Journal of Military Medicine
2023, Volume 25, Issue 5
Pages: 2016-2023
10.30491/JMM.2023.1006432.1025

Using Support Vector Machine Algorithm to Predict Coronary Heart Disease in Active Middle-aged Women

Leila Fasihi [1*], Marefat Siahkohian [2], Bahman Ebrahimi-Torkamani [2]

[1] *Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*
[2] *Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Psychology and Education Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran*

Received: 18 May 2023 **Accepted:** 22 September 2023

Abstract

Background and Aim: Coronary artery disease is the most common form of cardiovascular disease, and it frequently causes myocardial infarction. It causes billions of dollars in property damage and millions of deaths worldwide every year. The standard method for diagnosing cardiovascular disease is angiography, which is invasive and dangerous. A machine learning system has been widely used as a fast, cost-effective, and non-invasive approach to the diagnosis of cardiovascular disease. Therefore, the purpose of this research was to use a support vector machine algorithm to predict coronary heart disease in active middle-aged women.

Methods: In this study, the medical records of 372 middle-aged women with coronary artery disease who were hospitalized in two selected hospitals during 2015-2016 were used. A support vector machine algorithm was used to diagnose coronary artery disease. MATLAB software was used for data analysis at a significance level of 0.05.

Results: The results showed that by using medical records containing 14 common features, related to anthropometric information, diagnostic tests, angiography results, and physical activity, the support vector machine algorithm can detect vascular diseases with 70% accuracy and 76% precision.

Conclusion: The use of a machine learning approach provides the ability to predict the presence of coronary artery disease with high accuracy and sensitivity. Therefore, it allows doctors to provide timely preventive treatment in patients with coronary artery disease.

Keywords: Coronary Artery, Support Vector Machine, Algorithm, Middle-aged.

[*]Corresponding author: **Leila Fasihi,** Email: l_fasihi@modares.ac.ir

مجله طب نظامی
دوره ۲۵، شماره ۵، آذر و دی ۱۴۰۲
صفحات: ۲۰۲۳-۲۰۱۶
10.30491/JMM.2023.1006432.1025

استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای پیش بینی بیماری عروق کرونر قلب در زنان میانسال فعال

لیلا فصیحی[۱*]، معرفت سیاه‌کوهیان[۲]، بهمن ابراهیمی‌ترکمانی[۲]

[۱] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۲] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

زمینه و هدف: بیماری عروق کرونر شایع‌ترین شکل بیماری قلبی عروقی است و اغلب باعث انفارکتوس میوکارد می‌شود. سالانه میلیاردها دلار خسارت مالی و میلیون‌ها مرگ در سراسر جهان به بار می‌آورد. روش استاندارد برای تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی آنژیوگرافی است که تهاجمی و خطرناک است. سیستم یادگیری ماشین به طور گسترده‌ای به عنوان یک رویکرد سریع، مقرون به صرفه و غیر تهاجمی برای تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی استفاده شده است. بنابراین، هدف از این تحقیق استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای پیش‌بینی بیماری عروق کرونر قلب در زنان میانسال فعال بود.

روش‌ها: در این مطالعه، از سوابق پزشکی ۳۷۲ زن میانسال مبتلا به بیماری عروق کرونر که در دو بیمارستان منتخب طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۵ بستری شده بودند استفاده شد. از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای تشخیص بیماری عروق کرونر استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار MATLAB در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که با استفاده از سوابق پزشکی حاوی ۱۴ ویژگی مشترک، مربوط به اطلاعات آنتروپومتری، تست‌های تشخیصی، نتیجه آنژیوگرافی و فعالیت بدنی، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان می‌تواند با دقت ۷۰ درصد و صحت ۷۶ درصد بیماری عروق کرونر را پیش‌بینی کند.

نتیجه‌گیری: استفاده از رویکرد یادگیری ماشین توانایی پیش‌بینی حضور بیماری عروق کرونر را با دقت و حساسیت بالا فراهم می‌کند. بنابراین به پزشکان اجازه می‌دهد تا درمان پیشگیرانه به موقع را در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر انجام دهند.

کلیدواژه‌ها: عروق کرونر، الگوریتم، ماشین بردار پشتیبان، میانسال.

