

doi: 10.3897/bgcardio.27.e79371

ПЕРИПРОЦЕДУРНА ХЕМОДИНАМИЧНА ОЦЕНКА НА ПЕРКУТАННА ТРАНСКАТЕТЪРНА МИТРАЛНА ВАЛВУЛОПЛАСТИКА

Е. Йорданова, В. Велчев, А. Постаджиян, Н. Стоянов, Б. Каратанчева, Б. Финков

Кардиологична клиника, УМБАЛ „Света Анна“ – София

PERIPROCEDURAL HEMODYNAMIC ASSESSMENT OF PERCUTANEOUS BALLOON MITRAL VALVULOPLASTY

E. Yordanova, V. Velchev, A. Postadzhian, N. Stoyanov, B. Karatancheva, B. Finkov

Cardiology Clinic, University Multiprofile Hospital for Active Treatment "Sveta Anna" – Sofia

Резюме. Освен познатите ехокардиографски параметри за оценка на митрална стеноза, е необходимо познаване и на хемодинамичните характеристики. Изложеният текст описва и илюстрира стъпка по стъпка инвазивните параметри и значението им при пълна оценка на митрална стеноза при пациенти, подложени на перкутанна транскатетърна митрална валвулопластика.

Ключови думи: митрална стеноза, перкутанна транскатетърна митрална валвулопластика, инвазивна оценка на митрална стеноза

Адрес

за кореспонденция: д-р Е. Йорданова, Кардиологична клиника, УМБАЛ „Света Анна“ – София, e-mail: elena.kardzhaliyska@gmail.com

Abstract. Besides the standart echocardiographic parameters for mitral stenosis assessment it is necessary to inquire the hemodynamic characteristics as well. The following article describes and illustrates step-by-step the invasive parameters and their significance in the assessment of mitral stenosis in patients who underwent percutaneous balloon mitral valvuloplasty. .

Key words: mitral stenosis, percutaneous balloon mitral valvuloplasty, invasive assessment of mitral stenosis

Address E. Yordanova, MD, University Multiprofile Hospital for Active Treatment "Sveta Anna",

for correspondence: e-mail: elena.kardzhaliyska@gmail.com

В основата на хемодинамичната оценката на митралната стеноза (МС) стоят добре познати ехокардиографски параметри. Официалните препоръки на Европейското дружество от 2017 г. кратко отбелязват, че инвазивното измерване на наляганята и минутния обем са ограничени до ситуации, в които ехографските данни са непълни или противоречиви [1]. Дясна сърдечна катетеризация е показана само в случаи, при които стойностите на пулмоналното налягане са единствената индикация за хирургично лечение [1].

Ситуациите, в които има нужда от допълнителни данни за вземане на решение, далеч не са редки и налагат известно разбиране на принципите на хемодинамичната оценка от неинвазивния кардиолог и от кардиохирурга, когато обсъждат пациенти с МС. Основният метод за лечение на пациентите с МС – перкутанната транскатетърна митрална валвулопластика (ПТМВ) е на път да се превърне в рядка процедура, поради намаляването на ревматичната болест [2]. Разбирането на принципите на перипроцедурната инвазивна оценка е sine qua non за инвазивния кардиолог и може да е от полза за всеки лекар, интересуващ се от

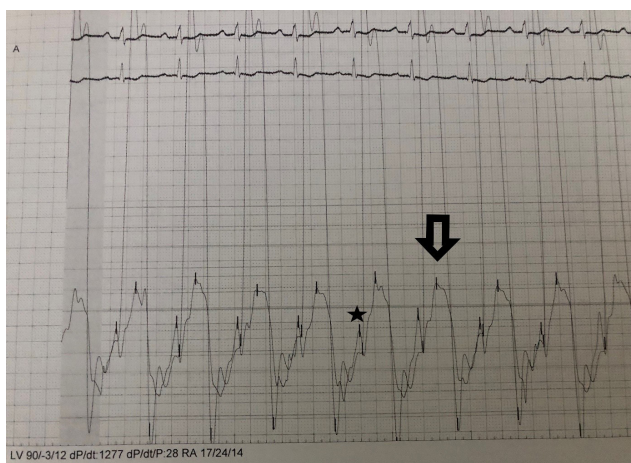
този клапен порок. Опитът на малцината, въвлечени в ПТМВ, би могъл да е от полза и за въвеждането на новите структурни интервенции – перкутанно клапно протезиране или перкутанна пластика при митрална инсуфициенция. Последващото изложение обсъжда и илюстрира ключовите компоненти на хемодинамичната оценка на МС с примери от перипроцедурна оценка на ПТМВ.

