بیمارستان قلب شهید رجایی

پیش بینی میزان FFR در مداليته CT-FFR جهت ارزیابی و مقایسه با FFR آنژیوگرافی تهاجمی با استفاده از روش های هوش مصنوعی

شناسنامه طرح

کد رهگیری طرح	400136
تاریخ تصویب پیش پروپوزال	
عنوان طرح	پیش بینی میزان FFR در مداليته CT-FFR جهت ارزیابی و مقایسه با FFR آنژیوگرافی تهاجمی با استفاده از روش های هوش مصنوعی
عنوان لاتین طرح	predicting and evaluating the FFR in CT-FFR in comparison with angiography-FFR using artificial intelligence
تلفن	09121973266
پست الکترونیکی	bitarafan@hotmail.com
نوع مطالعه	مقطعی-Cross-sectional
تاریخ شروع	1401/12/24
تاریخ خاتمه	1402/12/25
آیا طرح چند مرکزی است؟	خیر
مرکز/مراکز دیگر	
نام سازمان تصویب کننده اولیه پروپوزال	
محل اجرای طرح	
محل اجرای طرح	بیمارستان قلب شهید رجایی
سازمان مجری	بیمارستان قلب شهید رجایی
سازمان مجری	
دانشکده/محل خدمت	سایر
رشته تخصصی	فیزیک پزشکی
توضیحات	
نوع طرح ها	

مجری همکاران

نام و نام خانوادگی	سمت در طرح	نوع همکاری	توضیحات
احمد بیطرفان رجبی	مجری ونویسنده مقاله	نظارت بر اجرای طرح	

مجری همکاران

نام و نام خانوادگی	سمت در طرح	نوع همکاری	توضیحات
علی محمد زاده کوه پاره	مجری اصلی / نویسنده مقاله	نظارت بر اجرای طرح	
محمد جواد عالم زاده انصاری	مجری ونویسنده مقاله	نظارت بر اجرای طرح	
علی زاهدمهر	همکار طرح	نظارت بر اجرای طرح	
مبین محبی	همکار طرح و نویسنده مقاله	سایر	انجام کار ماشین لرنینگ : کلاس بندی و ارزیابی سیستم ـ دانشگاه تربیت مدرس
عرفان برزگر گلمغانی	همکار طرح و نویسنده مقاله	سایر	انجام کار ماشین لرنینگ : پردازش تصویر و کلاس بندی ـ دانشگاه تربیت مدرس
گلناز هوشمند	همکار طرح	سایر	
عبدالمحمد رنجبر	همکار طرح	سایر	
فاطمه عابدپور	همکار طرح	سایر	
بهنام رنجبر	همکار طرح	سایر	
نازنین صحرائی	همکار طرح	سایر	
داود حاج حسنی	همکار طرح	سایر	انجام کار ماشین لرنینگ : حذف نویز و پیش پردازش ـ دانشگاه تربیت مدرس
کژال الماسی	همکار طرح	سایر	انجام کار ماشین لرنینگ : سگمنتیشن تصاویر ـ دانشگاه تربیت مدرس
کیان اسماعیلیان	همکار طرح	سایر	انجام کار ماشین لرنینگ : یادگیری عمیق و شبکه های عصبی ـ دانشگاه تربیت مدرس
مرضیه تقی زاده	همکار طرح	سایر	
نسرین گرکانی	همکار طرح	سایر	
احسان خلیلی پور	همکار طرح	سایر	
محمد اکبرنژاد بایی	همکار طرح	جمع آوری نمونه ها	
عارفه قربانی	همکار طرح	سایر	
پرهام صادقی پور	ناظر	نظارت بر اجرای طرح	
حمیدرضا پورعلی اکبر	مجری اصلی / نویسنده مقاله	نظارت بر اجرای طرح	

دانشده/مرکز مربوطه

رده	نوع ارتباط با مرکز
مرکز تحقیقات مداخلات قلبی و عروقی	وارد کننده

اطلاعات تفصیلی

آیتم ها	متن
بیان مسئله	آنژیوگرافی توموگرافی کامپیوتری عروق کرونر (CCTA) در تعیین اهمیت تنگی حساسیت بالایی دارد اما ویژگی آن برای این کار کم است. بنابراین برای تعیین اینکه آیا تنگی عروق

