ДРУЖЕСТВО НА КАРДИОЛОЗИТЕ В БЪЛГАРИЯ
Българска кардиология
том XXVII, 2021, № 3

doi: 10.3897/bgcardio.27.e71009

КАТЕТЪРНА АБЛАЦИЯ НА МАКРОРИЕНТРИ ПРЕДСЪРДНИ ТАХИКАРДИИ С ТРАНСКОНДУИТЕН ДОСТЪП ПРИ ПАЦИЕНТ С ТОТАЛНА КАВОПУЛМОНАЛНА АНАСТОМОЗА С ЕКСТРАКАРДИАЛЕН КОНДУИТ

В. Трайков[1], Ч. Шалганов[2], Л. Димитров[3], А. Кънева[3], Ст. Лазаров[4], Д. Добрев[3], В. Гелев[1]

[1]Клиника по кардиология, Аджибадем Сити Клиник УМБАЛ Токуда – София
[2]Клиника по кардиология, [3]Клиника по детска кардиология, [4]Отделение по хирургия на вродените сърдечни малформации, Национална кардиологична болница – София

CATHETER ABLATION OF MACROREENTRANT ATRIAL TACHYCARDIAS FOLLOWING TRANSCONDUIT PUNCTURE ACCESS IN A PATIENT AFTER TOTAL CAVOPULMONARY CONNECTION WITH AN EXTRACARDIAC CONDUIT

V. Traykov[1], T. Shalganov[2], L. Dimitrov[3], A. Kaneva[3], St. Lazarov[4], D. Dobrev[3], V. Gelev[1]

[1]Cardiology Clinic, Acibadem City Clinic University Hospital Tokuda – Sofia
[2]Cardiology Clinic, [3]Cardial Cardiology Clinic, [4]Department of Congenital Heart Malformation Surgery, National Heart Hospital – Sofia

Резюме. Представяме случай на 23-годишен мъж с комплексна вродена сърдечна малформация с еднокамерна физиология, наложила многократни оперативни интервенции, включително и извършване на тотална кавопулмонална анастомоза. Пациентът се представя с често (почти ежедневно) рецидивираща предсърдна тахикардия с висока камерна честота и лоша субективна и хемодинамична поносимост. Поради неуспех от лечението с антиаритмични медикаменти пациентът беше насочен за извършване на катетърна аблация. За достъп до предсърдието беше използвана пункция на кондуита със стандартен комплект за транссептална пункция. Преминаването на транссепталния интродюсер в предсърдието беше неуспешно поради значителна резистентност от стената на кондуита и предсърдната стена. Затова се наложи балонна дилатация на пункционното отверстие с режещ балон, което даде възможност за безпрепятствено въвеждане на управляем транссептален интродюсер в предсърдието. Индуцираха се няколко предсърдни тахиаритмии, две от които позволиха изграждане на активационна карта. Диагностицираха се макрориентри тахикардия, вероятно зависима от кавоануларния истмус, и макрориентри тахикардия със сложен кръг тип осморка, ангажираща десните белодробни вени и деснопредсърдното ухо. След създаване на линейни лезии през критичните истмуси на двата кръга се постигна неиндуцируемост. Пациентът е проследен за период от 9 месеца, през които не са регистрирани ритъмни нарушения.

Ключови думи: тотална кавопулмонална анастомоза; екстракардиален кондуит; предсърдна тахикардия; катетърна аблация.

Адрес за кореспонденция: Д-р Васил Трайков, дм, Клиника по кардиология, Аджибадем Сити Клиник УМБАЛ Токуда, бул. Н. Вапцаров № 51 В, 1704 София, тел: 02 403 46 06; email: vtraykov@yahoo.com

Abstract. We present the case of a 23-year-old male diagnosed with a complex congenital heart disease (with single ventricle physiology) which necessitated many surgical interventions including total cavopulmonary connection. The patient presents with recurrent (almost daily) highly symptomatic atrial tachycardia with rapid ventricular rate and poor haemodynamic tolerance. Due to failure of antiarrhythmic drug therapy the patient was referred for catheter ablation. Atrial access was provided following transconduit puncture with a standard transseptal set. Crossing to the atrium with the transseptal introducer was not successful due to resistance from the conduit and the atrial wall. Therefore, balloon dilation of the puncture using a cutting balloon was carried out which resulted in easy crossing to the atrium with a steerable transseptal introducer. Several atrial tachyarrhythmias were induced two of which allowed mapping demonstrating a macroreentrant tachycardia dependent on the cavoannular isthmus as well as a complex figure-of-eight circuit involving right pulmonary veins and the right atrial appendage. Linear lesions transecting the critical isthmuses of the two circuits were delivered which rendered the patient noninducible. During a 9-month follow-up period the patient remained arrhythmia free.

Key words: total cavopulmonary connection; extracardiac conduit; atrial tachycardia, catheter ablation

Address for correspondence: Vasil Traykov, MD, PhD, Clinic of Cardiology, Acibadem City Clinic Tokuda University Hospital, 51 N. Vaptsarov Blvd., BG – 1704 Sofia, tel: +359 2 403 46 06; email: vtraykov@yahoo.com

Въведение

Тоталната кавопулмонална анастомоза (TCPC) по Фонтан е най-често използваният подход за дефинитивно палиативно лечение на пациентите с комплексни вродени сърдечни малформации, демонстриращи еднокамерна физиология [1]. При тази техника венозната кръв се насочва към белодробната артерия (БА). При първите варианти на тази операция това става чрез осъществяване на анастомоза от дясното предсърдие (ДП) до БА. Подобен подход се свързва със значителна ДП дилатация и фиброза и оттам с висока честота на възникване на предсърдни аритмии. Впоследствие оперативната техника еволюира и целият венозен кръвоток се насочва към БА чрез вътрепредсърден латерален тунел или в последната модификация – чрез екстракардиален кондуит. Всъщност екстракардиалната модификация на операцията на Фонтан се изразява в имплантацията на кондуит (изработен от Gore-Tex), който отвежда венозната кръв от долната празна вена (ДПВ) към БА, а горната празна вена (ГПВ) се свързва директно с БА. Тъй като кондуитът се имплантира изцяло екстракардиално, този подход се свързва с по-ниска честота на аритмии, но въпреки това те остават сериозна причина за морбидитет при някои пациенти. Водещ механизъм за изява на предсърдни тахиаритмии в тази популация пациенти е макрориентри механизмът [2-4]. Катетърната аблация при тези пациенти е възможна, но е асоциирана с редица технически затруднения. Едно от основните е достъпът до сърдечните кухини. Поради естеството на операцията достъпът до сърдечните кухини чрез стандартния перкутанен венозен достъп е възможен само в случаите, когато между кондуита и предсърдието е налична артифициална фенестрация. В останалите случаи се налага извършване на пункция на кондуита или ДПВ при подходящи анатомични отношения [3-6]. Възможно е и извършването на ретроградeн трансаортен или хибриден хирургичен достъп [7, 8], както и трансторакален перкутанен достъп [9].