*نویسنده مسئول: **لیلا فصیحی.** پست الکترونیک: l_fasihi@modares.ac.ir
دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۲/۲۸ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۳۱

مقدمه

سازمان بهداشت جهانی بیماری‌های قلبی عروقی را به عنوان عامل اصلی مرگ و میر در سراسر جهان فهرست کرده است (۱). به عنوان شایع‌ترین نوع بیماری قلبی عروقی، بیماری عروق کرونر زمانی رخ می‌دهد که انسداد (بیش از ۵۰ درصد) در حداقل یکی از شریان‌های کرونری وجود داشته باشد (۲). سه شریان اصلی قلب وجود دارد: شریان نزولی قدامی چپ، شریان محیطی چپ و شریان کرونری راست (۳). در ایران، وزارت بهداشت گزارش داد که ۳۹/۹ درصد از مرگ و میر در کشور به دلیل بیماری‌های قلبی عروقی و عوامل خطر آن است که در این میان بیماری عروق کرونر شایع‌ترین نوع است و به شدت در حال افزایش است (۴). بیماری عروق کرونر یک بیماری چند علتی است که در آن یک سری عوامل خطر، به عنوان مثال. افزایش کلسترول، فشار خون بالا، دیابت و سیگار کشیدن باید در نظر گرفته شود (۵). در میان بسیاری از عوامل خطر که مستعد ایجاد و پیشرفت بیماری قلبی عروقی هستند، سبک زندگی بی تحرک که با سطوح پایین فعالیت بدنی مشخص می‌شود، اکنون به عنوان عامل اصلی در سلامت ضعیف قلبی عروقی شناخته شده است (۶). برعکس، ورزش منظم و فعالیت بدنی با فواید قابل توجه سلامتی گسترده و خطر بیماری قلبی عروقی به میزان قابل توجهی مرتبط است (۷). چندین مطالعه طولانی مدت نشان داده‌اند که افزایش فعالیت بدنی با کاهش مرگ و میر ناشی از همه علل مرتبط است و ممکن است امید به زندگی را به طور متوسط افزایش دهد، اثری که به شدت با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی مرتبط است (۱۰–۸). مطابق با این تصور، مشخص شده است که میزان مرگ و میر در میان مردان و زنان، حتی در حضور سایر عوامل پیش‌بینی کننده مرگ و میر قلبی عروقی مانند سیگار کشیدن، فشار خون بالا و چربی خون، رابطه معکوس با سطح آمادگی قلبی تنفسی دارد (۱۱). علاوه بر این، سطح تناسب اندام بهتر در مردان و زنان می‌تواند تا حدی نرخ بالای مرگ و میر ناشی از همه علل و همچنین مرگ و میر بیماری قلبی عروقی مرتبط با شاخص توده بدنی بالا را معکوس کند (۱۲). کار اخیر از گروه‌های قلبی عروقی نشان می‌دهد که فعالیت بدنی پایدار با نمایه نشانگر التهابی مطلوب‌تری همراه است، خطر نارسایی قلبی را کاهش می‌دهد و بقا را در پیگیری ۳۰ ساله در افراد مبتلا به بیماری عروق کرونر بهبود می‌بخشد (۱۳). سازمان بهداشت جهانی اظهار می‌دارد که برای کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، افراد باید در هفته ۱۵۰ دقیقه ورزش با شدت متوسط؛ یا ۷۵ دقیقه با شدت زیاد و یا ترکیبی از شدت متوسط و زیاد را با توجه به میزان فشار خون انجام دهند (۱۴). همچنین تأکید می‌شود که هر مقدار از تمرینات بدنی می‌تواند منجر به افزایش مزایای سلامتی شود (۱۵). بر اساس نتایج یک مطالعه اپیدمیولوژیک با هدف بررسی میزان مرگ و میر ناشی از بیماری عروق کرونر، ۶۳ مورد از ۶۵۳۷ مورد مرگ ناشی از بیماری عروق کرونر در سال ۲۰۱۵ بوده است (۱۶). بیماری عروق کرونر در بین مردان بیشتر از زنان است و علائم بیماری ممکن است در زنان ۱۰ سال دیرتر از مردان ظاهر شود (۱۷). بنابراین، با توجه به افزایش شدید بیماری‌های قلبی عروقی که بار مالی سنگینی را بر جامعه تحمیل می‌کند، تشخیص زودهنگام بیماری عروق کرونر برای جلوگیری از افزایش بیشتر خطر بسیار مهم است. آنژیوگرافی عروق کرونر برای تشخیص قطعی بیماری عروق کرونر مورد نیاز است (۱۸). با این حال، آنژیوگرافی روشی تهاجمی است و ممکن است منجر به عوارض مختلفی مانند پارگی شریان، آریتمی و حتی مرگ شود. علاوه بر این، تکنیک‌های تشخیص مبتنی بر تصویر پرهزینه هستند و برای غربالگری جمعیت‌های بزرگ، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، قابل استفاده نیستند. با توجه به این کاستی‌ها و ماهیت تهدیدکننده زندگی آنژیوگرافی، محققان به طور مداوم به دنبال تکنیک‌های غیرتهاجمی، اقتصادی، سریع و قابل اعتماد برای تشخیص زودرس بیماری عروق کرونر بوده‌اند. الگوریتم‌های یادگیری ماشین، برخی از تکنیک‌های مورد استفاده برای این منظور هستند (۱۹). امروزه در صنعت مراقبت‌های بهداشتی، کلان داده‌ها به عنوان منبعی ارزشمند برای استخراج دانش تولید و جمع-آوری شده‌اند. در میان فناوری‌های علم داده، داده کاوی به عنوان یکی از موثرترین استراتژی ها با افزایش محبوبیت در مراقبت‌های بهداشتی پیشگیرانه شناخته می‌شود. داده کاوی پیش‌بینی، تشخیص، پیشگیری و سیاست‌گذاری در صنعت مراقبت‌های بهداشتی را تا حد زیادی ممکن کرده است. محاسبات نسبتا کم‌هزینه با عملکرد خوب، تعمیم‌پذیری و دقت بالا اغلب با روش‌های داده کاوی همراه است. مطالعات مختلفی در مورد کاربرد داده کاوی در تشخیص بیماری‌ها از جمله بیماری عروق کرونر انجام شده است. به عنوان مثال، مولود آبدار و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود با عنوان تکنیک جدید یادگیری ماشینی برای تشخیص دقیق بیماری عروق کرونر، یک روش نوآورانه یادگیری ماشین را توصیف کردند که امکان تشخیص دقیق بیماری کرونر قلبی را در داده‌های جمع‌آوری شده از بیماران ایرانی فراهم کرد. آن‌ها نشان دادند که تکنیک‌های یادگیری ماشینی بهینه‌سازی شده توسط رویکرد پیشنهادی، می‌تواند به مدل‌های بسیار دقیقی برای استفاده بالینی و تحقیقاتی در نظر گرفته شود (۲۰). Das و همکاران با استفاده از یک سیستم تجزیه و تحلیل آماری، روشی را برای تشخیص بیماری قلبی معرفی کرد. در این روش مجموعه شبکه‌های عصبی در مرکز سیستم پیشنهادی قرار دارد. دقت طبقه‌بندی ۸۹/۰۱ درصد از آزمایش‌های انجام شده بر روی داده‌های گرفته شده از پایگاه داده بیماری قلبی به دست آمد. همچنین حساسیت و ویژگی به ترتیب ۸۰/۹۵ و ۹۵/۹۱ درصد در تشخیص بیماری قلبی به دست آمد (۲۱). Dutta و همکاران یک شبکه عصبی کارآمد پیشنهاد کردند. مدل پیشنهادی آن‌ها به دقت ۷۷ درصد در پیش‌بینی بیماری عروق کرونر قلب دست یافت. این مدل همچنین قادر به پیش‌بینی موارد

