

ОЦЕНКА НА СИГНИФИКАНТНОСТТА НА КОРОНАРНИТЕ СТЕНОЗИ

Д-р Пламен Гацов

Кардиологична клиника, Национална кардиологична болница

Оценката на тежестта на дадена коронарна стеноза е от изключителна важност за преценката за коронарна реваскуларизация. Необходимостта от допълнителни методи за оценка на промените в коронарната физиология се определят от недостатъците на най-често използваното диагностично средство – коронарна артериография.

Причините за неточна преценка на степента на коронарната стеноза от ангиографията са: дифузно атеросклеротично засягане на артерията; невъзможност за определяне на референтен «нормален» сегмент; съдовото ремоделиране, извивка на участъка, дължина и неравност на стенозата, забихване на кръвотока и др. Това налага използването на показатели, отчитащи влиянието на всички тези фактори върху коронарния кръвоток.

Концепцията за използването на **коронарния резерв** като мярка за тежестта на една коронарна стеноза принадлежи на **K. Lance Gould (Gould, 1974)**. В основата на тази концепция лежат резултатите от опити при кучета, при които постепенно стесняване на коронарната артерия води до съответно намаляване на способността на коронарното русло да увеличава с пъти кръвотока към миокарда (хиперемия) в отговор на повишени изисквания за снабдяване с кислород. Причината за това е, че след определена степен на стеснение на артерията резистентните съдове започват да се разширяват с цел да запазят в нормални стойности кръвотока към миокарда при покой (фиг.1).

При нормални условия притокът на кръв до миокарда може да се повиши от 3 до 5 пъти за сметка на вазодилатация на резистентните съдове (артерии и артериоли с калибър под 300 μm) – състояние, наречено **миокардна хиперемия**.

Отношението на коронарния кръвоток при хиперемия към кръвотока при покой дава стойността на коронарния резерв (норма 3-5):

$$CFR = Qh/Qb$$

където CFR е коронарният резерв, Qh – кръвотокът (мл/мин) при тахимална хиперемия, Qb – кръвотокът (мл/мин) при покой.

Коронарният резерв е еднакъв за лявата и дясната коронарни артерии, еднакъв за мъже и жени.

Като отношение на две величини, коронарният резерв се влияе от стойността на всяка една от тях. Той може да бъде намален както поради понижен тахимален кръвоток (**тахимална хиперемия**), така и при **увеличен базален кръвоток** или от съчетание на двете.

Това е представено на фигурата по-долу, както и най-честите заболявания и състояния, водещи до понижен коронарен резерв.

Причина за понижен коронарен резерв поради непостигане на тахимален хиперемичен кръвоток при нормален базален такъв са промените в големите епикардни съдове при коронарна атеросклероза, коронарит (**например след сърдечна трансплантация**) и мускулни мостове, а също така **микросъдова патология** при синдром Х, захарен диабет, миокардна хипертрофия и след миокарден инфаркт (фиг. 2).

Понижаването на коронарния резерв може да се дължи и на повишен базален кръвоток при непроменен тахимален такъв. Такива състояния са артериална хипертония, тахикардия, анемия, обемно и систолно камерно обременяване при вродени и придобити клапни и шънтови пороци, след миокардна исхемия, приложение на съдо-разширяващи медикаменти (**напривеи нитроглицерин, дипиридамола, папаверин и др.**).

Съчетанието на понижена тахимална хиперемия (**коронарно-съдова патология**) и повишен базален кръвоток поради някое от изброените по-горе състояния е третият вариант за понижен коронарен резерв.

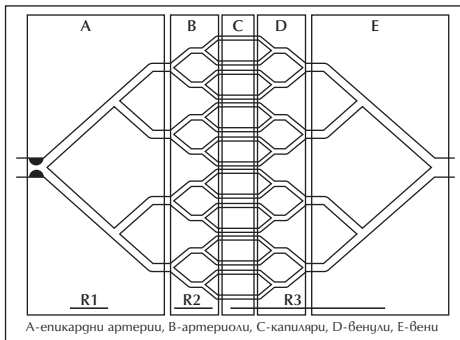
НАЧИНИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА КОРОНАРНИЯ РЕЗЕРВ

Коронарният резерв може да бъде изследван като отношение на кръвотока, измерен при тахимална хиперемия (тахимална микросъдова дилатация) към изходния кръвоток (кръвотока при покой, базални условия). Най-често използваните медикаменти за предизвикване на тахимална хиперемия са изброени в табл. 1.

