

АНГИОГРАФИЯ ПРИ ПАЦИЕНТИ С ВРОДЕНИ СЪРДЕЧНИ МАЛФОРМАЦИИ

К. Ненова

Клиника по детска кардиология, Национална кардиологична болница – София

ANGIOGRAPHY IN PATIENTS WITH CONGENITAL HEART DEFECTS

K. Nenova

Pediatric Cardiology Clinic, National Heart Hospital – Sofia

Резюме. Образните методи на изследване са важна част от диагностичния и терапевтичния процес при пациенти с вродени сърдечни малформации (ВСМ) – оперирани и неоперирани. Ангиографията е метод на избор при по-сложни кардиопатии, при недостатъчна информация от предходни неинвазивни изследвания и при планирано интервенционално лечение. Разчитането на ангиографските образи изисква много опит и задълбочено познаване на анатомията в норма и при отделните ВСМ. Получаването на точна информация е от съществено значение за диагнозата и избора на терапевтичен подход.

Ключови думи: ангиография, вродени сърдечни малформации, ангиографски проекции

Адрес за кореспонденция: Д-р Кипарисия Ненова, Клиника по детска кардиология, Национална кардиологична болница, ул. “Коньовица” № 65, 1309 София, тел.: +359896740024; e-mail: dr.knenova@gmail.com

Abstract. Imaging modalities are an important part of the diagnostic and therapeutic process in patients with congenital heart defects (CHD) - operated and non-operated. Angiography is the method of choice for complex cardiac anomalies, when the information from previous, non-invasive studies is insufficient and when an interventional treatment is intended. Interpreting angiographic images takes lots of practice and thorough knowledge of normal cardiac anatomy and anatomy of CHD. Obtaining accurate information is essential for the diagnosis and the therapeutic approach.

Key words: angiography, congenital heart defects, angiographic projections

Address for correspondence: Kiparisiya Nenova, MD, Pediatric Cardiology Clinic, National Heart Hospital, 65 Konyovitsa Str., 1309 Sofia, Bulgaria, tel.: +359896740 024; e-mail: dr.knenova@gmail.com

ВЪВЕДЕНИЕ

Образните методи на изследване са важна част от диагностичния и терапевтичния процес при оперирани и неоперирани пациенти с вродени сърдечни малформации (ВСМ). Съвременните неинвазивни диагностични методики (ехокардиография, СТ, MRI и др.) предоставят голяма част от нужната информация и в повечето случаи отхвърлят необходимостта от допълнително ангиографско изследване [1, 2]. Ангиографията е метод на избор при по-сложни кардиопатии, при недостатъчна информация от неинвазивните образни методи на изследване или при планирана интервенция. Разчитането на ангиографските образи изисква много опит и теоретични познания.

В настоящата обзорна статия са описани основните принципи на ангиографското изследване,

главните ангиографски проекции за изобразяване на сърдечно-съдовите структури и приложението им при по-честите ВСМ (табл. 1). Материалът е подготвен като обучителен и в помощ на практиката на детските кардиолози и кардиолозите, проследяващи възрастни пациенти с ВСМ.

ПРИНЦИПИ НА АНГИОГРАФСКОТО ИЗСЛЕДВАНЕ ПРИ ПАЦИЕНТИ С ВСМ

Получаването на точна информация относно анатомията при ВСМ е от съществено значение за диагнозата и за избора на терапевтичен подход. За целта са необходими ангиографски образи, които можем да интерпретираме и използваме [3].

От изключително голямо значение е предвариантното планиране на изследването [1, 2, 4]. Целта

Таблица 1. Препоръчителни ангиографии и проекции при по-честите вродени сърдечни малформации

Вродена сърдечна малформация	Ангиография (кухина/съд)	Ангиографска проекция
Междупредсърден дефект	Дясна ГБВ	30° - 45° LAO + 30° - 45° CRA
Аномално вливане на белодробни вени	Ствол/клонове на БА с изчакване на левофазата	0° PA
Междукамерен дефект <ul style="list-style-type: none"> Междукамерен септум <ul style="list-style-type: none"> перимембранозен входен мускулен изходен С обструкция в изхода на ДК С аортен пролапс 	Лява камера Дясна камера Аорта	70° LAO + 20° CRA 30° - 45° LAO + 30° - 45° CRA 30° - 45° LAO + 30° - 45° CRA; 70° LAO + 30° CRA 30° RAO; 70° LAO + 30° CRA 0° PA + 30° CRA; LAT; 30° RAO 60° - 70° LAO; 30° RAO
Персистиращ артериален канал	Аорта	30° RAO; 60° - 70° LAO; LAT ± CAU
АВСД <ul style="list-style-type: none"> МКД Изход на ЛК, МИ Изход на ДК, ТИ 	Лява камера Дясна камера	30° - 45° LAO + 30° - 45° CRA 70° LAO + 20° CRA 30° RAO + 30° CRA; LAT
Изход на лява камера	Лява камера	30° RAO; 70° LAO + 20° CRA
Аномалии на аортната клапа	Аорта	60° - 70° LAO; 30° RAO
Коарктация на аортата	Аорта	0° PA; 30° RAO; 30° LAO; LAT ± 10°-15° CAU
Изход на ДК: <ul style="list-style-type: none"> Инфундибулум Пулмонална клапа Бифуркация и клонове ЛБА ДБА 	Дясна камера Дясна камера Ствол на БА Селективно Селективно	10° - 20° LAO + 20° - 40° CRA; LAT 0° PA + 30° CRA; LAT 10° RAO + 30° CAU 60° LAO + 20° CRA 30° - 60° RAO + 20° CRA
Тетралогия на Фало <ul style="list-style-type: none"> Изход на ДК МКД Коронарна анатомия, аорто-пулмонални колатерали 	Дясна камера Лява камера Аорта	0° PA + 30° CRA; LAT; 30° RAO 70° LAO + 20° CRA 0° PA; 30° RAO; LAO
ДКДИ	Лява камера Дясна камера	70° LAO + 20° CRA; 45° LAO + 45° CRA; 30° RAO 0° PA; LAT
Д-транспозиция на големите артерии	Лява камера Дясна камера Аорта	70° LAO + 20° CRA; 30° RAO 0° PA; LAT 0° PA/LAT + 45° CAU; RAO/LAO
Fontan операция <ul style="list-style-type: none"> Празни вени Клонове на БА Фенестър АВИ, камерна функция 	ГПВ и ДПВ Селективно Кондуит Камера	0° PA; LAT 30° RAO/LAO 30° RAO; модификации на основните проекции

ГБВ – горна белодробна вена; LAO – лява предна коса; CRA – краниално; БА – белодробна артерия; PA – задно-предна; RAO – дясна предна коса; ДК – дясна камера; LAT – латерална; CAU – каудално; АВСД – атрио-вентрикуларен септален дефект; МКД – междукамерен дефект; ЛК – лява камера; МИ – митрална инсуфициенция; ТИ – трикуспидална инсуфициенция; ЛБА – лява белодробна артерия; ДБА – дясна белодробна артерия; ДКДИ – дясна камера с двоен изход; ГПВ – горна празна вена; ДПВ – долна празна вена; АВИ – атриоventрикулна инсуфициенция

е да се получи максимален обем информация за сметка на по-ниска доза рентгеново облъчване и минимално количество на контрастното вещество. За това е необходимо:

1. Познаване на анатомията в норма и при отделните ВСМ (възможни съпътстващи аномалии, естествена и следоперативна еволюция).

