

Determination of Relations between Systolic Blood Pressure and Heart Attack in Patients with Type 2 Diabetes with Association Rules

Seyyed Payam Shariatpanahi¹, Danial Habibi^{2*}, Mohammad Rafiei³, Yazdan Ghandi⁴,
Mehdi Anvari⁴

1. MSc, Department of Biostatistics, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

2. Instructor, Department of Biostatistics, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

3. Associate Professor, Department of Pediatric Cardiology, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

4. Assistant Professor, Department of Cardiology, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

Received: 15 Oct 2017, Accepted: 10 Jan 2018

Abstract

Background: Today, the high prevalence of diabetes and its complications are one of the most important public health issues worldwide. For this reason, finding relations between diabetes risk factors is very effective in preventing and reducing complications. For discovering these relations, the data mining methods can be used. By extracting association rules, which is one of the data mining techniques, we can discover the relations between a large numbers of variables in a disease.

Materials and Methods: The population of this study was 1046 patients with type 2 diabetes, whose data had recorded between 2011 and 2014 at the Special Clinic for Diabetes in Tehran's Imam Khomeini Hospital. After pre-processing step with SPSS19 software, 573 people entered the analysis phase. The FP-Growth algorithm was applied to the data set to discover the relations between heart attack and other risk factors using Rapid miner5 software. Relations, after extraction, were given to the doctor to confirm clinical validation.

Results: The obtained results of studying these 573 people (Including 292 (51%) women and 281 (49%) men, with age range 27 to 82 years) showed that the lack of blood pressure, creatinine and diastolic blood pressure at its normal level, despite higher systolic blood pressure level than normal, doesn't increase the probability of heart attack.

Conclusion: Using association rules is a good way of identifying relations between the risk factors of a disease. Also, it can provide new hypotheses to do epidemiological studies for researchers.

Keywords: Association rules, Data mining, Heart attack, Type 2 diabetes,

*Corresponding Author:

Address: Department of Biostatistics, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

Email: d.habibi@arakmu.ac.ir

تعیین ارتباط بین فشار خون سیستولیک و سکنه قلبی در بیماران دیابت نوع دو با استفاده از قوانین انجمنی

سید پیام شریعت پناهی^۱، دانیال حبیبی^{۲*}، محمد رفیعی^۳، یزدان قندی^۴، مهدی انوری^۴

۱. کارشناس ارشد، گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

۲. مربی، گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

۳. دانشیار، گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

۴. استادیار، بخش قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲۳، تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: امروزه شیوع بالای دیابت و عوارض آن یکی از مسائل مهم بهداشت عمومی در سراسر جهان می‌باشد. به همین دلیل، پیدا کردن ارتباطات بین عوامل افزایش خطر عوارض دیابت در پیش‌گیری و کاهش این بیماری در این بیماری بسیار مؤثر است. برای کشف این ارتباطات می‌توان از تکنیک‌های داده کاوی استفاده کرد. به کمک کاوش قوانین انجمنی که یکی از تکنیک‌های داده کاوی است، می‌توان ارتباط بین عوامل خطر یک بیماری را کشف کرد.

مواد و روش‌ها: جامعه‌ی این مطالعه ۱۰۴۶ بیمار دیابتی نوع دو است که اطلاعات آن‌ها بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ در کلینیک ویژه‌ی دیابت بیمارستان امام خمینی تهران ثبت شده بود. پس از انجام مرحله‌ی پیش پردازش داده‌ها با نرم افزار SPSS19، ۵۷۳ نفر وارد مرحله تحلیل شدند. الگوریتم FP-Growth برای کشف روابط انجمنی موجود بین سکنه قلبی و دیگر عوامل خطر این بیماری با استفاده از نرم افزار Rapid miner5، بر روی مجموعه داده اعمال شد. روابط پس از استخراج در اختیار پزشک متخصص قرار گرفت تا صحت آن‌ها از نظر بالینی تأیید گردد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از بررسی این ۵۷۳ نفر (شامل ۲۹۲ نفر زن (۵۱ درصد) و ۲۸۱ نفر مرد (۴۹ درصد) با دامنه سنی ۲۷ تا ۸۲ سال) نشان داد که عدم بیماری فشار خون، کراتینین و فشار خون دیاستولیک در سطح طبیعی، با وجود فشار خون سیستولیک بالا، احتمال وقوع سکنه قلبی را افزایش نمی‌دهد.

