

The Relationship between Thrombolysis in Myocardial Infarction Frame Count and Fractional Flow Reserve in Patients with Moderate Coronary Stenosis Undergoing Coronary Angiography

Arash Gholoobi^{1,*}, Mahmoud Mohammadzadeh Shabestari², Ahmad Jamshid Rezaei³, Vahid Reza Dabbagh⁴

¹ Assistant Professor, Atherosclerosis Prevention Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

² Professor, Atherosclerosis Prevention Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

³ Cardiologist

⁴ Associate Professor, Department of Nuclear Medicine, Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

* **Corresponding Author:** Arash Gholoobi, Atherosclerosis Prevention Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. Email: Gholoobia@mums.ac.ir

Abstract

Received: 30.05.2017

Accepted: 10.09.2017

How to Cite this Article:

Gholoobi A, Mohammadzadeh Shabestari M, Jamshid Rezaei A, Dabbagh VR. The Relationship between Thrombolysis in Myocardial Infarction Frame Count and Fractional Flow Reserve in Patients with Moderate Coronary Stenosis Undergoing Coronary Angiography. *Sci J Hamadan Univ Med Sci.* 2017; 24(3): 215-220. DOI: 10.18869/acadpub.ajcm.24.3.215.

Background and Objective: Thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) frame count (TFC) is an objective and quantitative index of coronary flow, and myocardial fractional flow reserve (FFR) is a lesion-specific index for epicardial coronary stenosis. Currently, FFR is the most valid tool for decision making in coronary interventions. However, it incurs relatively high costs and it is not reimbursed by the insurance companies in Iran. In this study, we aimed to determine the relationship between corrected TFC (CTFC) and FFR in patients who are simultaneously undergoing coronary angiography and FFR measurement for moderate coronary artery lesions.

Materials and Methods: This retrospective cross-sectional study was performed on 24 patients (16 males and 8 females) with the mean age of 57.7 years who underwent FFR for moderate coronary stenosis. Patients with recent myocardial infarction, coronary ectasia, and slow flow coronary syndrome were excluded. FFR was determined by measuring the mean coronary pressure distal to the stenosis and comparison with the mean aortic pressure using a pressure wire. On the other hand, the first frame used for TFC was defined by a column of contrast extending across more than 70% of the arterial lumen and the last frame count was one in which contrast first appeared in the distal, pre-defined landmark branch for the coronary artery of interest. CTFC was calculated for the left anterior descending (LAD) coronary artery by dividing TFC of the LAD by a factor of 1.7.

Results: Fifteen patients had LAD, seven had right coronary artery, and two had left circumflex lesions. The mean values for CTFC and FFR were 20.6 and 0.90, respectively. There was not a statistically significant correlation between FFR and CTFC ($r=0.14$; $P=0.514$).

Conclusion: Given that there is no significant correlation between CTFC and FFR, CTFC cannot be used as an independent index for decision making in coronary artery interventions.

Keywords: Angiography; Fractional Flow Reserve; Myocardial Infarction; Thrombolysis

ارتباط (TFC) TIMI Frame Count با کسر ذخیره جریانی (FFR) در بیماران مبتلا به تنگی متوسط عروق کرونر که تحت آنژیوگرافی کرونر قرار می‌گیرند

آرش قلوبی^{۱*}، محمود محمدزاده شبستری^۲، احمد جمشید رضایی^۳، وحید رضا دباغ^۴

^۱ استادیار، مرکز تحقیقات پیشگیری از آترواسکلروز، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۲ استاد، مرکز تحقیقات پیشگیری از آترواسکلروز، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۳ متخصص قلب و عروق

^۴ دانشیار، گروه پزشکی هسته‌ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

* نویسنده مسئول: آرش قلوبی، مرکز تحقیقات پیشگیری از آترواسکلروز، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