Целта на настоящата работа е да се представи катетърна аблация на макрориентри предсърдни тахикардии при пациент след екстракардиална TCPC, при който достъпът до сърдечните кухини е осъществен посредством пункция на кондуита.

Описание на клиничния случай

Разглежда се случаят на мъж на 23 години с диагностицирана в кърмаческа възраст комплексна вродена сърдечна малформация (ВСМ) – дясна камера с двоен изход, малпозиция на големите артерии, пълен AV септален дефект с голяма комуника-

Introduction

Total cavopulmonary connection (TCPC) by Fontan is the most frequently used approach for definitive palliative treatment of complex congenital heart disease demonstrating univentricular physiology [1]. With this technique venous blood is redirected to the pulmonary artery (PA). With the initial versions of this operation this was carried out by direct connection between the right atrium (RA) and the PA. Such an approach is associated with pronounced RA dilatation and fibrosis resulting in high incidence of atrial arrhythmias. Later on, the operative technique evolved in such a way that the whole venous flow was redirected to the PA via an intraatrial tunnel or in the last version – via an extracardiac conduit. Actually, the extracardiac modification of the operation includes the implantation of a conduit (made of Gore-Tex), which redirects venous blood from the inferior vena cava (IVC) to the PA while the superior vena cava (SVC) is connected directly to the PA. As the conduit is implanted completely extracardiac this approach is associated with a lower incidence of arrhythmias. Nevertheless, arrhythmias remain a leading cause of morbidity in this patient population. The major mechanism of arrhythmogenesis in these patients is macroreentry [2-4]. Catheter ablation in these patients is feasible but is associated with some technical difficulties. One of them is providing access to the heart. Due to the specificities of the surgical technique, access to the heart using the standard percutaneous venous approach is possible only in case when there is an artificial fenestration between the conduit and the atrium. In the rest of the cases and if anatomical relations allow for that, puncture of the conduit or of the IVC is an option [3-6]. There are other options among which are retrograde transaortic approach, hybrid surgical approach [7, 8] or transthoracic percutaneous access [9].

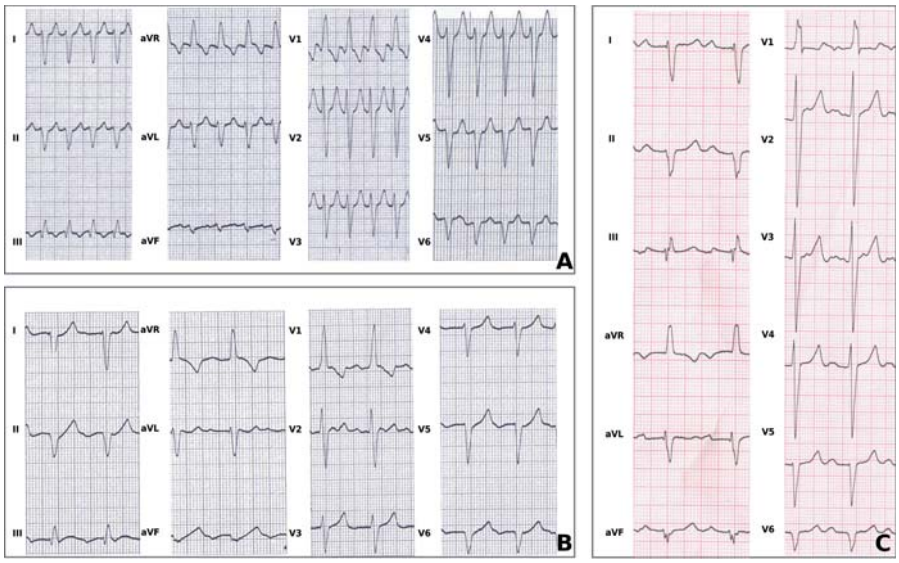
We report a case of catheter ablation of macroreentrant atrial tachycardias in a patient with an extracardiac TCPC following a transconduit puncture.

Case description

This is the case of a 23-year-old male who was diagnosed with a complex congenital heart disease in infancy – double outlet right ventricle, malposition of the great arteries, complete AV septal defect with a common ventricle and common AV

ция тип обща камера при обща AV клапа, аномалия в системния венозен дренаж с лява ГПВ, дрениращa се в коронарния синус и самостоятелен дренаж на чернодробните вени в общото предсърдие. След няколко предходни палиативни оперативни интервенции, на 10-годишна възраст е извършена едноетапно TCPC с анастомозиране на двете празни вени към БА, като ДПВ е свързана с БА посредством екстракардиален кондуит с диаметър 16 mm, фенестриран към предсърдието. Скоро след това поради тежка хипоксия е проведена нова интервенция – фенестърът е затворен, а хепаталните вени, които са били с отделен дренаж към системното предсърдие, са анастомозирани към кондуита с протеза с диаметър 10 mm. Една година по-късно поради реканализация на част от хепаталния кръвоток към системното предсърдие е проведена още една оперативна интервенция, целяща затварянето на устието на хепатална вена, дрениращa се в предсърдието. След последната оперативна интервенция пациентът е с изява на пристъпи на предсърдна тахикардия. Пристъпите протичат с изразена субективна симптоматика, включително и пресинкопална. На ЕКГ се регистрират епизоди на предсърдна тахикардия с AV провеждане 1:1 и такава с блоково съотношение 2:1 (фиг. 1 A, B). ЕКГ в синусов ритъм е представена на фиг. 1 C. Описаните епизоди налагат антиаритмично лечение с медикаменти от клас IC и III. Вследствие на продължителна терапия с амиодарон пациентът развива хипотиреоидизъм, налагащ хормонозаместителна терапия с L-тироксин. Независимо от съпътстващото лечение при пациента персистираха чести,