نتیجه‌گیری: استفاده از قوانین انجمنی، گزینه‌ی مناسبی جهت شناسایی ارتباطات بین عوامل خطر یک بیماری است. هم‌چنین می‌تواند فرضیات تازه‌ای جهت انجام مطالعات اپیدمیولوژیک در اختیار محققان قرار دهد.

واژگان کلیدی: دیابت نوع دو، سکنه قلبی، قوانین انجمنی، داده‌کاوی

*نویسنده مسئول: ایران، اراک، دانشگاه علوم پزشکی اراک، دانشکده پزشکی، گروه آمار زیستی

Email: d.habibi@arakmu.ac.ir

مقدمه

شیوع دیابت نوع دو در دهه‌های گذشته رشد چشم‌گیری داشته است و به دلایلی مانند افزایش جمعیت سالخورده، شهرنشینی، شیوع چاقی و شیوه‌ی زندگی کم‌تحرك، این روند افزایشی ادامه خواهد داشت (۱، ۲). دیابت هم‌چنین می‌تواند خطر ابتلا به عوارض جانبی مثل بیماری‌های کلیوی، قلبی - عروقی و آسیب‌های عصبی را با خود به همراه داشته باشد که گاه تا آخر عمر با فرد باقی می‌ماند و حتی موجب مرگ نیز می‌گردد. دیابت به علت همزمانی بسیاری از عوامل خطر ساز بیماری‌های قلبی - عروقی مانند هیپرگلیسمی، افزایش فشار خون، افزایش چربی‌های خون، افزایش مقاومت به انسولین و چاقی به عنوان همسان بیماری ایسکمیک قلبی محسوب می‌شود (۳، ۴). علاوه بر این تأثیر این بیماری بر اجتماع می‌تواند از دست دادن یک نیروی کار سالم و تحمیل هزینه‌های سنگین به سیستم مراقبت بهداشتی باشد که امروزه یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های بهداشت عمومی در بسیاری از کشورها است (۵، ۶). سیاست‌های مراقبت بهداشتی در مورد دیابت بر روی مدیریت بیماری و کنترل هزینه‌ها از طریق پیشگیری متمرکز شده‌اند. برخی عوامل خطر شناخته شده برای این بیماری مثل سابقه‌ی خانوادگی غیر قابل کنترل هستند، ولی مطالعات مداخله‌ای زیادی نشان داده‌اند که با مراقبت از عوامل خطر قابل کنترل به وسیله‌ی تغییر سبک زندگی، این بیماری و عوارض آن قابل پیشگیری است (۷، ۸). از این رو یافتن ارتباطات و وابستگی‌های بین عوامل خطر دیابت می‌تواند در پیشگیری از این بیماری بسیار مؤثر باشد. برخی از این ارتباطات شناخته شده است و با مطالعات اپیدمیولوژیک بررسی شده‌اند، اما ممکن است ارتباطاتی بین عوامل خطر وجود داشته باشد که مورد غفلت واقع شده و هنوز صحت آن‌ها سنجیده نشده است. برای کشف این ارتباطات می‌توان از داده کاوی استفاده کرد. داده کاوی رویکردی برای پیدا کردن روابط و الگوهای پنهان از پایگاه‌های داده است (۹). به کمک این تکنیک‌ها می‌توان

