

مقاله اصلی

ارزیابی همبستگی بین سینتی گرافی پرفیوژن میوکارد گیتد SPECT و آنژیوگرافی کرونری برای تشخیص بیماری عروق کرونری (CAD)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۳۰

خلاصه

مقدمه: بیماری عروق کرونری (CAD) یکی از علل اصلی مرگ و میر در جهان است که نیاز به روش‌های تشخیصی دقیق دارد. یکی از اهداف محققین یافتن روشی برای تشخیص بیماری عروق کرونر قبل از آشکار شدن آن و تعیین شیوع عوامل خطر احتمالی است و اولین قدم در جهت پیشگیری سطح دوم، غربالگری و شناخت بیماری قبل از بروز ناتوانی‌های جدی است. مطالعه حاضر باهدف بررسی ارتباط (صحت) نتایج اسکن پرفیوژن میوکارد و آنژیوگرافی در مرکز پزشکی هسته‌ای بیرجند انجام شد.

روش کار: یک تحلیل گذشته‌نگر بر روی ۹۶ بیمار که بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ در مرکز پزشکی هسته‌ای بیرجند تحت MPI و آنژیوگرافی کرونری قرار گرفتند، انجام شد. معیارهای عملکرد تشخیصی با استفاده از آنژیوگرافی به عنوان استاندارد طلایی محاسبه شدند. اطلاعات مورد نیاز با استفاده از چک لیست و از پرونده پزشکی بیماران استخراج شد. داده‌ها بعد از جمع‌آوری وارد نرم افزار SPSS شد. برای تحلیل‌های آماری ز آزمون کای دو و من ویتنی در سطح معناداری پنج صدم استفاده شد. شاخص حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و منفی نیز محاسبه شد.

نتایج: میانگین سنی شرکت‌کنندگان 57.9 ± 10.9 سال بود. MPI حساسیت ۳۳.۳۳٪ تا ۵۱.۸۵٪، ویژگی ۸۸.۷۱٪ تا ۹۷.۰۱٪، ارزش پیش‌بینی مثبت ۶۰٪ تا ۸۰٪ و نسبت احتمال مثبت ۴.۵۹ تا ۱۱.۱۷ را نشان داد.

نتیجه‌گیری: MPI حساسیت متوسطی دارد اما از ویژگی و ارزش پیش‌بینی مثبت بالایی برخوردار است، که استفاده از آن را به عنوان یک ابزار تشخیصی غیرتهاجمی برای CAD، به‌ویژه در ترکیب با سایر روش‌های تشخیصی، تأیید می‌کند.

کلمات کلیدی: بیماری عروق کرونری، سینتی گرافی گیتد SPECT، پرفیوژن میوکارد، آنژیوگرافی کرونری.

الهام کلانتری^۱

صادق کفاشی^۲

سیدعلی معزی بادی^۳

سجاد صادق‌پور^۴

آتنا آقایی^۵

سلیمان سلطانی^۶

فروغ کلانتری^{۷*}

^۱ فوق تخصص بیماری‌های ریه بالغین، متخصص داخلی، استادیار بیماری‌های داخلی، گروه داخلی، دانشکده پزشکی، مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س)، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

^۲ پزشک عمومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

^۳ فلوشیپ اقدامات مداخله‌ای قلب و عروق (اینترنشنال کاردیولوژی)، متخصص قلب و عروق، دانشیار گروه قلب و عروق، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات بیماری‌های قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

^۴ دستیار پزشکی هسته‌ای، گروه پزشکی هسته‌ای، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۵ متخصص پزشکی هسته‌ای، استادیار پژوهشی پزشکی هسته‌ای، گروه پزشکی هسته‌ای، دانشکده پزشکی، بیمارستان قائم، مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۶ فلوشیپ پیوند کلیه، متخصص اورولوژی، استادیار اورولوژی، گروه اورولوژی، دانشکده پزشکی، بیمارستان امام رضا (ع)، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۷ فلوشیپ پت سی تی، متخصص پزشکی هسته‌ای، استادیار گروه پزشکی هسته‌ای، دانشکده پزشکی، بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص)، دانشگاه علوم پزشکی ایران

Email: foroughkalantari@gmail.com

مقدمه

بیماری عروق کرونری (CAD) همچنان اصلی‌ترین علت مرگ‌ومیر و سومین بیماری شایع در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه است و بار قابل‌توجهی بر سلامت جهانی تحمیل می‌کند (۱). در ایران، CAD حدود ۳۵٪ از کل مرگ‌ها را تشکیل می‌دهد، با نرخ مرگ‌ومیر سالانه ۳۳۱ برای مردان و ۲۰۳ در هر ۱۰۰,۰۰۰ برای زنان (۲). اثرات اقتصادی و اجتماعی CAD عمیق است و تلاش‌های گسترده‌ای برای پیشگیری اولیه و ثانویه، از جمله برنامه‌های غربالگری برای شناسایی افراد در معرض خطر قبل از بروز عوارض شدید، انجام شده است (۳, ۴).

تشخیص زودهنگام CAD برای جلوگیری از پیامدهای نامطلوب مانند انفارکتوس میوکارد و نارسایی قلبی حیاتی است (۵). روش‌های تشخیصی CAD شامل روش‌های تهاجمی و غیرتهاجمی مانند تست استرس ورزشی، اکوکاردیوگرافی، تصویربرداری پرفیوژن میوکارد (MPI) و آنژیوگرافی کرونری است (۶). آنژیوگرافی کرونری، به‌عنوان استاندارد طلایی برای تشخیص CAD، تجسم دقیقی از تنگی عروق کرونری فراهم می‌کند اما تهاجمی است و با خطراتی از جمله آریتمی، خونریزی، پارگی عروق و واکنش‌های آلرژیک به ماده حاجب همراه است. این عوارض، استفاده از آن را به‌ویژه در بیماران با خطر کم تا متوسط CAD یا موارد منع مصرف مانند آلرژی به ماده حاجب یا نارسایی کلیوی محدود می‌کند (۷, ۸).