Инвазивните параметри, които задължително са интерпретират при ПТМВ, са изброени по-долу по реда, по който ги оценява инвазивният кардиолог, при извършване на процедурата. Като пример е използван протоколът на Кардиологичната клиника към болница „Света Анна“ – София, който е дестилат от над 250 дилатации (2005-2020) и надгражда върху опита на НЦССЗ, където е стартирана процедурата за България през 1988 г. от един от съавторите на ръкописа [4].

1. Оценка на налягането в дясно предсърдие

Често това е първата крива, записана след осигуряване на съдовия достъп. Най-важно е да се

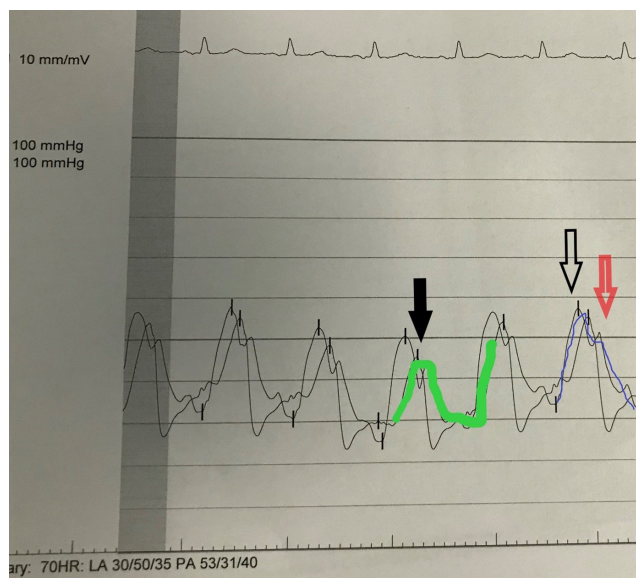
отбележи средното налягане в дясното предсърдие (ДП) – дава представа за диастолната функция и преднатоварването на дясна камера (ДК) и височината и морфологията на V-вълната. Наличието на декомпенсиран трикуспидален порок се явява индикатор за напреднала болест и трудно постигане на оптимален резултат без усложнения. Високата V-вълна е свързана в голяма трикуспидална регургитация и поставя под въпрос използването на термодилуция за оценка на сърдечния дебит [5]. Високостепенната трикуспидална регургитация при систолна дисфункция на ДК допринася за ниския минутен обем и може да обясни фалшиво ниските диастолни градиенти през митрална клапа (фиг. 1).



Фиг. 1. Симултантен запис в ЛК и ДП при пациент с високостепенна МС, тежка пулмонална хипертония и тежка ТрР. Вижда се „вентикаларизация“ на налягането в ДП с висока V-вълна (стрелка) с изместен връх в контура на ЛК систола (вентуларизация). Теледиастолата в ЛК е по-ниска от А-вълната в ДП крива, което е израз на тежка дисфункция на ДК. Средният диастолен градиент през митралната клапа е 7 mm Hg при планиметрична площ 0.7 cm², показваща високостепенна МС (не е показана).

2. Налягане в пулмонална артерия

При липса на втора бариера в белодробната циркулация налягането в АП зависи от големината на v-вълната (фиг. 2) [3]. Измерването му не е част от рутинната предпроцедурна оценка, освен ако пациентът не е олигосимптомен и налягането в АП е единствената индикация за ПТМВ. Планира се в рамките на предпроцедурната диагностика, когато има съмнение в ехографската оценка или ехографските данни показват много високо систолно налягане в ДК при ниски диастолни градиенти на митрална клапа. В последния случай са възможни 2 алтернативни обяснения: а) висок транспулмонален градиент вследствие на ремоделиране на белодробните съдове (втора бариера) в съчетание с нисък МО или б) коморбидност от белодробна паренхимна патология или по-рядко белодробна емболия.



Фиг. 2. Едномоментен запис на налягането в ЛП (зелен дебел маркер) и АП (син тънък маркер) при пациент с белодробна хипертония от 2-ра група по класификацията на БХ (свързана с болест на лявото сърце). Записа показва почти еднакви стойности на систолното налягане в АП (черна кука стрелка) и амплитудата на V вълната в ЛП (черна плътна стрелка). Червената стрелка показва изразена дикротична инцизура в пулмоналната крива. Прави впечатление минималния транспулмонален градиент, сочещ в случая високо налягане в белодробните капилляри.