ارتباطات بین تعداد زیادی از متغیرهای یک بیماری را نشان داد (۱۰). یکی از پرکاربردترین این تکنیک‌ها قوانین انجمنی می‌باشد که ارتباطات بین متغیرهای مجموعه بزرگی از داده‌ها را کشف می‌کند (۱۱). در حقیقت این قوانین حضور برخی ویژگی‌ها براساس دیگر ویژگی‌ها را نشان می‌دهد (۱۲). از آن‌جا که این قوانین تنها ارتباطات پر تکرار را کشف کرده و در مورد علت آن‌ها صحبتی نمی‌کند، از این رو صحت این وابستگی‌ها باید با نظر متخصص آشنا در زمینه‌ی مورد کاوش تایید گردد (۱۳).

داده کاوی به آهستگی به حوزه‌ی پزشکی وارد شده (۱۴) و به همین خاطر تعداد مقالات در این زمینه زیاد نیست. با این حال در حوزه کشف قوانین انجمنی برای دیابت مطالعاتی صورت گرفته است. به عنوان مثال رانه و رانو در پژوهش خود، یک الگوریتم کاوش قوانین انجمنی را بر روی اطلاعات ثبت شده‌ی بیماران دیابتی به منظور تعیین عوامل خطر پر تکرار در وقوع این بیماری اعمال کرده و مشاهده کردند که در بیشتر قوانین به دست آمده متغیر کلسترول خوب (Hdl) در سطوح پایین خود (کمتر از ۳۵ میلی گرم بر دسی لیتر) با احتمال زیاد در وقوع دیابت بیشترین نقش را داشته است (۱۵). در مطالعه‌ای دیگر که در سال ۲۰۱۰ توسط پاتیل و همکاران منتشر شده است، یک الگوریتم کشف الگوهای پنهان بر روی متغیرهای مختلف ۶۲۵ بیمار زن دیابتی با هدف شناسایی ارتباطات بیماری دیابت اجرا شد و مشخص شد که قند خون (بیش از ۱۵۰ میلی گرم بر دسی لیتر)، سن (بین ۴۰ تا ۶۰ سال)، شاخص توده‌ی بدنی (بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع) و دفعات بارداری (بیش از ۵ بار)، بیشترین احتمال وقوع دیابت را در این مجموعه داده‌ها داشته‌اند (۱۶).

با توجه به عوارض خطرناک این بیماری، هدف این مقاله بررسی ارتباطات بین یکی از عوارض مهم دیابت نوع دو یعنی سکنه قلبی و عوامل خطر آن با استفاده از قوانین انجمنی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر یک مطالعه‌ی مقطعی-تحلیلی می‌باشد. داده‌های مورد بررسی ما، بیماران با تشخیص دیابت نوع دو مراجعه کننده به کلینیک ویژه‌ی بیمارستان امام خمینی تهران بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ بوده‌اند. در ابتدا، اطلاعات ۱۰۴۶ نفر موجود بود که پس از حذف افراد با اطلاعات ناقص، ۵۷۳ نفر وارد مرحله‌ی تحلیل شدند. در مرحله‌ی اول فرآیند پیش پردازش داده‌ها - که شامل مراحل حذف داده‌های بدون مقدار و گسسته سازی متغیرها بود - با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. گسسته سازی در واقع به معنای خوشه بندی مقادیر پیوسته قبل از ورود به الگوریتم می‌باشد (۱۷). جدول ۱ مشخصات متغیرهای پیوسته پس از

گسسته سازی و جدول ۲ مشخصات متغیرهای کیفی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در مرحله‌ی دوم، الگوریتم FP-Growth به منظور کاوش قوانین انجمنی با استفاده از نرم‌افزار Rapid Miner نسخه‌ی ۵ بر روی داده‌ها اعمال شد. پس از این مرحله قوانین به دست آمده در ارتباط با عدم سکنه قلبی بیماران دیابتی نوع دو که فشار خون سیستولیک بالایی دارند استخراج گردید. سپس این قوانین با معیارهای سنجش قوانین انجمنی سنجیده شده و در نهایت به منظور تأیید این قوانین از نظر بالینی، روابط در اختیار پزشک متخصص این حوزه قرار داده شده است.