سیتی‌گرافی پرفیوژن میوکارد گیتد (MPI) SPECT یک جایگزین غیرتهاجمی ارائه می‌دهد که پرفیوژن میوکارد و عملکرد قلب را برای تشخیص ایسکمی و طبقه‌بندی خطر ارزیابی می‌کند. با استفاده از رادیوداروهای مانند تکنسیوم-۹۹m سستمی (Tc-99m MIBI)، MPI جریان خون را در فازهای استرس و استراحت ارزیابی می‌کند و نقص‌های پرفیوژن قابل‌برگشت (ایسکمیک) یا ثابت (انفارکت) را شناسایی می‌کند. گیتد SPECT با افزودن داده‌های حرکت و ضخامت دیواره قلب، همگام با ضربان قلب بیمار، دقت تشخیصی را افزایش می‌دهد MPI به‌ویژه برای بیمارانی با احتمال کم تا متوسط

CAD ارزشمند است و اسکن‌های نرمال نشان‌دهنده خطر پایین

رویدادهای قلبی (کمتر از ۱٪ در سال) هستند (۶, ۹, ۱۰). با وجود استفاده گسترده، دقت تشخیصی MPI در مطالعات مختلف متفاوت است، با حساسیت‌های گزارش‌شده از ۸۲٪ تا ۹۱٪ و ویژگی‌های ۷۰٪ تا ۹۰٪. عواملی مانند انتخاب بیمار، پروتکل‌های تصویربرداری و انتخاب رادیو دارو ممکن است بر این معیارها تأثیر بگذارد. در ایران، با افزایش استفاده از MPI، ارزیابی بیشتر عملکرد آن در مقایسه با آنژیوگرافی کرونری، به‌ویژه در محیط‌های بالینی محلی، ضروری است (۷, ۱۱).

این مطالعه به‌منظور ارزیابی همبستگی و تطابق بین MPI گیتد SPECT و آنژیوگرافی کرونری معمولی در تشخیص CAD در مرکز پزشکی هسته‌ای بیرجند انجام شده است. با ارزیابی شدت و گستردگی ایسکمی شناسایی‌شده توسط MPI در مقابل یافته‌های آنژیوگرافی، ما به دنبال تعیین قابلیت اطمینان تشخیصی و کاربرد بالینی آن به‌عنوان یک ابزار غیرتهاجمی برای ارزیابی CAD هستیم.

روش کار

این مطالعه اپیدمیولوژیک تحلیلی گذشته‌نگر در مرکز پزشکی هسته‌ای بیرجند، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۷ انجام شد. مطالعه توسط کمیته اخلاق مؤسسه تأیید شد و محرمانگی بیماران و عدم تحمیل هزینه اضافی به شرکت‌کنندگان تضمین شد.

شرکت‌کنندگان

مطالعه شامل ۹۶ بیمار ارجاع‌شده مشکوک به CAD یا تأیید عروق کرونری نرمال بود که تحت هر دو روش MPI گیتد SPECT و آنژیوگرافی کرونری قرار گرفتند. معیارهای ورود شامل انجام هر دو روش تشخیصی بود. بیمارانی بدون نقص پرفیوژن (امتیاز تفاوت جمع‌شده $[SDS] < 1$) برای تمرکز بر بیماران با احتمال CAD از مطالعه حذف شدند.

سیتی‌گرافی پرفیوژن میوکارد گیتد (MPI) SPECT

MPI گیتد SPECT با استفاده از پروتکل استاندارد و رادیو دارو Tc-99m MIBI انجام شد. مراحل شامل:

به‌عنوان مثبت برای CAD در نظر گرفته شد و آستانه سخت‌گیرانه‌تر < 0.70 ٪ برای تحلیل بیماری شدید استفاده شد

▪ **تحلیل:** کاردیولوژیست‌ها تنگی را کمی‌سازی کرده و امتیاز SYNTAX را برای ارزیابی شدت و پیچیدگی CAD محاسبه کردند.

جمع‌آوری داده‌ها

داده‌ها با استفاده از چک‌لیست شامل متغیرهای دموگرافیک (سن، جنسیت)، عوامل خطر (دیابت، فشارخون بالا، دیس‌لیپیدمی)، امتیازهای MPI (SDS, SSS, SRS) کسر جهشی بطن چپ (LVEF) و نتایج آنژیوگرافی (تعداد عروق مسدود، درصد تنگی، امتیاز SYNTAX) جمع‌آوری شدند. داده‌ها از پرونده‌های پزشکی و در صورت لزوم، مصاحبه‌های تلفنی استخراج شدند.

تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تحلیل شدند. آمار توصیفی ویژگی‌های دموگرافیک و بالینی را خلاصه کرد. معیارهای عملکرد تشخیصی (حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت [PPV]، ارزش اخباری منفی [NPV]، نسبت احتمال مثبت [PLR] و توافق کاپا) با استفاده از آنژیوگرافی کرونری به‌عنوان مرجع محاسبه شدند. آزمون‌های χ^2 دو و من-ویتنی برای ارزیابی همبستگی بین شاخص‌های MPI و یافته‌های آنژیوگرافی استفاده شدند. مقدار $p < 0.05$ به‌عنوان معنادار آماری در نظر گرفته شد.

نتایج

ویژگی‌های دموگرافیک

مطالعه شامل ۹۶ بیمار با میانگین سنی 57.9 ± 10.9 سال (محدوده: ۲۸-۸۱ سال) بود. کمی بیشتر از نیمی از جمعیت مورد مطالعه را زنان (۵۳.۱٪) تشکیل می‌دادند. عوامل خطر شامل دیابت (۲۳.۲٪)، فشارخون بالا (۴۰.۰٪) و دیس‌لیپیدمی (۱۵.۸٪) بودند. مردان نسبت به زنان شیوع بیشتری از تنگی شدید (> 50 ٪) داشتند (۵۳.۳٪ در مقابل ۲۷.۵٪، $p = 0.02$). اما از طرف دیگر تفاوت معنی‌داری در تنگی مرتبط با سن مشاهده نشد ($p = 0.11$).

