در تشخیص سلامت مسافرانی که به فرودگاه تایوان وارد می‌شوند، مطالعه‌ای توسط چيو^۲ شکل گرفت. در مطالعه آنها ۹۹۳ نفر مورد ارزیابی قرار گرفتند که ۳۰۵ نفر از آنها مشکوک به بیماری بودند که پس از بررسی‌های انجام شده توسط آزمایشگاه ۳ نفر از آنها مبتلا به بیماری حاد تنفسی تشخیص داده شدند. در آزمایش آنها دقت اسکنرهای حرارتی ۹۵٪، حساسیت ۷۵٪ و ویژگی آن ۹۹٪ به‌دست آمد که نشان از کارایی اسکنرهای حرارتی بود [۱۶].

در سال ۲۰۰۴ لیو^۳ و همکاران تأثیر و کارایی اسکنرهای حرارتی را در شناسایی افراد بیمار به‌دنبال سندرم حاد تنفسی مورد ارزیابی قرار دادند. در مطالعه آنها ۵۰۲ نفر مورد ارزیابی قرار گرفتند که ۸۶ نفر بیمار و ۴۱۸ نفر سالم تشخیص داده شدند. در بررسی آنها تب به‌عنوان شاخصی برای بیمار بودن در نظر گرفته شد. در مطالعه آنها دقت اسکنرهای حرارتی ۹۵٪، حساسیت ۹۵٪ و ویژگی آن ۸۶٪ به‌دست آمد که نشان از



شکل ۱- بکارگیری اسکنرهای حرارتی در غربالگری بیماری‌های ویروسی

روش بررسی

کلیه مطالعات انجام شده، اعم از پژوهش‌های اولیه و ثانویه، با موضوع مطالعات ترموگرافی مادون قرمز جهت تشخیص و یا غربالگری بیماری‌های مختلف، که بین سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۴ به زبان انگلیسی و فارسی منتشر شده بودند و نیز آن دسته از آن مطالعاتی که نتایج‌ها به صورت دقت، ویژگی، ارزش پیش بینی مثبت، ارزش پیش‌بینی منفی، کیفیت زندگی، هزینه مراقبت‌های بهداشتی، ایمنی و کاهش مرگ و میر ناشی از بیماری گزارش شده بود، به این مطالعه وارد شدند. پس از جمع‌آوری تمام مقالات مرتبط، عناوین آنها بررسی و مقالات نامرتب و تکراری حذف گردید. خلاصه مقالات باقیمانده مجدداً بررسی و اصل مقالات مرتبط موارد باقیمانده تهیه گردید.

یافته‌ها

نتیجه جستجوی ساختارمند این مطالعه، یافتن ۱۲۱ مقاله بود. در بررسی عناوین و خلاصه این مقالات، ۹۳ مقاله به‌دلیل عدم همخوانی با معیارهای پذیرش (زبان غیرانگلیسی و فارسی، موردی بودن مطالعات و بررسی حیوانات حذف شدند. متن کامل ۲۸ مقاله باقیمانده پس از تهیه، مطالعه و بررسی شد و ۱۶ مطالعه مجدداً به‌دلیل عدم همخوانی با معیارهای پذیرش (نداشتن نمونه روشن، ارائه نظریات ذهنی نویسنده و پرداختن

1. Neg
2. Chieo
3. Lio

ارسال و آزمایش PCR روی نمونه سرمی انجام می‌پذیرفت. نتایج مطالعه آنها نشان داد که اسکنرهای حرارتی دارای حساسیتی و ویژگی در محدوده بین ۵۰/۸ تا ۷۰٪ می‌باشند، و از آنها نمی‌توان به‌عنوانی ابزاری دقیق در تشخیص بیماری استفاده نمود، اما کارایی بالایی در شناسایی افراد بیمار را دارند [۲۱].

در مطالعه‌ای دیگر که در سال ۲۰۱۴ در فرودگاه بین‌المللی کره انجام پذیرفت، کارایی اسکنرهای حرارتی در تشخیص بیماری‌های تنفسی با دو روش تشخیص دما از طریق گوش^۲ و گزارش شخصی در مورد بیماری^۳ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مطالعه آنها حاکی از آن بود که بین گزارش شخصی در مورد بیماری و تشخیص دما از طریق گوش رابطه معنی‌داری وجود داشت، اما بین دمای تشخیص اسکنرهای حرارتی با دمای گوش رابطه معنی‌داری مشاهده نگردید. از نتایج مطالعه آنها این گونه به نظر می‌رسد که کارایی اسکنرهای حرارتی همراه سایر روش‌های تشخیصی‌ای سودمند می‌باشد [۲۲].

