

Флоуметрична оценка на извършения коронарен артериален байпас на биещо сърце

Владимир Корновски^{1,2}

¹ МБАЛ Сърце и Мозък – Бургас

² Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас

Резюме: Целта на настоящия труд е да покажем необходимостта от качествен контрол на извършения коронарен артериален байпас (КАБ) на биещо сърце (off-pump), оперативна интервенция доказала се във времето, като алтернатива на стандартната хирургична реваскуларизация на миокарда под екстра корпорално кръвообращение (ЕКК). Но въпреки това има автори, които предполагат по-лоша прогноза на байпаса извършен на биещо сърце, поради техническите изисквания към хирурга и невъзможността напълно да се обездвижи оперативното поле. Оценка на извършения коронарен артериален байпас се осъществява чрез транзиторна флоуметрия, метод който остава подценен и не широко използван в кардиохирургичната практика в България.

Ключови думи: биещо сърце

Flowmetric assessment of coronary artery bypass grafting of a beating heart

Vladimir Kornovski^{1,2}

¹ MBAL Heart and Brain - Burgas

² University "Prof. Dr. Asen Zlatarov" - Burgas

Summary: The purpose of the present work is to show the need for quality control of coronary artery bypass performed on a beating heart (off-pump), an operative intervention that has been proven over time, as an alternative to standard surgical revascularization of the myocardium under extracorporeal circulation (ECC). However, there are authors who suggest a worse prognosis of bypass performed on a beating heart, due to the technical requirements for the surgeon and the impossibility of completely immobilizing the operative field. Evaluation of the performed coronary artery bypass is carried out by means of transient flowmetry, a method that remains underestimated and not widely used in cardiac surgery practice in Bulgaria.

Keywords: beating heart

1. Увод

Наред с модерното медикаментозно лечение на ИБС, в световната практика все по-масово навлизат редица непрекъснато усъвършенствани хирургически методи. След въвеждането му в началото на 70-те години на миналия век, коронарният артериален байпас (КАБ) бързо се утвърди като метод за оперативно лечение на напредналата болест на коронарните артерии. Наред с конвенционалния метод с екстракорпорално кръвообращение, в много страни, особено в Източна Европа, все по-интензивно се прилага и КАБ на „биещо сърце“.

Болните, подложени на тези животоспасяващи операции, обикновено страдат от различни сериозни придружаващи заболявания. Докато ранните следоперативни резултати са сравнително добри, в средно- и особено - в дългосрочен план се появяват

различни сърдечни и мозъчно-съдови странични явления, които влошават индивидуалното качество на живот и намаляват както общата преживяемост, така и преживяемостта, свързана с основното сърдечно заболяване на оперираните болни.

Поради това на преден план излизат проблемите за пред- и интраоперативната оценка на състоянието на коронарното кръвообращение и на байпасираните артериални съдове. Коронарната ангиография се утвърди като златен стандарт в този аспект, но през последните две десетилетия все по-популярен е и новият диагностичен метод - транзиторна флоуметрия на кръвотока през анастомозата на извършения байпас.

В нашата страна липсват изследвания върху клиничното приложение на този метод, на който вече са посветени многобройни публикации от чуждестранни автори, свидетелстващи за предимствата на интраоперативната транзиторна флоуметрия по отношение на ранната и прецизна диагностика на дисфункцията на графта и обосноваващи необходимостта от своевременна оперативна ревизия.

В нашата структура около 40% от коронарните интервенции се извършват на „биещо сърце“. Основните противници на тази техника изтъкват като недостатък възможността за некоректно извършване на анастомозата поради наличието на подвижно оперативно поле и нуждата за придобиване на специфични технически умения при реализацията на анастомозата на „биещо сърце“. Смята се, че тези фактори водят до непълна ревакуларизация и намаляване на дългосрочната преживяемост. През последните години в кардиохирургията навлязоха нови инструменти за стабилизиране на сърцето в зоната на извършваната анастомоза. Според нас както това, така и използването на интракоронарни шънтове за осигуряване на перфузия по време на извършването ѝ и наличието на голям брой интервенции на „биещо сърце“, минимизират възможността за некоректно извършване на анастомозата при този тип техника на миокардна ревакуларизация, а това може да бъде обективизирано чрез използването на метод контролиращ качеството на извършената анастомоза – транзиторна флоуметрия. Методът се основава на принципа, според който ултразвуковите вълни, преминаващи от трансдюсера към приемника, се характеризират със забавяне във времето или с „транзиторно време“ (L. V. Ohmes и съавт., 2017). Коронарният графт се поставя перпендикулярно в сонда за кръвотока между двата ултразвукови трансдюсера, които могат да действат и като приемници, и един единичен рефлектор. След това ултразвуковите сигнали се пренасят от проксималния трансдюсер към рефлектора и се пренасочват към дисталния трансдюсер. Същото пренасочване на сигнала се наблюдава и от по-дисталния към по-проксималния трансдюсер. Забавянето във времето на сигнала между трансдюсера, от една страна, и рефлектора, а след това и до приемника, от друга страна, представлява транзиторното време. То се определя посредством скоростта на кръвотока в графта (L. Niclauss, 2017). След това флоуметърът изчислява прецизно обема на кръвотока в графта въз основа на установеното транзиторно време (S. Amin и съавт., 2016).