▪ **آماده‌سازی بیمار:** به بیماران دستور داده شد که از مصرف کافئین و برخی داروها قبل از آزمایش خودداری کنند. بیمارانی که قادر به انجام تست ورزشی نبودند، تحت تست استرس دارویی با آدنوزین قرار گرفتند.

▪ **تزریق رادیودارو Tc-99m MIBI:** در اوج استرس و در حالت استراحت به‌صورت وریدی تزریق شد تا پرفیوژن میوکارد ارزیابی شود.

▪ **تصویربرداری استرس و استراحت:** تصویربرداری استرس با استفاده از ورزش یا استرس دارویی انجام شد و سپس تصویربرداری استراحت صورت گرفت. تصاویر با استفاده از دوربین گاما در حالت گیتد، همگام با الکتروکاردیوگرام بیمار، برای ارزیابی حرکت و ضخامت دیواره به‌دست آمدند.

▪ **تحلیل تصویر:** میوکارد به ۲۰ بخش تقسیم شد که هر بخش از ۰ (پرفیوژن نرمال) تا ۴ (عدم پرفیوژن) امتیازدهی شد. امتیازهای جمع‌شده محاسبه شدند:

▪ امتیاز جمع‌شده استرس (SSS): مجموع امتیازهای بخش‌ها در طول استرس.

▪ امتیاز جمع‌شده استراحت (SRS): مجموع امتیازهای بخش‌ها در حالت استراحت.

▪ امتیاز تفاوت جمع‌شده SSS: (SDS) منهای SRS، نشان‌دهنده ایسکمی قابل‌برگشت.

اسکن نرمال به‌عنوان $4 < SSS$ تعریف شد، در حالی که

$7 > SDS$ نشان‌دهنده ایسکمی قابل‌توجه بود که نیاز به بررسی بیشتر داشت. تصاویر توسط متخصصان پزشکی هسته‌ای تفسیر شدند.

آنژیوگرافی کرونری

آنژیوگرافی کرونری به‌عنوان استاندارد طلایی برای تشخیص CAD انجام شد. این روش شامل:

▪ **کاتترگذاری:** کاتتر از طریق شریان محیطی (معمولاً فمورال یا رادیال) وارد و تحت هدایت اشعه ایکس به عروق کرونری هدایت شد.

▪ **تصویربرداری:** ماده حاجب تزریق شد تا عروق کرونری تجسم شوند و تنگی یا انسداد شناسایی شود. تنگی ≤ 50 ٪

نتایج آنژیوگرافی

نتایج آنژیوگرافی کرونری نشان داد که ۴۷.۹٪ از بیماران (۹۶/۴۶) عروق کرونری نرمال داشتند، در حالی که ۵۲.۱٪ (۹۶/۵۰) با شدت‌های مختلف داشتند (جدول ۱).

جدول ۱. فراوانی میزان درگیری عروق کرونر بیماران.

درصد	فراوانی
حداقل CAD	۱۶.۷٪
بیماری تک عروقی	۱۱.۵٪
بیماری دو عروقی	۱۱.۵٪
بیماری سه عروقی	۱۲.۵٪

با توجه به اینکه تنگی عروق ۵۰٪ و بیشتر از نظر همودینامیک بسیار حائز اهمیت می‌باشد و به عنوان استاندارد در نظر گرفته شده است، تنگی ۵۰٪ با ذخیره‌ی جریان کمتر از ۳/۵ برابر مطابقت دارد که می‌تواند در آزمایش استرس معمولی طبیعی گزارش گردد. کاهش ذخیره‌ی جریان کرونر به کمتر از ۳ برابر

مربوط به تنگی ۷۰٪ می‌باشد که به عنوان تنگی واقعی و قابل اندازه‌گیری توسط کاتتر مبتنی بر ذخیره جریان کاهش یافته تعریف می‌شود (۱۲). بنابراین در این مطالعه نتایج حاصل از اسکن پرفیوژن را با نتایج آنژیوگرافی با تعریف تنگی بیشتر از ۷۰٪ مورد مقایسه قرار دادیم.

نتایج مقایسه‌ی اندکس‌های اسکن قلب با نتایج آنژیوگرافی نشان داد که میانگین LVEF در افراد با تنگی عروق بیشتر از ۷۰ درصد برابر با 52.97 ± 11.69 با میانه ۶۰ می‌باشد. نتیجه آزمون من ویتنی نشان داد که LVEF در افراد درگیری عروق کمتر از ۷۰ درصد به طور معناداری بیشتر از افراد با تنگی عروق بیشتر از ۷۰ درصد می‌باشد ($p=0.009$). میانگین SDS در گروه تنگی عروق بیشتر از ۵۰ درصد برابر با $5/58 \pm 3/00$ با میانه ۵ بود. نتایج نشان داد که SDS، SRS، SSS در دو گروه تفاوتی با یکدیگر ندارند ($p>0.05$) (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه اندکس‌های اسکن پرفیوژن میوکارد در گروه بیمار (تنگی بیش از ۷۰٪) و سالم

نتیجه آزمون	بیمار (درگیری عروق بیشتر از ۷۰٪)		سالم (درگیری عروق کمتر از ۷۰٪)		متغیر
	انحراف معیار $\pm$ میانگین	(چارک اول-سوم) میانه	انحراف معیار $\pm$ میانگین	(چارک اول-سوم) میانه	
$Z=2/62, p=0.009$	52.97 ± 11.69	(۶۰-۵۰)	55.77 ± 6.41	(۶۰-۶۰)	LVEF
$Z=1/58, p=0.11$	9.67 ± 7.67	(۷(۴/۱۱-۵/۵)	6.34 ± 2.69	(۷(۸-۴)	SSS
$Z=1/84, p=0.07$	6.26 ± 9.94	(۲(۰/۷-۷۵/۲۵)	1.64 ± 1.88	(۱(۲-۰)	SRS
$Z=0.92, p=0.36$	$5/58 \pm 3/00$	(۵(۷-۵-۳/۵)	4.79 ± 1.76	(۵(۶-۳)	SDS