3. Морфология на кривата на налягане в ляво предсърдие

В нашата лаборатория се използва само директно измерено налягане след трансептална пункция през катетъра на трансепталната игла. Ние стандартно не записваме пулмокапилярно налягане поради това, че в повечето случаи индикациите за ПТМВ са поставени от клиничната и ехографската оценка. В редките случаи на диагностична оценка на митрална стеноза поради лош ехографски прозорец в пулмокапилярната крива се оценяват същите параметри като в левопредсърдната: средно налягане и морфология на кривата със специално внимание към V-вълната. Кривите на налягането в ЛП винаги се оценяват в едномоментен запис (след внимателно нулиране) с втори катетър (най-често тип “свинска опашка”) поставен ретроградно през аортна клапа в лявата камера (фиг. 3). V-вълната вероятно е най-динамичният показател при ПТМВ. Асцендентното ѝ рамо е през камерната систола, върхът съвпада с дикротичната част на ЛК налягане (кука стрелка на фиг. 6b), а десцендентното ѝ рамо съвпада с началото на диастолата (Y-descent).

Морфологията на V-вълната отразява притока на кръв към ЛП (от пулмоналните вени и ретроградно при митрална регургитация) и разтегливостта на самата кухня (фиг. 4). Разтегливостта на ЛП е динамична променлива и зависи от средното налягане в ЛП и площта на отваряне на митралната клапа, и следователно от тежестта на стенозата и резулта-



Фиг 3. Едновременен запис на налягането в ЛП и ЛК, показващ типичните белези на тежка митрална стеноза: висок диастолен градиент (върхов 28 mm Hg, среден 22), при високо налягане в ЛП и ниско налягане на пълнене в ЛК. Ясно изразената А-вълна в ЛП липсва в кривата в ЛК

та от балонната дилатация (фиг. 5). Сама по себе си амплитудата на v-вълната не е нито специфичен, нито чувствителен маркер за голяма митрална регургитация. Динамичната ѝ промяна обаче винаги изисква бърза интерпретация, защото е индикатор за потенциално усложнение и променя стратегията на интервенцията (фиг. 6).

А-вълната в ЛП крива обикновено е с голяма амплитуда и освен че е индикатор за синусов ритъм няма голямо значение за интрапроцедурната оценка. Липсата на А-С-вълна в ЛК крива е типичен белег за тежка митрална стеноза – контракцията на предсърдието не може ефективно да повиши налягането в ЛК поради голямото клапно съпротивление (фиг. 7).

Изходното налягане в ЛП е обикновено високо, поради затрудненото оттичане на кръвта. Нормалното налягане обаче не изключва тежка митрална стеноза и при гранични градиенти изисква допълнителен тест с обемно обременяване или временно пейсиране за провокация на левопредсърдна хипертония. Динамичните тестове в тази ситуация трябва да се предпочитат пред инвазивната оценка на площта на митрална клапа, която е зависима от грешките в измерването на минутния обем. Перфектният тест би бил тестът с натоварване, но това е значително по-трудно да се извърши интрапроцедурно. Понижаването на средното налягане в ЛП в важен критерий за успех на процедурата и определя шанса за дълготраен спад на пулмоналното налягане след валвулопластика. При успешна процедура обикновено спада моментално успоредно с диастоления градиент [6, 7].

4. Среден диастолен градиент между ЛП и ЛК

Средният диастолен градиент между ЛП и ЛК е в основата, както на определянето на тежестта на

митралната стеноза, така и на оценката на крайния резултат (табл. 1) [3].