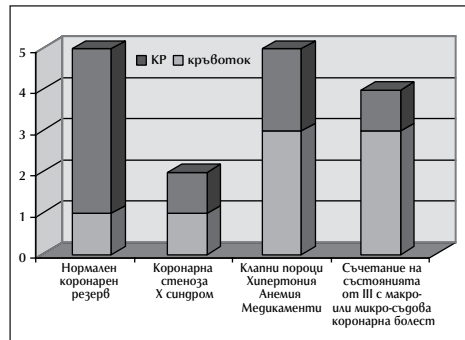
Предизвиканата от медикаменти хиперемия се нарича още “директна”. Този начин на предизвикване на хиперемия е изключително удобен за прилагане в катетеризационните лаборатории. Различните методи за предизвикване на коронарна хиперемия могат да се съчетават с различни методи за оценка на кръвотока с цел определяне на коронарния резерв (**фиг. 3**). **Една част от тези диагностични методи** се прилагат преди сърдечната катетеризация, докато други са неразделна част от диагностиката в съвременната катетеризационната лаборатория и подпомагат вземането на решения за или против коронарна реваскуларизация.

По-голяма част от изброените неразгледаните до сега “индиректни” методи за предизвикване на миокардна хиперемия, които се основават на повишаване на нуждите на миокарда от кислород. Към тях се отнасят:

а) Тестовете с динамично физическо натоварване – велоергометричен тест и тест с “бягаща пътечка” (treadmill). Това са най-често прилаганите в кардиологията тестове за оценка на коронарния резерв. За намаления резерв се съди по изявата на стенокардна болка, ЕКГ-промени, промени в миокардната перфузия, определена с радиомаркери (най-често ^{201}Tl и ^{99}Tc) и в някои случаи – промени в левокамерния контрактилитет, установени с ехокардиография.



Фиг. 1. Части на коронарно-съдовото съпротивление. Наличието на високостепенна стеноза на епикардна артерия води до нарастване на тази компонента на съпротивлението на епикардни артерии (R1) за сметка на компенсаторно намаляване на съпротивлението поради вазодилатация в зоната на малките артерии и артериолите (R2) – изчерпан коронарен резерв.



Фиг. 2. Коронарен резерв в норма и при различни заболявания.

- б) Тест със статично натоварване (**handgrip**).
 в) Предсърдно пейсиране с нарастваща честота.
 г) Добутаминов стрес-тест, вече описан по-горе.

г) Краткотрайното (10 сек) оклудирание на коронарната артерия в експериментални условия води до компенсаторна хиперемия в продължение на около 30 сек вследствие на натрупаните съдоразширяващи вещества в миокарда.

Тестовите със статично натоварване, с предсърдно пейсиране и добутаминовият стрес-тест се прилагат най-често при болни, не можещи да извършат теста с динамично натоварване или в условията на катетеризационната лаборатория (табл. 2).

№	Наименование	Начин на действие	Място на действие	Дозировка и път на прилагане	Действие (мин)	Странични действия
1	Папаверин	Разширение	Артериоли	6-12 mg i.c.	2-3 (5)	Угълен QT-интервал КТ. Лактатна продукция
2	Дипиридамол	Разширение	Артериоли	560-840 мик/кг i.v. за 4 - 6 мин	30	Продължителна (30 мин) стенокардно-подобна болка
3	Аденозин	Разширение	Артериоли	12-60 мик/кг/мин i.c. 140мик/кг/мин i.v. за 3-6мин	1	Преходен AV-блок, стенокардноподобна болка. Астматичен пристъп, хипотония с тахикардия (при венозно приложение)
4	А2а агонисти	Разширение	Артериоли	Неуточнена i.v.	5	Без странични действия (?)
5	АТФ	Разширение	Артериоли	0,5 - 50 мик. i.c.		
6	Нитро-глицерин	Разширение	Артерии	100-200 мик i.c. 10-200 мг/мин i.v	10-15	Хипотония и тахикардия (при венозно приложение)
7	Изосорбид-гинитрат	Разширение	Артерии	1 - 3 мг i.c.		Без странични явления
8	Na - нитропрусиd	Разширение	Артерии и артериоли	0,3-0,6 мик/кг i.c. 0,5-2мик/кг/мин i.v.	5-10	Хипотония и тахикардия (при венозно приложение)
9	ацетилхолин	При Интактен ендотел - разширение, при увреден ендотел - констрикция	Артерии и артериоли над 50 мик	20-100 мик i.c. болус или i.c. инфузия 10 ⁻⁸ M до 10 ⁻⁷ M за 3 мин		-
10	Никорандил	Разширение	артериоли	0,5 - 3,0 мг i.c.		-
11	Ергоновин малеат	Констрикция	артерии	0,05 - 0,4 мг i.v.	3-5	ОМИ и смърт в 0,03%
12	Йод-контраст	разширение	Артерии и артериоли	5-10 мл i.c.	2-3	Алергия, ритъмни нарушения

Табл. 1. Медикаменти, използвани за преизвикване на коронарна хиперемия.