ایمیل: Gholoobia@mums.ac.ir

چکیده

سابقه و هدف: تعداد فریم ترومبولیز در انفارکتوس میوکارد (TFC) شاخصی عینی و کمی از جریان عروق کرونر است و کسر ذخیره جریانی (Fractional Flow Reserve; FFR) نیز یک شاخص برای تنگی اپیکاردیال شریان کرونری ناشی از یک ضایعه خاص می‌باشد. امروزه FFR معتبرترین ابزار برای تصمیم‌گیری در مداخلات کرونری می‌باشد. با این حال، هزینه آن نسبتاً بالا است و توسط شرکت‌های بیمه در کشور ما پرداخت نمی‌شود. هدف از این مطالعه تعیین ارتباط بین TFC اصلاح شده (CTFC) و FFR در بیماران است که همزمان تحت آنژیوگرافی کرونر و اندازه‌گیری FFR برای ضایعات عروق کرونر متوسط قرار می‌گیرند.

مواد و روش‌ها: مطالعه گذشته‌نگر مقطعی حاضر شامل اطلاعات ۲۴ بیمار (۱۶ مرد، و ۸ زن با میانگین سنی ۵۷/۷ سال) بود که برای تنگی عروق کرونری متوسط خود تحت اندازه‌گیری FFR قرار گرفتند. بیماران مبتلا به سکته حاد قلبی اخیر، اکتازی عروق کرونر و کندی جریان کرونر از مطالعه خارج شدند. FFR با اندازه‌گیری فشار متوسط کرونری دیستال به تنگی نسبت به فشار متوسط آئورت به وسیله سیسم فشاری تعیین شد. همچنین در کلیه بیماران محاسبه TFC با شمارش تعداد فریم‌های آنژیوگرافی که باید طی شود تا ماده حاجب که بیشتر از ۷۰ درصد لومن شریانی را در فریم اول پر کرده است به لندمارک انتهایی از پیش تعریف شده رگ مربوطه برسد، انجام شد. در شریان نزولی قدامی رقم بدست آمده به عدد ۱/۷ تقسیم شد.

یافته‌ها: پانزده بیمار دارای درگیری در LAD، هفت بیمار RCA و دو بیمار LCX بودند. میانگین CTFC و FFR به ترتیب ۲۰/۶ و ۰/۹۰ بود. نتایج نشان داد که میان CTFC و FFR رابطه خطی معنی‌داری وجود ندارد ($r=0/14$, $P=0/514$).

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه هیچ ارتباط معنی‌داری بین CTFC و FFR وجود ندارد، CTFC نمی‌تواند به عنوان یک شاخص مستقل برای تصمیم‌گیری در مداخلات عروق کرونر استفاده شود.

واژگان کلیدی: آنژیوگرافی؛ انفارکتوس میوکارد؛ ترومبولیز؛ کسر ذخیره جریانی

مقدمه

آترواسکلروز را نشان می‌دهد. به همین دلیل، آنژیوگرافی عروق کرونر توسط سونوگرافی داخل عروقی و سایر تکنیک‌های مبتنی بر کاتتر و روش‌های غیرتهاجمی تکمیل می‌شود. در حال حاضر از تکنیک‌های مبتنی بر آنژیوگرافی که به طور بالقوه مفید واقع شده‌اند می‌توان به Frame Count و Thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) را نام برد.

بیماری‌های عروق کرونر یکی از شایع‌ترین علل مرگ و میر در جهان می‌باشند. این بیماری‌ها در اثر انسداد شریانهای کرونری با پلاک آتروماتوس ایجاد می‌شود و شامل طیف وسیعی از آنژین پایدار تا سندروم‌های حاد کرونری می‌باشد. آنژیوگرافی کرونر، روشی مفید برای توصیف وسعت و شدت بیماری عروق کرونر است، با این حال آنژیوگرافی تنها اثر داخل مجرای

و تزریق به صورت دستی انجام شده بود (۶-۸ میلی لیتر ماده حاجب در هر بار تزریق).