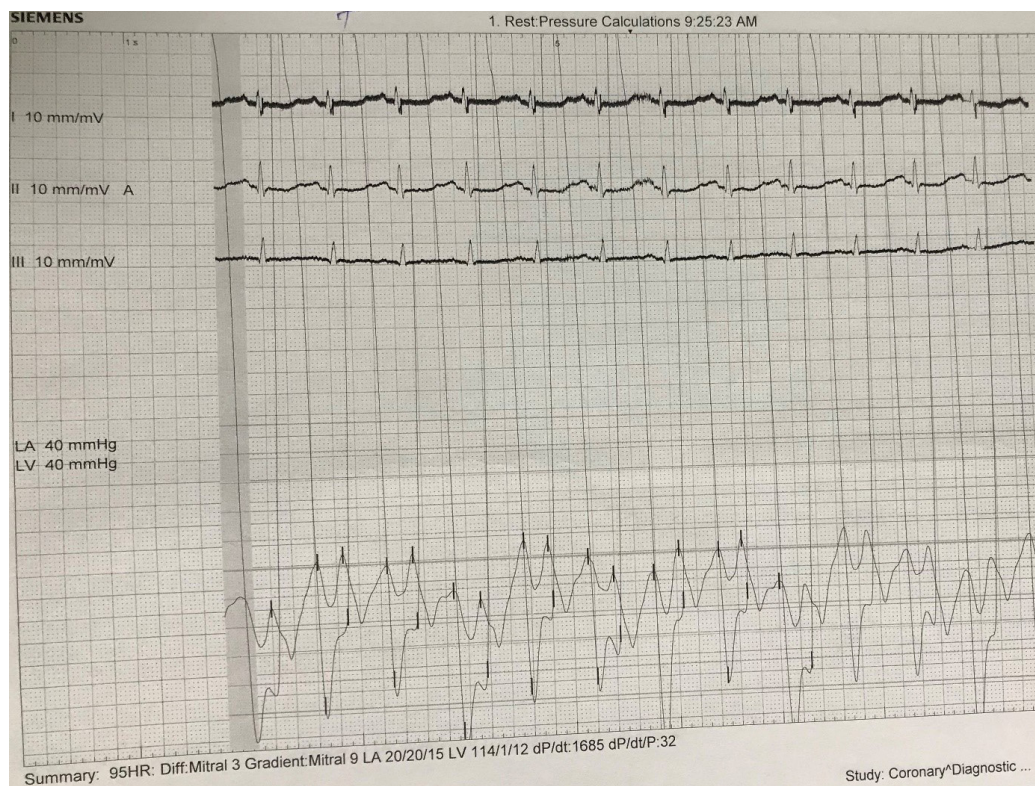
Таблица 1. Тежест на митралната стеноза според средния диастолен градиент

Митрална стеноза	Лека	Умерена	Тежка
MVA (cm ²)	> 1.5	1.0-1.5	< 1.0
Среден градиент (mm Hg)	< 5	5-10	> 10
Средно налягане в АП (mm Hg)	< 30	30-50	> 50

Обикновено намаляването на градиента следпроцедурно е за сметка на понижаване на средното налягане в ЛП и евентуално на леко покачване на теледиастоляното налягане в ЛК (фиг. 5). Силното повишаване на теледиастоляното налягане в ЛК, може да дължи обаче на предизвикана митрална регургитация и следва да се интерпретира в контекста на морфологията на ЛП крива (фиг. 6b). При запазване на минутния обем намаляването на градиента би трябвало да корелира с увеличението на площта на митрална клапа според формулата на Hakki ($\text{Площ на митрална клапа (cm}^2\text{)} = \text{средно налягане в ЛП} \text{ минус теледиастоляно налягане в ЛК} / \text{корен квадратен от MO}$). Така например при изходна площ на митрална клапа от 0.9 cm², намаляване на средния диастолен градиент от 12 на 6 mm Hg, би трябвало да е свързано с удвояване на площта до 1.8 cm², което е достатъчно за успешна процедура. В редките случаи на изходно високо теледиастоляно налягане в ЛК е важно да се коригира артериалната хипертония и да се преосмисли диагнозата – или разтегливостта на ЛК е толкова силно нарушена, или митралната стеноза е надценена, или има съпътстваща болест на ЛК миокард, която може да компрометира резултата от дилатацията на клапата.



Фиг. 4. Изходни налягания при пациент, оценен като подходящ за ПТМВ с комбиниран митрален порок, като митралната инсуфициенция е оценена като 2-ра степен. Вижда се голяма v-с вълна с изместен връх на амплитудата в контура на ЛК систола, което е типично за тежка митрална инсуфициенция. У-десцента (звезда) е с бърз спад и вероятно диастолният градиент(защрихован) е свързан с увеличения обем на преминаваща кръв в диастола при лека митрална стеноза. Вентрикулографията на ЛК потвърждава високостепенна митрална регургитация (не е показана). ПТМВ е абортирана и пациентът е насочен за оперативна корекция на порока.