بحث و نتیجه‌گیری

مرور ساختاریافته نتایج مطالعات مرتبط نشان داد مطالعات پذیرش شده از لحاظ خصوصیات کلیدی مشارکت کنندگان، مداخلات و اندازه‌گیری‌های نتایج و طرح و کیفیت مطالعه با یکدیگر تفاوت داشتند.

تحلیل توصیفی مطالعات مربوط به کاربرد ترموگرافی مادون قرمز در غربالگری و تشخیص بیمارهای ویروسی در فرودگاه‌های بین‌المللی مبین آن بود که این مطالعات نمی‌تواند ارزیابی دقیقی از ترموگرافی مادون قرمز ارائه دهد. با توجه به اندازه‌های صحت به‌دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد، ترموگرافی مادون قرمز نه به‌عنوان یک روش غربالگری مستقل که تنها به‌عنوان روشی مکمل در کنار سایر روش‌های متداول تشخیص و غربالگری مانند معاینه فیزیکی و روش‌های معمول پاراکلینیکی می‌تواند کاربرد داشته باشد.

کارایی اسکنرهای حرارتی بود. از مطالعه آنها دو نتیجه‌گیری حاصل شد که عبارت بوده از: بهترین منطقه برای اندازه‌گیری دمای بدن منطقه کانتوس داخلی چشم بوده و دمایی ایده‌آل آستانه برای تنظیم اسکنرهای حرارتی ۳۵/۴ سانتی‌گراد می‌باشد [۱۹].

در سال ۲۰۰۸ هاسفستر^۱ و همکاران تأثیر و کارایی اسکنرهای حرارتی را در شناسایی افراد بیمار به‌دنبال سندرم حاد تنفسی مورد ارزیابی قرار دادند. در مطالعه آنها ۲۰۶۲ نفر مورد ارزیابی قرار گرفتند. در بررسی آنها تب به‌عنوان شاخصی برای بیمار بودن در نظر گرفته شد. در مطالعه آنها دقت اسکنرهای حرارتی ۷۷٪، حساسیت ۸۲٪ و ویژگی آن ۸۶٪ به‌دست آمد. آنها بیان نمودند که، در شرایط عملیاتی و اجرایی، ۲ فاکتور می‌تواند کارایی اسکنرهای حرارتی را تحت تأثیر قرار دهد. فاکتورهای انفرادی همچون بارداری، دوره قاعدگی و تغییرات هرمونی و فاکتورهای محیطی مانند دمایی محیط، میزان رطوبت محیط، سیستم تهویه محیط می‌تواند بر روی کارایی اسکنرهای دخیل باشند [۲۰].

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۱ در فرودگاه بین‌المللی ناریتا در کشور ژاپن انجام پذیرفت. تأثیر اسکنرهای حرارتی در شناسایی بیماران مبتلا به آنفلانزا مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه بر اساس جایگاه ورود مسافران که دو ترمینال مجزا بود به دو گروه تقسیم شدند. طول دوره مطالعه از سپتامر ۲۰۰۹ تا ژانویه ۲۰۱۰ بود و تعداد افراد مورد مطالعه در دو گروه الف و ب به شرح زیر بود. در گروه الف ۸۰۵ نفر بررسی شدند. در این گروه بر اساس علائم بالینی فرد بیمار انتخاب می‌شد و برای تأیید تشخیص نمونه سرمی به آزمایشگاه ارسال و آزمایش PCR روی نمونه سرمی انجام می‌پذیرفت. در گروه ب ۱۰۴۹ نفر مورد بررسی قرار گرفتند. افراد در این گروه بر اساس شناسایی اسکنرهای حرارتی انتخاب می‌گردیدند و در صورتی که دمایی بدن آنها بیش از ۳۸ سانتی‌گراد بود به‌عنوان نمونه انتخاب و برای تأیید تشخیص نمونه سرمی به آزمایشگاه