اندازه گیری فشار کرونر با استفاده از یک سیم فشاری 0.014-inch (St. Jude medical, USA) انجام شده بود. سیم از طریق کاتتر هدایتگر وارد و کالیبره می شد و در حدود ۳ سانتی متر بعد از تنگی قرار می گرفت. احتقان حداکثر با تجویز داخل رگی آدنوزین (متوسط دوز ۱۲۰ میکرو گرم برای شریان کرونر چپ و ۹۰ میکرو گرم برای شریان کرونر راست) ایجاد می شد.

تمام تصاویر توسط یک کاردیولوژیست مداخله گر با مهارت و دانش کافی ارزیابی شد. کرونرها در نمای سری و دمی از راست به چپ (Cranial and caudal and Left and right oblique angles) بررسی شدند. نوع دستگاه آنژیوگرافی مورد استفاده Siemens Artis Zee بود. Frame count از مبدا شریان کرونر تا آخرین سگمان انتهایی آن انجام شد. لند مارک انتهایی برای شریان LAD محل دو شاخه شدن انتهایی و برای شریان سیر کومفلکس طولانی ترین فاصله که ماده حاجب طی می کند و شامل ضایعه هدف می باشد و برای شریان کرونر راست (RCA) اولین شاخه جانبی از شریان خلفی خارجی در نظر گرفته شد. TFC برای LAD و LCX در نمای مایل راست دمی و برای RCA در نمای مایل راست سری ارزیابی شدند.

برای محاسبه TFC، فریم ها شماره گذاری شدند و مورد شمارش قرار گرفتند، اولین فریم بنا به تعریف، فریمی است که بیش از ۷۰٪ مجرای شریان کرونر به وسیله ماده حاجب پر شده باشد و آخرین فریم، فریمی است که ماده حاجب به نشانگر انتهایی کرونر رسیده باشد. با تقسیم TFC مربوط به شریان نزولی قدامی چپ بر ۱/۷ TFC اصلاح شده (Corrected) (CTFC) محاسبه می شود.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از SPSS 17.0 انجام شد. داده ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد شدند و $P < 0.05$ معنی دار در نظر گرفته شد. همچنین تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون به منظور بررسی روابط بین متغیرها انجام شد.

یافته‌ها

در این مطالعه پرونده ۲۴ بیمار مبتلا به بیماری عروق کرونر شامل ۱۶ مرد و ۸ زن واجد معیارهای ورود و فاقد معیارهای خروج که به بخش قلب بیمارستان امام رضا (ع) مشهد مراجعه نموده بودند مورد بررسی قرار گرفت. میانگین سنی بیماران $57/7 \pm 11/5$ سال بود. افراد مورد مطالعه دارای حداقل ۳۱ سال و حداکثر ۷۸ سال بودند. ۴ درصد بیماران سابقه مصرف سیگار، ۸ نفر از بیماران دارای سابقه تشخیص پرفشاری خون، ۱۰ بیمار سابقه تشخیص اختلال چربی خون، ۸ بیمار دارای سابقه دیابت از قبل و یا بر اساس آزمایش های طی پذیرش بودند.

در این مطالعه ۱۵ بیمار دارای درگیری در LAD، ۷ بیمار دارای درگیری RCA و ۲ بیمار با درگیری LCX بودند. جدول ۱