Ако се извърши така, както трябва, транзиторната флоуметрия може да предостави неоченима информация по отношение на кръвотока в графта. Все пак използването на правилната техника е от огромно значение. Проксималността на графта и кръвотока се изследват с четири променливи величини, а именно: среден кръвоток в графта (Q-mean), пулсатилен индекс, процент на обратния кръвоток и процент на диастолното пълнене (S. Amin и съавт., 2016 и др.). Освен тях от практически интерес са максималният (Q-max) и минималният (Q-min) кръвоток, изчислени за един сърдечен цикъл, и формата на вълните.

Всяка от тези променливи добавя своя уникален дял от информация, но нито една променлива не може да се разглежда изолирано от другите по време на вземането на решение за ревизия на графта.

Средният кръвоток в графта се изразява в mL/мин. и често се съчетава с данните на електрокардиографията. При това комбиниране средният кръвоток в графта се показва като крива на кръвотока със систолична (обикновено в червен цвят) и диастолична компонента (обикновено в син цвят) и се разпознава лесно.

Пулсатилният индекс се изчислява чрез изваждане на максималната стойност на систоличния кръвоток от тази на диастоличния кръвоток и последващо разделяне със стойността на средния кръвоток в графта. Този индекс се изразява с уравнението $PI = [(Q_{max} - Q_{min}) / Q_{mean}]$ (S. Amin и съавт., 2016; L. Niclauss, 2017). Пулсатилният индекс се изразява като абсолютно число и предоставя информация относно характеристиките на кръвотока и съпротивлението в него.

Съгласно новите указания на ESC/Европейската асоциация по сърдечна и гръдна хирургия (EACTS), препоръчаните референтни стойности за предсказване на следоперативна недостатъчност на коронарния графт на средния кръвоток в графта са $>20 \text{ mL/min.}$, а на пулсатилния индекс - <5 .

Когато транзиторната флоуметрия се комбинира с електрокардиографията, тогава може да се изчисли и процентът на обратния кръвоток. Той се измерва по време на един пълен сърдечен цикъл и представлява процента на обратния кръвоток, насочен ретроградно от анастомозата. Когато е представен на графиката, той представлява областта от нея под нулевата точка.

Процентът на диастолното пълнене се изчислява въз основа на следното уравнение: $DF\% = [(Q_{diastole} / (Q_{systole} + Q_{diastole}))]$. Както при средния кръвоток в графта и процента на обратния кръвоток, за определянето му се изисква използването на електрокардиографията. Той представлява мярка за диастоличния кръвоток в рамките на графта и при оптимални условия би трябвало да бъде $>50\%$ от средния кръвоток в графта (S. Amin и съавт., 2016).

Всяка от тези променливи предоставя специфична информация по отношение на състоянието на графта и дисталното коронарно съдово русло.

Съществени предимства на транзиторната флоуметрия пред коронарната ангиография са сравнително лесното ѝ използване и икономическата ѝ ефективност. С това се обяснява бързото ѝ разпространение в клиничната практика в много страни от целия свят. Има солидни доказателства за значителната прогностична стойност на интраоперативната транзиторна флоуметрия по отношение на кратко- и средносрочните оперативни резултати.

2. Материал и методи

През периода между 1.I.2014 г. и 31.XII.2017 при 79 болни е извършен КАБ на „биещо сърце“

Табл.1 Динамично разпределение при off-pump-операция според пола на болните

Година	мъже		Жени		общо	
	n	%	n	%	n	%
2014	-	-	3	23,08	3	3,80
2015	10	15,15	-	-	10	12,66
2016	35	53,03	4	30,78	39	49,37
2017	21	31,82	6	46,15	27	34,18
Общо	66	100	13	100	79	100

Оперативната техника, която използваме започва със срединна стернотомия и перикардиотомия. Едновременно се подготвят LIMA и/или RIMA, като се скелетонизират. Отпрепарира се и сегмент от лявата и/или дясната v. saphena magna.