valve and anomalous systemic venous drainage with the left SVC draining in the coronary sinus and drainage of the hepatic veins into the common atrium. Following several palliative surgeries, he underwent single stage TCPC connecting the two caval veins to the PA at the age of 10. The IVC was connected to the PA using an extracardiac conduit with a size of 16 mm which was fenestrated to the atrium. Due to severe hypoxia a new intervention was carried out shortly after that – the fenestration was closed and the hepatic veins which had separate drainage to the atrium were connected to the conduit using another prosthesis with a size of 10 mm. One year later a part of the hepatic flow was found to recanalise to the atrium resulting in another operation which was aimed at closing the ostium of the hepatic vein draining into the atrium. Following that he developed episodes of atrial tachycardia which were poorly tolerated and have led to presyncope. These were documented on ECG and presented as atrial tachycardia with 1:1 and 2:1 AV conduction (Fig. 1 A, B). ECG in sinus rhythm is shown in Fig. 1 C. Those episodes were treated with antiarrhythmic drug therapy with class IC and class III medications. Due to prolonged amiodarone intake the patient developed hypothyroidism necessitating hormone replacement therapy with L-thyroxin. Despite antiarrhythmic medications the patient had frequently recurring episodes of symptomatic atrial tachycardia with the characteristics described above and he was referred for



Фиг. 1. 12-канален ЕКГ запис в условията на предсърдна тахикардия с AV провеждане 1:1 (панел A) и AV провеждане 2:1 (панел B). На панел C е представена ЕКГ в синусов ритъм. Скорост на записа 25 mm/s

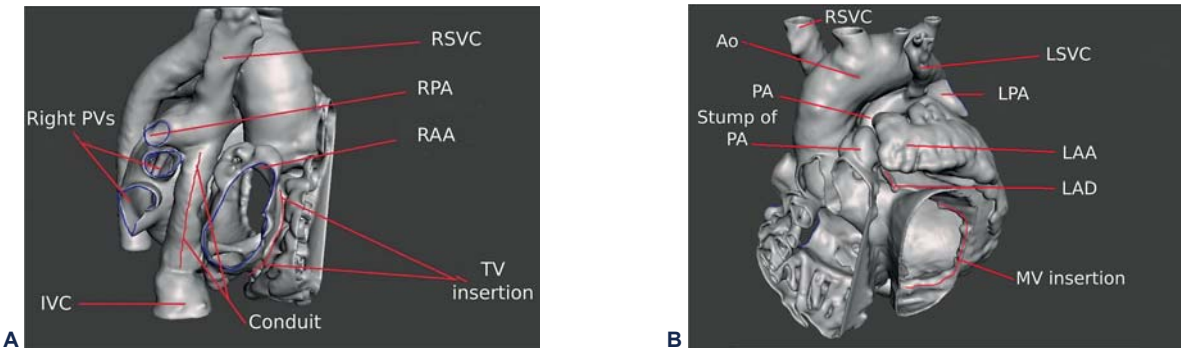
Fig. 1. Twelve lead ECG during atrial tachycardia with 1:1 AV conduction (panel A) and 2:1 conduction (panel B). Panel C shows the ECG in sinus rhythm. Paper speed 25 mm/s

почти ежедневни симптомни епизоди на предсърдни тахикардии с описаните характеристики, поради което бе насочен за извършване на катетърна аблация. Предпроцедурно се извърши мултидетекторно компютърнотомографско изследване с контраст с оглед определяне на пространствените отношения на предсърдието с кондуита и създаване на триизмерен модел на сърцето на пациента (фиг. 2).

След достъп през дясната феморална вена в левия главен клон на БА се въведе десетполюсен диагностичен катетър, който се позиционира в близост до покрива на предсърдието за осъществяване на предсърдна стимулация и за електрическа референция за създаването на електроанатомичната карта на предсърдието в условията на индуцирана аритмия. Въведе се и катетър за интракардиална ехокардиография (Flex View, Abbott Inc, Minnetonka, MN, САЩ). Извърши се ангиография на кондуита посредством pigtail катетър (фиг. 3 A, B). За достъп до предсърдието се използва транссептален интродюсер 8,5 F (Swartz SL1, Abbott, Minnetonka, MN, САЩ). След въвеждането му в кондуита интродюсерът, заедно с позиционирана в лумена му транссептална игла (BRK-1, Abbott, Minnetonka, MN, САЩ), беше ориентиран по лявата граница на кондуита в инфериорния му отдел, срещуположно на латералната предсърдна стена. Позиционирането на транссепталния интродюсер бе верифицирано чрез флуороскопия в две равнини и интракардиална ехокардиография (фиг. 3 C-E). На фона на системна антикоагулация с болус нефракциониран хепарин 100 UI/kg се направи опит за преминаване в предсърдието.

