

# A jobbkamra-kifolyási pálya rekonstrukciója előzőleg korrigált veleszületett szívhibák esetén fiatal- és felnőttkorban

Hartyánszky István dr.<sup>1</sup> ■ Székely László dr.<sup>1</sup> ■ Szudi László dr.<sup>1</sup>  
Mihályi Sándor dr.<sup>1</sup> ■ Kádár Krisztina dr.<sup>1</sup> ■ Temesvári András dr.<sup>1</sup>  
Bálint Hajnalka dr.<sup>1</sup> ■ Szatmári András dr.<sup>1</sup> ■ Tóth Attila dr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gottsegen György Országos Kardiológiai Intézet, Budapest

<sup>2</sup>Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Kardiológiai Központ, Budapest

A sikeres csecsemő-, gyermekkori beavatkozások eredményeként folyamatosan növekszik azoknak a betegeknek a száma, akik megélik a serdülő-, illetve felnőttkort. *Cél:* A szerzők a rekonstrukciót követő jobbkamra-kifolyási pálya reoperációinak korai és középtávú eredményeit vizsgálták fiatal- és felnőttkorban. *Módszer:* 2001 és 2012 között 48, csecsemő- és gyermekkorban rekonstrukciós műtéten átesett (30 Fallot-IV, 11 pulmonalis atresia+kamrai septumdefektus; hat nagyér-transpositio+kamrai septumdefektus+balkamra-kiáramlási szűkület; egy truncus arteriosus) fiatal- és felnőttkori beteg (15–39 év, átlag 21 év) reoperálása történt jobbkamra-diszfunkció, illetve -elégtelenség miatt. *Eredmények:* Harmincegy betegben a kinőtt homograft, kilenc betegben a transanularis folt helyére homograft, hat betegben a transanularis folttal kialakított anulusba, két betegnél a homograftanulusba biológiai műbillentyű-beültetés történt. Tizennégy esetben a műtétet kiterjesztették a jobbkamra-kifolyási pálya aneurysma reszekciójával. Műtét során és a 10 éves utánkövetési periódusban beteget nem vesztek el. Homograftcserét követően a betegek 95,5%-ában értek el ötéves műtéti beavatkozásmentességet. *Következtetések:* A jobbkamra-kifolyási pálya rekonstrukciója jó eredménnyel végezhető fiatal- és felnőttkorban. A jobbkamra-elégtelenség megelőzésére javasolt a műtét elvégzése már fiatal felnőttkorban, megfelelő szájadék esetén a biológiai műbillentyű beültetése a választandó megoldás. *Orv. Hetil.*, 2012, 153, 1219–1224.

**Kulcsszavak:** jobbkamra-kifolyási pálya rekonstrukciója

## Right ventricular outflow tract reconstruction in adolescents and adults after previous repair of congenital heart defects

Due to successful surgical treatment of congenital heart defects in infants and children, the number of patients who reach the adolescent/adult age is continuously increasing. *Aims:* The authors sought to identify the short- and medium-term outcomes of reconstruction of right ventricular outflow tract in adolescents and adults who underwent surgical intervention for congenital heart defect in infancy or early childhood. *Methods:* Between 2001 and 2012, 48 patients (age: 15–39, mean 21 years) (30 tetralogy of Fallot, 11 pulmonary atresia + ventricular septal defect, 6 transposition of great arteries + ventricular septal defect + left ventricular outflow tract obstruction, and 1 truncus arteriosus) had repeat operation because of right ventricular dysfunction. All patients previously underwent right ventricular outflow tract procedures in early childhood. *Results:* In 31 patients, the small homograft, and in 9 patients the transannular-paths were replaced for "adult-size" homograft. Bioprosthetic pulmonary valve replacement was performed in pulmonary (6 patients) and homograft annuli (2 patients). In 14 patients, resection of the right ventricular outflow tract aneurysm was also necessary to be performed. There was no early and mid-time (10 years) mortality. In 97.5% of patients with homograft-re-implantation, there was no need for repeat intervention for 5 years.

**Conclusions:** The right ventricular outflow tract restoration in adolescents and adults is an effective procedure. The reconstruction should be performed in early adolescent period to prevent right ventricular dysfunction. The authors prefer using bioprosthetic pulmonary valve replacement in patients with adult-size pulmonary or homograft annulus. *Orv. Hetil.*, 2012, 153, 1219–1224.

**Keywords:** right ventricular outflow tract reconstruction

(Beérkezett: 2012. június 5.; elfogadva: 2012. június 21.)