Болният се хепаринизира с доза от 300 U/kg. Ако са отпрепарирани и двете торакални артерии и се конструира композитен артериален графт, свободната RIMA се анастомозира към LIMA in situ като "Y"- или "T"-графт. Поставят се дълбоки перикардни държалки вляво над френичния съдово-нервен сноп, при което сърцето се ротира за достъп до предната низходяща коронарна артерия. На следващия етап се поставя и дълбока, базална перикардна държалка, с която сърцето се измества и ротира за достъп до латералната, задната и долната стена. За стабилизация на зоната на анастомозата се използва вакуумен стабилизатор OSTOPUS, а за временно прекъсване на кръвотока - силиконови държалки, обикалящи коронарния съд. По време на извършване на анастомозата се използват интракоронарни шънтове според диаметъра на коронарната артерия с цел осигуряване на кръвотока през нея. Започва се с анастомозата между LIMA и лявата предна низходяща коронарна артерия. След това последователно се извършват анастомозите към диагоналните и маргинални клонове на циркумфлексната артерия, а накрая - анастомозата към клоновете на RCA. Проксималните анастомози между венозните графтове и възходящата аорта се извършват след връщане на сърцето в анатомичната му позиция при пристенен клампаж на възходящата аорта.

2.1 Алгоритъм на извършване на транзиторната флоуметрия

При стандартна реваскуларизация на „биешо сърце“ LIMA се анастомозира с лявата предна низходяща коронарна артерия, а всички останали артерии - с венозни графтове. Измерване на кръвотока се извършва след завършване на анастомозата LIMA-LAD. Кръвотокът във венозните графтове се измерва след извършване на всички проксимални анастомози към възходящата аорта.

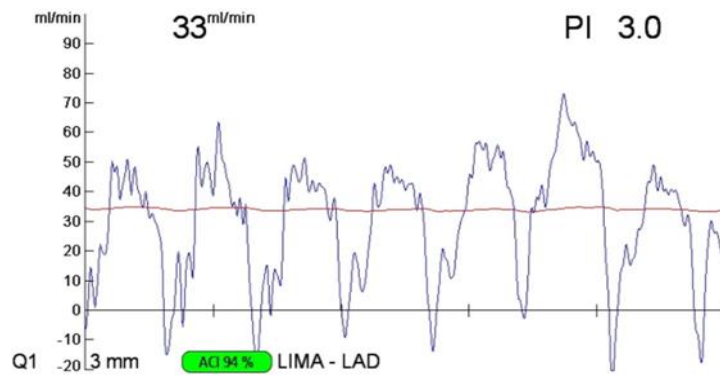
При реваскуларизация на „биешо сърце“ с използван композитен графт между LIMA in situ и свободна RIMA, анастомозирани към нея като "Y"-графт преди започване на дисталните анастомози. След всяка анастомоза кръвотокът през артериалния графт се измерва в следната последователност: лява предна низходяща коронарна артерия, диагонални клонове, маргинални клонове на циркумфлексната артерия и RCA.

Кръвотокът през секвенциалните анастомози се измерва при кламиране на артериалния или венозния графт дистално от анастомозата, ако това не затруднява процедурата, и при проксимална оклузия на байпасираната коронарна артерия.

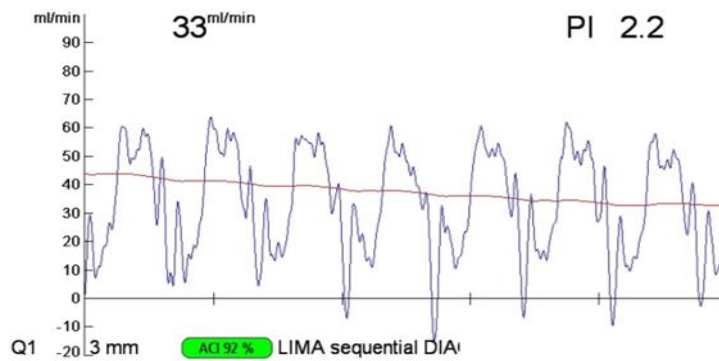
2.2 Показания за ревизия на графтовете според данните от флоуметрията

В нашата практика сме приели графтовете с висок индекс на съпротивление >5 и липса на крива изобразяваща предимно диастолен кръвоток през графта да подлежат на ревизия. Ниския дебит в mL/min в съчетание с добра крива на диастолен кръвоток не е показание за ревизия на графта. Разбира се всички показатели се анализират внимателно и се налагат към конкретната коронарна анатомия и разпространеност на атеросклеротичния процес в реваскуларизираните коронарните артерии.