2. Преглед и анализ на осъществените до момента образни изследвания (избягване на ангиографии от структури, за които вече имаме информация).

3. Избор на съдов достъп.

4. Избор на анатомична структура (кухина или съд), от която ще се осъществи ангиографията.

5. Избор на ангиографски проекции.

6. Избор на ангиографски катетри – с върхова дупка за ръчно впръскване или селективни ангиографии от малки и среднокалибрени съдове, със

странични дупки – при ангиография от сърдечните кухини, белодробната артерия и аортата.

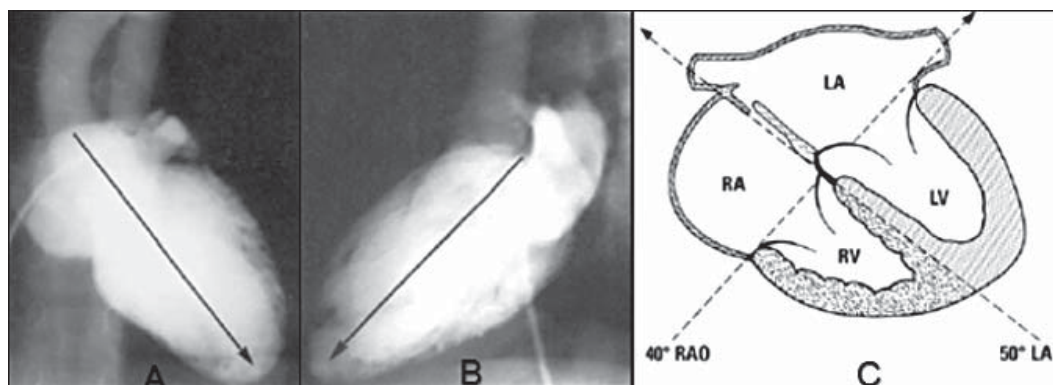
7. Контрастно вещество – вид, обем и скорост на въвеждане. При шънтови лезии по правило се използват по-големи обеми, при обструктивни кардиопатии и при пациенти с намален сърдечен дебит – по-малки. По-важна е скоростта на въвеждане на контраста, което трябва да стане възможно най-бързо, обикновено за 1 или 2 секунди. В детска възраст се използват относително по-големи обеми – 1-1,5 ml/kg за ангиография от сърдечна кухина или голям съд [3, 4]. При възрастен пациент обикновено са достатъчни 30-40 ml.

Пациентът трябва да е правилно позициониран на катетеризационната маса – в права линия, срединно. По този начин сърцето попада в центъра на полето, независимо от проекцията, и позволява използването на определени части от скелета или трахеобронхиалното дърво като анатомични ориентир за определени сърдечни структури [2, 3, 4].

ОСНОВНИ АНГИОГРАФСКИ ПРОЕКЦИИ

Сърцето е сложна триизмерна структура. Нормално, то е ориентирано косо в гръдния кош с левокамерен връх насочен наляво, напред и надолу спрямо сърдечната основа (фиг. 1).

Ангиографският образ е двуизмерна проекция на триизмерни структури. При нормални пространствени взаимоотношения се използват стандартни ангиографски проекции (табл. 2). Наименованията им се определят от посоката на разпространение на рентгеновия лъч и позицията на детектора [1, 5]. Напр. при пациент в легнало положение и рентгенов източник под него, посоката на лъча е отзад напред, което определя проекцията като задно-предна (РА). В същия случай детекторът е над пациента (на 0°) и дефинира проекцията като фронтална. Добавянето на допълнителна ангулация в краниална или каудална посока към всяка една от основните проекции се използва за получаване на неприпокрит от съседни структури образ (фиг. 2).



Фиг. 1. Лява вентрикулография във фас (А) и профил (В), представяща сърдечната ос. (С) – осите на сърцето при дясна (RAO) и лява предна коса проекция (LAO): RAO профилира зоната на сърдечния крест и атриовентрикулната бразда, LAO – камерен и предсърден септум (по Sievert H et al. (eds.) *Percutaneous Interventions for Congenital Heart Disease*, 1st Edit., Imprint CRC Press, p. 15-31, eBook, ISBN 9780429095399)

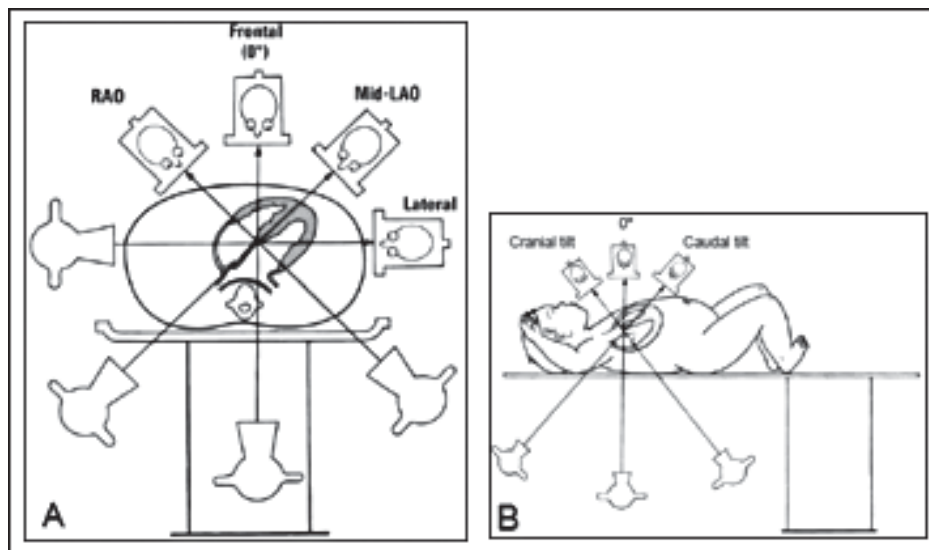
Таблица 2. Основни ангиографски проекции и приложението им