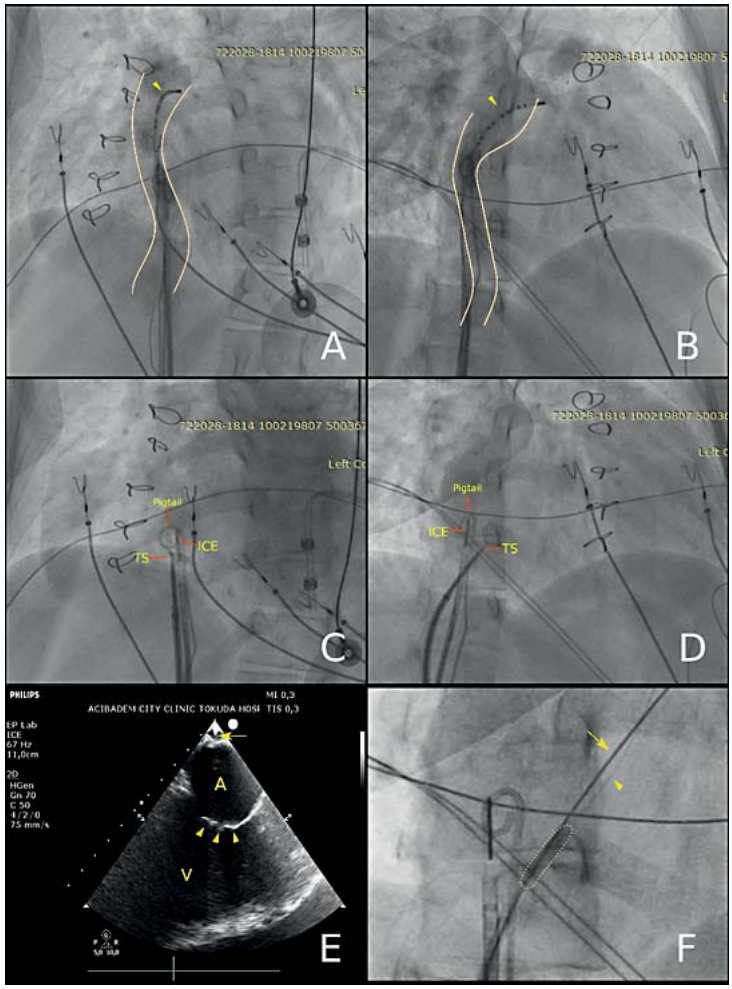
catheter ablation. Contrast enhanced computed tomography was carried out before the procedure to determine the spatial relations of the conduit and the atrium and was used to create a three-dimensional model of the heart (Fig. 2).

Following right femoral venous access, a decapolar diagnostic catheter was introduced and steered to the left PA. It was positioned to overlie the roof of the atrium to ensure capture during pacing and to serve as an electrical reference for mapping during induced arrhythmia. An intracardiac echocardiography catheter was also introduced (Flex View, Abbott Inc, Minnetonka, MN, USA). Conduit angiography was carried out using a pigtail catheter (Fig. 3 A, B). Standard 8.5 F transseptal introducer was used to access the atrium (Swartz SL1, Abbott Inc, Minnetonka, MN, USA). It was introduced in the conduit along with the transseptal needle inserted in it (BRK-1, Abbott Inc, Minnetonka, MN, USA) and was oriented to point towards the left border of the conduit in its inferior part, opposite to the lateral atrial wall. The position of the transseptal assembly was verified by fluoroscopy in two perpendicular projections and by intracardiac echocardiography (Fig. 3 C-E). Following systemic heparinization with unfractionated heparin 100 UI/kg crossing the conduit was attempted. The transseptal needle penetrated through the conduit and the atrial wall easily which



Фиг. 2. Триизмерна реконструкция на анатомията на предсърдието и прилежащия кондуит в две проекции. На панел А проекцията отговаря на дясна коса флуороскопска проекция, а на панел В реконструкцията е представена в лява коса флуороскопска проекция. Ao – аортна дъга, PA – белодробна артерия, IVC – долна празна вена, LAA – левопредсърдно ухо, LAD – предна десцендентна артерия, LPA – ляв главен клон на белодробната артерия, LSVC – лява горна празна вена, MV insertion – инсерция на "митралната" част на общата атриовентрикуларна клапа, PV – белодробни вени, RPA – десен главен клон на белодробната артерия, RSVC – дясна горна празна вена, RAA – деснопредсърдно ухо, RPA – десен главен клон на белодробната артерия, stump of PA – чукан на белодробната артерия, TV insertion – инсерция на „трикуспидалната" част на общата атриовентрикуларна клапа

Fig. 2. Three-dimensional reconstruction of the anatomy of the atrium and the conduit in two plains. The upper panel represents right anterior oblique angiographic projection, and the lower panel shows the reconstruction in left anterior oblique projection. Ao – aortic arch, IVC – inferior vena cava, LAA – left atrial appendage, LAD – left anterior descending artery, LPA – left main branch of the pulmonary artery, LSVC – left superior vena cava, MV – "mitral" part of the common atrioventricular valve, PA – pulmonary artery, PV – pulmonary veins, RPA – right pulmonary artery, RSVC – right superior vena cava, RAA – right trial appendage, RPA – right main branch of the pulmonary artery, TV – "tricuspid" part of the common atrioventricular valve.



Фиг. 3. Панели A и B: Ангиография на кондуита в лява (A) и дясна (B) коса проекция. Обозначени са очертанията на кондуита. Визуализира се и десетполюсен диагностичен катетър в левия главен клон на белодробната артерия (триъгълника). Панели C и D: Позиция на транссептална интродюсер в лява (C) и дясна (D) коса проекция. Визуализират се също катетърът за интракардиална ехокардиография и ангиографския катетър. Панел E: образ от интракардиална ехокардиография, верифициращ позицията на върха на транссептална интродюсер в кондуита сочещ към кухината на предсърдието преди извършване на пункцията (стрелката). Триъгълниците обозначават едно от платната на AV клапата. Панел F: позиция на раздутия балон (обозначен с пунктир) при дилатацията на отверстието между кондуита и предсърдието. Стрелката посочва водача 0,032 in, а триъгълникът посочва водача, по който е въведен и позициониран балонът. A – предсърдие, Pigtail – ангиографски катетър, ICE – катетър за интракардиална ехокардиография, TS – транссептален интродюсер, V – камера.