همبستگی‌ها و توافقات

همبستگی مثبت معنی‌داری بین شاخص‌های MPI و امتیاز SYNTAX یافت شد ($r=0.31, r^2=0.34, \alpha=0.27, p<0.05$) به ترتیب برای مقادیر (SDS, SRS, SSS) که نشان می‌دهد امتیازهای بالاتر MPI با CAD شدیدتر مرتبط هستند. همبستگی منفی معنی‌داری بین شاخص‌های MPI و LVEF مشاهده شد ($r=-0.43, r^2=0.43, p<0.001$)، که نشان‌دهنده ارتباط پرفیوژن ضعیف‌تر با کاهش عملکرد قلب است. همچنین، رابطه معنی‌داری بین محل ایسکمی در MPI و عروق کرونری درگیر در آنژیوگرافی شناسایی شد ($p<0.05$) که توانایی MPI در تعیین محل CAD را نشان می‌دهد.

عملکرد تشخیصی MPI گیتد SPECT

در رابطه با عملکرد تشخیصی MPI گیتد SPECT در مقایسه با آنژیوگرافی کرونری (تنگی $<70\%$): بالاترین حساسیت برای LVEF (51.85%) و بالاترین ویژگی و ارزش اخباری مثبت برای SDS به ترتیب ۹۷.۰۱٪ و ۸۰٪ مشاهده شد. نسبت احتمال مثبت برای (۱۱/۱۷) SDS بالاترین بود، که نشان‌دهنده کاربرد تشخیصی قوی در صورت مثبت بودن است. مقادیر توافق کاپا از ۰.۲۸ تا ۰.۳۲ متغیر بود، که نشان‌دهنده توافق ضعیف تا متوسط با آنژیوگرافی است (جدول ۳).

جدول ۳. معیارهای عملکرد تشخیصی MPI گیتد SPECT (تنگی < ۷۰٪).

شاخص	نقطه برش	حساسیت (٪)	ویژگی (٪)	ارزش اخباری مثبت (٪)	نسبت احتمال مثبت	سطح زیر منحنی ROC (٪)	Kappa
SDS	۷	۳۳/۳۳	۹۷/۰۱	۸۰/۰۰	۱۱/۱۷	۶۲/۴	۰/۳۰
SSS	۱۰	۳۷/۵۰	۹۷/۵۲	۶۰/۰۰	۸/۳۷	۶۷/۵	۰/۳۲
SRS	۶	۳۴/۴۸	۹۵/۵۲	۶۶/۶۶	۷/۷۰	۶۵/۴	۰/۳۱
LVEF	۵۵	۵۱.۸۵	۸۸.۷۱	۶۶.۶۶	۴.۵۹	۷۰.۱	۰/۲۸

بحث

این مطالعه دقت تشخیصی سیتی گرافی پرفیوژن میوکارد گیتد SPECT (MPI) را در مقایسه با آنژیوگرافی کرونری برای تشخیص بیماری عروق کرونری (CAD) در مرکز پزشکی هسته‌ای بیرجند ارزیابی کرد. یافته‌ها نشان‌دهنده حساسیت متوسط (۳۳.۳۳-۵۱.۸۵٪) اما ویژگی بالا (۸۸.۷۱-۹۷.۰۱٪) و ارزش پیش‌بینی مثبت (۶۰-۸۰٪) برای MPI است، که نقش آن را به عنوان یک ابزار تشخیصی غیرتهاجمی تأیید می‌کند.

در این مطالعه ۲۳/۲٪ دچار بیماری دیابت، ۴۰٪ دچار بیماری فشارخون و ۱۵/۸٪ دچار دیس لیپیدی بودند. بر اساس اعلام WHO و سایر مطالعات ۱۰٪ افراد جامعه دچار دیابت، ۲۶٪ فشار خون و ۱۰ تا ۲۰ درصد دچار دیس لیپیدی هستند (۱۳-۱۶) که کمتر از مطالعه ما می باشد. یکی از علل احتمالی بالاتر بودن درصد افراد دچار دیابت، فشارخون و دیس لیپیدی در این مطالعه نسبت به افراد جامعه می‌تواند به این دلیل باشد که عوامل ذکر شده از عوامل خطر بیماری های قلبی عروقی است و از طرفی جمعیت مورد مطالعه افراد مراجعه کننده جهت تشخیص گرفتگی عروق قلبی است که با جامعه تفاوت دارند.

در مردان ۲۴ نفر (۵۳/۳٪) تنگی عروق بیشتر از ۷۰ درصد و ۲۱ نفر تنگی عروق کمتر از ۷۰ درصد داشتند. در زنان ۸ نفر (۱۷/۵٪) تنگی عروق بیشتر از ۷۰ درصد داشتند. نتایج آزمون کای دو نشان داد که نتیجه تست آنژیوگرافی بین مردان و زنان اختلاف معناداری با یکدیگر دارند ($p=0/002$). این نتیجه در راستای مطالعه ابوالعین و همکاران بود (۱۷).

در افراد ۵۵ تا ۷۰ سال، ۱۶ نفر (۳۱/۴٪) تنگی عروق بیشتر از ۷۰ درصد و ۳۵ نفر تنگی عروق کمتر از ۷۰ درصد دارند. در افراد بالای ۷۰ سال نیز ۵ نفر (۵۰٪) تنگی عروق بالای ۷۰ درصد

دارند. نتایج آزمون فیشر نشان داد که نتیجه تست آنژیوگرافی در گروه سنی تفاوتی با یکدیگر ندارند ($p=0/40$). این نتیجه در راستای نتیجه مطالعه عابدی و همکاران بود (۱۸).