کرونر از نظر عملکردی مهم است یا نه، بیماران به طور معمول تحت آنژیوگرافی تهاجمی عروق کرونر برای اندازه گیری میزان ذخیره جریان کسری(FFR) قرار میگیرند. به دلیل ویژگی کم CCTA تا 50%، بیماران به طور غیرضروری تحت اندازه گیری FFR تهاجمی قرار میگیرند. اگرچه روش FFR تهاجمی در روند تشخیص مفید است اما هزینه ها و عوارض ناشی از آن بالاست و علاوه بر آن فقط تنگی های عملکردی قابل توجه، یعنی آن دسته از تنگی هایی که جریان خون را به میزان قابل توجهی محدود می کنند، باید به صورت تهاجمی درمان شوند.

یکی از اولین علل مرگ و میر در دنیا بیماری های قلبی عروقی میباشد. حدودا سه چهارم از مرگ ومیرهای ناشی از بیماری های قلبی-عروقی در کشورهایی با سطح اقتصادی متوسط یا پایین اتفاق می افتند. بیشتر بیماری های قلبی عروقی قابل پیشگیری اند و با توجه به عوامل خطرناکی مانند مصرف دخانیات، چاقی و اضافه وزن، رژیم غذایی نامناسب، مصرف الکل و بی تحرکی می توان میزان مرگ ومیر ناشی از این بیماری ها را با توجه به این عوامل کاهش داد. بیماری های قلبی عروقی یکی از تهدیدکننده ترین بیماری ها در سطح جهان و بیشترین علت مرگ و میر است [1]. بیماری عروق کرونری یکی از دلایل اولیه مربوط به بیماری های قلبی عروقی است [2]. برآورد سالانه بیش از 650.000 مورد جدید از نارسایی قلبی را نشان می دهد و تقریباً نیمی از این موارد با اختلال عملکرد بطن چپ اتفاق می افتد. در بیش از دو سوم بیماران مبتلا به اختلال عملکرد بطن چپ ، بیماری عروق کرونری علت اصلی است [3]. انتظار می رود نرخ مرگ و میر بیماری عروق کرونری در کشورهای در حال توسعه افزایش یابد [2].

امروزه به طور گسترده سی تی آنژیوگرافی عروق کرونر به عنوان روش دیگر برای ارزیابی تنگی عروق کرونر مورد استفاده قرار می گیرد[4]. آنژیوگرافی تهاجمی و سی تی آنژیوگرافی هر دو روش هایی دقیق برای بررسی عروق کرونری هستند. زمانی که صرف آنژیوگرافی تهاجمی می شود چندین ساعت بیش از سی تی آنژیوگرافی است. روش سی تی آنژیو به اندازه آنژیوگرافی تهاجمی دقیق نیست. اگر احیانا سی تی آنژیوگرافی تنگی یک رگ را نشان دهد این تنگی حتما باید با آنژیوگرافی تهاجمی تایید شود.

تصاویر رادیولوژی حاوی حجم عظیمی از اطلاعات هستند که هر واحد تصویری (وکسل یا پیکسل) خواص مرتبط با بافت را نشان میدهد. تکنیک های تحلیل تصویر فعلی بیشتر به ارزیابی بصری کیفی تصاویر و اقدامات کمی خام ساختار قلبی و عملکردی وابسته هستند. به منظور بهینه سازی مقدار تشخیصی تصویربرداری قلبی، به تکنیک های پیشرفته تر تجزیه و تحلیل تصویر نیاز است که امکان سنجش عمیق تر فنوتیپ های تصویربرداری را فراهم می آورد. با این حال، با پیشرفت داده های بزرگ و یادگیری ماشین، فرصت های جدیدی برای ساخت ابزارهای هوش مصنوعی

به وجود آمده که به طور مستقیم به پزشک در تشخیص بیماری های قلبی عروقی کمک خواهد کرد. رویکرد های یادگیری ماشین[1] با تشخیص مبتنی بر تصویر، به الگوریتم ها و مدل هایی که از مثال های بالینی گذشته از طریق شناسایی الگوهای تصویربرداری پنهان و پیچیده آموزش داده می شوند، متکی هستند. در حقیقت، یادگیری ماشین امکان مدیریت کارآمد حجم زیادی از داده ها را فراهم می کند.