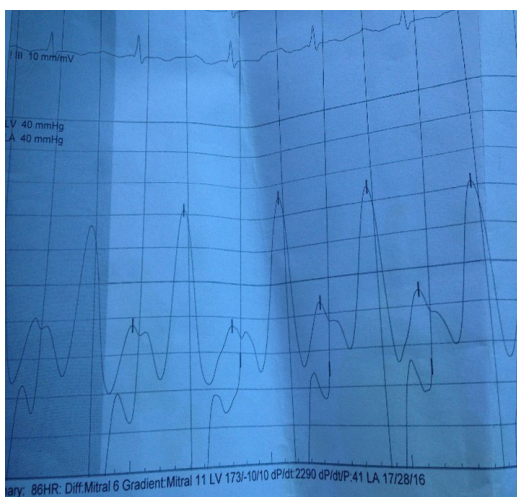
Фиг 5. Същият пациент от фиг. 3 след успешна ПТМВ на дегенерира биопротеза. За сравнение се наблюдава спад на средния градиент, спад на средното налягане в ЛП и намаляване и изравняване на амплитудата на А- и V-вълните в кривата на ЛП. Контролното измерване на МО показва покачване от 2.8 на 3.2 l/min. Резултатът е приет като оптимален за дилатация на дегенерира биопротеза

5. Минутен обем

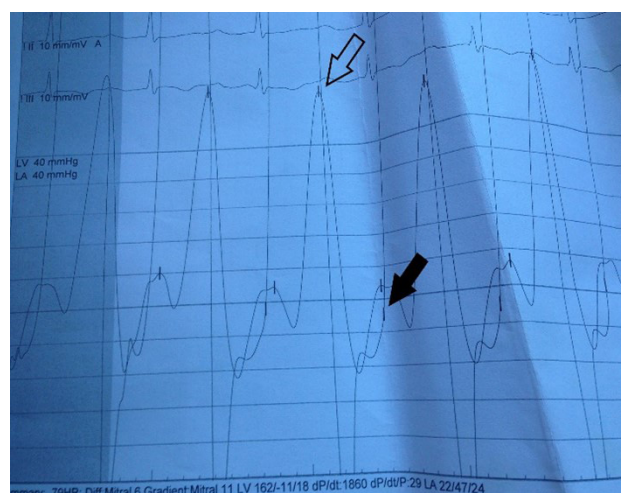
Минутният обем (МО) в идеалния вариант би трябвало да се определи преди и след процедурата с термодилуция (при липсата на тежка трикуспидална регургитация) за оценка на площта на митрална клапа. Единственият теоретичен проблем е създаденият по време на транссепталния преход междупредсърден шънт, който прави ненадеждна термодилуционната крива [8]. Затова е важно да се измери МО, преди да се изтегли балонът в ДП. На практика обаче ние не оценяваме рутинно МО по време на процедурата, а разчитаме на ехографската оценка на площта на митрална клапа, ако не сме сигурни в резултата. Допълнително ситуацията се усложнява от регургитационния обем при митрална регургитация. Би трябвало той да се добави към намерения ударен обем, но измерването му в катетеризационната лаборатория е трудно. Оценката на МО при нас е запазена основно за 3 ситуации: а) когато има основание да се подозира хиподебитно

състояние – ниски градиенти при ниска планиметрична площ от ехографията, артериална хипотония, ниски налягания в ДП; б) подозрение за хипердебитно състояние – циротична КМП, тиреотоксикоза, анемия; и в) най-често, когато предварително е ясно, че не може да се постигне оптимален резултат (лоша морфология на клапата, ангиографски видими калцификати, дегенерирала биопротеза). Тогава в оценка на крайния резултат площта на клапата придобива по-голяма важност от градиента (фиг. 8).

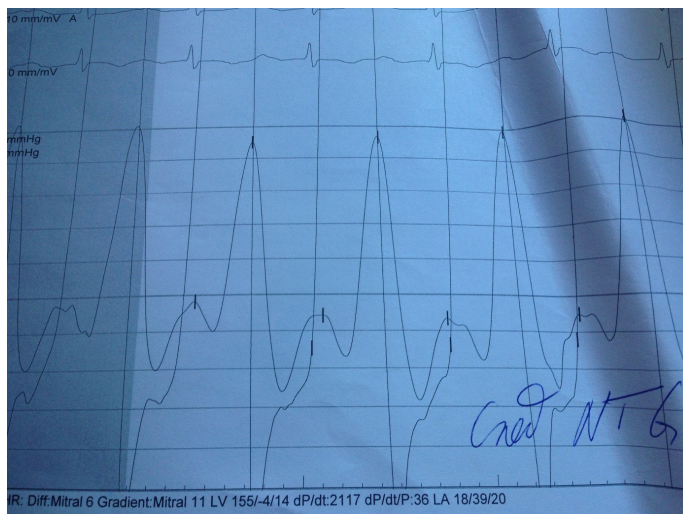
При остро развито се интрапроцедурно хиподебитно състояние трябва максимално бързо да се огледа перикардът за тампонада и да се изключи тежка остра митрална регургитация. Минутният обем и в двата случая ще е нисък, но много по-важна и информативна е ехографската оценка и морфологията на V-вълната. Бърз флуороскопски поглед за оценка на сърдечната сянка и т.нар. „признак на ореола“ (halo sign) имат място при неочаквана хипотония.