Fig. 3. Panels A and B: Conduit angiography in the left anterior oblique view (A) and right anterior oblique view (B). The borders of the conduit have been delineated. The decapolar catheter in the left main pulmonary branch is also visible (arrowhead). Panels C and D: Position of the transseptal introducer in the left anterior oblique view (C) and right anterior oblique view (D). The intracardiac echocardiography probe and the angiography catheter are also visible. Panel E: Intracardiac echocardiography image demonstrating the position of the tip of the transseptal introducer in the conduit pointing to the atrium before the puncture (the arrow). The arrowheads denote one of the leaflets of the AV valve. Panel F: Position of the inflated balloon (the dotted line) during dilation of the puncture site between the conduit and the atrium. The arrow points to the 0.032 in guidewire while the arrowhead shows. the angioplasty guidewire over which the balloon has been introduced and positioned. A – atrium, Pigtail – angiographic catheter, ICE – intracardiac echocardiography catheter, TS – transseptal assembly, V – ventricle

Транссептална игла премина лесно през кондуита и предсърдната стена, което беше потвърдено посредством впръскване на контрастна материя през нея. Опитът за въвеждане на транссептална интродюсер в предсърдието обаче бе неуспешен поради сериозно съпротивление от стената на кондуита и тъканта на предсърдната стена. Въпреки приложението и на дилататор от система за балонна митрална валвулопластика Inoue не бе възможно постигането на достатъчна дилатация на пункционното отверстие, което да позволява безпрепятствено преминаване на транссептална интродюсер. Затова се взе решение за балонна дилатация на създадената комуникация между кондуита и предсърдието. В предсърдието се въведе водач 0,032 in и успоредно на него – водач за ангиопластика 0,018 in. Първият беше използван за стабилизиране на системата, а по втория се въведе режещ балон за ангиопластика с диаметър 3,5 mm. Осъществиха се неколкократни дилатации (фиг. 3F), след което лесно се отдаде пре-

was verified by contrast injection. The attempt to introduce the transseptal sheath in the atrium was not successful because of severe resistance by the conduit and atrial tissue. Sufficient dilation of the puncture site allowing for an easy crossing to the atrium was not accomplished despite the use of Inoue type dilator – a part of the mitral valvuloplasty set. Then we decided to attempt balloon dilation of the puncture site. A 0.032 in guidewire was introduced in the atrium and another 0.018 in angioplasty guidewire was also introduced next to it. The former was used for support while a 3.5 mm cutting balloon was inserted over the latter. After several balloon dilations (Fig. 3F) a steerable 8.5 F transseptal sheath (Agilis, Abbott Inc, Minnetonka, MN, USA) was introduced easily into the atrium.

Three-dimensional electroanatomical map of the atrium was created with one of the available mapping

минаване на управляем транссептален интродюсер 8,5 F (Agilis, Abbott Inc, Minnetonka, MN, САЩ).

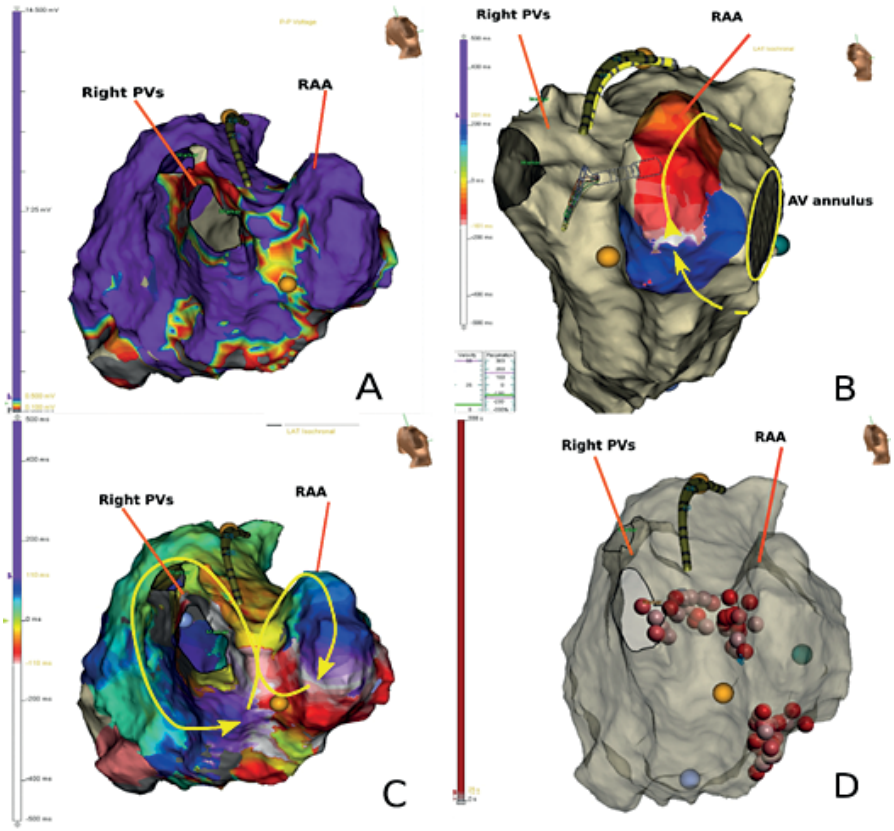
Със система за триизмерен електроанатомичен мепинг EnSite Precision (Abbott Inc, Minnetonka, MN, САЩ) се проведе картография на общото предсърдие, като се изгради високоплътностна волтажна карта на предсърдието в синусов ритъм посредством многополюсен катетър (Advisor HD Grid, Abbott Inc, Minnetonka, MN, САЩ). Тя обективизира нискоамплитудни сигнали по латералната стена на предсърдието, в зоната на интератриалната бразда, прилежаща към кондуита, както и в зоната на истмуса между общата AV клапа и цикатрикса от лигатурата на ДПВ – кавоануларния истмус (фиг. 4A). От проведената бърза и програмирана стимулация се индуцираха няколко типа предсърдни тахикардии с различен цикъл и вероятен макрориентри механизъм. Една от тахикардиите с цикъл 406 ms беше продължителна и позволи изграждане на частична активационна карта на латералната стена на морфологично дясното предсърдие, преди да терминира при манипулация на катетъра (фиг. 4B). Картата обективизира характерното за риентри механизмите разположение на най-ранните електрограми в цикъла до най-късните такива (т.нар. early-meets-late феномен). Поради тази находка приехме, че става въпрос за макрориентри предсърдна тахикардия с участие на кавоануларния истмус. В подкрепа на това решение бе и наличието на нискоамплитудни сигнали в тази зона от волтажната карта в синусов ритъм. След въвеждане на иригиран аблационен катетър с отворен връх 4 mm (Flexability, Abbott Inc, Minnetonka, MN, САЩ) се извърши и аблация чрез създаване на линейна лезия през описания истмус (фиг. 4D). Контактът на аблационния катетър с ендокарда беше мониториран с интракардиална ехокардиография. Използвани бяха следните параметри на аблацията: мощност 35 W, режим на контрол на мощността, максимална допустима температура 42°C, дебит на иригацията 17 ml/min. При наличието само на един катетър в предсърдието верифицирахме блок през кавоануларния истмус чрез удължаване на PR интервала с повече от 80 ms при стимулация латерално от линията, в сравнение с този при стимулация септално от линията [10]. При последващата реиндукция след приложение на хексопреналин в обща доза от 10 mckg се индуцира друга продължителна тахикардия с цикъл 225 ms и AV провеждане 2:1. Изгради се нова активационна карта, която установи риентри кръг тип осморка, ангажиращ десните белодробни вени и деснопредсърдното ухо с общ истмус в зоната на интератриалната бразда (фиг. 4B). Тахикардията терминира при манипулация на катетрите, като предвид находката от електроанатомичната карта се пристъпи към създаване на линейна лезия през критичния истмус, свързваща дясната долна