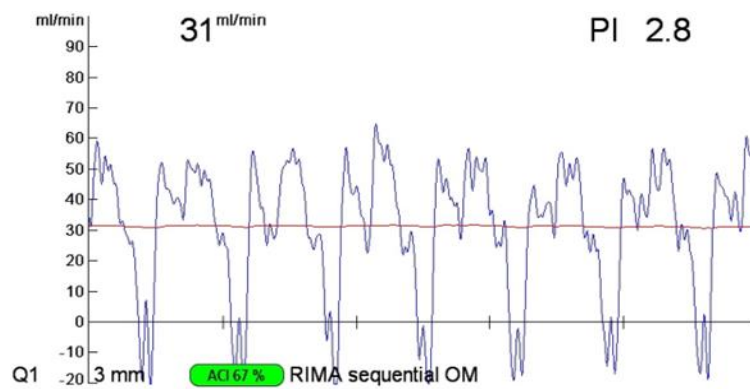
2.3 Някои характерни особености на изображенията на показателите на транзиторната флоуметрия в реално време - коронарен кръвоток, пулсатилен индекс и вълни - са илюстрирани на фиг. №1-фиг.№5, при пациент с извършени пет коронарни артериални байпаса.



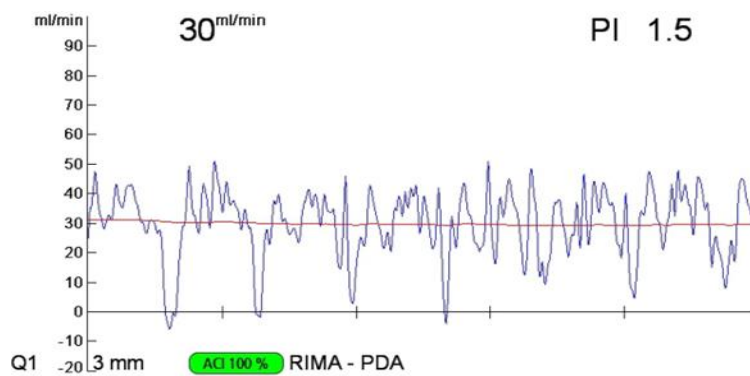
Фиг1. Първо измерване след извършване на анастомозта между LIMA и LAD



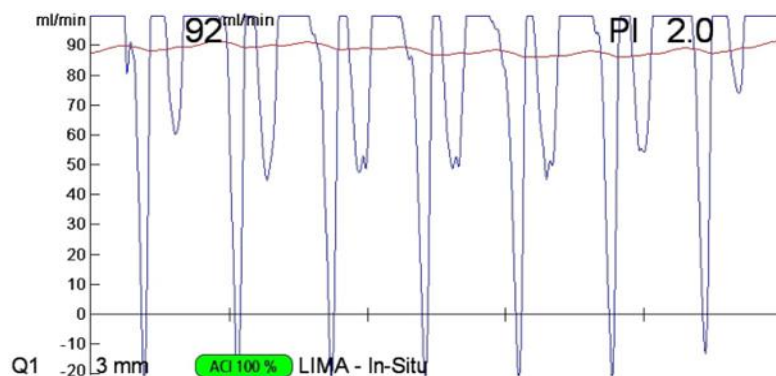
Фиг 2. Второ измерване след извършване на анастомозта между LIMA и Dg



Фиг3. Трето измерване след извършване на секвенциалната анастомоза между RIMA и OM



Фиг 4. Четвърто измерване след извършване на дисталната анастомоза между RIMA и постеродесцендентния клон на RCA



Фиг 5. Последно измерване на общия артериален графт преди “Y”- анастомозата между LIMA in situ и свободната RIMA

Изследванията са осъществени с апарат за транзиторна флоуметрия Medistim-VeriQ2111

Сондите, използвани при интраоперативната транзиторна флоуметрия за измерване на кръвотока, се виждат на Фиг. 6 и Фиг. 7



Фиг 6. Сонда 3mm за измерване на кръвотока предимно през артериалните графтове



Фиг 7. Сонда 4mm за измерване на кръвотока предимно през венозните графтове

3. Резултати

В Табл.2 е представен анализ на кръвотока в артериалните и венозни графтове при off-pump-операциите, а в Табл. 3 – на кръвоток (в интервали в mL/min.) във венозните графтове при off-pump-операции при мъжете и жените.