ارزیابی تهاجمی کسر ذخیره جریان کرونر (Fractional Flow Reserve=FFR) اشاره کرد. گزارشهای مختلفی شمارش فریم های آنژیوگرافی (TFC) را ابزار مناسبی جهت پیش بینی وقایع قلبی و درمان آن عنوان می کنند. TFC یک معیار کمی پیوسته است، گیسون در مطالعه ای نشان داده است که مورتالیتی با افزایش هر ۱۰ فریم در TFC، ۷٪ افزایش می یابد [۱]. همچنین در مطالعات ورچاتس، ادپ، بایکل، کاپوزولو و همادا همراهی بین TFC و وقایع بالینی قلبی نشان داده شده است [۸-۲] اما از طرفی هم اکنون FFR دقیق ترین روش بررسی تنگی عروق کرونر می باشد [۹-۱۲]. براین اساس مطالعات متعدد ثابت کرده اند که در صورتی که FFR اندازه گیری شده بیشتر از ۰/۷۵ باشد، به تعویق انداختن رواسکولاریزاسیون عروق کرونر در بیماران با ضایعات متوسط عروق کرونر مشکلی را برای بیمار ایجاد نخواهد کرد [۱۳-۱۷]. با این وجود با توجه به هزینه بالای استفاده از وایر فشاری برای بیماران در مقایسه با آنژیوگرافی (برای محاسبه TFC)، معمولاً بیماران و کادر درمانی قادر به استفاده از آن نمی باشند و از آزمون های غیر تهاجمی به صورت جایگزین استفاده می کنند. در این صورت اگر بتوان ارتباطی را بین معیار TFC و FFR یافت، کادر درمانی قادر خواهند بود با استفاده از TFC به نتایج قابل مقایسه با FFR برسند.

تاکنون ارتباط TFC و FFR تنها در چند مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است و شواهد برای اثبات این موضوع بسیار اندک می باشد، همچنین در هیچ یک از مطالعات بیماران غیر سکتته حاد قلبی و غیرجریان کند کرونر بررسی نشده اند. به همین منظور این مطالعه با هدف تعیین چگونگی ارتباط بین TFC و FFR در بیماران با تنگی متوسط عروق کرونر که تحت آنژیوگرافی کرونر قرار می گیرند، انجام شد تا در صورت یافتن ارتباطی معنی دار، از TFC به صورت جایگزین در تعیین لزوم مداخله درمانی استفاده شود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه گذشته نگر مقطعی که بین سالهای ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام شد، ۲۴ بیمار که در بخش قلب بیمارستان امام رضا (ع) مشهد بستری و تحت آنژیوگرافی و FFR قرار گرفته بودند و فاقد اکتازی کرونری، کندی جریان کرونر و سکتته حاد قلبی اخیر بودند، وارد مطالعه شدند. علت انجام FFR بررسی اهمیت همودینامیک ضایعات با تنگی چشمی بین ۳۰ تا ۸۰ درصد بود. گردآوری اطلاعات به صورت میدانی و با استفاده از پرونده های موجود در بایگانی بخش صورت گرفت. همه بیماران تحت آنژیوگرافی کرونر از طریق شریان رانی همراه با کاتتر جادکینز و دید متعارف (Conventional views) قرار گرفته بودند. در تمام نمونه ها آنژیوگرافی توسط یک نفر انجام شده بود تا خطای کار به حداقل برسد. (Schering, Berlin, Germany) Iopromide، Ultravist-370) به عنوان ماده حاجب مورد استفاده قرار گرفته

جدول ۱: شاخص های آنژیوگرافیک در بیماران مورد مطالعه بر حسب تمامی عروق

متغیر معیار	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف از معیار
(FFR)	۲۴	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۰۴
(TFC)	۲۴	۸/۲	۴۰	۲۰/۶	۸/۳۸
شدت چشمی ضایعه (/.)	۲۴	۳۰	۸۰	۵۲/۹	۱۴/۵

ندارد (ضریب همبستگی پیرسون $0/1$ و $P=0/6$). برای تعیین دقیق تر سطح ارتباط بین این دو متغیر بیماران به ۲ گروه تقسیم شدند. گروه اول دارای درگیری شریان راست کرونر (RCA)، گروه دوم دارای درگیری شریان قدامی صعودی چپ (LAD) بودند، سپس مجدداً تغییرات بین سطح FFR با شدت چشمی ضایعه برای هریک از ۲ گروه محاسبه گردید. در گروه LAD ($n=15$) و RCA ($n=7$) نیز این رابطه معنی دار نبود (به ترتیب ضریب همبستگی پیرسون $0/2$ و $-0/9$).