میانگین LVEF در افراد با تنگی عروق بیشتر از ۷۰ درصد برابر با $52/97 \pm 11/69$ با میانه ۶۰ می باشد. نتیجه آزمون من ویتنی نشان داد که LVEF در افراد درگیری عروق کمتر از ۷۰ درصد به طور معناداری بیشتر از افراد با تنگی عروق بیشتر از ۷۰ درصد می باشد ($p=0/009$). میانگین SDS در گروه تنگی عروق بیشتر از ۵۰ درصد برابر با $5/58 \pm 3/00$ با میانه ۵ بود. نتایج نشان داد که SSS، SRS، SDS در دو گروه تفاوتی با یکدیگر ندارند ($p>0/05$). این نتیجه در راستای نتیجه عابدی و همکاران بود (۱۸).

حساسیت MPI در این مطالعه کمتر از برخی متاآنالیزها بود که حساسیت‌های ۸۲-۹۱٪ و ویژگی‌های ۷۰-۹۰٪ را برای SPECT MPI گزارش کرده‌اند (۱۹، ۲۰). به عنوان مثال، یک متاآنالیز حساسیت ۸۶٪ و ویژگی ۷۴٪ را با نرخ مثبت بودن ۸۹٪ گزارش کرد. مطالعه دیگری با استفاده از SPECT کادمیوم-زینک-تلورید (CZT) حساسیت ۷۹٪ و ویژگی ۸۵٪ را گزارش کرد (۲۱). حساسیت پایین‌تر در مطالعه ما ممکن است به عواملی مانند انتخاب بیمار (حذف بیماران با $SDS < 1$)، استفاده از $Tc-99m$ MIBI یا تفاوت در پروتکل‌های تصویربرداری نسبت داده شود. ویژگی بالا و ارزش اخباری مثبت، به‌ویژه برای SDS (۹۷.۰۱٪ و ۸۰.۰٪) نشان می‌دهد که MPI در تأیید CAD در صورت مثبت بودن قابل اعتماد است و برای بیمارانی با خطر متوسط CAD یا موارد منع مصرف برای آنژیوگرافی ارزشمند است.

مقایسه با مطالعات دیگر تنوع در عملکرد MPI را نشان می‌دهد. برخی مطالعات، مانند مطالعات ابوالعین (۲۲) و اسکندریان (۱۱)، حساسیت پایینی را گزارش کردند که ممکن است به محدودیت‌های روش شناختی مشابه مربوط باشد. در مقابل، مطالعاتی مانند عابدی و یوهانسن (۲۳، ۲۴) حساسیت‌ها و ویژگی‌های بالاتری (تا ۸۸٪ و ۹۳٪) گزارش کردند، که احتمالاً به دلیل تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته مانند اصلاح تضعیف یا جمعیت‌های بیمار متفاوت است. اصلاح تضعیف، همان‌طور که در یک متاآنالیز ذکر شد، می‌تواند حساسیت و ویژگی را به بالای ۸۰٪ بهبود بخشد، اما در مطالعه ما به‌صراحت استفاده نشد، که ممکن است حساسیت پایین‌تر را توضیح دهد.

در مطالعه دیگری بر روی اسکن پرفیوژن میوکارد با SPECT با استفاده از رادیو داروی MIBI 99m-Tc، حساسیت و ویژگی این روش برای تشخیص CAD با درجه تنگی عروق ۷۰٪ (در آنژیوگرافی) به ترتیب ۹۵٪ و ۷۵٪ بود. نکته مهم آن بود که حساسیت و ویژگی (دقت تشخیصی) اسکن MIBI در گروه بیمارانی که آئزین صدی داشتند، با بیمارانی که این شکایت را نداشتند در تشخیص CAD برابر بود. نتیجه این مطالعه این بود که اسکن پرفیوژن میوکارد MIBI 99m-Tc برای تشخیص CAD در بیمارانی مسن می‌تواند یک آلترناتیو مورد اعتماد برای آنژیوگرافی عروق کرونر باشد. (۲۵) در مطالعه Hannoush و همکاران میزان ارزش اخباری مثبت برای اسکن پرفیوژن میوکارد ۹۱٪ و میزان ارزش اخباری منفی ۸۶٪ بدست آمد. بعلاوه به علاوه نتیجه اسکن میوکارد تأثیر مهمی بر روی تصمیم به انجام آنژیوگرافی بعدی داشت (۲۶).

مطالعه دیگری که در سال ۲۰۰۰ در آمریکا انجام شده در مورد دقت اسکن Tc-99m MIBI در بررسی وسعت و محل دقیق بیماری عروق کرونر در بیمارانی که قبلاً دچار MI شده‌اند نشان داد که حساسیت این اسکن برای تشخیص CAD ۹۵٪ و ویژگی آن ۵۵٪ می‌باشد. دقت آن در این بررسی ۸۸٪ بود. در مواقعی که نقایص قابل برگشت در نظر گرفته شده ویژگی تست به ۷۳٪ می‌رسد (۲۷). مطالعه دیگری که اسکن پرفیوژن میوکارد را با آنژیوگرافی به عنوان استاندارد طلایی مقایسه کرده، حساسیت

۸۸٪ و ویژگی ۹۳٪ داشته است (۲۸). در تمام این مطالعات بر عکس مطالعه حاضر حساسیت و ویژگی تشخیصی اسکن میوکارد در حد بالایی برآورد شده است، که نمایانگر ارزش تشخیصی این روش می‌باشد. در مطالعه حاضر، بین شدت ایسکمی تعیین شده بوسیله اسکن با میزان تنگی رگ که توسط آنژیوگرافی مشخص شده است ارتباط وجود داشت.

نتایج تحقیقی که هانوش^۱ و همکاران انجام دادند ارزش پیشگویی کننده مثبت برای اسکن ۹۱٪ و ارزش پیشگویی کننده منفی ۸۶٪ گزارش شد (۲۶). مطالعه حاضر از نظر ارزش پیشگویی کننده مثبت در راستای مطالعات فوق اما ارزش پیش گویی کننده منفی آن کمتر از مطالعات فوق بود.