امروزه به طور گسترده سی تی آنژیوگرافی عروق کرونر به عنوان روش دیگر برای ارزیابی تنگی عروق کرونر مورد استفاده قرار میگیرد. آنژیوگرافی و سی تی آنژیوگرافی هر دو روش هایی دقیق برای بررسی رگ های اصلی خون رسان (کرونر) قلب هستند. زمانی که صرف آنژیوگرافی می شود چندین ساعت بیشتر از سی تی آنژیوگرافی است. تکنیک سی تی آنژیو به اندازه آنژیوگرافی دقیق نیست. اگر احیانا سی تی آنژیوگرافی یک رگ تنگ را نشان بدهد این تنگی حتما باید با آنژیوگرافی تایید شود. یعنی اگر سی تی آنژیوگرافی نشان دهد رگ آنقدر تنگ است که نیاز به اقدام تهاجمی دارد، جراح با گزارش سی تی آنژیو بیمار را به کت لب نمی برد. بلکه مجدد آنژیوگرافی انجام می دهد و با گزارش آنژیوگرافی، بیمار را جراحی می کند. حال آنکه تکنیک CT-FFR به عنوان یک تکنیک پیشرفته برای ارزیابی غیر تهاجمی وضعیت همودینامیکی تنگی عروق کرونر به صورت دقیق تر معرفی شده است که این امکان را برای محاسبه مقدار FFR از اسکن سی تی آنژیو کرونر استاندارد بدون نیاز به داروی اضافی، دستیابی به تصویر یا قرار گرفتن در معرض تابش طولانی مدت فراهم می کند. این روش محاسبات جریان خون با استفاده از الگوریتم های دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) در رابطه با مدل های آناتومیکی خاص بیمار که از تصاویر پزشکی (CTA) استخراج شده اند انجام می پذیرد. مدل های مبتنی بر CFD اطلاعات هندسی استخراج شده از CTA را با دانش پس زمینه در مورد فیزیولوژی سیستم، که در یک مدل پیچیده ریاضی متشکل از معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، رمزگذاری شده است، ترکیب می کنند. برخلاف مزایای آن، این روش پیچیده نیاز به قدرت محاسباتی زیادی دارد و ممکن است بعد از دستیابی به تصویر حدود 30 دقیقه تا 4 ساعت طول بکشد و بطور معمول در دسترس بیشتر مؤسسات نیست. تصویربرداری قلبی و عروقی نقش مهمی در تصمیم گیری