Вид тест	Начин на извършване	Забележка
Тест на велоергометър или бягаща пътечка (treadmill)	Различни видове протоколи - на Вгисе, на СЗО и гр.	Широко разпространени
Предсърдно пейсиране	Пейсиране с висока честота посредством електрод в дясното предсърдие	Рядко се прилага - в електрофизиологичните лаборатории и при нарушения в опорно-двигателната система
Добутаминов тест	Венозна инфузия на добутамин в постепенно покачваща се доза от 10 до 40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	В съчетание с ехокардиография носи ценна информация за миокарден бипалитет и индуцируема исхемия
Статично натоварване (hand grip test)	Стискане на динамометър със сила 15 до 50% от тахималната за 4 минути	Удобен за използване в катетеризационната лаборатория
Тест със студ (Cold pressor test)	Потопяне на лявата ръка в болния в съд с топящ се лед за 90 секунди	Удобен за използване в катетеризационната лаборатория

Табл. 2. Стрес-тестове за преизвикване на коронарна хиперемия.

Интракоронарната Доплер-сонография, заедно с методи за директна или индиректна миокардна хиперемия, позволява измерване на скоростта и обема на коронарния кръвоток, както и изчисляване на коронарния резерв (фиг. 4)

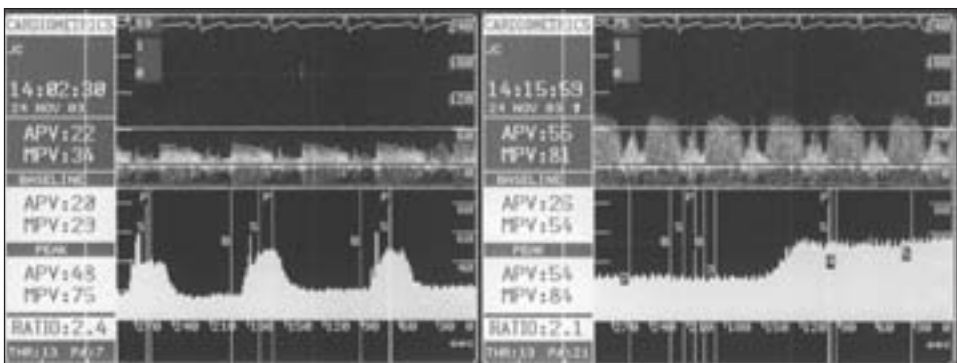
Един от най-често използваните в съвременната катетеризационна лаборатория метод за оценка на хемодинамичната значимост на дадена стеноза е частичният резерв на кръвотока (fractional flow reserve - FFR) (приложение, фиг. 10). Методът се основава на отношението на действителния миокарден кръвоток към теоретичния такъв при тахимална хиперемия. При равни други условия това отношение зависи от отношението на налягането в коронарната артерия след стенозата в изследваната артерия към това в аортата (което е теоретичното тахимално налягане в артерията) при тахимална хиперемия.

Практически това се извършва посредством вкарване на специален водач за налягане, изпълнен с течност - 0,014-инчов коронарен водач (Schneider Europe) или 0,014-инчов коронарен водач със сензор за налягане на върха (Pressure Wire, RADI Medical, Upsala, Sweden).

В заключение може да се каже, че доказаните множество недостатъци на коронарната артериография за оценка на тежестта на коронарните стенози (тяхната хемодинамична значимост) и необходимостта от коронарна реваскуларизация изисква прилагането на допълнителни неинвазивни и инвазивни методи за оценка на коронарната физиология и преди всичко на коронарния резерв. Тези методи са важна част от диагностиката на сърдечно-съдовите заболявания.

	С ДИРЕКТНО ИЗМЕРВАНЕ НА КРЪВОТОКА (ДОПЛЕР, ТЕРМОДИЛУЦИЯ)	
ИНДИРЕКТНА ХИПЕРЕМИЯ (СТРЕС)		
	С ИЗМЕРВАНЕ НА СКОРОСТТА НА НАТРУПВАНЕ И ОТМИВАНЕ НА ДАДЕНО ВЕЩЕСТВО	

Фиг. 3. Начини за измерване на коронарния резерв.



Фиг. 4. Измерване на коронарен резерв посредством интракоронарна Доплер ехографска система (FloWire/ФлоМар) при болусно интракоронарно (горе) и интравенозно (долу) приложение на аденозин.