در مطالعه‌ی فاد و همکاران و فرد اصفهانی و همکاران حساسیت اسکن پرفیوژن میوکارد ۹۴٪، ویژگی ۹۴٪، ارزش پیشگویی کننده مثبت ۹۶٪ و ارزش پیشگویی کننده منفی ۹۲٪ تعیین شد (۲۹، ۳۰). مطالعه حاضر از نظر ویژگی و ارزش پیشگویی کننده مثبت در راستای مطالعه‌ی فاد و همکاران و فرد اصفهانی و همکاران بود اما حساسیت و ارزش پیش گویی کننده منفی آن کمتر از مطالعات فوق بود.

همبستگی معنی‌دار بین شاخص‌های MPI و امتیاز ($p < 0.05$) SYNTAX و تعیین دقیق محل ایسکمی به عروق کرونری درگیر ($p < 0.05$) توانایی MPI در ارزیابی شدت و محل CAD را برجسته می‌کند. همبستگی منفی با LVEF ($p < 0.001$) کاربرد آن را در ارزیابی عملکرد قلب همراه با پرفیوژن تأیید می‌کند. این یافته‌ها با نقش ثابت شده MPI در طبقه‌بندی خطر همخوانی دارد، جایی که اسکن‌های نرمال خطر پایین رویدادهای قلبی ($> 1\%$ در سال) را نشان می‌دهند.

محدودیت‌های این مطالعه شامل طراحی گذشته‌نگر، احتمال سوگیری انتخاب به دلیل حذف بیمارانی بدون نقص پرفیوژن و ماهیت ذهنی تفسیر تصاویر است. اندازه نمونه کوچک (۹۶ نفر) و محیط تک‌مرکزی ممکن است تعمیم‌پذیری را محدود کند. علاوه بر این، عدم استفاده از اصلاح تضعیف و تنوع در پروتکل‌های تست استرس (ورزشی در مقابل دارویی) ممکن

¹ Hannoush

است بر دقت تشخیصی تأثیر گذاشته باشد. مطالعات آینده باید از طراحی‌های آینده‌نگر، گروه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر و پروتکل‌های استاندارد، از جمله اصلاح تضعیف، برای بهبود عملکرد تشخیصی MPI استفاده کنند.

پیامدهای بالینی این یافته‌ها قابل توجه است. ویژگی بالای MPI آن را به یک دروازه‌بان ارزشمند برای آنژیوگرافی تهاجمی تبدیل می‌کند و روش‌های غیرضروری را در بیماران با خطر کم تا متوسط CAD کاهش می‌دهد. با این حال، حساسیت متوسط آن نشان می‌دهد که نتایج منفی MPI باید با احتیاط تفسیر شوند و ممکن است نیاز به آزمایش‌های اضافی مانند اکوکاردیوگرافی استرس یا آنژیوگرافی توموگرافی کامپوتری داشته باشند. ادغام MPI با ارزیابی خطر بالینی و سایر روش‌های تشخیصی می‌تواند مدیریت CAD را، به‌ویژه در محیط‌های با منابع محدود مانند ایران که استفاده از MPI در حال افزایش است، بهینه کند.

تحقیقات آینده باید بر بهبود حساسیت MPI از طریق پیشرفت‌های فناوری مانند سیستم‌های هیبریدی SPECT/CT یا رادیوداروهای جدید و استانداردسازی معیارهای تفسیر تمرکز

کنند. مطالعات تطبیقی با سایر روش‌های غیرتهاجمی مانند سیتی گرافی PET MPI، که حساسیت (۹۰٪) و ویژگی (۸۸٪) بالاتری ارائه می‌دهد، می‌تواند نقش MPI در تشخیص CAD را روشن‌تر کند.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان می‌دهد که سیتی گرافی پرفیوژن میوکارد گیتد SPECT حساسیت متوسطی دارد اما از ویژگی و ارزش پیش‌بینی مثبت بالایی برای تشخیص بیماری عروق کرونری در مقایسه با آنژیوگرافی کرونری برخوردار است. توانایی آن در همبستگی شدت و محل ایسکمی با یافته‌های آنژیوگرافی، کاربرد بالینی آن را به‌عنوان یک ابزار تشخیصی غیرتهاجمی، به‌ویژه برای بیمارانی که برای روش‌های تهاجمی مناسب نیستند، تأیید می‌کند. با این حال، حساسیت پایین‌تر آن نیاز به تفسیر محتاطانه و ادغام احتمالی با سایر تست‌های تشخیصی را نشان می‌دهد. پروتکل‌های استاندارد و پیشرفت‌های فناوری برای افزایش دقت تشخیصی MPI ضروری هستند تا استفاده مؤثر آن در مدیریت CAD تضمین شود.

References

1. Bartlett ES, Flor LS, Medeiros DS, Colombara DV, Johanns CK, Camargo Vaz FA, Wilson S, Duber HC. Public knowledge of cardiovascular disease and response to acute cardiac events in three municipalities in Brazil. *Open Heart*. 2020 Aug;7(2):e001322. doi: 10.1136/openhrt-2020-001322.
2. Babahajiani M, Zarepur E, Khosravi A, Mohammadifard N, Noohi F, Alikhasi H, Nasirian S, Moezi Bady SA, Janjani P, Solati K, Lotfizadeh M, Ghaffari S, Javanmardi E, Salari A, Gholipour M, Dehghani M, Cheraghi M, Assareh A, Haybar H, Namayandeh SM, Madadi R, Kojuri J, Mansourian M, Sarrafzadegan N. Ethnic differences in the lifestyle behaviors and premature coronary artery disease: a multi-center study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023 Mar 29;23(1):170. doi: 10.1186/s12872-023-03192-0.
3. Khalili D, Sheikholeslami FH, Bakhtiyari M, Azizi F, Momenan AA, Hadaegh F. The incidence of coronary heart disease and the population attributable fraction of its risk factors in Tehran: a 10-year population-based cohort study. *PLoS One*. 2014 Aug 27;9(8):e105804. doi: 10.1371/journal.pone.0105804.
4. Sarebanhassanabadi M, Mirjalili SR, Marques-Vidal P, Kraemer A, Namayandeh SM. Coronary artery disease incidence, risk factors, awareness, and medication utilization in a 10-year cohort study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2024 Feb 12;24(1):101. doi: 10.1186/s12872-024-03769-3.
5. Ciomărnean L, Milaciu MV, Negrean V, Orășan OH, Vesa SC, Sălăgean O, Iluș S, Vlaicu SI. Cardiovascular Risk Factors and Physical Activity for the Prevention of Cardiovascular Diseases in the Elderly. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 25;19(1):207. doi: 10.3390/ijerph19010207.
6. Alam L, Omar AMS, Patel KK. Improved Performance of PET Myocardial Perfusion Imaging Compared to SPECT in the Evaluation of Suspected CAD. *Curr Cardiol Rep*. 2023 Apr;25(4):281-293. doi: 10.1007/s11886-023-01851-4.
7. Fariba F, Hadei SK, ForoghiMoghadam H, Alvandi M, Zebarjadi S. Myocardial Perfusion Imaging Versus Coronary CT Angiography for the Detection of Coronary Artery Disease. *Med J Islam Repub Iran*. 2024 Nov 25;38:136. doi: 10.47176/mjiri.38.136.
8. Dai X, Yu Y, Yu L, Zhang L, Zhang J. Design and rationale of randomized CT-PRECISION study. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2021 Jun;11(3):760-767. doi: 10.21037/cdt-21-57.