نتایج بررسی ارتباط بین سطح TFC با شدت چشمی ضایعه نشان دادند که بین این ۲ متغیر رابطه خطی معنی داری وجود ندارد (ضریب همبستگی پیرسون $0/1$ و $P=0/4$). برای تعیین دقیق تر سطح ارتباط بین این دو متغیر بیماران به ۲ گروه تقسیم شدند. گروه اول دارای درگیری شریان راست کرونر (RCA)، گروه دوم دارای درگیری شریان قدامی صعودی چپ (LAD) بودند، سپس مجدداً تغییرات بین سطح FFR با TFC برای هریک از ۲ گروه محاسبه گردید. در گروه LAD ($n=15$) و RCA ($n=7$) نیز این رابطه معنی دار نبود (به ترتیب ضریب همبستگی پیرسون $0/2$ و $-0/9$).

شاخص های آنژیوگرافیک در بیماران را بر حسب تمامی عروق و جداول ۲ تا ۴ بر حسب هر یک از عروق به تنهایی نشان میدهد.

برای بررسی ارتباط بین FFR با TFC از آزمون همبستگی دو متغیره پیرسون استفاده شد. نتایج نشان دادند که بین این دو متغیر رابطه خطی معنی داری وجود ندارد (ضریب همبستگی پیرسون $0/1$ و $P=0/5$). برای تعیین دقیق تر سطح ارتباط بین این دو متغیر، بیماران به ۳ گروه تقسیم شدند. گروه اول دارای درگیری شریان راست کرونر (RCA)، گروه دوم دارای درگیری شریان قدامی نزولی چپ (LAD) و گروه سوم دارای درگیری سیرکومفلکس چپ (LCX) بودند؛ سپس مجدداً تغییرات بین FFR با TFC برای هریک از ۳ گروه محاسبه گردید. نتایج نشان داد سطح FFR با TFC در گروه RCA ($n=7$) رابطه معنی داری ندارد (ضریب همبستگی $0/4$) در گروه LAD ($n=15$) و LCX ($n=2$) نیز رابطه معنی دار نبود (به ترتیب ضریب همبستگی پیرسون $0/5$ و $-0/5$).

نتایج بررسی ارتباط بین سطح FFR با شدت چشمی ضایعه نشان دادند که بین این ۲ متغیر رابطه خطی معنی داری وجود

جدول ۲: شاخص های آنژیوگرافیک در بیماران مورد مطالعه بر حسب RCA (شریان کرونری راست)

متغیر معیار	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف از معیار
(FFR)	۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۰۴
(TFC)	۷	۱۵	۴۰	۲۲/۸	۹/۴
شدت چشمی ضایعه (/.)	۷	۴۰	۸۰	۵۲/۸	۱۳/۸

جدول ۳: شاخص های آنژیوگرافیک در بیماران مورد مطالعه بر حسب LAD (شریان نزولی قدامی چپ)

متغیر معیار	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف از معیار
(FFR)	۱۵	۰/۸	۰/۹	۰/۸	۰/۰۴
(TFC)	۱۵	۸/۲	۲۹/۳	۱۹/۱	۸/۱
شدت چشمی ضایعه (/.)	۱۵	۳۰	۸۰	۵۰/۶	۱۴/۳۷

جدول ۴: شاخص های آنژیوگرافیک در بیماران مورد مطالعه بر حسب LCX (شریان چرخشی چپ)

متغیر معیار	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف از معیار
(FFR)	۲	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۰۴
(TFC)	۲	۱۹/۰	۳۰	۲۴/۵	۷/۷
شدت چشمی ضایعه (/.)	۲	۶۰	۸۰	۷۰/۰	۱۴/۱۴