منفی با دقت بیشتری نسبت به روش‌های ماشین بردار پشتیبان و جنگل تصادفی بود (۲۲). این مطالعات نشان می‌دهد که تکنیک‌های داده کاوی ابزار مناسبی برای پیش‌بینی بیماری عروق کرونر هستند و می‌توانند به سیاست‌گذاران سلامت در توسعه برنامه‌های پیشگیرانه کمک کنند. بنابراین، هدف از این مطالعه استفاده از سیستم یادگیری ماشین برای تشخیص بیماری عروق کرونر قلب در زنان میانسال فعال بود.

روش‌ها

این مطالعه از نوع توسعه‌ای-کاربردی بود. طراحی و تنظیم مطالعه پژوهش حاضر با استفاده از تکنیک داده کاوی انجام شد. محیط پژوهش مربوط به بیمارستان آیت الله کاشانی تهران و مرکز تخصصی قلب شهرستان اردبیل بود.

شرکت‌کنندگان و نمونه‌گیری

در این مطالعه، تنها از سوابق پزشکی زنان میانسال فعال مبتلا به بیماری عروق کرونر با دامنه سنی ۴۵ تا ۷۰ سال که در دو بیمارستان منتخب طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۵ بستری شده بودند (تعداد = ۳۷۲) استفاده شد. سوابق پزشکی حاوی ۱۴ ویژگی مشترک، مربوط به اطلاعات آنتروپومتری، تست‌های تشخیصی، نتیجه آنژیوگرافی و فعالیت بدنی انتخاب شدند. ویژگی‌ها شامل، متغیرهای سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی، سابقه خانوادگی، فشارخون بالا، تست ورزش، کراتینین، کلسترول، تری‌گلیسرید، مصرف سیگار، سابقه دیابت، ضربان قلب و کسر تزریقی بود، که به عنوان متغیرهای پیش‌گو تعیین شدند (۲۳) و متغیر ابتلا یا عدم ابتلا به بیماری نیز به عنوان متغیر هدف تعیین گردید. در پژوهش حاضر، منظور از فعال زنانی بودند که به طور منظم در یک سال منتهی به پژوهش، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه به مدت ۹۰ دقیقه فعالیت بدنی (پیاده‌روی سریع و حرکات کششی) داشتند (۲۴). سایر بیماری‌ها مانند آریتمی، آنژین صدری، انفارکتوس حاد میوکارد، بیماری‌های روماتیسمی مزمن قلبی، بیماری مادرزادی قلب، نارسایی قلبی، کاردیومیوپاتی هیپرتروفیک، بیماری‌های ایسکمیک قلب، انفارکتوس میوکارد، نارسایی میترال، تنگی ریه و بیماری قلبی ریوی از مطالعه حذف شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