Проекция	Ангулация	Анатомична структура
Задно-предна (фас, фронтална)	0° PA	<ul style="list-style-type: none"> • системни и белодробни вени • ДК и периферни разклонения на БА • аортна дъга и брахицефални съдове • десцендентна аорта и аорто-пулмонални колатерали • еднокамерно сърце
Латерална профил)	90° LAT	<ul style="list-style-type: none"> • изход на ДК, пулмонална клапа, ствол на БА • ПАК • коарктация на аортата • периферни разклонения на БА • коронарни артерии
Дясна предна коса	20° - 30° - 40° RAO	<ul style="list-style-type: none"> • АВ клапи (нормално разположени) • МКД (изходни, предномускулни) • изход на ЛК • аортната клапа • ПАК • десен клон на БА • функция и обеми на камерите • коронарни артерии

Продължение на табл. 2

Лява предна коса	1° - 30° LAO 31° - 60° LAO 61° - 70° LAO	<ul style="list-style-type: none"> • аортната дъга • ляв клон на БА • аортна клапа
Фронтална с краниална ангулация (седяща)	0° PA + 30° - 45° CRA	<ul style="list-style-type: none"> • ствол и клонове на БА • пулмонална клапа • десен клон на БА
Фронтална с каудална ангулация	0° PA + 30°-45° CAU	<ul style="list-style-type: none"> • проксимални части на клоновете на БА • анастомоза кондуит – клонове на БА (до 60° CAU)
Дясна предна коса с краниална ангулация	30° RAO + 30° CRA	<ul style="list-style-type: none"> • десен клон на БА
Лява предна коса с краниална ангулация	25° LAO + 30° CRA	<ul style="list-style-type: none"> • ляв клон на БА
Лява предна коса с краниална ангулация (лява коса дългоосева)	70° LAO + 20° CRA	<ul style="list-style-type: none"> • МКД (перимембранозен, изходен, предна и средна част на мускулен септум) • изход на ЛК и аортна клапа • митрална клапа • аортна дъга • коронарни артерии - ствол и бифуркация на ЛКА, дистални разклонения на ДКА
Четирикухинна (хепатоклавикуларна)	45° LAO + 45° CRA	<ul style="list-style-type: none"> • МКД - входни, задномускулни • примум МПД • коси джетове (ЛК-ДП) • АВ клапи • ляв преден десцендентен клон на ЛКА

ДК – дясна камера; БА – белодробна артерия; ПАК – персистиращ артериален канал; АВ – атриовентрикулни; МКД – междукамерен дефект; ЛК – лява камера; ЛКА – лява коронарна артерия; ДКА – дясна коронарна артерия; МПД – междупредсърден дефект; ДП – дясно предсърдие.



Фиг. 2. Стандартни ангиографски проекции при рентгенов източник под масата и детектор над пациента: (А) – поглед откъм краката на легнал пациент; (В) – положение на детектора спрямо пациента при краниална и каудална ангулация (по Sievert H et al. (eds.). *Percutaneous Interventions for Congenital Heart Disease, 1st Edition, Imprint CRC Press, p. 15 – 31, eBook, ISBN 9780429095399*)

Полето на интерес при структурните кардиопатии е много по-голямо от това при коронарографиите, което създава известни ограничения и повишава риска от артефакти, особено при юноши и възрастни. Ориентацията на междукамерната преграда и връзките между сърдечните кухини и големите артерии са вариабилни и сложни. При неясна анатомия или комплексни кардиопатии задно-предната и латералната проекция са задължителни за

определяне на пространствените взаимоотношения. За получаване на добър ангиографски образ на дадена структура е необходимо използването на няколко проекции, вариации на основните, често различни при една и съща диагноза и различни пациенти [6].

Съвременните лаборатории разполагат с би-планови ангиографски апарати, което позволява анализ на дадена сърдечна структура едновременно

но в две проекции [1, 3]. Сравнително нова методика е ротационната ангиография, при която рентгеновата тръба се завърта напречно около пациента на 120° - 180° и представя зоната на интерес в различни проекции с еднократно въвеждане на контраст.

АНГИОГРАФСКИ ПРОЕКЦИИ ЗА ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА СТРУКТУРИТЕ НА СЪРДЕЧНО-СЪДОВАТА СИСТЕМА

Междупредсърден септум

Най-добро профилиране на междупредсърдния септум се постига при 30° LAO + 30° CRA и селективно впръскване в дясна горнолобарна белодробна вена.

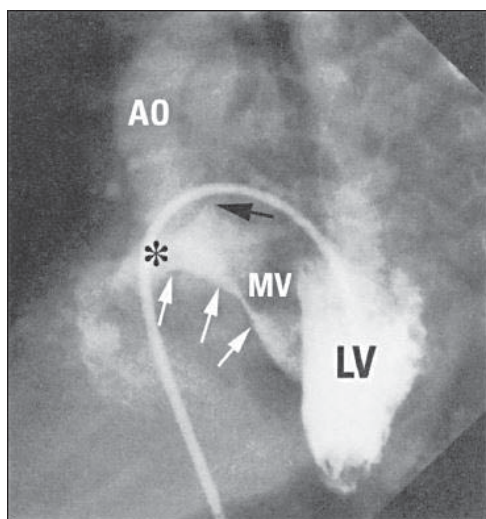
Междукамерен септум

Междукамерният септум е сложна триизмерна структура с "S" образна форма в посока от върха

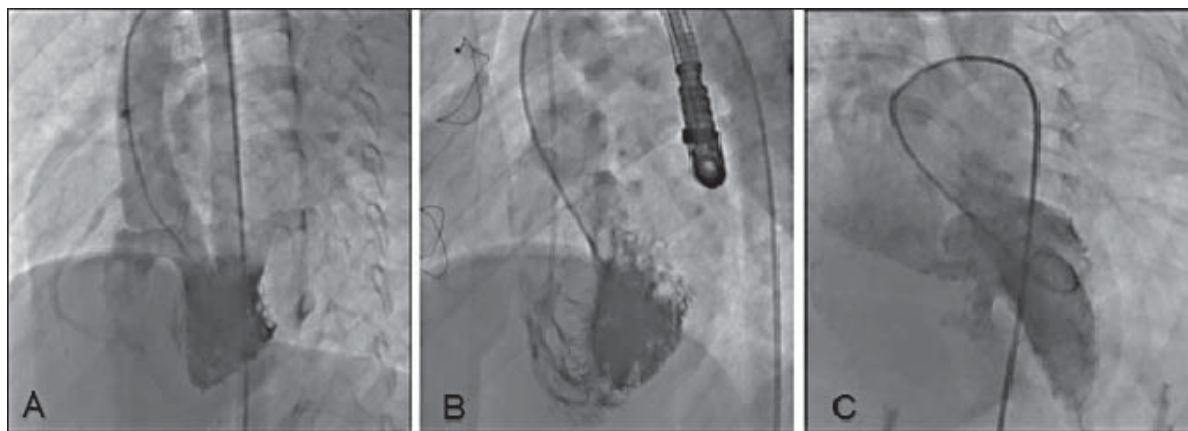
към основата, т.нар. сигмоиден септум, и оформя дъга на 100° - 120° от каудална в краниална посока (фиг. 3). Условно той се разделя на три анатомични зони – перимембранозна, мускулна и изходна (субартериална), които дават наименованията на междукамерните дефекти (МКД). За изобразяването им се използват различни ангиографски проекции (табл. 1). Изключение правят мускулните МКД, по-често множествени, за които са необходими повече от една проекция.