بحث

قلبی می باشد. در سالیان اخیر استفاده از FFR به عنوان یک شاخص قوی در تعیین پیش‌آگهی بیماری و در نتیجه نحوه

تصمیم گیری در مورد نحوه مداخلات درمانی برای بیماران با تنگی عروق کرونر همواره یکی از مباحث مهم پیرامون بیماران

هیچ کدام از ضایعات بین ۳۰ تا ۸۰ درصد این گروه از بیماران از نظر همودینامیک مهم نبودند و تحت آنژیوپلاستی قرار نگرفتند. این مساله به اهمیت ارزیابی همودینامیک کلیه ضایعات کمتر از ۹۰ درصد صحه میگذارد تا بیماران تحت آنژیوپلاستی بی مورد قرار نگیرند.

از آنجایی که هدف این مطالعه صرفاً بررسی رابطه FFR و TFC بود و از طرفی یک مطالعه بر حسب پرونده بود، نوع عروق درگیر به عنوان متغیر مخدوش کننده در نظر گرفته نشد. با اینحال، بهتر است در مطالعات آینده حجم بالاتری از بیماران با درگیری های عروقی مختلف مورد مطالعه قرار گیرند تا بتوان مقایسه خوبی از TFC در هریک از دسته های بیماری داشته باشیم. از طرفی دیگر اگر قرار باشد در آینده از TFC به عنوان استاندارد طلایی در تعیین نقشه درمانی استفاده گردد می بایست حساسیت و اختصاصیت این شاخص محاسبه شود. همچنین با توجه به اینکه در این مطالعه هیچ کدام از بیماران دارای FFR کمتر از ۰/۷۵ نبودند امکان تعیین ارتباط بین FFR و TFC در این گروه از بیماران وجود نداشت.

نتیجه گیری

با توجه به اینکه هیچ نوع همبستگی معنی داری بین سطح TFC و FFR وجود ندارد، نمی توان از TFC به تنهایی به عنوان ابزاری برای تصمیم گیری راجع به مداخله درمانی به جای FFR استفاده کرد. همچنین همبستگی معنی داری بین شدت چشمی تنگی با TFC و FFR وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر با استفاده از نتایج پایان نامه ی قلب و عروق (با شماره ۹۱۰۹۵۳ و تاریخ تصویب ۹۲/۰۲/۰۷) تهیه شده است. نویسندگان بر خود لازم می دانند از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد برای تامین مالی مطالعه ی حاضر صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند. ضمناً هیچگونه تعارض منافی گزارش نگردید.

REFERENCES

- Gibson CM, Cannon CP, Daley WL, Dodge JT, Alexander B, Marble SJ, et al. TIMI frame count: a quantitative method of assessing coronary artery flow. *Circulation*. 1996;93(5):879-88. PMID: 8598078
- Vrachatis AD, Alpert MA, Georgoulas VP, Nikas DJ, Petropoulou EN, Lazaros GI, et al. Comparative efficacy of primary angioplasty with stent implantation and thrombolysis in restoring basal coronary artery flow in acute ST segment elevation myocardial infarction: quantitative assessment using the corrected TIMI frame count. *Angiology*. 2001;52(3):161-6. PMID: 11269778 DOI: 10.1177/000331970105200301
- Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr*. 1989;2(5):358-67. PMID: 2698218
- Bickel C, Rupprecht HJ, Maimaitiming A, Welk I,