جهت پیش‌بینی بیماری از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM)، استفاده شد. برای استفاده بهینه از داده‌ها باید آن‌ها را به شکلی تغییر داد که برای الگوریتم‌های داده‌کاوی مناسب باشند (۲۵). برای پرسش‌هایی که پاسخ بله و خیر داشتند از عدد صفر و یک استفاده شد. عدد یک به معنای پاسخ بله و عدد صفر به معنای پاسخ خیر در نظر گرفته شد. در مرحله بعد داده‌ها به دو دسته آموزش (۸۰ درصد) و آزمون (۲۰ درصد) تقسیم شدند. داده‌های بخش آموزش مدل را می‌سازند و داده‌های بخش آزمون مدل ایجاد شده را مورد ارزیابی قرار می‌دهند. مجموعه داده‌ها در قالب اکسل به نرم افزار MATLAB نسخه ۲۰۲۰ انتقال داده شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

الگوریتم ماشین بردار پشتیبان

الگوریتم ماشین بردار پشتیبان یک الگوریتم نظارت شده یادگیری ماشین است که هم برای مسائل طبقه‌بندی و هم مسائل رگرسیون قابل استفاده است، با این حال از این الگوریتم بیشتر در مسائل طبقه‌بندی استفاده می‌شود. در الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، هر نمونه داده به عنوان یک نقطه در فضای n بُعدی روی نمودار پراکندگی داده‌ها ترسیم می‌شود، n تعداد ویژگی‌هایی است که یک نمونه داده دارد و مقدار هر ویژگی داده‌ها، یکی از مؤلفه‌های مختصات نقطه روی نمودار را مشخص می‌کند. نهایتا، با ترسیم یک خط راست، داده‌های مختلف و متمایز دسته‌بندی می‌شوند. ماشین بردار پشتیبان این توانایی را دارد که مسائل دسته‌بندی غیر خطی را به راحتی حل کند (۲۵). این روش می‌تواند در مواردی که نمی‌توان با خطوط راست دو کلاس از یک داده را تفکیک کرد، بسیار مفید باشد.

در جدول ۱ معیارهای دقت و صحت بر اساس روش ارزیابی داده‌ها نشان داده شده است، که دقت معادل «چه میزان از نمونه‌های انتخابی درست هستند» و صحت معادل «چه میزان از نمونه‌های صحیح موجود درست انتخاب شده‌اند» (۱۸).

جدول-۱. روش ارزیابی داده‌ها

		مقادیر صحیح	
		مثبت	منفی
مقادیر پیش‌بینی شده	مثبت	درست مثبت (TP)	نادرست مثبت (FP)
	منفی	نادرست منفی (FN)	درست منفی (TN)

عملکرد الگوریتم بر اساس دقت و صحت ارزیابی شد. دقت الگوریتم ارزش آن را در پیش‌بینی نشان می‌دهد که از تعداد پیش‌بینی‌های صحیح، تقسیم بر تعداد کل پیش‌بینی‌ها به دست می‌آید (رابطه ۱). صحت الگوریتم نشان‌دهنده قدرت تفکیک آن برای جدا کردن افراد بیمار و سالم از یکدیگر است و از تقسیم تعداد پیش‌بینی بر تعداد پیش‌بینی‌های هر ردیف به دست می‌آید (رابطه ۲).

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \qquad \text{دقت} \quad (۱$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \qquad \text{صحت} \quad (۲$$

ملاحظات اخلاقی

مجموعه داده‌های تشخیصی برای بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر قلبی با تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه محقق اردبیلی با کد IR.UMA.REC.1401.043 برای هدف مطالعه در نظر گرفته و جمع‌آوری شد. داده‌ها به صورت ناشناس مورد استفاده قرار گرفتند و محرمانه نگهداری شدند.