	تشخیصی دارد. (Machine Learning (ML [1]
ضرورت اجرا	با وجود پیشرفت های چشمگیر در تشخیص و درمان بیماری قلبی عروقی، بیماری های انسدادی عروق کرونر یکی از شایع ترین علت های مرگ و میر در جهان است. بنابراین تشخیص زود هنگام و دقیق انسداد، برای بهبود نتایج این بیماری مهم است. در این بیماران، برای هدایت درمان، تعیین اهمیت عملکرد تنگی عروق کرونر لازم است. بنابراین احساس نیاز به راهکارهایی که به صورت سریع تر و با نتایج قابل اعتمادتر این مهم را محقق سازد وجود دارد. برای تشخیص میزان FFR عموما از روش آنژیوگرافی تهاجمی که استاندارد طلایی[1] است ، استفاده می شود. اما با توجه به ملاحظاتی و مشکلاتی که این روش تهاجمی دارد نیاز به یک روش غیر تهاجمی با میزان تشخیص بالا احساس می شود. از جمله مشکلاتی که پروسیجر آنژیوگرافی می تواند ایجاد کند ، به خونریزی های ناگهانی ، ایست قلبی ، سکته ، آسیب به عروق ، حساسیت به مواد کنتراست‌زا ، عفونت و همچنین محدودیت در دوز مواد حاجب، ریسک میکروبی شدن و نیز تولید ترومبوز در هنگام عبور کاتتر، ریسک بروز شوک، دوز نسبتاً بالای پرتو ایکس برای بیمار، کاردیولوژیست، پرتوکاران و پرستاران می توان اشاره نمود. بعلاوه اینکه در برخی از بیماران با شرایط خاص انجام این پروسیجر ریسک زیادی را با خود به همراه دارد. بیماری انسدادی عروق کرونر (CAD) مسئول 17٪ کل مرگ و میر در سراسر جهان است. وقتی پلاک آترواسکلروتیک در دیواره ی عروق کرونر ایجاد می شود سبب باریک شدن لومن عروق کرونر شده که این به عنوان تنگی عروق کرونر تعریف می شود ، که می تواند خون را به میوکارد محدود کند و سبب ایسکمی و آسیب جبران ناپذیر شود. برآورد تنگی های عملکردی بیماری عروق کرونر برای تصمیم گیری های پزشکی بسیار مهم است. از مراحل تشخیص و درمان CAD، آنژیوگرافی و درصورت گرفتگی رگ استفاده از بالون و استنت گذاری میباشد. در مرحله قبل از استنت گذاری و برای امر درمانی مناسب، تعیین میزان گرفتگی عروق بسیار مهم است. از جمله موارد کمک کننده که می تواند در جهت برآورد نوع، اندازه و محل استنت گذاری سودمند باشد ذخیره جریان کسری FFR) (است.جهت تعیین این پارامتر با استفاده از Pressure Wire که از طریق Guiding Catheter وارد رگ کرونر شده و از محل تنگی عبور داده می‌شود و پس از تزریق داروهایی نظیر آدنوزین، اختلاف فشار دو طرف تنگی توسط Wire ثبت و نهایتاً به صورت FFR که در حقیقت تقسیم فشار بعد از تنگی و فشار به آئورت است، محاسبه می‌شود. بیمارانی که درصد تنگی عروق بین 50 تا 70 درصد دارند ، اتخاذ تصمیم برای طرح درمانیشان بحث برانگیز و مشکل است. لذا برای این بیماران داشتن اطلاعات در مورد میزان FFR به پزشک برای اتخاذ تصمیم کمک شایانی میکند. اما این پروسیجر هم تهاجمی است و هم هزینه بردار است. بنابراین پیش بینی میزان FFR بدون انجام آنژیوگرافی تهاجمی می‌تواند بسیار کمک کننده باشد. در این طرح برآنیم تا با استفاده از پارامتر هایی که از داخل تصاویر سی‌تی–آنژیوگرافی استخراج می شود و انجام روش های یادگیری ماشین بتوان تخمین دقیقی از میزان FFR داشته باشیم. برای انجام این کار از تصاویر سی‌تی–آنژیوگرافی و نتایج حاصل از پروسیجر تهاجمی آنژیوگرافی FFR استفاده خواهد شد تا پیش بینی دقیقی از میزان FFR حاصل شود. **در واقع هدف پیش بینی FFR در تصاویر سی‌تی آنژیوگرافی میباشد که به طور خاص کاهش هزینه ها را بدنبال دارد. زیرا در صورت استفاده از نرم افزارهای مشابه خارجی برای هر تصویر مبالغ هنگفتی باید هزینه شود. نوآوری این طرح شامل استفاده از پارامترهایی نظیر رادیومیکس و ادغام اطلاعات آن با پارامترهای دیگر نظیر قطر، عرض، طول و سایر متغیر ها میباشد که تا کنون مطالعه ای در این خصوص صورت نگرفته است.** Gold standard [1]
بررسی متون	در مطالعه 9] DEFER] ، ذخیره جریان کسری برای تعیین نیاز به استنت گذاری در

بیماران مبتلا به بیماری تک عروقی متوسط استفاده شد. در بیماران مبتلا به تنگی با FFR کمتر از 0.75، نتیجه به طور قابل توجهی بدتر بود. در بیماران با 0.75 FFR یا بیشتر، استنت گذاری بر نتایج تأثیری نداشت. این نشان می دهد که FFR ابزار مفیدی برای سنجش تصمیم گیری در این تنظیمات است.

در این مطالعه [10] در مقابل آنژیوگرافی برای ارزیابی چندرگ (FAME) نقش FFR را در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر چندرگی ارزیابی کرد. در 20 مرکز در اروپا و ایالات متحده، 1005 بیمار تحت مداخله عروق کرونر از راه پوست با کاشت استنت شستشوی دارو به صورت تصادفی به مداخله بر اساس آنژیوگرافی یا بر اساس ذخیره جریان فراکشنال علاوه بر آنژیوگرافی تقسیم شدند. در بازوی آنژیوگرافی مطالعه، تمام ضایعات مشکوک استنت گذاری شدند. در بازوی FFR، فقط ضایعات مشکوک آنژیوگرافی با 0.80 FFR یا کمتر استنت گذاری شدند. در بیمارانی که مراقبت از آنها با FFR هدایت می شد، از استنت کمتری استفاده شد (به ترتیب 2.7±1.2 و 1.9±1.3). پس از یک سال، نقطه پایانی اولیه مرگ، انفارکتوس میوکارد غیرکشنده، و عروق مجدد در گروه FFR کمتر بود (13.2٪ در مقابل 18.3٪)، که عمدتاً به تعداد کمتر روش های استنت گذاری و عوارض مرتبط با آنها مربوط می شود. همچنین تعداد بیماران مبتلا به آنژین باقیمانده به طور غیر قابل توجهی بیشتر بود (81٪ در مقابل 78٪). در گروه FFR، اقامت در بیمارستان کمی کوتاه تر بود (3.4 در مقابل 3.7 روز) و هزینه های رویه کمتر (5332 دلار در مقابل 6007 دلار). FFR عمل را طولانی نکرد (حدود 70 دقیقه در هر دو گروه).