مداخلات درمانی مطرح شده است. با این وجود تهاجمی بودن روش ارزیابی FFR از یک سو و از سوی دیگر هزینه بالای استفاده از این روش باعث شده است که عملاً در سالیان اخیر کادر درمانی رغبت زیادی به استفاده از این روش نداشته باشند و استفاده از TFC و یا بررسی چشمی شدت ضایعه در بسیاری از مراکز مورد استفاده قرار می گیرد. به منظور افزایش دقت بررسی این روابط بیماران به ۳ گروه با درگیری RCA، LAD، LCX تقسیم شدند. در گروه LCX به دلیل اینکه تنها ۲ بیمار وجود داشت امکان بررسی همبستگی وجود نداشت اما در دو گروه دیگر نیز هیچ گونه رابطه معناداری بین متغیر ها یافت نشد. همانگونه که در مقدمه اشاره شد تا به حال هیچ مطالعه ای به طور مستقیم با هدف بررسی ارتباط بین سطح TFC و FFR صورت نگرفته است و در چند مطالعه ای که در مورد این موضوع یافت شد تنها تغییرات TFC و FFR با هم مقایسه شده اند. اما نکته مشترک و قابل توجه در تمامی مطالعات صورت گرفته این است که استفاده مستقل از TFC و یا FFR توصیه نشده است و حتی در مطالعه ایسن و همکاران توصیه شده برای تعیین پروگنوز بیماران بهتر است از ترکیب این ۲ شاخص استفاده شود [۱۸].

با این وجود این عدم همراهی ارزش تشخیصی یافته های TFC را در مشکلات قلبی عروقی به طور جدی تهدید نخواهد کرد و همچنان در بسیاری از مقالات TIMI Frame count ابزاری مناسب جهت پیش بینی وقایع قلبی عروقی بیان می شود [۱۹]. مطالعات بسیاری نشان داده اند که با افزایش ۱۰ واحد در میزان TFC میزان مورتالیتی تا ۷ درصد افزایش می یابد [۷]. به طور طبیعی ۲۱ فریم نیاز است تا ماده حاجب طول شریان کرونری را طی کند و عواملی چون طول شریان کرونری، قدرت تزریق، قطر شریان، ضربان قلب، برون ده قلبی و هم راستا بودن کاتتر روی CTFC حاصله موثر هستند. در تمامی بیماران ۲۰/۶ گزارش شد و این میزان برای عروق RCA، LCX، LAD به تفکیک ۲۲/۸ و ۱۹/۱ و ۲۴/۵ بود که خود نشان دهنده تاثیر طول شریان کرونری و قطر شریان بر روی تعداد فریم های مورد نیاز می باشد. نکته بارز دیگر در این مطالعه این است که

- Blankenberg S, Krummenauer F, et al. The superiority of TIMI frame count in detecting coronary flow changes after coronary stenting compared to TIMI Flow Classification. *J Invasive Cardiol*. 2002;14(10):590-6. PMID: 12368511
- Hamada S, Nishiue T, Nakamura S, Sugiura T, Kamihata H, Miyoshi H, et al. TIMI frame count immediately after primary coronary angioplasty as a predictor of functional recovery in patients with TIMI 3 reperfused acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2001;38(3):666-71. PMID: 11527614
- Edep ME, Guarneri EM, Teirstein PS, Phillips PS, Brown DL. Differences in TIMI frame count following successful reperfusion with stenting or percutaneous transluminal coronary angioplasty for acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 1999;83(9):1326-9. PMID: 10235089
- Gibson CM, Murphy SA, Rizzo MJ, Ryan KA, Marble SJ, McCabe CH, et al. Relationship between TIMI frame count and clinical outcomes after thrombolytic administration. Thrombolysis In Myocardial Infarction (TIMI) Study Group.