نتایج

هدف اصلی این مطالعه، استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای پیش بینی بیماری عروق کرونر قلب در زنان میانسال فعال بود. اطلاعات آنتروپومتریکی آزمودنی ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

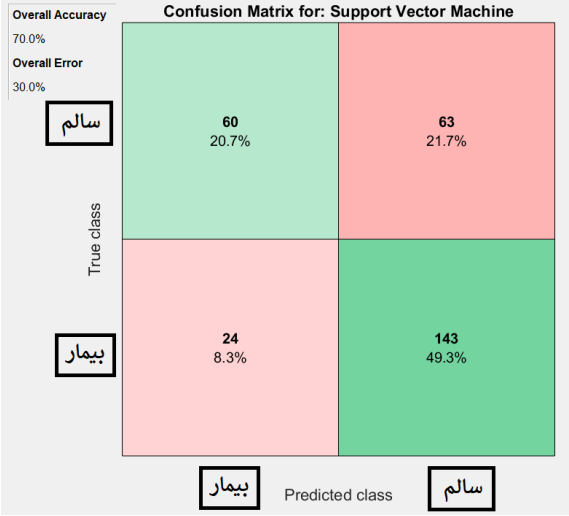
جدول-۲. اطلاعات آنتروپومتریک زنان میانسال فعال

متغیرها	زنان فعال (میانگین و انحراف استاندارد)
سن (سال)	۵۷/۵۵ ± ۱۲/۳۲
قد (سانتی متر)	۱۵۲/۵۹ ± ۹/۲۲
وزن (کیلوگرم)	۶۶/۱۲ ± ۵/۳۸
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۶/۶۰ ± ۲/۳۵

جدول-۳. متغیرهای کمی و کیفی آزمودنی‌ها

متغیر	نوع	شرح
سن	کمی	(سال)
وزن	کمی	(کیلوگرم)
کلسترول	کمی	(میلی گرم بر دسی لیتر)
شاخص توده بدنی	کمی	(کیلوگرم بر مترمربع)
ضربان قلب (استراحتی)	کمی	(بیت در دقیقه)
کراتینین	کمی	(میلی گرم)
تری گلیسرید	کمی	(میلی گرم بر دسی لیتر)
کسر تزریقی	کمی	(درصد)
جنسیت	کیفی	۱ = مرد ۰ = زن
فشارخون بالا	کیفی	۱ دارد ۰ ندارد
تست ورزش	کیفی	۱ نرمال ۰ غیر نرمال
مصرف سیگار	کیفی	۱سیگاری ۰ غیرسیگاری
دیابت	کیفی	۱ دارد ۰ ندارد
سابقه خانوادگی	کیفی	۱ دارد ۰ ندارد

۱۴ متغیر پیش‌بینی‌کننده از پایگاه داده بیماران قلبی عروقی در بیمارستان‌های منتخب استخراج شد و به‌عنوان متغیر ورودی استفاده شد. متغیرهای زیر به‌عنوان متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بیماری عروق کرونر قلب انتخاب شدند: سن، وزن، دیابت، جنسیت،



شکل-۱. ماتریس درهم ریختگی الگوریتم ماشین بردار پشتیبان

شاخص توده بدنی، سابقه خانوادگی، وضعیت سیگار کشیدن، تعداد ضربان قلب، تری گلیسرید، سابقه فشار خون بالا، کسر تزریقی، کلسترول، تست ورزش و سطح کراتینین.

در مطالعه حاضر ۸۰ درصد داده‌ها برای آموزش و ۲۰ درصد برای آزمون الگوریتم ماشین بردار پشتیبان استفاده شد. نتایج حاصل از ماتریس درهم ریختگی این الگوریتم در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان می‌تواند افراد مبتلا به بیماری کرونر قلبی را با دقت ۷۰ درصد و صحت ۷۶ درصد پیش‌بینی کند.

بحث

داده‌کاوی یک فرآیند پیچیده برای شناسایی مدل‌ها و الگوهای صحیح در حجم وسیعی از داده‌ها و کشف دانش است به طوری که این مدل و الگوها برای انسان قابل فهم باشند. از تکنیک‌هایی که در داده‌کاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان به الگوریتم‌های درخت تصمیم‌گیری، ماشین بردار پشتیبان، الگوریتم آنالیز افتراقی و ... اشاره کرد (۱۹). این الگوریتم‌ها با موفقیت در زمینه‌های مختلف از جمله پزشکی و ورزش مورد استفاده قرار گرفته‌اند و قادرند تا یک راه حل معقول و مناسب را در سیستم تشخیص بیماری‌هایی از قبیل پوکی استخوان (۲۰)، بیماری‌های قلبی (۲۱)، سرطان‌ها (۲۲) و دیابت (۲۰) ارائه دهد. در این مطالعه، مدلی برای پیش‌بینی بیماری قلبی با کمک یادگیری ماشینی پیشنهاد شده است. برای این منظور از الگوریتم یادگیری ماشین ماشین بردار پشتیبان استفاده شد. از بین داده‌ها ۲۰ درصد برای تست و ۸۰ درصد برای آموزش الگوریتم در نظر گرفته شدند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، می‌تواند با دقت ۷۰ درصد و صحت ۷۶ درصد زنان میانسال دارای بیماری کرونر قلبی را پیش‌بینی کند. مطالعات گوناگون شاخص‌های مختلف و الگوریتم‌های داده‌کاوی متفاوتی را برای تشخیص پوکی استخوان