Обект на ангиографско изследване могат да бъдат пациенти с нативен или спонтанно/оперативно затворен МКД. Необходима е информация за броя и локализацията на дефектите, за налични еволютивни или следоперативни усложнения, особено при планирана операция или интервенционално лечение.

МКД се изобразяват най-добре от лява вентрикулография поради гладката повърхност на септума от тази страна [2, 4] (фиг. 4).



Фиг. 3. Вентрикулография от anterogradно (с венозен достъп) сондирана лява камера в лява коса дългоосева проекция. Добре представена е сигмоидната форма на септума (бели стрелки). Вижда се аорто-митралният континуитет (черна стрелка). Част от контраста преминава през камерен дефект (звезда) към дясната камера (по Sievert H et al. (eds.). *Percutaneous Interventions for Congenital Heart Disease*, 1st Edition, Imprint CRC Press, p. 15 – 31, eBook, ISBN 9780429095399)



Фиг. 4. Ангиографски проекции за изобразяване на междукамерни дефекти от ретроградно сондирана лява камера: (А) Частично припокрит от псевдоаневризма перимембранозен междукамерен дефект в лява коса дългоосева проекция; (В) Множествени междукамерни дефекти в лява коса проекция; (С) Входен междукамерен дефект в четирикухинна проекция. Изобразява се и кос джет от лява камера към дясно предсърдие през митралната клапа

Ангиографията от лява камера (ЛК) в лява коса дългоосева проекция профилира по-голямата част от междукамерния септум и улеснява разграничаването на перимембранозната от мускулната му част. Използва се при перимембранозни, изходни и мускулни МКД. Дава информация за изхода на ЛК (характерно удължен при АВСД, наличие на подклапна аортна стеноза), пролапс на аортно платно, морфология и инсуфициенция на митрална клапа.

Лявата вентрикулография в хепатоклавикуларна (четирикухинна) проекция профилира зоната на сърдечния крест и диференцира четирите кухини на сърцето. Тя е оптимална за изобразяване на входни МКД. При атрио-вентрикулен септален дефект (АВСД) дава възможност за оценка на абнормна позиция на общата АВ клапа спрямо интервентрикуларния септум, наличие и степен на АВ инсуфициенция. Подходяща е за оценка на коси джетове (при връзка между ЛК и дясно предсърдие) и разграничаването им от шънт през примум междупредсърден дефект.

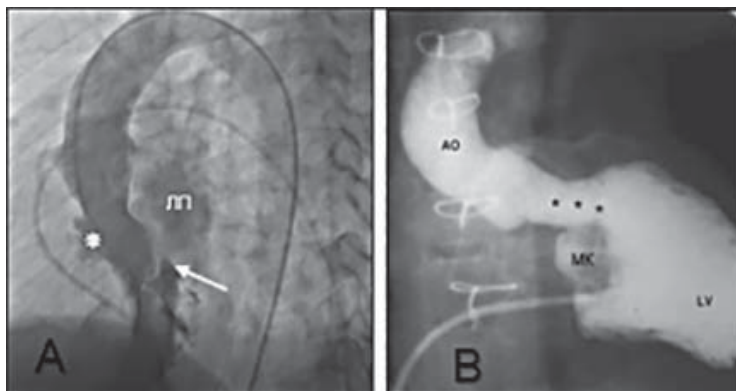
Лявата вентрикулография в дясна коса проекция не представя директно МКД, но контрастирането на изхода на дясна камера (ДК) и белодробната

артерия (БА) е индиректен белег за наличието на шънт. Подходяща е за изобразяване на субартериални МКД, за оценка на изходите на двете камери, морфологията и функцията на митралната клапа, ЛК обеми и систолна функция.

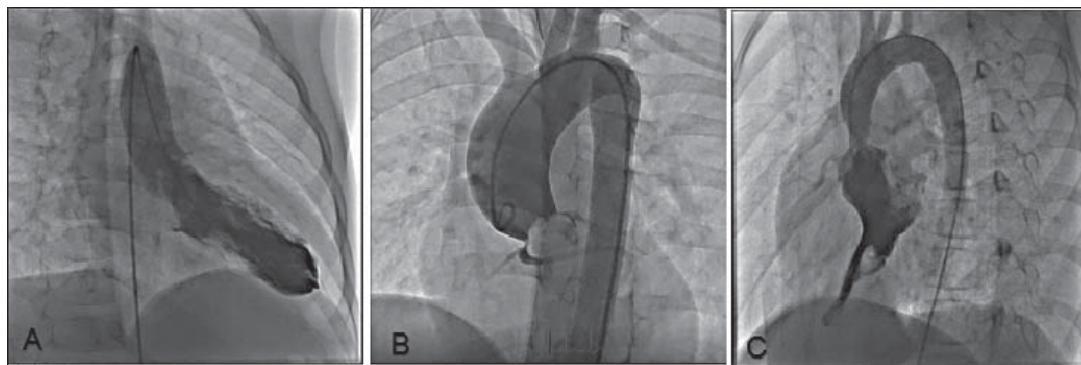
Вариации на основните проекции са необходими в случаите с променени пространствени взаимоотношения между камерите (напр. при коригирана транспозиция на големите артерии с МКД, комплексни кардиопатии).

Изход на лява камера

Обструкциите в изхода на ЛК според локализацията си са клапни, подклапни и надклапни. Те могат бъдат изолирани, множествени (Shone синдром) или част от комплексни кардиопатии (МКД, АВСД и др.). За изобразяването им се използват лява вентрикулография в лява коса дългоосева и дясна коса проекции, и аортография в дясна коса, лява коса и профилна проекции (фиг. 5 и 6). Достъпът до ЛК и аортата може да бъде ретрограден или антеграден през сондирана предсърдна комуникация и митрална клапа (транссептално).



Фиг. 5. (А) Ангиография от ретроградно сондирана лява камера в лява коса дългоосева проекция: затворен с псевдоаневризма междукамерен дефект (звезда), субаортна стеноза тип мембрана (стрелка), митрална инсуфициенция с контрастиране на ляво предсърдие (ЛП); (В) Ангиография от антеградно сондирана през митрална клапа лява камера в дясна коса проекция: удължен под формата на лебедова шия изход на камерата при атриовентрикулен септален дефект (звезди), диспластична митрална клапа (МК); (АО) аорта



Фиг. 6. Аортна стеноза: (А) Лява вентрикулография в дясна коса проекция: хипертрофия на лява камера с фиброза на папиларните мускули, диспластична клапа оформяща купол в систола. Добре се представят базалните инсерции на платната; (В) Аортография в лява коса проекция: диспластична, бикуспидна аортна клапа оформяща купол в систола, постстенотична дилатация на асцендентната аорта; (С) Лява вентрикулография в лява коса дългоосева проекция при надклапна аортна стеноза

В допълнение, от лявата вентрикулография получаваме информация за морфологията, функцията на камерата и митралната инсуфициенция, а от аортографията – за степента на съпътстваща аортна инсуфициенция, изхождане и проходимост на коронарните артерии.