در مطالعه [11] CT-FFR مبتنی بر یادگیری ماشین با استفاده از الگوریتم های یادگیری عمیق، و مبتنی بر دینامیک سیالات محاسباتی بر روی 351 بیمار از 5 مرکز مختلف انجام دادند. یافته های آنها دقت تشخیصی بالاتری را برای هر رگ از 58% توسط سی تی آنژیو به78% توسط CT-FFR مبتنی بر یادگیری ماشین و دقت هر بیمار از 71% به 85% بهبود بخشید. همینطور همبستگی CT-FFR مبتنی بر یادگیری ماشین و دینامیک سیالات محاسباتی با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بسیار عالی بود و هر دو سطح زیر منحنی 0.84 را نشان دادند. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از SPSS انجام شد برای مقایسه سطح زیر منحنی ها از نرم افزار MedCalc استفاده شد.

در [12] ، به منظور توانایی تشخیصی CT_FFR مبتنی بر یادگیری ماشین با استفاده از تصاویر سی تی آنژیوگرافی در مقایسه با FFR تهاجمی در تشخیص صحیح بیماری های عروق کرونر بر روی 206 بیمار انجام شد. این مطالعه به نتایج مثبتی دست یافت. همبستگی بین CT-FFR و FFR تهاجمی خوب بود. سطح رگ زیر منحنی برای CT-FFR به طور قابل توجهی بزرگتر بود. معیارهای ورود شامل: سن بالاتر از20 سال، حداکثر فاصله 90 روزه بین CTA عروق کرونر و اندازه گیری تهاجمی FFR و کیفیت

تصویر مناسب CTA عروق کرونر و معیارهای خروج نیز شامل مواردی از جمله کیفت پایین تصاویر، امتناع بیمار از شرکت، آریتمی نامناسب بود. برای دستیابی به اطلاعات ECG برای CTA عروق کرونر محاسبات CT-FFR توسط مجموعه داده های CTA کرونر با استفاده از نرم افزار نمونه اولیه تحقیق cFFR ورژن 3.0.0 که از هوش مصنوعی یادگیری ماشین استفاده میکند، انجام شد. همبستگی و تفاوت بین CTA-FFR و FFR تهاجمی با آزمون Spearman وآزمون Bland-Altman عروق کرونر با استفاده از آستانه 50٪ و 70٪ تنگی مجرا ارزیابی شد. دقت تشخیصی با استفاده از آنالیز سطح زیر منحنی مشخصه گیرنده مقایسه شد. تمام تجزیه و تحلیل ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه 2.0.0 انجام شد.

در [13] بر روی 180 بیمار به صورت گذشته نگر انجام شد. این مطالعه با هدف مقایسه عملکرد تشخیصی الگوریتم FFR-CT مبتنی بر یادگیری ماشین و نسبت Vratio/MLA که نشانگر درصد حجم قلب میانی در مقابل حجم کلی میوکارد به حداقل قطر لومن است، برای تشخیص تنگی کرونر همودینامیکی قابل توجه، انجام شد. در این مطالعه بیماران تحت اندازه گیری FFR تهاجمی به منظور بررسی صحت یافته ها، قرار گرفتند. یافته اصلی این مطالعه، این بود که FFR-CT مبتنی بر ML و Vratio/MLD هر دو عملکرد خوبی برای پیش بینی وضعیت همودینامیک دارند. FFR-CT مبتنی بر یادگیری ماشین عملکرد عالی تشخیصی را زمانی که مقدار شبیه سازی شده ضایعات کمتر از 0.7 یا بالاتر از 0.8 است، نشان می دهد. و برای ضایعات با مقادیر بین 0.7 و 0.8، عملکرد / Vratio MLD بهتر از FFR-CT مبتنی بر یادگیری ماشین است و استفاده ترکیبی از پارامترهای فوق توصیه می شود.