جدول ۱. مشخصات متغیرهای پیوسته بعد از گسسته سازی

ردیف	نام	نقطه برش(فراوانی)	مقادیر	ردیف	نام	نقطه برش(فراوانی)	مقادیر
۱	شاخص توده بدنی	طبیعی(۸۳) اضافه وزن(۲۷۱) چاقی(۲۱۹)	کمتر از ۲۵ kg/m ² ، بین ۲۵ تا ۳۰ kg/m ² ، بیشتر از ۳۰ kg/m ²	۷	کلسترول بد	طبیعی(۲۸۶) بالا(۲۸۷)	کمتر از ۱۰۰ mg/dl بیشتر از ۱۰۰ mg/dl
۲	اسید اوریک	پایین(۱۴۵) طبیعی(۲۷۰) بالا(۲۱۹)	کمتر از ۴/۵ mg/dl، بین ۴/۵ تا ۶/۲ mg/dl، بیشتر از ۶/۲ mg/dl	۸	تری گلیسرید	طبیعی(۲۸۸) بالا(۲۸۵)	کمتر از ۱۵۰ mg/dl بیشتر از ۱۵۰ mg/dl
۳	فشار خون سیستولیک	طبیعی(۲۹۹) بالا(۲۷۴)	کمتر از ۱۲۰ mmHg، بیشتر از ۱۲۰ mmHg	۹	کراتینین	طبیعی(۵۴۰) بالا(۳۳)	کمتر از ۱/۲ mg/dl برای زنان بیشتر از ۱/۴ mg/dl برای مردان و بیشتر از ۱/۲ mg/dl برای زنان
۴	فشار خون دیاستولیک	طبیعی(۹۷) بالا(۴۷۶)	کمتر از ۸۰ mmHg، بیشتر از ۸۰ mmHg	۱۰	قند خون ناشتا	طبیعی(۱۶۱) بالا(۴۱۲)	کمتر از ۱۲۶ mg/dl، بیشتر از ۱۲۶ mg/dl
۵	کلسترول کل	طبیعی(۳۲۸) بالا(۲۴۵)	کمتر از ۱۹۰ mg/dl، بیشتر از ۱۹۰ mg/dl	۱۱	مقاومت به انسولین	طبیعی(۱۳۳) بالا(۴۴۰)	کمتر از ۲ μU/L mmol بیشتر از ۲ μU/L mmol
۶	کلسترول خوب	پایین(۳۱۸) طبیعی(۲۵۵)	کمتر از ۱۵۰ mg/dl برای زنان، بیشتر از ۱۴۰ mg/dl برای مردان و بزرگتر از ۱۵۰ mg/dl برای زنان				

جدول ۲. مشخصات متغیرهای کیفی

ردیف	متغیر	مقادیر(فراوانی)	ردیف	متغیر	مقادیر(فراوانی)
۱	جنسیت	مرد(۲۸۱) و زن(۲۹۲)	۵	سابقه خانوادگی فشار خون	دارد(۲۶۹) و ندارد(۳۰۴)
۲	بیماری فشار خون	دارد(۲۴۳) و ندارد(۳۳۰)	۶	سابقه خانوادگی سکنه قلبی	دارد(۲۰۲) و ندارد(۳۷۱)
۳	سابقه خانوادگی دیابت	دارد(۳۹۶) و ندارد(۱۷۷)	۷	سکنه قلبی	دارد(۸۴) و ندارد(۴۸۹)
۴	سن	کمتر از ۴۵ سال(۷۳) بیشتر از ۴۵ سال(۵۰۱)			

پیش-پردازش داده‌ها (متغیرهایی که نرخ گمشدگی آن‌ها بالا بود و افرادی که اطلاعات آن‌ها برای سایر متغیرهای باقی مانده ثبت نشده بود)، تعداد نمونه‌های ما جهت ورود به مرحله‌ی یادگیری مدل ۵۷۳ نفر، شامل ۲۹۲ نفر (۵۱ درصد) زن و ۲۸۱ نفر (۴۹ درصد) مرد با میانگین ۵۶/۰۷ و انحراف معیار ۱۰/۳۵ سال بود.