Табл. 2. Кръвоток (в интервали в mL/min.) в артериалните графтове при off-pump-операции при мъжете и жените

Кръвоток (в mL/мин.)	мъже		Жени		общо	
	n	%	n	%	n	%
3-19	15	23,08	5	35,71	20	25,32
20-30	23	35,38	6	42,86	29	36,70
31-40	18	27,69	0	0	18	22,78
41-50	6	9,23	2	14,29	8	10,13
51-60	1	1,54	0	0	1	1,27
61-70	1	1,54	1	7,14	2	2,53
71-88	1	1,54	0	0	1	1,27
общо	65	100,00	14	100,00	79	100,00

Табл.3 Кръвоток (в интервали в mL/min.) във венозните графтове при off-pump-операции при мъжете и жените

Кръвоток (в mL/мин.)	мъже		Жени		общо	
	n	%	n	%	n	%
4-19	16	42,11	1	14,28	17	37,78
20-30	15	39,47	3	42,86	18	40,00
31-40	5	13,16	3	42,86	8	17,78
41-57	2	5,26	0	0	2	4,44
общо	38	100,00	7	100,00	45	100,00

В Табл. 4 е представен пулсатилният индекс в артериалните и венозни графтове при off-pump-операциите, а в Табл.5 – на пулсатилният индекс във венозните графтове при off-pump-операции.

Табл.4 Стойности на пулсатилния индекс в артериалните графтове при on-pump-и off-pump-операции

метод на операция	n	средна стойност	стандартно отклонение	стандартна грешка на средната стойност
off-pump	79	2,981	1,040	0,117

Табл.5 Стойности на пулсатилния индекс във венозните графтове при off-pump-операции

метод на операция	n	средна стойност	стандартно отклонение	стандартна грешка на средната стойност
off-pump	79	3,486	2,064	0,505

В Табл. 6 са представени индивидуалните стойности на кръвотока (в mL/мин.) и пулсатилния индекс в графтовете, своевременно идентифицирани като проблемни посредством транзиторната флоуметрия преди и след ревизията им при четири болни - след off-pump операция.

Табл 6. Кръвоток (в mL/min.) и пулсатилен индекс в проблемните графтове преди и след ревизията им при off-pump-операциите

Болен	Пол	Графт	Таргетен съд	преди ревизията		след ревизията	
				Кръвоток	пулс. индекс	кръвоток	пулс. индекс
В.С.	мъж	RIMA	RCA	2	28,7	4	20
Ф.Ю.	мъж	LIMA	LAD	1	16	9	4,2
В.А.	жена	LIMA	LAD	1	26,6	8	4,4
С.Х.	мъж	v.s.m.	RCA	4	10	38	3,5

Установяват се значителни изменения след ревизията на проблемните графтове в индивидуалните стойности на кръвотока и пулсатилния индекс. При кръвотока е налице силно нарастване, а при пулсатилния индекс - силно намаляване на съответните стойности като обективно доказателство за ефективността на оперативното лечение.

4. Заключение

Статията доказва необходимостта от широко приложение на метода интраоперативна транзиторна флоуметрия, един модерен метод за прецизна и обективна ранна диагностика на дисфункцията на артериалните и венозни коронарни графтове. Метод, който за съжаление е не широко познат у нас. Получените стойности при изследването на кръвотока и пулсатилния индекс при операциите на биешо сърце са в границите на препоръчаните от EACTS и ESC, което показва добро качество и проходимост на анастомозите след реваскуларизация на биешо сърце.

С редица клинични наблюдения се илюстрира значителната диагностично-прогностична стойност на интраоперативната транзиторна флоуметрия при вземането на решение за необходимостта от своевременна ревизия на непроходимия коронарен графт, което е в съответствие с натрупания чужд опит и публикувани данни.

Резултатите ни дават основание да препоръчаме по-широкото приложение на метода за интраоперативна оценка на кръвотока през извършените анастомози при болните, подложени както на КАБ на „биешо сърце, така и на конвенционален КАБ. Смятаме, че ранната оценка на коронарния кръвоток чрез транзиторната флоуметрия допринася съществено за оптимизиране на поведението при болните с ИБС.

Литература

1. Ohmes LB, Di Franco A, Di Giammarco G, Rosati CM, Lau C, Girardi LN, Massetti M, Gaudino M. Techniques for intraoperative graft assessment in coronary artery bypass surgery. J Thorac Dis. 2017;9(Suppl 4):S327-S332.
2. Niclauss L. Techniques and standards in intraoperative graft verification by transit time flow measurement after coronary artery bypass graft surgery: a critical review. Eur J Cardiothorac Surg. 2017;51(1):26-33.
3. Amin S, Pinho-Gomes AC, Taggart DP. Relationship of intraoperative transit time flowmetry findings to angiographic graft patency at follow-up. Ann Thorac Surg. 2016;101(5):1996-2006.