- Circulation*. 1999;**99**(15):1945-50. PMID: 10208996
8. Jespersen LL, Abildstrom SZ, Pena A, Hansen PR, Prescott E. Predictive value of the corrected Timi frame count in patients with stable angina pectoris symptoms but no obstructive coronary artery disease at angiography. *Clin Res Cardiol*. 2014;**103**(5):381-7. PMID: 24442337 DOI: [10.1007/s00392-014-0665-7](https://doi.org/10.1007/s00392-014-0665-7)
 9. Pijls NH, De Bruyne B, Peels K, van Der Voort PH, Bonnier HJ, Bartunek J, et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenoses. *N Engl J Med*. 1996;**334**(26):1703-8. PMID: 8637515 DOI: [10.1056/NEJM199606273342604](https://doi.org/10.1056/NEJM199606273342604)
 10. Kern MJ, Lerman A, Bech JW, De Bruyne B, Eeckhout E, Fearon WF, et al. Physiological assessment of coronary artery disease in the cardiac catheterization laboratory: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterization, Council on Clinical Cardiology. *Circulation*. 2006;**114**(12):1321-41. PMID: 16940193 DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.106.177276](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.177276)
 11. Pijls NH, Van Gelder B, Van der Voort P, Peels K, Bracke FA, Bonnier HJ, et al. Fractional flow reserve. A useful index to evaluate the influence of an epicardial coronary stenosis on myocardial blood flow. *Circulation*. 1995;**92**(11):3183-93. PMID: 7586302
 12. Tu S, Barbato E, Köszegi Z, Yang J, Sun Z, Holm NR, et al. Fractional flow reserve calculation from 3-dimensional quantitative coronary angiography and TIMI frame count: a fast computer model to quantify the functional significance of moderately obstructed coronary arteries. *JACC Cardiovasc Interv*. 2014;**7**(7):768-77. PMID: 25060020 DOI: [10.1016/j.jcin.2014.03.004](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.03.004)
 13. Rieber J, Jung P, Koenig A, Schiele T, Shapiro M, Hoffmann U, et al. Five-year follow-up in patients after therapy stratification based on intracoronary pressure measurement. *Am Heart J*. 2007;**153**(3):403-9. PMID: 17307420 DOI: [10.1016/j.ahj.2006.11.013](https://doi.org/10.1016/j.ahj.2006.11.013)
 14. Potvin JM, Rodés-Cabau J, Bertrand OF, Gleeton O, Nguyen CN, Barbeau G, et al. Usefulness of fractional flow reserve measurements to defer revascularization in patients with stable or unstable angina pectoris, non-ST-elevation and ST-elevation acute myocardial infarction, or atypical chest pain. *Am J Cardiol*. 2006;**98**(3):289-97. PMID: 16860011 DOI: [10.1016/j.amjcard.2006.02.032](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2006.02.032)
 15. Berger A, Botman KJ, MacCarthy PA, Wijns W, Bartunek J, Heyndrickx GR, et al. Long-term clinical outcome after fractional flow reserve-guided percutaneous coronary intervention in patients with multivessel disease. *J Am Coll Cardiol*. 2005;**46**(3):438-42. PMID: 16053955 DOI: [10.1016/j.jacc.2005.04.041](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.04.041)
 16. Bech GJW, De Bruyne B, Pijls NH, de Muinck ED, Hoorntje JC, Escaned J, et al. Fractional flow reserve to determine the appropriateness of angioplasty in moderate coronary stenosis. *Circulation*. 2001;**103**(24):2928-34. PMID: 11413082
 17. Tony H, Meng K, Wu B, Zeng Q. Among ectasia patients with coexisting coronary artery disease, TIMI frame count correlates with ectasia size and markis type IV is the commonest. *Cardiol Res Pract*. 2015;**2015**:282170. PMID: 25705544 DOI: [10.1155/2015/282170](https://doi.org/10.1155/2015/282170)
 18. Esen AM, Acar G, Esen O, Emiroglu Y, Akcakoyun M, Pala S, et al. The prognostic value of combined fractional flow reserve and TIMI frame count measurements in patients with stable angina pectoris and acute coronary syndrome. *J Interv Cardiol*. 2010;**23**(5):421-8. PMID: 20624205 DOI: [10.1111/j.1540-8183.2010.00579.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8183.2010.00579.x)
 19. TIMI Study Group. The thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) trial. Phase I findings. *N Engl J Med*. 1985;**312**(14):932-6. PMID: 4038784 DOI: [10.1056/NEJM198504043121437](https://doi.org/10.1056/NEJM198504043121437)