При клапна аортна стеноза и планирана валвулопластика от изключителна важност е точното оразмеряване на клапния пръстен, което зависи от доброто представяне на залавните места на платната (базални инсерции). Препоръката при нормално съотношение на големите артерии и камерно-артериална конкордантност е това да става от лява вентрикулография в систола [2, 4].

При подклапна аортна стеноза е важно да се уточнят анатомичните особености на субстрата – мембрана, фибромускулен вал, хипертрофия на междукламерен септум (тунел-образен тип обструкция) и абнормно окачване на хорди от поддържащия апарат на митрална клапа. При подклапната аортна стеноза по-често се наблюдава аортна инсуфициенция вследствие на ангажиране на клапните платна от фиброзни повлекла, която се оценява от аортография в лява или дясна коса проекция с катетър, позициониран непосредствено над комисурите.

При ВСМ с обструкция в изхода на ЛК е задължително да се изключат коронарни аномалии или остиални стенози, което може да стане с обзорна асцендентна аортография, селективна коронарография или комбинация от двете.

Коарктация на аортата

Ангиографското изследване е златен стандарт за поставяне на диагнозата. При планирана интервенция е важно да се уточнят:

1. Анатомичните особености (локализация, дължина, хипоплазия на трансверзалната дъга или истмичната част).
2. Отношение на стенолитичния участък спрямо брахицефалните съдове и аномално изхождане на дясна подключична артерия.
3. Развитие на колатерална мрежа.
4. Изключване на съпътстваща аортна стеноза.
5. Оценка на морфологията и функцията на ЛК.

Аортографията във фасова проекция често е недостатъчно информативна поради припокриване на коарктационния участък (фиг. 7). По-добро профилиране се постига в латерална или лява коса проекция с възможност за допълнителна каудална или краниална ангулация [2].

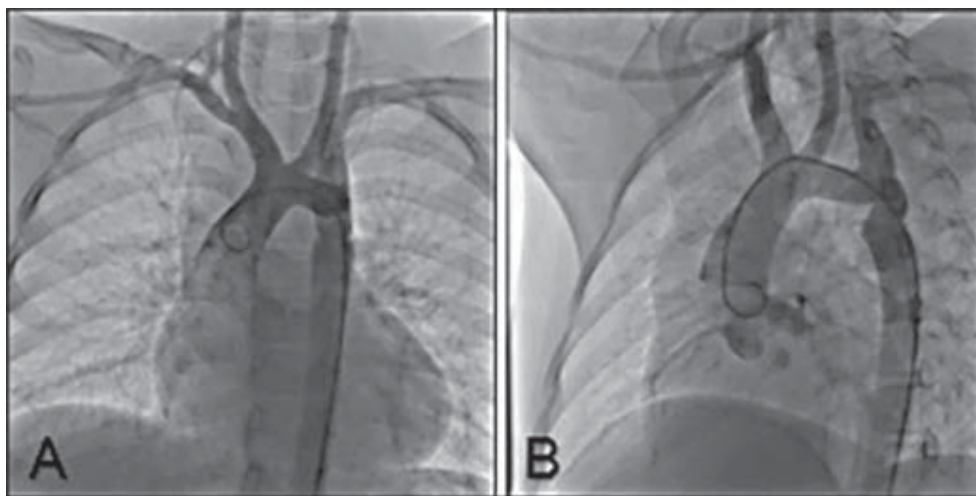
За дясна аортна дъга (изхождане на трункус брахиоцефаликус като първи съд в ляво) се използват огледални проекции.

Изход на дясна камера

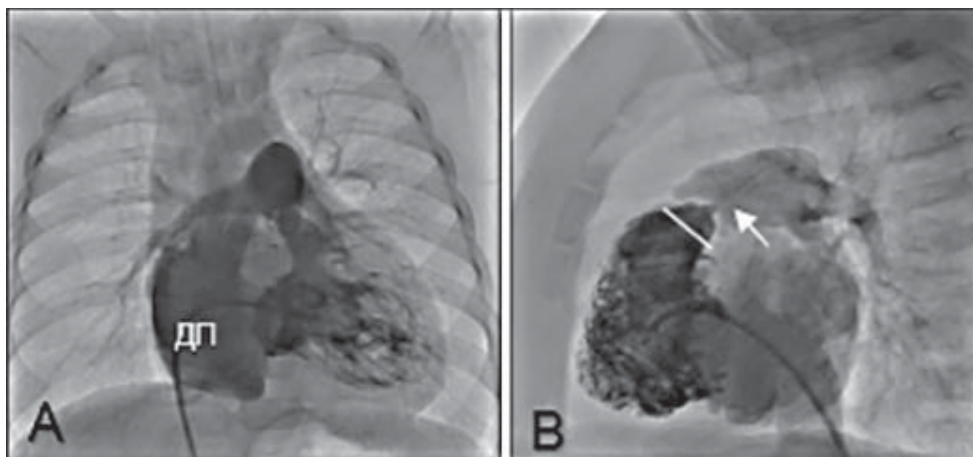
Изходът на дясната камера е дъговидно извит в хоризонталната равнина и в задно-предна проекция някои от анатомичните структури не са добре профилирани или припокривани [2]. Изборът на ангиографска проекция зависи от зоната на интерес.

От дясната вентрикулография в задно-предна и в профилна проекция получаваме информация за нивото на обструкция, степента на трикуспидална инсуфициенция и тежестта на ДК хипертрофия. Недостатък на фасовата проекция е, че скъсява изхода на камерата и по-добро профилиране се постига с добавяне на лека краниална ангулация.

Дясната вентрикулография в профилна проекция е оптимална за оразмеряване на пръстена на пулмоналната клапа (фиг. 8).