منابع

[1] E. Braunwald, D. Mann, D. Zipes, P. Libby, and R. Bonow, "Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine," pp. 1028–1028, 2015.

[2] K. Okrainec, D. K. Banerjee, and M. J. Eisenberg, "Coronary artery disease in the developing world," Am. Heart J. , vol. 148, no. 1, pp. 7–15, 2004, doi: 10. 1016/j. ahj. 2003. 11. 027.

[3] G. Athappan, E. Patvardhan, M. E. Tuzcu, S. Ellis, P. Whitlow, and S. R. Kapadia, "Left main coronary artery stenosis: A meta-analysis of drug-eluting stents versus coronary artery bypass grafting," JACC Cardiovasc. Interv. , vol. 6, no. 12, pp. 1219–1230, 2013, doi: 10. 1016/j.

.jcin. 2013. 07. 008

Singh G, Al'Aref SJ, Van Assen M, Kim TS, van Rosendael A, Kolli [4] KK, et al. Machine learning in cardiac CT: basic concepts and contemporary data. Journal of Cardiovascular Computed Tomography. .2018;12(3):192–201

Coronary Artery Disease | cdc. gov. " https: //www. cdc." [5] .(gov/heartdisease/coronary_ad. htm (accessed Aug. 09, 2021

Arteriosclerosis / atherosclerosis – Symptoms and causes – Mayo" [6] Clinic. " https: //www. mayoclinic. org/diseases-conditions/arteriosclerosis-atherosclerosis/symptoms-caus .(es/syc-20350569 (accessed Aug. 09, 2021

K. PA, "Cardiac hybrid imaging: state-of-the-art," Ann. Nucl. Med. , [7] vol. 23, no. 4, pp. 325–331, Jun. 2009, doi: 10. .1007/S12149-009-0245-5

O. Gaemperli et al. , "Coronary CT angiography and myocardial [8] perfusion imaging to detect flow-limiting stenoses: a potential gatekeeper for coronary revascularization?," Eur. Heart J. , vol. 30, no. 23, pp. .2921–2929, Dec. 2009, doi: 10. 1093/EURHEARTJ/EHP304

Pijls NH, van Schaardenburgh P, Manoharan G, Boersma E, Bech [9] JW, van't Veer M, Bär F, Hoorntje J, Koolen J, Wijns W, de Bruyne B. Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER Study. Journal of the American .College of Cardiology. 2007 May 29;49(21):2105-11

Tonino PA, De Bruyne B, Pijls NH, Siebert U, Ikeno F, vant Veer M, [10] Klauss V, Manoharan G, Engstrøm T, Oldroyd KG, Ver Lee PN. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. New England Journal of Medicine. 2009 Jan .15;360(3):213-24

Coenen A, Kim Y-H, Kruk M, Tesche C, De Geer J, Kurata A, et al. [11] Diagnostic accuracy of a machine-learning approach to coronary computed tomographic angiography–based fractional flow reserve: result from the MACHINE consortium. Circulation: Cardiovascular Imaging.

.2018;11(6):e007217

[12] Kurata A, Fukuyama N, Hirai K, Kawaguchi N, Tanabe Y, Okayama H, et al. On-Site Computed Tomography-Derived Fractional Flow Reserve Using a Machine-Learning Algorithm: Clinical Effectiveness in a Retrospective Multicenter Cohort. Circulation Journal. .2019;83(7):1563-71

[13] Yu M, Lu Z, Shen C, Yan J, Wang Y, Lu B, et al. The best predictor of ischemic coronary stenosis: subtended myocardial volume, machine learning–based FFR CT, or high-risk plaque features? European .radiology. 2019;29(7):3647-57

اهداف: هدف اصلی، اهداف اختصاصی، هدف کاربردی

اهداف (خروجی ها) اصلی طرح8 :

تعیین و پیش بینی میزان FFR در مدالیته CT-FFR جهت ارزیابی و مقایسه با FFR آنژیوگرافی تهاجمی با استفاده از روش های هوش مصنوعی

اهداف (خروجی ها) اختصاصی طرح9 :