systems (EnSite Precision, Abbott Inc, Minnetonka, MN, USA).

A multipolar catheter (Advisor HD Grid, Abbott Inc, Minnetonka, MN, USA) was used to create a high-density voltage map during sinus rhythm which identified low voltage zones on the lateral wall of the atrium at the interatrial groove adjacent to the conduit and at the isthmus between the common AV valve and the scar from the ligated IVC – the cavoannular isthmus (Fig. 4A). Burst and programmed atrial pacing was carried out resulting in the induction of several atrial tachycardias with a different cycle length, all of them possibly macroreentrant. One of the tachycardias (cycle length 406 ms) was sustained long enough to allow for limited mapping of the lateral atrial wall before terminating with catheter manipulation (Fig. 4B). The map showed the typical for reentry juxtaposition of the earliest electrograms in the cycle to the latest ones (the so called early-meets-late phenomenon). Because of this finding we considered that this was a macroreentrant tachycardia dependent on the cavoannular isthmus. This was further supported by the presence of a low voltage zone in this area as shown by the voltage map. A linear lesion transecting the cavoannular isthmus was performed using an irrigated 4 mm tip ablation catheter (Flexability Abbott Inc, Minnetonka, MN, USA) (Fig. 4D). Catheter contact during ablation was monitored with intracardiac echocardiography. The parameters of the ablation were: power 35 W delivered in power control mode, temperature cutoff 42°C, irrigation flow 17 ml/min. As there was only one catheter in the atrium, cavoannular isthmus block was verified by PR prolongation more than 80 msec with pacing lateral to the line as compared to pacing septal to the line [10]. The subsequent reinduction attempt following administration of hexoprenaline (total dose of 10 mcg i.v.) resulted in the induction of another sustained tachycardia with a cycle length 225 msec and 2:1 AV conduction. A new activation map was created which demonstrated a figure-of-eight reentry circuit involving the right pulmonary veins and the RA appendage with a common isthmus at the interatrial groove (Fig. 4C). This tachycardia terminated with catheter manipulation and given the finding from the map we decided to create a linear lesion connecting the right inferior pulmonary vein to a zone of scar

белодробна вена със зона на цикатрикс в основата на ДП ухо (фиг. 4D). При последващия опит за реиндукция с бърза и програмирана предсърдна стимулация не се индуцираха продължителни аритмии. Не се регистрираха перипроцедурни усложнения и пациентът беше дехоспитализиран в деня след процедурата. При проследяване от 9 месеца, включващо клинични прегледи и холтер-ЕКГ, не се обективизираха продължителни аритмии.

at the base of the RA appendage thus transecting the critical isthmus (Fig. 4D). With that the patient was rendered noninducible at subsequent burst and programmed atrial pacing. The patient recovered uneventfully and was discharged on the following day. During a 9-month follow-up with clinical check-ups and Holter ECG the patient is free of sustained arrhythmias.



Фиг. 4. Панел А. Волтажна карта на предсърдието в синусов ритъм, демонстрираща зони на нискоамплитудни сигнали под 0,5 mV (представени в нюанси на жълто и червено) и плътен цикатрикс (амплитуди на сигнала под 0,1 mV – представен в сиво). Сигналите с нормална амплитуда са представени във виолетово. Панел В. Активационна карта на латералната стена на морфологично дясното предсърдие и деснопредсърдното ухо в условията на предсърдна тахикардия с цикъл 406 ms. Демонстрира се т.нар. early-meets-late феномен, насочващ към макрориентри механизъм. Жълтата линия очертава вероятния риентри кръг, като пунктираната ѝ част посочва частта, за която липсва информация от активационната карта поради прекъсването на тахикардията. Панел С. Активационна карта на предсърдието в условията на тахикардия с цикъл 225 ms. Демонстрира се сложен риентри кръг тип осморка, ангажиращ десните белодробни вени и деснопредсърдното ухо с критичен истмус в зоната на интератриалната бразда (жълтите линии). Панел D. Анатомична карта на предсърдието с обозначаване на аблационните апликации чрез модула за автоматично маркиране на системата за триизмерна картография, формиращи две линейни лезии. Продължителността на всяка апликация е кодирана в съответен нюанс на червеното. Жълтата сфера маркира мястото на транскондуитната пункция. AV annulus – атриовентрикуларен анулус, Right PVs – десни белодробни вени. Останалите съкращения са както на фиг. 2