Фиг. 7. Аортография при коарктация на аортата: Фасовата проекция (А) е недостатъчна за оценка на анатомията; необходими са профилна (В) и разностепенна лява коса проекция за представяне на трансверзалната дъга



Фиг. 8. Дясна вентрикулография при клапна пулмонална стеноза – хипертрофия на камерата и високостепенна трикуспидална инсуфициенция с контрастиране на цялото дясно предсърдие (ДП): Фасовата проекция (А) скъсява изхода и някои от структурите са припокривани; (В) Оразмеряване на пулмоналния пръстен в профилна проекция (бяла линия); добре се изобразяват централният джет през остатъчния отвор (стрелка) и постстенотичната дилатация на ствола

Подклапната пулмонална стеноза може да бъде инфундибулна (напр. при тетралогия на Фало и клапна пулмонална стеноза) или субинфундибулна (МКД). Във втория случай тя се представя като дефект в изпълването на ДК кухина на границата между входната и изходната част (двухухинна ДК). Важно е да се оцени морфологията на субстрата – хипертрофия на мускулни бандове, фиброза или съчетание от двете.

Надклапната пулмонална стеноза може да е на ниво ствол, клонове или периферни разклонения на БА. Целта на ангиографията е да се уточнят анатомичните особености – ниво, обширност и тежест, което определя избора на терапевтичен подход.

Ангиографията е златен стандарт за изобразяване на периферни пулмонални стенози и едно от най-трудните изследвания поради припокриване на зоните на интерес от съседно разположени структури. Една единствена проекция не е достатъчна за представяне на анатомичните особености. Препоръката е да се започне с дясна или лява коса проекция в съчетание с краниална ангулация за изобразяване на проксималните и хилусните участъци. Впръскването може да бъде от ДК или от ствола на БА, но най-добре е това да става селективно от клоновете и проксимално от стенотичния участък [2, 4].

Тетралогия на Фало

При неоперирани пациенти с тетралогия на Фало (ТФ) ангиографското изследване влиза в съображение при особености в коронарната анатомия, значими стенози на клоновете на БА или аортопулмонални колатерали. Данните от него определят избора на оперативна методика и необходимостта

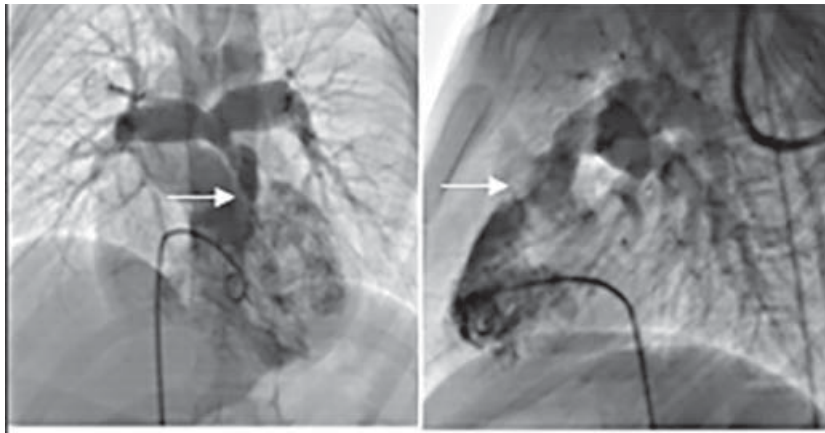
от интервенционално лечение (емболизация на колатерали или стентирание на клонове).

Дясната вентрикулография в съответните проекции (табл. 1) трябва да уточни нивото на стеноза, морфологията и размера на пулмоналната клапа и анатомичните характеристики на клоновете на БА (фиг. 9).

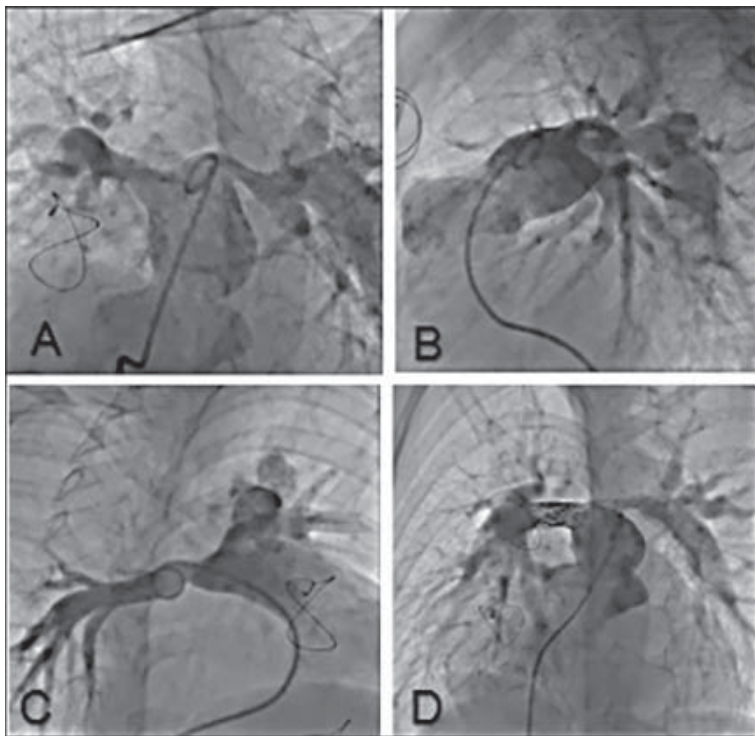
Лявата вентрикулография дава информация за размера и локализацията на МКД, наличието на допълнителни дефекти и степента на яздене на аортата. Достъпът до лявата камера може да е ретрограден или антерограден през предсърдна комуникация.

При всички пациенти е задължително да се уточнят особеностите на коронарната анатомия, за което обикновено е достатъчна аортография от корена на аортата. Аортографията от десцендентната аорта дава информация за налични аортопулмонални колатерали, по-големите от които се изобразяват селективно с ръчно впръскване.

Следоперативните усложнения при пациенти с ТФ зависят от оперативната методика, използвана при дезобструкцията на изхода на ДК. Ангиографското изследване включва: дясна вентрикулография (обеми и функция на ДК, анатомия на изхода, трикуспидална инсуфициенция), селективни ангиографии от клоновете на БА (остатъчни стенози), ангиография от ствола на БА (пулмонална инсуфициенция), лява вентрикулография (остатъчни шънтове, камерна функция и обеми, митрална инсуфициенция), аортография (размери на аортния корен, аортна инсуфициенция), селективна коронарография (възрастни пациенти, предстояща реоперация или транскатетърна имплантация на клапа на пулмонално място) (фиг. 10).