- تعیین و بررسی مدل های مختلف و تلاش برای ارائه یک مدل با عملکرد و دقت بالا به منظور پیش بینی میزان FFR
- تعیین محتویات بافت ضایعه (Plaque Characterization) با استفاده از روش های آنالیز بافت و همچنین استفاده از عدد هانسفیلد.
- تعیین و بررسی اهمیت ویژگی های رادیومیکس در پیش بینی دقیق FFR از روی تصاویر سی تی آنژیوگرافی

اهدف کاربردی طرح10 :

1. ارائه یک سیستم هوشمند برای پیش بینی میزان FFR در تصاویر سی تی ـ آنژیوگرافی
2. تعیین نوع مواد موجود در ضایعه (Tissue Characterization) جهت کمک به پزشکان در میزان ریسک در بیمار

فرضیات یا سوالات پژوهشی

- آیا ویژگی های رادیومیکس در پیش بینی FFR در تصاویر سی تی آنژیوگرافی تاثیرگذار هستند؟
- آیا میتوان مدلی با دقت و عملکرد بالا جهت تعیین FFR در تصاویر سی تی آنژیوگرافی ارائه نمود؟

روش اجرا

نوع انجام این مطالعه بصورت بررسی مقطعی می باشد.یکی از دلایل نارسایی های قلبی ، بیماری های عروق کرونری می باشد که هر ساله به شمار افراد مبتلا به بیماری های عروق کرونری افزوده می شود . از شایع ترین بیماری های عروق کرونری انسداد یا گرفتگی عروق کرونری است که مانع رسیدن خون به عضلات قلب جهت انقباض عضلات برای پمپاژ خون به تمام بدن می شود . نارسایی های قلبی باعث بروز مشکلاتی در سیستم گردش خون و تخلیه ناکامل خون از بطن چپ در زمان پمپاژ خون خواهد شد. با توجه به نظر پزشک تصویربرداری سی تی آنژیوگرافی و آنژیوگرافی تهاجمی انجام خواهد شد و میزان FFR در آنژیوگرافی تهاجمی ذکر می شود.

برای بررسی موضوع بیان شده روش پیشنهادی شامل چهار بخش است که عبارتند از: 1- اخذ داده، 2- تجزیه و تحلیل داده های دریافتی و حذف داده های جدا افتاده[1]، 3- طبقه بندی و بدست آوردن درصد احتمالی FFR برای و انتخاب روش مناسب درمانی.

پس از اخذ داده، اولین مرحله، جدا کردن و حذف داده های جدا افتاده است، این مرحله به دلیل آن است که داده های جدا افتاده یا پرت، می توانند بر مدل یادگیری ماشین تاثیر بگذارند و خطای واریانس مدل را بالا ببرند. پس از این مرحله، با استفاده از داده های ورودی مدل هایی برای پیش بینی FFR آموزش داده می‌شود. در مرحله کاربرد مدلی مناسب است، که به صورت تاثیر گذاری از مدل های دیگر متفاوت باشد و یا از نظر هزینه و ریسک پایین ترین مقدار را داشته باشد. به طور مثال در صورت نزدیک بودن مقادیر خروجی مدلی باید انتخاب شود که کمترین هزینه و ریسک را دارد. همچنین در طی این فرآیند می توان اهمیت پارامترهای ورودی را نیز مشخص و کمی سازی کرد.

در این طرح برآنیم تا با استفاده از این روش ها و استفاده از تصاویر سی تی آنژیوگرافی و FFR آنژیوگرافی تهاجمی میزان FFR را بدون انجام پروسیجر های تهاجمی از روی تصاویر سی تی آنژیوگرافی بتوان پیش بینی کرد.

Outlier [1]