9. Khederlou H, Mohammadi A, Tajik M, Kazemshiroodi M. Association between Cardiovascular Risk Factors and High-Risk Features in Myocardial Perfusion Imaging: A Multicenter Study. *J Tehran Heart Cent*. 2023 Apr;18(2):129-135. doi: 10.18502/jthc.v18i2.13323.
10. Villemain O, Baranger J, Jalal Z, Lam C, Calais J, Pernot M, Cifra B, Friedberg MK, Mertens L. Non-invasive imaging techniques to assess myocardial perfusion. *Expert Rev Med Devices*. 2020 Nov;17(11):1133-1144. doi: 10.1080/17434440.2020.1834844. Epub 2020 Oct 22. Erratum in: *Expert Rev Med Devices*. 2020 Nov;17(11):1239. doi: 10.1080/17434440.2020.1863616.
11. Shelley S, Indirani M, Sathyamurthy I, Subramanian K, Priti N, Harshad K, Padma D. Correlation of myocardial perfusion SPECT with invasive and computed tomography coronary angiogram. *Indian Heart J*. 2012 Jan-Feb;64(1):43-9. doi: 10.1016/S0019-4832(12)60010-8.
12. Rumberger JA. Coronary Artery Disease: A Continuum, Not a Threshold. *Mayo Clin Proc*. 2017 Mar;92(3):323-326. doi: 10.1016/j.mayocp.2017.01.009.
13. Hazar N, Jokar M, Namavari N, Hosseini S, Rahmanian V. An updated systematic review and Meta-analysis of the prevalence of type 2 diabetes in Iran, 1996-2023. *Front Public Health*. 2024 Apr 4;12:1322072. doi: 10.3389/fpubh.2024.1322072.
14. Moradpour F, Rezaei S, Piroozi B, Moradi G, Moradi Y, Piri N, et al. Prevalence of prediabetes, diabetes, diabetes awareness, treatment, and its socioeconomic inequality in west of Iran. *Scientific Reports*. 2022;12(1):17892. doi:10.1038/s41598-022-22779-9
15. Shahraz S, Saeedi Moghaddam S, Azmin M, Peykari N, Yoosefi M, Mohebi F, Khatibzadeh S, Mohammadi Fateh S, Djalalinia S, Modirian M, Mahmoudi N, Mahmoudi Z, Dashti S, Mahdavi Hezaveh A, Larijani B, Farzadfar F. Prevalence of Diabetes and Prediabetes, and Achievements in Diabetes Control in Iran; The Results of the STEPS of 2016. *Arch Iran Med*. 2022 Sep 1;25(9):591-599. doi: 10.34172/aim.2022.94.
16. Oori MJ, Mohammadi F, Norozi K, Fallahi-Khoshknab M, Ebadi A, Gheshlagh RG. Prevalence of HTN in Iran: Meta-analysis of Published Studies in 2004-2018. *Curr Hypertens Rev*. 2019;15(2):113-122. doi: 10.2174/1573402115666190118142818.
17. Aboul-Enein F, Aljuaid MO, Alharthi HT, Almudhhi AM, Alzahrani MA. The Concordance between Myocardial Perfusion Imaging and Coronary Angiography in Detecting Coronary Artery Disease: A Retrospective Study in a Tertiary Cardiac Center at King Abdullah Medical City. *Cardiol Res Pract*. 2016;2016:9847575. doi: 10.1155/2016/9847575. Epub 2016 Jun 27.
18. Abedi M, Bagheri S, Mohammadpour A, Mardanshahi A, Ghaemian AJJoSUoMS. Diagnostic value of myocardial perfusion scans for diagnosis of coronary artery disease. 2016;18.
19. Huang JY, Huang CK, Yen RF, Wu HY, Tu YK, Cheng MF, Lu CC, Tzen KY, Chien KL, Wu YW. Diagnostic Performance of Attenuation-Corrected Myocardial Perfusion Imaging for Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Nucl Med*. 2016 Dec;57(12):1893-1898. doi: 10.2967/jnumed.115.171462.
20. Huang JY, Huang CK, Yen RF, Chien KL, Wu YW. Diagnostic Effect of Attenuation Correction in Myocardial Perfusion Imaging in Different Coronary Arteries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2021 Oct 12;8:756060. doi: 10.3389/fcvm.2021.756060.
21. Panjer M, Dobrolinska M, Wagenaar NRL, Slart RHJA. Diagnostic accuracy of dynamic CZT-SPECT in coronary artery disease. A systematic review and meta-analysis. *J Nucl Cardiol*. 2022 Aug;29(4):1686-1697. doi: 10.1007/s12350-021-02721-8.
22. Aboul-Enein F, Aljuaid MO, Alharthi HT, Almudhhi AM, Alzahrani MA. The Concordance between Myocardial Perfusion Imaging and Coronary Angiography in Detecting Coronary Artery Disease: A Retrospective Study in a Tertiary Cardiac Center at King Abdullah Medical City. *Cardiol Res Pract*. 2016;2016:9847575. doi: 10.1155/2016/9847575.
23. Johansen AH, Poulsen TS, Høilund-Carlsen PF, Thayssen P, Gaster AL, Veje A, Marving J, Haghfelt TH. Myocardial perfusion imaging and coronary angiography in patients with known or suspected stable angina pectoris. *Dan Med Bull*. 2001 May;48(2):80-3. PMID: 11414123.
24. Abedi SM, Bagheri S, Mohammadpour RA, Mardanshahi AR, Ghaemian A. Diagnostic value of myocardial perfusion scans for diagnosis of coronary artery disease. 2016.
25. Wang FP, Amanullah AM, Kiat H, Friedman JD, Berman DS. Diagnostic efficacy of stress technetium 99m-labeled sestamibi myocardial perfusion single-photon emission computed tomography in detection of coronary artery disease among patients over age 80. *J Nucl Cardiol*. 1995 Sep-Oct;2(5):380-8. doi: 10.1016/s1071-3581(05)80025-x.
26. Hannoush H, Shaar K, Alam S, Nasrallah A, Sawaya J, Dakik HA. Analysis of referral patterns, predictive accuracy, and impact on patient management of myocardial perfusion imaging in a new nuclear cardiology laboratory. *J Nucl Cardiol*. 2003 Mar-Apr;10(2):148-53. doi: 10.1067/mnc.2003.397.