Фиг. 9. Дясна вентрикулография при тетралогия на Фало в седаща (вляво) и профилна (вдясно) проекция: хипертрофия на дясна камера, преминаване на част от контраста през междукамерен дефект към лявата камера, високостепенна подклапна стеноза от девиация на коналния септум и хипертрофия на предната стена на камерата с почти пълно прекъсване на кръвотока в систола (стрелка), тесен пулмонален пръстен, къс и хипопластичен ствол с надклапна пулмонална стеноза



Фиг. 10. Ангиографско изследване при пациент с тетралогия на Фало след радикална корекция с трансануларен патч: Селективното впръскване в ствола на белодробната артерия в седаща (А) и профилна проекция (В) представя дилатиран ствол, пулмонална инсуфициенция и стенози на клоновете на артерията; (С) По-добро изобразяване на стенотичния участък на десния клон е постигнато със селективно впръскване в краниално ангулирана дясна коса проекция; (D) Шест години след имплантиране на стентове в десния и левия белодробен клон - стентът в левия клон е с рестеноза поради ендотелна пролиферация

Пулмонална атрезия (ПА) с МКД

Основната цел на ангиографското изследване е да се изяснят източниците на белодробно кръвоснабдяване, анатомията на клоновете на БА и наличието на конфлуенс (връзка) между тях, от което зависи терапевтичното поведение. Препоръчва се да се започне с аортография във фасова и в профилна проекция. В случай че не се постигне контрастиране на клоновете на БА или техните разклонения от аортопулмонални колатерали, се осъществява селективно вклинено впръскване в белодробните вени с цел ретроградното им изпълване (фиг. 11).

ПА с интактен камерен септум

За разлика от други ВСМ с обструкция в изхода на ДК, в този случай са по-чести аномалиите на коронарните артерии, на трикуспидалната клапа, на клоновете на БА, разностепенна хипоплазия на ствола до пълната му липса и различна по тежест хипоплазия на ДК. Задължително е да се изключат артериални комуникации между кухината на ДК и коронарните артерии (вентрикуло-коронарни фистули), което определя зависимост на коронарната циркулация от ДК и невъзможност за хирургична дезобструкция.



Фиг. 11. Пулмонална атрезия с междукामерен дефект и мултиколлатерално белодробно кръвоснабдяване: (А) Ретроградно изобразяване на хипопластични, конфлуиращи белодробни артерии (стрелка) при вклинено впръскване в лява горнолобарна белодробна вена; (В) Аортография – три големи коллатерала към десния бял дроб (a, b, c) и два – към левия (d, e); (С) Директна комуникация на първия ляв коллатерал, който излиза по задно-лявата стена на аортата, с лявата белодробна артерия и контрастиране на двата конфлуиращи клона (стрелка) на белодробната артерия

Аномалии на камерно-артериалната връзка

Д-транспозиция на големите артерии (Д-ТГА)

Ангиографското изследване рядко влиза в съображение при неоперирани пациенти. Лявата вен-трикулография представя изхождането на БА от камерата и наличието на пулмомитрален континуитет. От нея получаваме информация за наличието, размера и локализацията на МКД. Важно е да се оценят размерите на ЛК и състоянието на изхода. Дясната вен-трикулография представя субаортния конус и дава информация за размера и функцията на камерата. При предстоящ артериален и коронарен трансфер, от особена важност е да се уточнят особеностите на коронарната анатомия и анатомията на аортната дъга, за което са необходими аортографии в съответните проекции.

Ангиографското изследване при оперирани пациенти зависи от настъпилите усложнения, най-честите от които са: надклапна пулмонална стеноза в зоната на анастомозата (по-рядко аортна), инсуфициенция на неоаортната клапа (бивша пулмонална), стенози на коронарните артерии и ЛК дисфункция.

Дясна камера с двоен изход (ДКДИ)

Основната цел на ангиографското изследване е да уточни взаимоотношенията между големите артерии, локализацията на МКД, наличието на субартериална стеноза, размери и обеми на камерите, морфология и инсуфициенция на АВ клапите. Поради често съпътстващите аномалии на аортната дъга е задължителна аортография във фас и профил.

Артериални аномалии

Персистиращ артериален канал

Ангиографското изследване влиза в съображение при планирано транскатетърно затваряне на артериалния канал. Необходимата информация за

избора на устройство (място на изхождане, морфология, най-тесен размер и дължина) получаваме от аортографията в профилна проекция. При недобро изобразяване поради припокриване от аортната дъга се препоръчва лека каудална ангулация или аортография в дясна или лява предна коса проекции.

Коронарни аномалии

Аномалиите на коронарните артерии могат да бъдат изолирани (коронарни фистули, аномално изхождане на лява коронарна артерия от белодробната артерия) или елемент от по-сложни кардиопатии (фиг. 12). Freedom и Culham предлагат удобна за практиката класификация на коронарните аномалии при структурно нормално сърце и при ВСМ. Те ги разделят в четири основни групи: аномалии в изхождането, аномалии в хода, аномалии в размера, аномалии в терминалните разклонения и абнормни връзки [7].

Типични примери за ВСМ с коронарни аномалии са: ТФ, ПА с интактен камерен септум, Д-ТГА и ДКДИ [8].

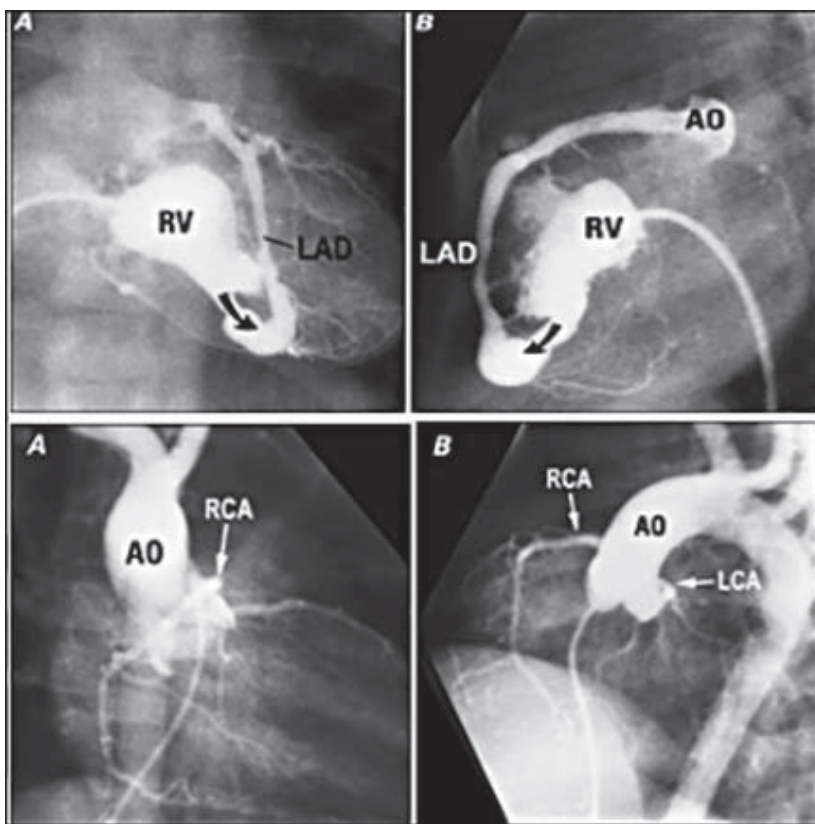
Познаването на коронарната анатомия е от особено голямо значение при планиране на предстояща операция или интервенция. В някои от случаите необходимата информация (анатомия, ход, стенози) се получава от аортографията, в други – е необходима селективна коронарография. При променени камерни и артериални връзки, проекцията се определя след ръчни впръсквания [5].