مشخصات ابزار جمع آوری اطلاعات و نحوه جمع آوری آن	در این مطالعه از ابزار های آماری، پردازش تصاویر و هوش مصنوعی از قبیل matlab, R, lifex, python استفاده خواهد شد.
روش محاسبه حجم نمونه و تعدادآن	با توجه به بررسی های صورت گرفته ، تعداد حجم نمونه حداقل 64 بیمار و در صورت امکان تا 150 بیمار خواهد بود. **با توجه به مطالعه نسبتا مشابه [1] حجم نمونه 64 در نظر گرفته شده است** [1] Fossan FE, Müller LO, Sturdy J, Bråten AT, Jørgensen A, Wiseth R, Hellevik LR. Machine learning augmented reduced-order models for FFR-prediction. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2021 Oct 1;384:113892.
ملاحظات اخلاقی	ـطرح به صورت آینده نگر می باشد. ـ در استفاده از داده های کلینیکی قوانین بیمارستان که شامل حذف اطلاعات بیماران از داده ها است رعایت خواهد شد. ـ در کار تشخیصی بیمار دخالت نخواهد شد. **ـ بیمارانی که گرفتگی های moderate و بحث برانگیز (درصد گرفتگی 50 تا 70) داشته باشند و در تصویر برداری پزشک گرفتگی آن ها را در این محدوده تخمین بزند به بخش اینترونشن معرفی می شوند تا پروسیجر pci به همراه FFR برای بیماران انجام شود. ارزیابی FFR برای درمان گرفتگی الزامی نیست اما در این طرح به منظور بررسی ، از این معیار توسط پروب FFR استفاده خواهد شد. لذا به این دلیل هزینه ی آن توسط طرح اعلام شده است. از طرفی ارزیابی FFR تاثیری بر روی روند درمان نخواهند داشت و مداخله ای به این منظور صورت نخواهد گرفت.**

جدول متغیرها

نام متغیر	نقش متغیر	نوع متغیر کمی ـ پیوسته است؟	نوع متغیر کمی ـ گسسته است؟	نوع متغیر کیفی ـ رتبه ای است؟	نوع متغیر کیفی ـ اسمی است؟	واحد اندازه گیری	تعریف کاربردی	نحوه اندازه گیری
Radiomic Features	مستقل	☒	☐	☐	☐	.	پارامترهای کمی مستخرج از آنالیز رادیومیکس تصاویر CCTA	آنالیز تصاویر
Stenosis width	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	عرض تنگی رگ	آنالیز تصاویر
Variance	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	پراکندگی	آنالیز تصاویر
Length of stenosis	وابسته	☒	☐	☐	☐	.	طول تنگی رگ	آنالیز تصاویر
Location of stenosis	وابسته	☐	☐	☐	☒	.	محل گرفتگی	آنژیوگرافی

جدول متغیرها

نام متغیر	نقش متغیر	نوع متغیر کمی ـ پیوسته است؟	نوع متغیر کمی ـ گسسته است؟	نوع متغیر کیفی ـ رتبه ای است؟	نوع متغیر کیفی ـ اسمی است؟	واحد اندازه گیری	تعریف کاربردی	نحوه اندازه گیری
GLCM	مستقل	☒	☐	☐	☐	.	ترکیب سطوح خاکستری پیکسل ها یا وکسل های مجاور در یک حجم 3D که در یک راستای تصویر	آنالیز تصاویر

زمانبندی و اجرا

شرح مختصر مرحله	درصد مرحله	مدت زمان اجرا ـ ماه	از تاریخ	تا تاریخ
جمع آوری داده و قطعه بندی		2	1402/02/01	1402/04/01
پیش پردازش داده و آماده سازی داده		3	1402/04/01	1402/07/01
پردازش تصاویر و پیاده سازی هوش مصنوعی		3	1402/07/01	1402/10/01
ارزیابی سیستم		2	1402/10/01	1402/12/01
نتیجه گیری و نوشتن مقاله		2	1402/12/01	1403/02/01

هزینه وسایل و مواد مورد نیاز

نوع	نان دستگاه / مواد اولیه	تعداد مورد نیاز	قیمت دستگاه/ وسیله/ مواد ـ ریال	کشور سازنده	شرکت سازنده	شرکت فروشنده	محل تامین اعتبار	جمع کل هزینه به ریال
مصرفی	پروب FFR	20	40,000,000					800,000,000

هزینه پرسنلی

نام و نام خانوادگی	توصیف دقیق فعالیتی که فرد باید در این تحقیق انجام دهد	کل حق الزحمه ـ ریال
		100,000,000

جمع کل هزینه های طرح

هزینه پرسنلی (هیات علمی و غیر هیات علمی)	هزینه مواد مصرفی	هزینه مواد غیر مصرفی	هزینه تجهیزات،موادوخدمات موجوددر مرکز	هزینه مسافرت	هزینه چاپ و تکثیر	سایر هزینه ها	جمع کل هزینه ـ ریال
100,000,000	800,000,000	0	0	0	0	0	900,000,000