پس از مرحله‌ی پیش-پردازش، الگوریتم FP-Growth که یک الگوریتم کاوش قوانین انجمنی می‌باشد روی داده‌ها اعمال شد. حداقل مقدار پشتیبان و مقدار اطمینان به ترتیب برابر با ۰/۱۵ و ۰/۹۵ در نظر گرفته شدند. پس از استخراج، آن دسته از قوانین که مربوط به عدم سکنه قلبی و فشارخون سیستولیک بالا (بیش از ۱۲۰ میلی متر جیوه) بودند، در اختیار پزشک متخصص قلب قرار داده شد تا معنی‌داری آن‌ها از نظر بالینی بررسی گردد. تفسیر نتایج به دست آمده در جدول ۳ آمده است. برای مثال قانون ۱ بیان می‌کند افراد دیابتی دارای فشار خون سیستولیک و کلسترول بد بالا که بیماری فشار خون و فشار خون دیاستولیک نداشته باشند ۱۹ درصد حجم نمونه‌ی ما را به خود اختصاص داده و در ۹۵/۶ درصد این گروه سکنه‌ی قلبی رخ نداده است.

الگوریتم‌های قوانین انجمنی می‌توانند قوانین زیادی تولید کنند و طبیعی است که تمام این قوانین جالب نیستند. جالب بودن یک قانون به حوزه‌ی مجموعه داده و کاربر آن بستگی دارد. بنابراین مهم است که معیارهای پذیرفته شده و استاندارد را برای سنجش کیفیت قوانین به کار بریم. فرض کنید قانونی به شکل $Y \rightarrow X$ وجود دارد که X و Y هر کدام زیر مجموعه‌ای از اشیاء هستند. اولین معیار پشتیبان می‌باشد که عبارت است از: تعداد رکوردهای همزمان X و Y به تعداد کل رکوردها که مقداری است بین صفر و یک و هرچه به یک نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده‌ی ارتباط بیشتر X با Y است. کاربر قادر است به کمک این معیار و با تعیین یک آستانه‌ی حداقلی، قوانین با پشتیبان بیشتر را مدنظر قرار داده تا فضای جستجو محدودتر شود. معیار دیگر اطمینان است که به صورت تعداد رکوردهای همزمان X و Y به تعداد رکوردهای X تعریف می‌گردد. این معیار نیز بین صفر و یک قرار دارد و مقدار بیشتر به معنی کیفیت بالاتر آن قانون است (۱۸).

یافته‌ها

در این مطالعه جامعه‌ی اولیه‌ی ما شامل ۱۰۴۶ مرد و زن با تشخیص ابتلا به بیماری دیابت نوع دو بودند که پس از