2. Tympanic Temperature

3. Self-reported

1. Housfester

References

1. Ng E, Sudharsan N. Numerical computation as a tool to aid thermographic interpretation. *Journal of medical engineering & technology*. 2001;25(2):53-60.
2. Kuan MM, Chang FY. Airport sentinel surveillance and entry quarantine for dengue infections following a fever screening program in Taiwan. *BMC Infect Dis*. 2012;12:182.
3. St John RK, King A, de Jong D, Bodie-Collins M, Squires SG, Tam TW. Border screening for SARS. *Emerg Infect Dis*. 2005;11(1):6-10.
4. Priest PC, Duncan AR, Jennings LC, Baker MG. Thermal image scanning for influenza border screening: results of an airport screening study. *PloS one*. 2011;6(1):e14490.
5. Shu PY, Chien LJ, Chang SF, Su CL, Kuo YC, Liao TL, et al. Fever screening at airports and imported dengue. *Emerg Infect Dis*. 2005;11(3):460-462.
6. Cowling BJ, Lau LL, Wu P, Wong HW, Fang VJ, Riley S, et al. Entry screening to delay local transmission of 2009 pandemic influenza A (H1N1). *BMC Infect Dis*. 2010;10:82.
7. Tran TH, Nguyen TL, Nguyen TD, Luong TS, Pham PM, Nguyen v V, et al. Avian influenza A (H5N1) in 10 patients in Vietnam. *The New England journal of medicine*. 2004;350(12):1179-1188.
8. Ng EY, Kaw GJ, Ng K. Infrared thermographic in identification of human elevated temperature with biostatistical and ROC analysis. Paper presented at: Defense and Security 2004.
9. Chan LS, Cheung GT, Lauder IJ, Kumana CR. Screening for Fever by Remote-sensing Infrared Thermographic Camera. *Journal of travel medicine*. 2004;11(5):273-279.
10. Hay AD, Peters TJ, Wilson A, Fahey T. The use of infrared thermometry for the detection of fever. *British journal of general practice*. 2004;54(503):448-450.
11. Ng EY, Kaw G, Chang W. Analysis of IR thermal imager for mass blind fever screening. *Microvascular research*. 2004;68(2):104-109.
12. Ng EY-K. Is thermal scanner losing its bite in mass screening of fever due to SARS? *Medical Physics*. 2005;32(1):93-97.
13. Ng E, Chong C, Kaw G. Classification of human facial and aural temperature using neural networks and IR fever scanner: A responsible second look. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*. 2005;5(01):165-190.
14. Ng E, Kee E. Fever mass screening tool for infectious diseases outbreak: integrated artificial intelligence with bio-statistical approach in thermogram analysis. *Progress in Avian Influenza Research*. 2005:1-24.
15. Peacock GR. Human radiation thermometry and screening for elevated body temperature in humans. Paper presented at: Proc. of SPIE Vol 2004.
16. Chiu W, Lin P, Chiou H, Lee W, Lee C, Yang Y, et al. Infrared thermography to mass-screen suspected SARS patients with fever. *Asia-Pacific Journal of Public Health*. 2005;17(1):26-28.
17. Ammer K, Ring E. Standard procedures for infrared imaging in medicine. *Biomedical Engineering Handbook*, CRC Press. 2006;1.
18. Ng DK, Chan C-H, Lee RS, Leung LC. Non-contact infrared thermometry temperature measurement for screening fever in children. *Annals of Tropical Paediatrics: International Child Health*. 2005;25(4):267-275.
19. Liu C-C, Chang R-E, Chang W-C. Limitations of forehead infrared body temperature detection for fever screening for severe acute respiratory syndrome. *Infection Control*. 2004;25(12):1109-1111.
20. Hausfater P, Zhao Y, Defrenne S, Bonnet P, Riou B. Cutaneous infrared thermometry for detecting febrile patients. *Emerging infectious diseases*. 2008;14(8):1255.
21. Nishiura H, Kamiya K. Fever screening during the influenza (H1N1-2009) pandemic at Narita International Airport, Japan. *BMC infectious diseases*. 2011;11(1):111.
22. Cho KS, Yoon J. Fever Screening and Detection of Febrile Arrivals at an International Airport in Korea: Association among Self-reported Fever, Infrared Thermal Camera Scanning, and Tympanic Temperature. *Epidemiology and health*. 2014;36:e2014004.

The value of thermal scanners in diagnosis of viral diseases in international airports

Darvishi M¹, Nezami A², Heravi MK³, *Jahanshahi AA⁴, Sotoudeh A⁵

Abstract

Background: In recent years, infrared thermography tools are used for viral disease detection. However, no study has been to evaluate the value of this device. The current study was designed to review the effectiveness of infrared thermography technique for diagnosis of viral diseases in international airports.

Materials and methods: This study was conducted as a systematic review. All of the relevant databases, bibliography of related papers, and companies' websites were searched using appropriate search strategies and keywords.

Results: Totally, 121 papers were recovered in total using different databases and search techniques. Considering the research selection criteria, 13 papers were recognized as suitable.

Conclusion: The results showed that although infrared thermography is a safe, rapid and cheap technique in screening and diagnosis of different diseases, current studies do not show any acceptable diagnostic value compared to other diagnostic techniques. It is recommended to use the infrared thermography as a complementary technique

Keywords: Mass Screening, Diagnosis, Viral Diseases, Airport

1. Assistant Professor, Infectious Disease Research Center, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Aerospace and subaquatic school, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. Resident of Aerospace and subaquatic medicine, Aerospace and subaquatic medicine school, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4. DVSc, Young Researchers and Elite Club, Kahnooj Branch, Islamic Azad University, Kahnooj, Iran (*Corresponding author)

5. Assistant Professor, Department of veterinary, Kahnooj Branch Islamic Azad University, Kahnooj, Iran