Ангиография при пациенти след Фонтан операция

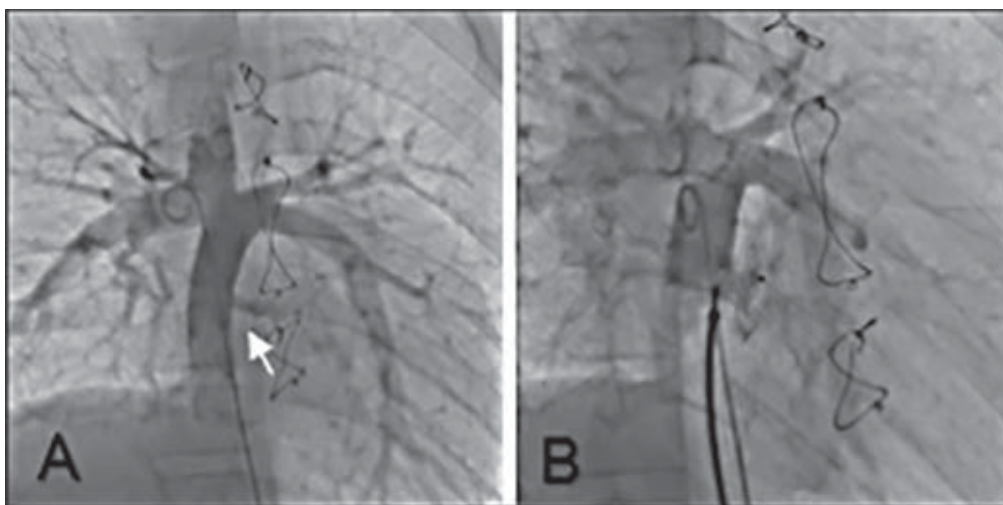
Проследяването на пациенти след Фонтан операция само с неинвазивни изследвания е недостатъчно. Ангиографското изследване трябва да изобрази цялата кавопулмонална система (двете празни вени и двата клона на БА) за изключване на стенози, хипопластични участъци, венозни коллатерали, белодробни артерио-венозни фистули,

дясно-ляв шънт при налична комуникация между венозната система и дясното предсърдие (фенестър) (фиг. 13) и анатомията на белодробните вени в левофазата [2].

Препоръката е да се започне с фасова проекция. В зависимост от целта на изследването или находката се осъществяват допълнителни ангиографии в други основни проекции или техни мо-



Фиг. 12. Аномалии на коронарните артерии при вродени сърдечни малформации. Горен панел: вентрикуло-коронарни артериални връзки. Дясна вентрикулография във фронтална (A) и профилна (B) проекции представяща малка дясна камера (RV) с развита единствено входна част. Лявата предна десцендентна коронарна артерия (LAD) се контрастира ретроградно (стрелка) през комуникации и е свързана с аортата (AO). Долен панел: Аортография в дясна коса (RAO) (A) и краниално ангулирана лява коса (LAO) (B) проекции, демонстриращи ротация на аортния корен при тетралогия на Фало. Дясната коронарна артерия (RCA) изхожда по-високо и по-напред от обичайното, поради което се профилира по-добре в RAO, отколкото в LAO. LCA – лява коронарна артерия. *Tex Heart Inst J.* 2002;29(4):279-89.



Фиг. 13. Тотална кавопулмонална анастомоза с екстракардиален кондуит и фенестър между него и дясно предсърдие: (A) Фасова проекция, представяща липсата на стенози на празните вени, клоновете на белодробната артерия и в зоната на анастомозните места; вижда се преминаване на контраст през фенестъра (стрелка); (B) По-добро профилиране на фенестъра в дясна коса проекция и транскатетърното му затваряне с Amplatzer duct occluder I генерация

дификации. Задължителна е вентрикулографията от работната камера, която дава информация за нейните обеми и функция, за степента на АВ инсуфициенция и за анатомията на изхода. Аортографията се осъществява при аортна инсуфициенция, за оценка на анатомията на коронарните артерии и аортната дъга, за обективизиране на аорто-пулмонални колатерали. При стенози на клоновете, вено-венозни или аортопулмонални колатерали се осъществяват селективни впръсквания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитието и възможностите на съвременните неинвазивни образни методи на изследване до голяма степен изместват ангиографията при диагностицирането и проследяването на пациенти с ВСМ. В ерата на интервентната кардиология и съвременните възможности на сърдечната хирургия за лечение на комплексни ВСМ, тя остава златен стандарт за оценка на анатомията. В помощ на доброто ангиографско изследване е задълбоченото познаване на нормалната анатомия и анатомията при ВСМ. Подходът при всеки пациент е индивидуален с основната цел – получаване на ангиографски образи, които могат да бъдат интерпретирани. Успешното разчитане на ангиографиите изисква не само тео-

ретични познания, но и достатъчно търпение, постоянство и опит.

Не е деклариран конфликт на интереси

Библиография

1. Sievert H et al. (eds.). Percutaneous Interventions for Congenital Heart Disease. Section II: Imaging modalities in the cath-lab. Angiography Lee Benson and Haverj Mikailian; 1st Edition; First Published 2007; Imprint CRC Press; 15-31; eBook ISBN 9780429095399.
2. McLaughlin P, Benson L, Horlick E. The role of cardiac catheterization in adult congenital heart disease. *Cardiol Clin.* 2006;24(4):531-56. doi: 10.1016/j.ccl.2006.08.008.
3. G. Butera et al. (eds.). Cardiac Catheterization for Congenital Heart Disease: From Fetal Life to Adulthood, DOI 10.1007/978-88-470-5681-7, Springer-Verlag Italia 2015.
4. Lock J et al. (eds.), Diagnostic and Interventional Catheterization in Congenital Heart Disease; Edition 2nd, eBook ISBN: 978-1-4757-3173-6, DOI 10.1007/978-1-4757-3173-6, Springer, Boston, MA, 2000.
5. Bergersen L et al. (eds.), Congenital Heart Disease, DOI 10.1007/978-0-387-77292-9_5, © Springer Science+Business Media, LLC 2009.
6. Soto B, Coghlan CH, Barger LM. Present status of axially angled angiocardiology. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1984;7(3-4):156–65. doi:10.1007/BF02552817.
7. Freedom RM, Culham JAG. Abnormalities of the coronary arteries. In: Freedom RM, Mawson JB, Yoo SJ, et al., editors. Congenital Heart Disease, textbook of angiocardiology. Armonk, NY: Futura Publishing Company, Inc.; 1997. p. 849-78.
8. Mawson JB. Congenital heart defects and coronary anatomy. *Tex Heart Inst J.* 2002;29(4):279-89.