### Rövidítések

ED = végdiasztolé; EF = ejekciós frakció; ES = végszisztolé; LV = bal kamra; LVED = balkamra-végdiasztolé; RV = jobb kamra; RVED = jobbkamra-végdiasztolé; RVEDV = jobbkamra-végdiasztolés volumen; TE = transoesophagealis echokardiográfia

A veleszületett szívfejlődési rendellenességekkel foglalkozó congenitalis sebészek munkájának eredményeként folyamatosan emelkedik azon betegek száma, akik a sikeres csecsemő-, gyermekkori beavatkozások eredményeként megélik a serdülő-, felnőttkort, és napjainkra már jelentősen meg is haladják a gyermekkori veleszületett szívbetegség számát [1, 2, 3]. Azok a betegek, akiknél a csecsemő- vagy gyermekkori primer anatómiai korrekció sikeres volt, normális életet élnek, de akiknél az anatómiai lehetőségek ezt nem engedték meg, azoknál a residuumok mértékétől függően a jobb kamra működése fokozatosan romolhat, és felnőttkorra katasztrófához vezethet [2]. Tanulmányunk célja a különböző szívfejlődési rendellenességek csecsemő-, gyermekkori rekonstrukciója után visszamaradt jobbkamra-kifolyási pálya betegségek fiatal- és felnőttkori rekonstrukciós lehetőségeinek és eredményeinek vizsgálata volt.

### Betegek

2001. január 1. és 2012. február 12. között 57 fiatal felnőtt és felnőttkorú betegen (15–39 év, átlag: 21 év, 18–100 kg, átlag: 58 kg) végeztünk jobbkamra-kifolyási pálya rekonstrukciós műtétet. Kilenc betegnél primeren történt a beavatkozás, 48 esetben a veleszületett szívfejlődési rendellenesség (30 Fallot-tetralógia, 1 pulmonalis atresia+kamrai septumdefektus±MAPC-k, 6 nagyér-transpositio+kamrai septumdefektus+balkamra-kiáramlási pálya obstrukció, 1 truncus arteriosus communis) csecsemő- vagy gyermekkori rekonstrukcióját követően. Vizsgálatunk tárgyát a reoperációt igénylő betegek képezték.

A műtéti indikáció felállításában a klinikai tüneteken kívül az echokardiográfias leletek (jobbkamra-nyomás, jobbkamra-kifolyási pálya szűkülete, insufficientia és aneurysma jelenléte/mértéke, a jobb kamra tágassága, tricuspidalis insufficientia, TAPSE, bal kamra ejekciós

frakció) és 14 esetben az MRI-eredmények (pulmonalis regurgitatio 12–59, átlag 41%, jobbkamra-kifolyási pálya aneurysma jelenléte/mértéke 20×20–60×60, átlag 35×30 mm, jobbkamra-funkció: ED-volumen, 121–299, átlag 199 ml/m<sup>2</sup>, ES-volumen 44–208, átlag 110 ml/m<sup>2</sup>, EF 33–51, átlag 37%, balkamra-funkció: ED-volumen 60–176, átlag 91 ml/m<sup>2</sup>, ES-volumen 22–66, átlag 42 ml/m<sup>2</sup>, EF-átlag 23–68, 55%) játszottak meghatározó szerepet. Társuló, hemodinamikai jelentőséggel bíró residuumok kizárására hemodinamikai vizsgálat történt.