جدول ۳. قوانین انجمنی استخراج شده

ردیف	قانون	پشتیبان	اطمینان
۱	دیابتی‌هایی که فشار خون سیستولیک و کلسترول بد بالا دارند در صورتی که بیماری فشار خون دیاستولیک نداشته باشند سکنه قلبی ندارند	۰/۱۹۰	۰/۹۵۶
۲	دیابتی‌های بالای ۴۵ سال که فشار خون سیستولیک و کلسترول کل بالا دارند در صورتی که فشار خون دیاستولیک طبیعی داشته و بیماری فشار خون نداشته باشند سکنه قلبی ندارند	۰/۱۵۸	۰/۹۵۷
۳	دیابتی‌هایی که فشار خون سیستولیک و کلسترول کل بالا دارند در صورتی که فشار خون دیاستولیک طبیعی داشته باشند سکنه قلبی ندارند	۰/۱۶۷	۰/۹۶۰
۴	دیابتی‌هایی که فشار خون سیستولیک و کلسترول بد بالا دارند در صورتی که کراتینین آن‌ها طبیعی باشد سکنه قلبی ندارند	۰/۱۸۰	۰/۹۶۲
۶	دیابتی‌هایی که فشار خون سیستولیک بالا دارند در صورتی که فشار خون دیاستولیک و کراتینین طبیعی داشته و بیماری فشار خون نداشته باشند سکنه قلبی ندارند	۰/۱۵۷	۰/۹۶۷
۷	دیابتی‌های خانم که فشار خون سیستولیک بالا دارند در صورتی که فشار خون دیاستولیک و کراتینین آن‌ها طبیعی باشد سکنه قلبی ندارند	۰/۱۶۰	۰/۹۶۸
۸	دیابتی‌های خانم که فشار خون سیستولیک بالا دارند در صورتی که فشار خون دیاستولی طبیعی داشته باشند سکنه قلبی ندارند	۰/۱۷۴	۰/۹۷۱
۹	دیابتی‌های خانم که فشار خون سیستولیک بالا دارند در صورتی که کراتینین طبیعی داشته باشند سکنه قلبی ندارند	۰/۱۷۴	۰/۹۷۱

بحث

تقویت نکرده است. همان طور که پیش تر گفته شد، ارتباطات یافت شده لزوماً به معنی صحت آنها نیست و فقط در مجموعه داده‌ای که در اختیار ما بود درستی آنها تأیید شد. از این رو انجام مطالعات دیگر و به طور جزئی‌تر بر روی این ارتباطات، همیشه از طرف کارشناسان داده کاوی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از کلیه کسانی که در انجام این پژوهش همکاری و مساعدت نمودند کمال تشکر و سپاس‌گزاری را دارند.

منابع

1. Eskandari MM, Salemi Z. Comparison of serum Nesfatin-1 level in type 1 and 2 diabetic rats. 2016.
2. Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes research and clinical practice*. 2010; 87(1):4-14
3. Bell D. Diabetes: a cardiac condition manifesting as hyperglycemia. *Endocrine Practice*. 2008;14(7):924-32.
4. Parham M, Mohammadi M, Bagherzadeh M, Hosseinzadeh F, Eshraghi M, Bakhtiari L, et al. A Comparison of the Relationship between the Serum Level of Vitamin D and Coronary Artery Disease in Patients with Type 2 Diabetes. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2014;8(4).
5. Guariguata L, Whiting D, Hambleton I, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw J. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes research and clinical practice*. 2014;103(2):137-49.
6. Songthung, P. and Sripanidkulchai, K., 2016, July. Improving type 2 diabetes mellitus risk prediction using classification. In *Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, 2016 13th International Joint Conference on; 2016: IEEE.

پژوهش حاضر، یک مطالعه‌ی کاربردی در زمینه‌ی داده کاوی و شناخت الگوهای پنهان بوده است. استفاده از تکنیک‌های داده کاوی در پزشکی به دلیل حجم بالای نمونه‌ها و ناشناخته بودن برخی عوامل خطر بیماری‌ها می‌تواند سودمند باشد، چرا که این تکنیک‌ها بدون هیچ پیش فرض پزشکی صرفاً ارتباط بین عوامل را همراه با احتمال وقوع الگو و تعداد دفعات مشاهده شده را برای هر نتیجه‌گیری ارائه می‌کنند که از این نظر بسیار ارزشمند است. هم‌چنین ممکن است ارائه‌کننده‌ی فرضیات جدیدی برای انجام مطالعات اپیدمیولوژیکی باشند که تاکنون انجام نشده‌اند.