Fig. 4. Panel A. Atrial voltage map in sinus rhythm which demonstrates low voltage zones with amplitudes < 0.5 mV (presented in yellow and red) and dense scar (amplitudes less than 0.1 mV – presented in grey). Normal voltage is colour coded in purple. Panel B. Activation map of the lateral wall of the morphologically right atrium and the right atrial appendage during atrial tachycardia with a cycle length of 406 ms. The map demonstrates the so called early-meets-late phenomenon signifying a macroreentrant mechanism of the tachycardia. The yellow line denotes the possible reentry circuit, and the dotted part of the line shows the part for which information on the map is missing due to arrhythmia termination. Panel C. Activation map of the atrium during tachycardia with a cycle length of 225 ms. The map demonstrates a complex reentry circuit involving the right pulmonary veins and the right atrial appendage with a critical isthmus at the interatrial groove (yellow lines). Panel D. Anatomical map of the atrium demonstrating the two linear lesions. Ablation lesions are marked with the automark module of the mapping system. The duration of each lesion is colour-coded in the corresponding shades of red. The yellow sphere denotes the site of transconduit puncture. AV – atrioventricular, PVs – pulmonary veins. The other abbreviations are as in Fig. 2

Обсъждане

Това е първият за страната описан случай на катетърна аблация на предсърдна макрориентри тахикардия при пациент след TCPC с екстракардиален кондуит. За първи път в България се описва успешен достъп до общото предсърдие чрез транскондуитна пункция и се демонстрира ролята на приложението на мултимодални образни методики (вкл. и триизмерно принтиране на модел на кондуита и съседните структури) и интердисциплинарен подход за успеха на процедурата.

Въпреки първоначалния оптимизъм по отношение на редукцията на честотата на предсърдни тахиаритмии при пациенти с първична TCPC операция с екстракардиален кондуит в едно голямо проучване типът операция не се явява предиктор за изявата на късни тахиаритмии, независимо от по-ниската честота на изява на късни тахиаритмии в групата с екстракардиален кондуит [11]. Според публикуваните данни при тези пациенти най-честият механизъм на предсърдните тахиаритмии е макрориентри, като най-често кръгът на риентри използва кавоануларния истмус [3]. При 8% от пациентите се описват и други риентри кръгове. Тези данни са валидни основно за популация пациенти с първична TCPC операция, като при пациентите с конверсия към TCPC честотата на атипичните кръгове се увеличава, най-вече поради създаването на аритмогенен субстрат вследствие на многократните хирургични интервенции. При описания случай наблюдавахме обичаен сценарий с изява на един кръг, вероятно зависим от кавоануларния истмус, и друг кръг на макрориентри тахикардия, което напълно съответства на публикуваните данни.

Технически аспекти на процедурата

При пациентите с TCPC с екстракардиален кондуит се осъществява фенестрация между кондуита и общото предсърдие. Целта е да се отбремени венозната система и да се скъси адаптацията към новите условия, като фенестрацията може да бъде затворена впоследствие, ако хемодинамичните параметри налагат това. В описания случай тази фенестрация е затворена именно поради хемодинамични причини, което оставя транскондуитната пункция като основна възможност за достъп до предсърдието за извършване на катетърна аблация. Успешното ѝ извършване и нуждата от използване на допълнителни методи за стабилизиране на иглата и на интродюсера зависят най-вече от ъгъла, който кондуита сключва с вертикалната равнина. При ъгли под 35° някои автори препоръчват използването на съдова примка за стабилизиране на върха на интродюсера и подобряване на контакта с тъканта [3]. Предпочитана зона с оглед на постигане на най-плътен контакт и избягване на кра-

Discussion

This is the first case report in the country of catheter ablation of atrial macroreentrant tachycardia in a patient after TCPC with an extracardiac conduit. We describe a successful atrial access following transconduit puncture for the first time in Bulgaria also demonstrating the role of multimodality imaging (including printing a three-dimensional model of the conduit with adjacent structures) and the interdisciplinary approach for accomplishing procedural success.

Despite initial optimism regarding reduced incidence of atrial arrhythmias in patients with a primary TCPC a large study failed to demonstrate the predictive value of the operation type on arrhythmia occurrence regardless of the lower incidence of late arrhythmias in the extracardiac conduit group [11]. According to available data the most common arrhythmia mechanism is macroreentry with the cavoannular isthmus dependent circuits being the most frequent type [3]. Other circuits have been described in 8% of the patients. These results apply to a patient population with a primary TCPC while in patients with conversion to TCPC the rate of occurrence of atypical circuits is increasing, mainly because of the arrhythmogenic substrate created by the multiple surgical interventions. In our case we observed a typical scenario with the occurrence of a macroreentrant circuit most likely dependent on the cavoannular isthmus along with another complex macroreentrant circuit which is in line with the previously published data.

Technical aspects of the procedure

In the patients with TCPC with an extracardiac conduit a fenestration between the conduit and the atrium is created. The purpose of this fenestration is to unload the venous system and shorten adaptation to the new conditions. It could be closed subsequently if haemodynamic parameters necessitate that. In this case the fenestration had been closed exactly due to haemodynamical reasons which leaves transconduit puncture as the only major option for atrial access. Successful performance of the puncture and the need for additional tools and methods to stabilize the needle depend on the angle the conduit has with the vertical plane. Some authors recommend using an intravascular snare for needle tip stabilisation and better tissue contact in cases this angle is smaller than 35° [3]. The inferior part of the

ниално придвижване на транссептални интродюсер и иглата с потенциален риск за дисекация са долните отдели на кондуита. В описания случай най-стабилен контакт на транссептални интродюсер получихме именно в тази зона, като вероятно поради наличието на подходящ ъгъл не се наложи използването на вътресъдова примка за допълнителна стабилизация.

Поради затрудненото преминаване на дилататора през пункционния отвор се направи опит за преминаване с дилататор от система за митрална валвулопластика, което беше неуспешно. След провеждането на балонна дилатация с 3,5 mm режещ балон се постигна успешно преминаване на 8,5 F управляем транссептален интродюсер. Използваната в този случай последователност е различна от публикуваната в литературата, където се описва използването на балони за ангиопластика с по-голям размер и приложението на Inoue дилататор следва, а не предхожда балонната дилатация, както е в описания случай [12]. Всъщност техниката с използване на балон с по-малък диаметър има потенциал да избегне създаването на голям остатъчен шънт между предсърдието и кондуита, което би могло да е с неблагоприятни хемодинамични последствия.