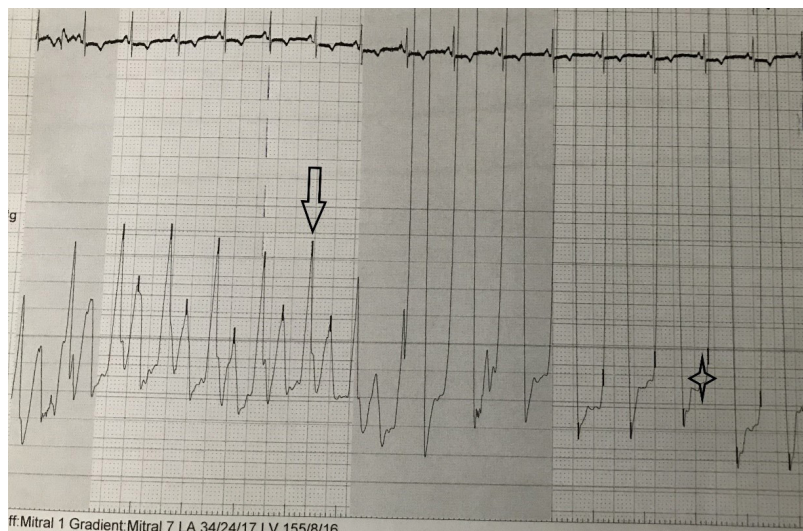
Фиг 6а. Резултат от първа дилатация с балон на Иное 26 mm, преценен като незадоволителен поради висок остатъчен градиент. Ехографски оценена митрална регургитация 1 ст. Високата амплитуда на V-вълната е интерпретирана като израз на неразтегливо ЛП. Теледиастолното налягане в ЛК е нормално



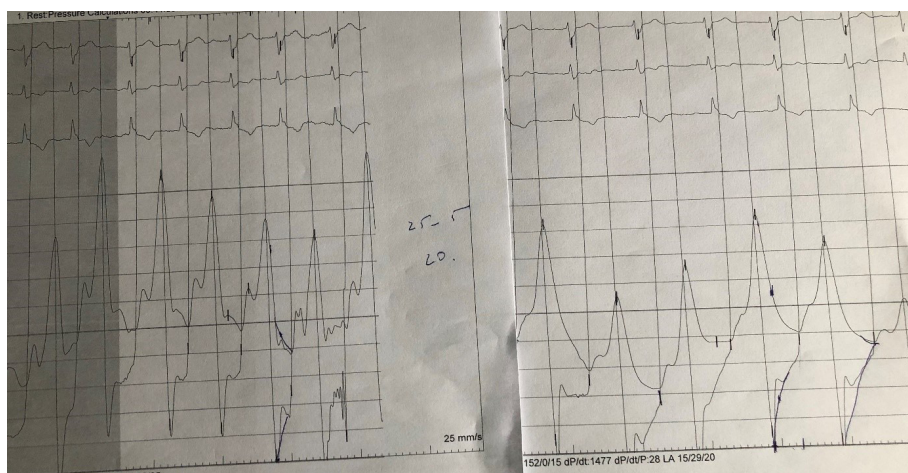
Фиг. 6б. (същият пациент от 6а). Запис след 2-ра инфлация на балона на Иное, показващ гигантска V-вълна (куха стрелка), показване на диастолното налягане в ЛК и минимален диастолен градиент (плътна стрелка) – белези за остра тежка митрална регургитация



Фиг 6с. (същият пациент от 6а). След приложение на нитроглицерин i.v. – спад на амплитудата на V-вълната и теледиастолното налягане в ЛК. Пациентът е стабилизирал с инфузия на нитроглицерин и насочен за оперативна корекция. Интраоперативната находка показва разкъсване на задно митрално платно