استفاده کردند که مواردی از آن‌ها با نتایج این مطالعه همسو بود. Desai و همکاران طبقه‌بندی آریتمی‌های قلبی را با استفاده از توابع هسته ماشین بردار پشتیبان از جمله تابع پایه خطی، درجه دوم، چند جمله‌ای و شعاعی بررسی کرد. نتایج نشان داد که هسته درجه دوم ماشین بردار پشتیبان از دقت بالاتری نسبت به سایر طبقه‌بندی‌کننده‌ها برخوردار است. Ekiz و Erdogmus الگوریتم‌های مختلف داده کاوی را برای تشخیص بیماری قلبی بر روی مجموعه داده‌های نرم‌افزار MATLAB مقایسه می‌کنند. آن‌ها طبقه‌بندی کننده‌های ماشین بردار پشتیبان از جمله ماشین بردار پشتیبان خطی، ماشین بردار پشتیبان درجه دوم، ماشین بردار پشتیبان مکعبی، ماشین بردار پشتیبان گاوسی متوسط را مقایسه کردند. در این مطالعه، ماشین بردار پشتیبان درجه دوم و ماشین بردار پشتیبان خطی جزو بهترین طبقه‌بندی‌کننده‌ها بودند و عملکرد بالایی داشتند (۲۶). همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، هر سه الگوریتم به نتایج نسبتاً نزدیکی دست یافتند. با این حال، تکنیک ماشین بردار پشتیبان بهترین عملکرد را در مقایسه با تکنیک‌های ANN و RF داشت. روش ماشین بردار پشتیبان ثابت کرده است که در بسیاری از مسائل تشخیص الگو موثر است (۲۷). این تکنیک توانایی خوبی برای تعمیم داده‌های آزمایشی دیده نشده دارد (۲۸). علیزاده و همکاران الگوریتم‌های بهینه ماشین بردار پشتیبان و ANN و چندین الگوریتم دیگر را در یک مطالعه تشخیص بیماری عروق کرونر ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان بهینه شده بهترین دقت را به دست آورد (۳۰). در مطالعه‌ای برای پیش‌بینی بیماری کرونر قلبی، Dipto و همکاران، سه الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، ANN و رگرسیون لجستیک را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که در مجموعه داده نامتعادل، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان به دقت بالاتری دست یافت. در یک مطالعه عملکرد الگوریتم‌های ANN و ماشین بردار پشتیبان برای پیش بینی بیماری عروق کرونر مقایسه شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان بهتر از سایر الگوریتم‌ها عمل می‌کند (۳۱). Masethe و همکاران در سال ۲۰۱۴ در تحقیقی با عنوان "پیش‌بینی بیماری قلبی با استفاده از الگوریتم های دسته‌بندی" از داده کاوی و الگوریتم‌های آن از جمله J48 ، بیز ساده، REPTREE، CART و شبکه بیزی بر روی مجموعه داده‌ها پیاده‌سازی شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها از داده‌های بیماران در آفریقای جنوبی استفاده شده است. نتایج پیاده‌سازی هریک از این الگوریتم‌ها به وسیله ماتریس پریشانی و از طریق محاسبه دقت و حساسیت مدل مقایسه شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که الگوریتم‌های J48، REPTREE و CART نسبت به بقیه الگوریتم‌ها عملکرد بهتری دارند و همچنین الگوریتم شبکه بیزی عملکرد بهتری در مقایسه با الگوریتم بیز ساده دارد که با مطالعه فوق ناهمسو می‌باشد (۲۵). شاید علت عدم همسویی مربوط به نوع و تعداد شاخص‌های در نظر گرفته شده و یا استفاده الگوریتم متفاوت باشد. آن‌ها در مطالعه خود از الگوریتم جنگل تصادفی استفاده کرده بودند در حالی‌که در مطالعه حاضر از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است. از مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم وجود داده‌های کافی مربوط به افراد سالم اشاره کرد. چرا که در بیشتر داده‌های ثبتی، تعداد نمونه‌های افراد سالم نسبت به بیمار بسیار کمتر می‌باشد. وجود این عدم تقارن می‌تواند منجر به عدم یادگیری کامل الگوریتم‌ها شده و دقت تشخیص را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان استفاده شد و با بالاترین عملکرد به کار خود پایان داد. مطالعه حاضر بیماری عروق کرونر قلب را در زنان میانسال فعال با موفقیت پیش‌بینی کرد و مقادیر دقت ۷۰ درصد و صحت ۷۶ درصد را به‌دست‌آورد. ویژگی‌های مورد استفاده در این مطالعه را می‌توان با هزینه کمتر و همچنین عوارض جانبی کمتر سنجید. در این مطالعه نشان داده شد که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان را می‌توان با دقت بالایی برای تشخیص بیماری عروق کرونر استفاده کرد. اگرچه بیماری عروق کرونر گسترده است و می‌تواند عواقب کشنده‌ای داشته باشد، تشخیص زودهنگام این بیماری به پزشکان اجازه می‌دهد تا عوامل خطر متغیر مرتبط با پیشرفت بیماری را درمان کنند. استفاده از رویکرد یادگیری ماشین توانایی پیش‌بینی حضور بیماری عروق کرونر را با دقت و حساسیت بالا فراهم می‌کند. بنابراین، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان را می‌توان برای پیش‌بینی بیماری های قلبی عروقی در آینده توصیه کرد و به پزشکان فرصت می‌دهد تا برای افراد مبتلا به این بیماری درمان پیشگیرانه را به موقع انجام دهند.