در زمینه‌ی کاوش قوانین انجمنی برای دیابت، مطالعات انجام گرفته هیچ کدام به طور خاص در زمینه‌ی عوارض آن نبوده‌اند و بیشتر آن‌ها در زمینه‌ی وقوع دیابت با کمک سایر متغیرهای خطر این بیماری بوده است (۱۶، ۱۹، ۲۰). از طرفی قوانین تولید شده برای هر مجموعه داده حتی با تمرکز روی یک موضوع خاص چنان متفاوت به دست می‌آیند که عملاً از لحاظ آماری قابل مقایسه نیستند. علت این مسئله می‌تواند کیفیت داده‌ها، حجم نمونه‌ها، انتخاب نوع روش کار و ویژگی‌های منتخب بیماران باشد. از این رو تعمیم نتایج استخراج شده فقط بر روی همان مجموعه‌ی خاص امکان پذیر است (۲۱، ۲۲).

نتیجه‌گیری

در این مطالعه نتایج کاوش شده را به یک عارضه‌ی خاص بیماران دیابتی یعنی وقوع سکنه قلبی معطوف نمودیم و تلاش بر این بود که در داده‌های ما ارتباطات متغیرهایی که با وجود سطح بالای فشار خون سیستولیک باعث جلوگیری از سکنه قلبی شده‌اند را کشف کنیم. ارتباطات به دست آمده نشان داد که کراتینین و فشار خون دیاستولیک در سطح طبیعی در شرایطی که فشار خون سیستولیک، کلسترول بد و کلسترول کل در سطح بالا بودند، احتمال وقوع سکنه قلبی را

7. Pan X-R, Li G-W, Hu Y-H, Wang J-X, Yang W-Y, An Z-X, et al. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: the Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes care*. 1997;20(4):537-44.
8. Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG, Valle TT, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *New England Journal of Medicine*. 2001;344(18):1343-50.
9. Wu X, Zhu X, Wu G-Q, Ding W. Data mining with big data. *IEEE transactions on knowledge and data engineering*. 2014;26(1):97-107.
10. Delen D, Walker G, Kadam A. Predicting breast cancer survivability: a comparison of three data mining methods. *Artificial intelligence in medicine*. 2005;34(2):113-27.
11. Bharati M, Ramageri M. *Data mining techniques and applications*. 2010.
12. Hu R. Medical data mining based on association rules. *Computer and Information Science*. 2010;3(4):104.
13. Ordonez C, Ezquerro N, Santana CA. Constraining and summarizing association rules in medical data. *Knowledge and information systems*. 2006;9(3):1-2.
14. MOGHADDASI H, HOSEINI A, ASADI F, JAHANBAKHS M. Application of data mining in health. 2012.
15. Rane N, Rao M. Association Rule Mining on Type 2 Diabetes using FP-growth association rule. *International Journal of Engineering and Computer Science*. 2013;2(8):2481-85.
16. Patil B, Joshi R, Toshniwal D, editors. Association rule for classification of type-2 diabetic patients. *Machine Learning and Computing (ICMLC)*, 2010 Second International Conference on; 2010: IEEE.
17. Joița D. Unsupervised static discretization methods in data mining. Titu Maiorescu University, Bucharest, Romania. 2010.
18. Tan P, Steinbach M, Kumar V. *Introduction to Data Mining*: Pearson Education, India. Chapter. 2007;9:624.
19. Kasemthaweesab P, Kurutach W, editors. Association analysis of diabetes mellitus (DM) with complication states based on association rules. *Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, 2012 7th IEEE Conference on; 2012: IEEE.
20. Ramezankhani A, Pournik O, Shahrabi J, Azizi F, Hadaegh F. An application of association rule mining to extract risk pattern for type 2 diabetes using tehran lipid and glucose study database. *International journal of endocrinology and metabolism*. 2015;13(2).
21. Atashi A, Kiani B, Abbasi E, Nazeri N. Discovery of hidden patterns in breast cancer patients data using data mining to examine the data with a real data set. 2015.
22. Firouzi Jahantigh F, Kiani B, Etemad S. Discovering hidden patterns available in data of patients with tuberculosis. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2016;23(145):99-109.