Фиг 7. Запис от теглене на катетър (поставен ретроградно) от ЛП в ЛК при пациент с лека митрална стеноза (върхов градиент 7 среден 2 mm Hg). Вижда се А-вълна (стрелка) по-голяма от V-вълната в ЛП крива и липса на А-вълна в ЛК крива (звезда) при запазено теледиастолично налягане



Фиг 8. РПТМВ при пациент с неблагоприятна морфология на подклапния апарат с балон на Иное – 24 mm. Преди дилатацията (вдясно) се вижда висока V-вълна и среден диастолен градиент – 14 mm Hg, МО – 2.4 l/min, изчислена площ 0.67 cm². Прави впечатление, че Y-десцента има рязка промяна в наклона в ранна диастола, като началната част отразява ниската разтегливост на ЛП, бавният спад след ранното пълнене отразява истинското съпротивление на митрална клапа. След дилатацията (влясно) се вижда намаляване на V-вълната при среден градиент 10 mm Hg и МО – 2.6 l/min, изчислена площ – 1.35 cm². Резултатът е приет за краен това, че пациентът е високорисков за хирургия и поради високия риск от усложнения при увеличаване на диаметъра на балона

6. Мониториране на артериалното налягане

Мониториране на артериалното налягане – както при всяка инвазивна процедура, премяната в артериалното налягане трябва да бъде надлежно оценена. Като изключим редките случаи на тампонада, най-честата причина за хипотония е вагална реакция по време на транссепталната пункция. Артериалното налягане е груба оценка на след натоварването на ЛК и при остра митрална регургитация е важно да бъде оптимизирано с вазодилатори за да избегнем развитието на остър белодробен едем.

ОЦЕНКА НА ХЕМОДИНАМИЧНИ ПАРАМЕТРИ ПРЕДИ ПТМВ.

ПТМВ е ефективно лечение на ревматична МС – при подходяща морфология на платната и подклапния апарат. Преди процедурата е важно да съпоставим инвазивните параметри с тези от ехографската оценка [9]. Особено важно е да сме сигурни в степента на съпътстващата митрална регургитация. Голямата V-вълна или високо теледиастолично налягане

в ЛК, налагат според нашия опит предпроцедурна вентрикулография за потвърждаване на ехографските данни (фиг. 4). Понякога високата теледиастола в ЛК налага да се оцени ангиографски степента на аортната регургитация, особено ако пациентът е кандидат за операция. Много рядко се налага вентрикулография на ДК за оценка на трикуспидалната регургитация. Във всеки случай хемодинамичният пълзел изисква кохерентна интерпретация, доколкото това може да промени плана на лечение. След като сме се уверили, че няма необяснени параметри, записваме коректно изходния диастолен градиент през митрална клапа (при предсърдно мъждене усредняване на няколко цикъла) и го складираме като изходен пункт за оценка на резултата.

ИНТРАПРОЦЕДУРНА ОЦЕНКА

Основният принцип на митралната валулопластика е разкъсването на срастналите комисури. Доколкото това е контролиран процес зависи от опита на оператора. Повечето оператори използват балон на Иное, който позволява постепенно увеличаване на твърдостта на балона и неговия диаметър с увели-

чаване на обема на серума използван за раздуване. Ключовото решение за избягване на усложнения е какъв да е диаметърът на балона при първата инфлация. Това се определя най-често според ръста на пациента, като се разчита на корелацията между ръста на пациента и площта на митрална клапа. При наличие на ехографски предиктори за възникване на митрална регургитация (скор на Wilkins) се намалява допълнително първоначалния диаметър и темпа на покачване на диаметъра. Анализът на нашите собствени данни показва, че при опитен оператор шанса за предизвикване на значима митрална регургитация зависи и от изходната площ на клапата. Изходна площ под 0.9 cm^2 е независим маркер за по-висок риск от високостепенна МР. Ехографските маркери на висок риск (Wilkins score) и флуроскопски видимия калций са маркер за субоптимален краен резултат, но не и за високостепенна МР в нашата серия. Това отразява съобразяването на диаметъра на балона с лошата изходна морфология и готовността да се приеме субоптимален резултат ($1.3\text{-}1.5 \text{ cm}^2$) при лоша анатомия. След всяка инфлация се оценява v-вълната, средното налягане в ЛП, трансмитралния градиент и теледиастолното налягане в ЛК. Критерий за прекратяване на процедурата е спад на градиент с минимум 50% или появата на митрална регургитация над 2-ра ст. Това обикновено са съпровожда от понижаване на амплитудата на v-вълната и на средното налягане в ЛП. Обичайно този интрапроцедурен резултат, корелира с постигната площ над 1.7 cm^2 , което гарантира дългосрочен успех – добър функционален капацитет без рестеноза в рамките на 5 год. [10]. Всяко покачване на амплитудата на v вълната налага вентрикулография или ехографска оценка на митрална клапа. При изходна лоша морфология на митрална клапа или подклапния апарат сме готови да приемем спад на градиента под 50% от изходния при инвазивно или ехографски измерена площ на МК между 1.3 и 1.5 cm^2 .