تشکر و قدردانی: پژوهشگران از تمامی شرکت‌کنندگان در این پژوهش و تمامی افرادی که در انجام پژوهش حاضر یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع مالی: این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Kishore SP, Blank E, Heller DJ, Patel A, Peters A, Price M, et al. Modernizing the World Health Organization list of essential medicines for preventing and controlling cardiovascular diseases. Journal of the American College of Cardiology. 2018;71(5):564-74. doi:10.1016/j.jacc.2017.11.056

2. Gonsalves AH, Thabtah F, Mohammad RM, Singh G. Prediction of coronary heart disease using machine learning: an experimental analysis. InProceedings of the 2019 3rd International Conference on Deep Learning Technologies. 2019: 51-6. doi:10.1145/3342999.3343015
3. Krishnamurthy G, Menon A, Kannan K, Prakash S, Rajendran A, Philips D. Coronary artery disease and mesenteric artery stenosis-Two sides of the same coin?-Long term prospective analysis. Intractable & Rare Diseases Research. 2019;8(4):245-51. doi:10.5582/irdr.2019.01087
4. Ebrahimi M, Kazemi-Bajestani SM, Ghayour-Mobarhan M, Ferns GA. Coronary artery disease and its risk factors status in Iran: a review. Iranian Red Crescent Medical Journal. 2011;13(9):610-23. doi:10.5812/kowsar.20741804.2286
5. Greenland P, Knoll MD, Stamler J, Neaton JD, Dyer AR, Garside DB, et al. Major risk factors as antecedents of fatal and nonfatal coronary heart disease events. JAMA. 2003;290(7):891-7. doi:10.1001/jama.290.7.891
6. Isath A, Koziol KJ, Martinez MW, Garber CE, Martinez MN, Emery MS, et al. Exercise and cardiovascular health: A state-of-the-art review. Progress in Cardiovascular Diseases. 2023;79:44-52. doi:10.1016/j.pcad.2023.04.008
7. Buzzachera CF, Correale L, Liberali G. Physical activity and cardiovascular health. Brain and Heart Dynamics. Springer, Cham. 2020:871-80. doi:10.1007/978-3-030-28008-6_59
8. Varghese TP, Kumar AV. Predisposing risk factors of acute coronary syndrome (ACS): A mini review. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2019;11(5):1999-2002.
9. Münzel T, Hahad O, Sørensen M, Lelieveld J, Duerr GD, Nieuwenhuijsen M, et al. Environmental risk factors and cardiovascular diseases: a comprehensive expert review. Cardiovascular Research. 2022;118(14):2880-902. doi:10.1093/cvr/cvab316
10. Correia CC, Rodrigues LF, de Avila Pelozin BR, Oliveira EM, Fernandes T. Long non-coding RNAs in cardiovascular diseases: potential function as biomarkers and therapeutic targets of exercise training. Non-coding RNA. 2021;7(4):65. doi:10.3390/ncrna7040065
11. Ekblom-Bak E, Ekblom B, Söderling J, Börjesson M, Blom V, Kallings LV, et al. Sex-and age-specific associations between cardiorespiratory fitness, CVD morbidity and all-cause mortality in 266.109 adults. Preventive Medicine. 2019;127: 105799. doi:10.1016/j.ypmed.2019.105799
12. Liu L, Gao B, Wang J, Yang C, Wu S, Wu Y, et al. Joint association of body mass index and central obesity with cardiovascular events and all-cause mortality in prediabetic population: A prospective cohort study. Obesity Research & Clinical Practice. 2019;13(5):453-61. doi:10.1016/j.orcp.2019.08.004
13. Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Campbell WW, Jakicic JM, et al. Physical activity, all-cause and cardiovascular mortality, and cardiovascular disease. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2019;51(6):1270-81. doi:10.1249/MSS.0000000000001939
14. Organization World Health. Physical activity; 2023.
15. O'Donovan G, Lee IM, Hamer M, Stamatakis E. Association of "weekend warrior" and other leisure time physical activity patterns with risks for all-cause, cardiovascular disease, and cancer mortality. JAMA Internal Medicine. 2017;177(3):335-42. doi:10.1001/jamainternmed.2016.8014