Друг важен технически аспект на процедурата е необходимостта за стимулация на предсърдието във връзка с индукция на предсърдни тахиаритмии, както и нуждата от стабилна електрическа референция за изграждане на електроанатомичната карта. В описания случай за това използвахме десетполюсен управляем диагностичен катетър, въведен в левия главен клон на БА, който се намира в непосредствена близост до покрива на предсърдието. Стимулацията с висока енергия от тази зона успяваше да постигне стабилен предсърден захват. Алтернатива за стимулация дава и катетърът, въведен в предсърдието, но същият не може да служи за електрическа референция. За тази цел могат да бъдат използвани и катетри, въведени в системните кухини ретроградно през аортата [12, 13].

Изводи

Транскондуитната пункция за достъп до предсърдието при пациенти с TCPC е осъществим и безопасен метод, позволяващ извършване на електрофизиологични процедури за лечение на предсърдни тахиаритмии при тази група болни. В някои от случаите за безпрепятственото въвеждане на интродюсера от кондуита в предсърдието се налага провеждането на балонна дилатация на пункционното отверстие. За успеха на процедури от този тип е необходим интердисциплинарен подход с участие на множество различни специалисти.

conduit is the preferred target which allows for the best tissue contact and avoids cranial slippage of the transseptal set with a potential risk of dissection. In this case the best contact was achieved exactly in this part of the conduit and probably due to the appropriate angle of the conduit using an intravascular snare was not necessary.

The difficulties encountered with crossing of the transseptal sheath into the atrium necessitated the use of a dilator from a mitral valvuloplasty set. This approach did not result in successful sheath introduction into the atrium either. Therefore, balloon dilation with a 3.5 mm cutting balloon was performed resulting in successful introduction of an 8.5 F steerable sheath into the atrium. This sequence is different from the one published in the literature which reports using larger diameter balloons and the use of an Inoue dilator follows rather than precedes balloon dilation as shown in this case [12]. Actually, using a smaller diameter balloon might potentially avoid creation of a large residual shunt between the atrium and the conduit with the possible deleterious impact on haemodynamics.

Another important technical procedural aspect is the need for atrial pacing and for stable electrical reference for the electroanatomical map. In our case we used a decapolar steerable diagnostic catheter which was introduced into the left main PA located immediately adjacent to the atrial roof. High-energy pacing from this area was able to achieve stable atrial capture. Another alternative for pacing is the catheter in the atrium but this cannot serve as an electrical reference during mapping. Other authors report using catheters introduced in the systemic chambers retrogradely via the aorta [12, 13].

Conclusion

Transconduit puncture for atrial access in TCPC patients is a safe and feasible method which allows catheter ablation to treat atrial tachyarrhythmias in this patient population. Some cases might necessitate balloon dilation of the puncture site to allow for an unimpeded introduction of the transseptal sheath from the conduit into the atrium. Successful completion of such type of procedures requires an interdisciplinary approach involving various specialists.

Не е деклариран конфликт на интереси

No conflict of interest was declared

Библиография/References

1. AboulHosn JA, Shavelle DM, Castellon Y, et al. Fontan operation and the single ventricle. Congenit Heart Dis. 2007;2(1):2-11. doi: 10.1111/j.1747-0803.2007.00065.x.

2. Martin CA, Yue A, Martin R, et al. Ultra-high-density activation mapping to aid isthmus identification of atrial tachycardias in congenital heart disease. JACC Clin Electrophysiol. 2019; 5(12):1459-72. doi: 10.1016/j.jacep.2019.08.001

3. Moore JP, Shannon KM, Fish FA, et al. Catheter ablation of supraventricular tachyarrhythmia after extracardiac Fontan surgery. Heart Rhythm. 2016;13(9):1891-7. doi: 10.1016/j.hrthm.2016.05.019

4. Correa R, Sherwin ED, Kovach J, et al. Mechanism and ablation of arrhythmia following total cavopulmonary connection. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2015;8(2):318-25. doi: 10.1161/CIRCEP.114.001758

5. Moore JP, Hendrickson B, Brunengraber DZ, et al. Transcaval puncture for access to the pulmonary venous atrium after the extracardiac total cavopulmonary connection operation. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2015;8(4):824-8. doi: 10.1161/CIRCEP.115.002969

6. Correa R, Walsh EP, Alexander ME, et al. Transbaffle mapping and ablation for atrial tachycardias after Mustard, Senning, or Fontan operations. J Am Heart Assoc. 2013;2(5):e000325. doi: 10.1161/JAHA.113.000325

7. Khairy P, Fournier A, Ruest P, et al. Transcatheter ablation via a sternotomy approach as a hybrid procedure in a univentricular heart. Pacing Clin Electrophysiol. 2008;31(5):639-40. doi: 10.1111/j.1540-8159.2008.01058.x.

8. Brown SC, Boshoff DE, Rega F, et al. Transapical left ventricular access for difficult to reach interventional targets in the left heart. Catheter Cardiovasc Interv. 2009;74(1):137-42. doi: 10.1002/ccd.21939

9. Nehgme RA, Carboni MP, Care J, et al. Transthoracic percutaneous access for electroanatomic mapping and catheter ablation of atrial tachycardia in patients with a lateral tunnel Fontan. Heart Rhythm. 2006;3(1): 37-43. doi: 10.1016/j.hrthm.2005.09.027

10. Madaffari A, Krisai P, Spies F, et al. Ablation of typical atrial flutter guided by the paced PR interval on the surface electrocardiogram: a proof of concept study. Europace. 2019;21(11):1750-4. doi: 10.1093/europace/euz208

11. Balaji S, Daga A, Bradley DJ, et al. An international multicenter study comparing arrhythmia prevalence between the intracardiac lateral tunnel and the extracardiac conduit type of Fontan operations. J Thorac Cardiovasc Surg. 2014;148(2):576-81. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.08.070.

12. Uhm JS, Kim NK, Yu HT, et al. A stepwise approach to conduit puncture for electrophysiological procedures in patients with Fontan circulation. Europace. 2018;20(6):1043-9. doi: 10.1093/europace/eux126

13. Dave AS, Aboulhosn J, Child JS, et al. Transconduit puncture for catheter ablation of atrial tachycardia in a patient with extracardiac Fontan palliation. Heart Rhythm. 2010;7(3):413-6. doi: 10.1016/j.hrthm.2009.10.037.