Особен случай е наличието на срастване само на едната комисура – при тези пациенти е водеща не толкова хемодинамиката, а ехографската оценка след всяка инфлация на балона до освобождаване на срастналата комисура.

В редки случаи, въпреки опита и стратегията на постепенно увеличаване на диаметъра на балона, възниква тежка митрална регургитация с новопоявила се гигантска V-вълна (фиг. 6). Много често това се съпровожда с увеличение на средното налягане в ЛП [11]. Навременното разпознаване на това усложнение позволява адекватна редукция на сле-

днатоварването на ЛК и избягване на спешна хирургична интервенция. Такава с предприема след стабилизиране на състоянието на пациента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение ПТМВ е уникална възможност за благоприятно повлияване на хемодинамиката при пациенти с тежка митрална стеноза. Решаващи за успеха са когнитивните умения на оператора за едномоментна интерпретация на данните от флуроскопията, кривите на налягането в различните кухини и интрапроцедурен ехографски контрол. Предвидимата корекция на хемодинамиката на пациента изисква интерпретация на кривите на налягането в сърдечните кухини.

Не е деклариран конфликт на интереси

Библиография

1. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm et al.; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2017 Sep 21;38(36):2739-2791. doi: 10.1093/eurheartj/ehx391.
2. Lung B, Vahanian A. Epidemiology of acquired valvular heart disease. Can J Cardiol. 2014 Sep;30(9):962-70. doi: 10.1016/j.cjca.2014.03.022. Epub 2014 Mar 21. PMID: 24986049.
3. Najih H, Arous S, Laarje A, Baghdadi D, et al. Discordance gradient-surface dans le rétrécissement mitral: le gradient moyen transmitral est-il un critère de sévérité ou un indice de tolérance du rétrécissement mitral serré? [Discordance between mitral valve area (MVA) and pressure gradient in patients with mitral valve stenosis: mean transmitral valve gradient is a severity index or a tolerance index of severity of mitral valve stenosis?]. Pan Afr Med J. 2016 Oct 6;25:75. doi: 10.11604/pamj.2016.25.75.8797.
4. Финков Б, Савова А, Томов Ил. Перкутанна балонна митрална валвулопластика – показания, методология, непосредствени резултати. Съвр. мед., 1990, 12(10), 14-17.
5. Monnet X, Teboul JL. Transpulmonary thermodilution: advantages and limits. Crit Care. 2017 Jun 19;21(1):147.
6. Vieira ML, Silva MC, Wagner CR, et al. Left atrium reverse remodeling in patients with mitral valve stenosis after percutaneous valvuloplasty: a 2- and 3-dimensional echocardiographic study. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2013 Jan;66(1):17-23.
7. Adavane S, Santhosh S, Karthikeyan S, et al. Decrease in left atrium volume after successful balloon mitral valvuloplasty: an echocardiographic and hemodynamic study. Echocardiography. 2011 Feb;28(2):154-60.
8. Gamra H, Zhang HP, Clugston RA, et al. Thermodilution left-sided cardiac output for valve area determination after balloon mitral valvotomy. Am Heart J. 1994 Nov;128(5):934-40.
9. Harcombe AA, Ludman PF, Wisbey C, et al. Balloon mitral valvuloplasty: comparison of haemodynamic and echocardiographic assessment of mitral stenosis at different heart rates in the catheterisation laboratory. Int J Cardiol. 1999 Mar 15;68(3):253-9.
10. Kim D, Chung H, Nam JH, et al. Predictors of Long-Term Outcomes of Percutaneous Mitral Valvuloplasty in Patients with Rheumatic Mitral Stenosis. Yonsei Med J. 2018 Mar;59(2):273-278.
11. Bassand J, Bernard Y, Schiele F et al. Predictors of mitral regurgitation worsening after percutaneous mitral valvuloplasty. Eur Heart J. 1989;10:478.