27. Elhendy A, Sozzi FB, van Domburg RT, Bax JJ, Geleijnse ML, Valkema R, Krenning EP, Roelandt JR. Accuracy of exercise stress technetium 99m sestamibi SPECT imaging in the evaluation of the extent and location of coronary artery disease in patients with an earlier myocardial infarction. *J Nucl Cardiol*. 2000 Sep-Oct;7(5):432-8. doi: 10.1067/mnc.2000.107426.
28. Johansen AH, Poulsen TS, Høilund-Carlsen PF, Thayssen P, Gaster AL, Veje A, Marving J, Haghfelt TH. Myocardial perfusion imaging and coronary angiography in patients with known or suspected stable angina pectoris. *Dan Med Bull*. 2001 May;48(2):80-3. PMID: 11414123.
29. Singh P, Bhatt B, Pawar SU, Kamra A, Shetye S, Ghorpade M. Role of Myocardial Perfusion Study in Differentiating Ischemic versus Nonischemic Cardiomyopathy Using Quantitative Parameters. *Indian J Nucl Med*. 2018 Jan-Mar;33(1):32-38. doi: 10.4103/ijnm.IJNM_118_17.
30. Fard-Esfahani A, Fallahi B, Saghari M, Eftekhari M, Beiki DJIJoNM. Myocardial perfusion scan accuracy in detection of coronary artery disease-Comparison with exercise stress test [Persian]. 2007;15(1):16-23.

*Original Article***Evaluation of the Correlation Between Gated SPECT Myocardial Perfusion Scintigraphy and Coronary Angiography for the Diagnosis of Coronary Artery Disease (CAD)**

Received: 14/06/2025 - Accepted: 22/10/20220254

Elham Kalantari¹Sadegh Kaffash²Seyed Ali Moezi Bady³Sajjad Sadeghpour⁴Atena Aghace⁵Salman Soltani⁶Forough Kalantari⁷

¹ Department of Internal Medicine,
School of Medicine, Al-Zahra Hospital,
Isfahan University of Medical Sciences

² School of Medicine, Birjand
University of Medical Sciences,
Birjand, Iran

³ Cardiovascular Diseases Research
Center, Birjand University of Medical
Sciences, Birjand, Iran
Clinical Research Development Unit,
Imam Reza Hospital, Birjand
University of Medical Sciences,
Birjand, Iran

⁴ Nuclear Medicine Research Center,
Mashhad University of Medical
Sciences, Mashhad, Iran

⁵ Department of Nuclear Medicine,
Research Center, Mashhad University
of Medical Sciences, Mashhad, Iran

⁶ Kidney Transplantation
Complications Research Center,
Mashhad University of Medical
Sciences, Mashhad, Iran

⁷ Department of Nuclear Medicine,
School of Medicine, Iran University of
Medical Science, Tehran 14496-14535,
Iran

Email:

foroughkalantari@gmail.com

Abstract

Introduction: Coronary artery disease (CAD) is one of the leading causes of mortality worldwide, necessitating accurate diagnostic methods. One of the primary goals of researchers is to find a method for diagnosing coronary artery disease before its manifestation and to determine the prevalence of potential risk factors. The first step in secondary prevention is screening and identifying the disease before the onset of severe disabilities. The present study aimed to assess the correlation (accuracy) between myocardial perfusion scan results and angiography at the Birjand Nuclear Medicine Center.

Methods: A retrospective analysis was conducted on 96 patients who underwent MPI and coronary angiography between 2016 and 2018 at the Birjand Nuclear Medicine Center. Diagnostic performance criteria were calculated using angiography as the gold standard. Required data were extracted from patients' medical records using a checklist. After collection, the data were entered into SPSS software. Statistical analyses were performed using the Chi-square and Mann-Whitney tests at a significance level of 0.05. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) were also calculated.

Results: The mean age of participants was 57.9 ± 10.9 years. MPI demonstrated a sensitivity of 33.33% to 51.85%, specificity of 88.71% to 97.01%, positive predictive value of 60% to 80%, and a positive likelihood ratio of 4.59 to 11.17.

Conclusion: MPI has moderate sensitivity but high specificity and positive predictive value, supporting its use as a non-invasive diagnostic tool for CAD, particularly when combined with other diagnostic methods.

Keywords: Coronary artery disease, Gated SPECT scintigraphy, Myocardial perfusion, Coronary angiography