16. Ayatollahi H, Gholamhosseini L, Salehi M. Predicting coronary artery disease: a comparison between two data mining algorithms. BMC Public Health. 2019;19(1):448. doi:10.1186/s12889-019-6721-5
17. Maas AH, Appelman YE. Gender differences in coronary heart disease. Netherlands Heart Journal. 2010;18:598-603. doi:10.1007/s12471-010-0841-y
18. Siahkohian M, Fasihi L, Ebrahimi Torkamani B. Prediction of Coronary Heart Disease Using Discriminant Analysis Algorithm in Active Elderly Men. Journal of Ardabil University of Medical Sciences. 2022;22(4):370-9.
19. Alizadehsani R, Abdar M, Roshanzamir M, Khosravi A, Kebria PM, Khozeimeh F, et al. Machine learning-based coronary artery disease diagnosis: A comprehensive review. Computers in Biology and Medicine. 2019;111:103346. doi:10.1016/j.compbiomed.2019.103346
20. Abdar M, Książek W, Acharya UR, Tan RS, Makarenkov V, Pławiak P. A new machine learning technique for an accurate diagnosis of coronary artery disease. Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2019;179:104992. doi:10.1016/j.cmpb.2019.104992
21. Das R, Turkoglu I, Sengur A. Effective diagnosis of heart disease through neural networks ensembles. Expert Systems with Applications. 2009;36(4): 7675-80. doi:10.1016/j.eswa.2008.09.013
22. Dutta A, Batabyal T, Basu M, Acton ST. An efficient convolutional neural network for coronary heart disease prediction. Expert Systems with Applications. 2020;159:113408. doi:10.1016/j.eswa.2020.113408
23. Kim D, Choi SY, Park EH, Lee W, Kang JH, Kim W, et al. Nonalcoholic fatty liver disease is associated with coronary artery calcification. Hepatology. 2012;56(2):605-13. doi:10.1002/hep.25593
24. Nakamura Y, Tanaka K, Yabushita N, Sakai T, Shigematsu R. Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult women. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2007;44(2):163-73. doi:10.1016/j.archger.2006.04.007
25. Fasihi L, Tartibian B, Eslami R. Presenting a Model for Detecting Osteoporosis in Active Older Men Using the Support Vector Machine Algorithm. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;11(5):742-53. doi:10.32598/SJRM.11.5.8
26. Ekız S, Erdoğmuş P. Comparative study of heart disease classification. In 2017 Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT), IEEE; 2017. doi:10.1109/EBBT.2017.7956761

27. Faieq AK, Mijwil MM. Prediction of heart diseases utilising support vector machine and artificial neural network. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. 2022;26(1):374-80. doi:10.11591/ijeecs.v26.i1
28. Khalaf AF, Owis MI, Yassine IA. A novel technique for cardiac arrhythmia classification using spectral correlation and support vector machines. Expert Systems with Applications. 2015;42(21): 8361-8. doi:10.1016/j.eswa.2015.06.046
29. Aggarwal Y, Das J, Mazumder PM, Kumar R, Sinha RK. Heart rate variability features from nonlinear cardiac dynamics in identification of diabetes using artificial neural network and support vector machine. Biocybernetics and Biomedical Engineering. 2020;40(3):1002-9. doi:10.1016/j.bbe.2020.05.001
30. Hachesu PR, Ahmadi M, Alizadeh S, Sadoughi F. Use of data mining techniques to determine and predict length of stay of cardiac patients. Healthcare informatics research. 2013;19(2):121-9. doi:10.4258/hir.2013.19.2.121
31. Dipto IC, Islam T, Rahman HM, Rahman MA. Comparison of Different Machine Learning Algorithms for the Prediction of Coronary Artery Disease. Journal of Data Analysis and Information Processing. 2020;8(2):41-68. doi:10.4236/jdaip.2020.82003