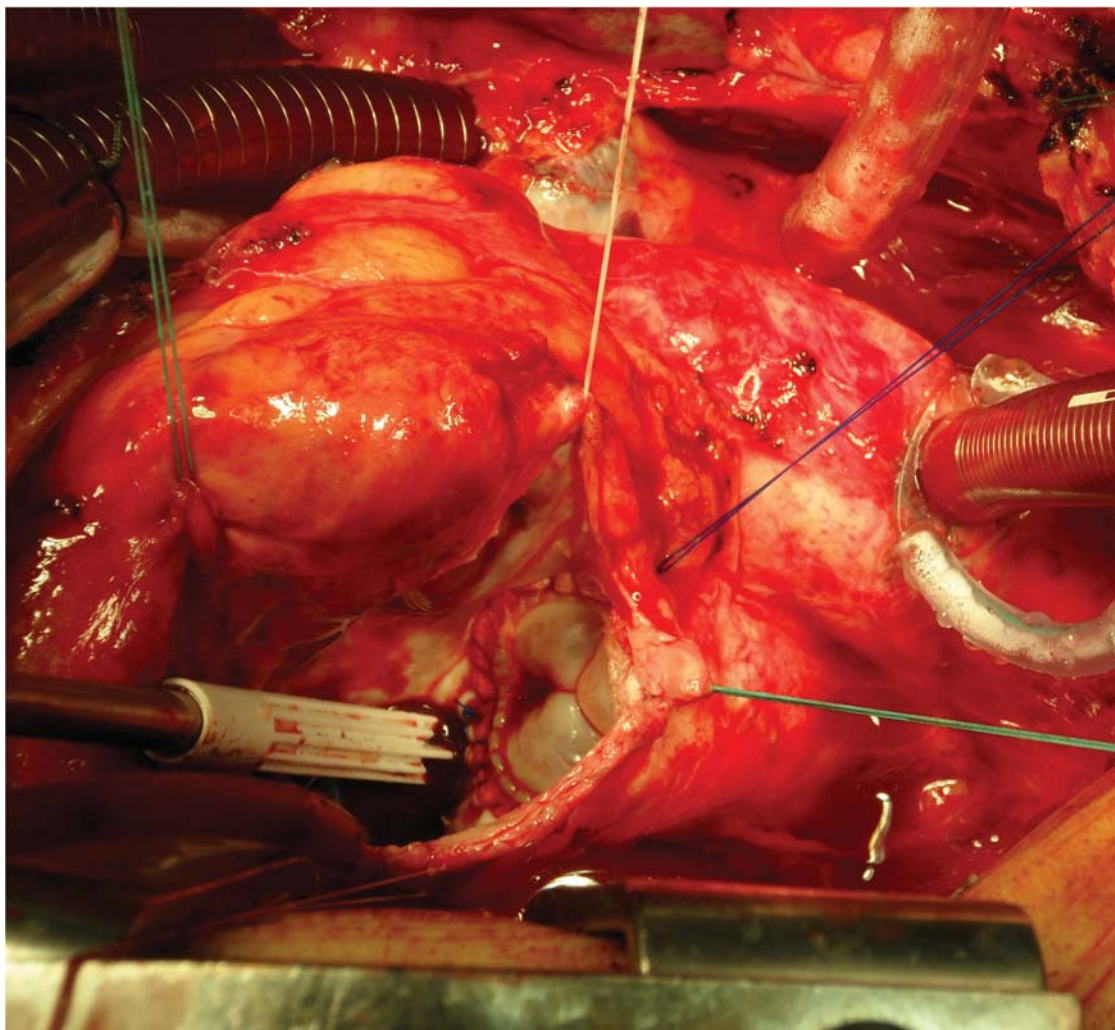
### Eredmények

Harmincegy betegen (13 Fallot-IV, 11 pulmonalis atresia, kamrai septumdefektus±MAPCA, 6 nagyér-transpositio, kamrai septumdefektus, balkamra-kiáramlási pálya szűkülete, 1 truncus arteriosus communis) a beültetett homograft a gyermek növekedése követében méretében elmaradt a szükséges nagyságtól, a kialakult súlyos regurgitatio okozta jobbkamra-diszfunkció miatt cseréje a kornak és testsúlynak megfelelő méretű homograftra történt. Egy esetben a beültetett homografton a jobb kamra tágulása miatt rövid időn belül ismét jelentős regurgitatio alakult ki, ezért a homograftba biológiai műbillentyű beültetése történt. Ezt követően a megfelelő méretű homograftoknál, billentyűbetegség, regurgitatio kialakulása esetén, hat betegen biológiai műbillentyű beültetését végeztük.

Tizenegy betegen (Fallot-IV) megelőzően transanularis folttal történt a jobbkamra-kifolyási pálya rekonstrukciója. A kialakult súlyos regurgitatio megoldása kilenc betegen homograftbeültetéssel, két betegen biológiai műbillentyű-beültetéssel történt.

Tizennégy betegnél a társuló jobbkamra-kifolyási pálya aneurysma reszekcióját, plasztikáját is elvégeztük egy időben.

A műtétek során beteget nem veszítettünk el. A 40 homograftcserés betegnél az ötéves műtétmentesség 97,5%-os volt. A nyolc biológiai műbillentyűt beültetett betegnél 6–12 hónap alatt sebészi beavatkozás nem vált szükségessé.



1. ábra | Transannularis folt alá ültetett biológiai műbillentyű

## Műtéti beavatkozás

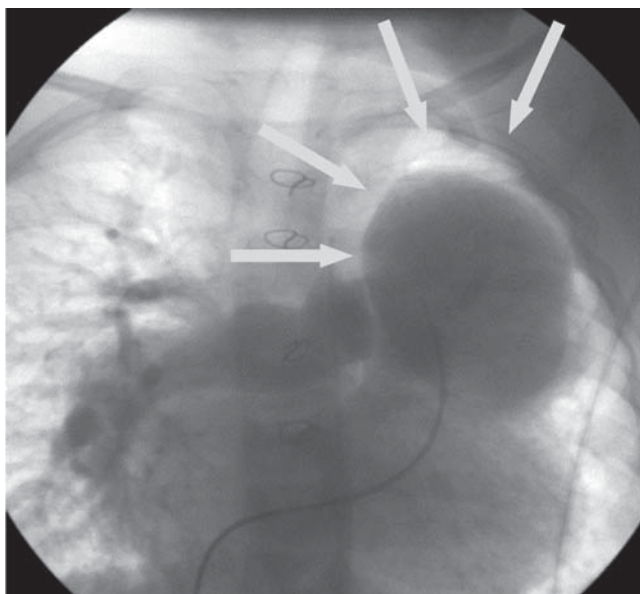
A műtétet minden esetben extracorporalis keringés védelmében, dobogó szíven végeztük, mérsékelt hypothermiában. Törekedtünk az aorta-bicavalis kanülálásra, de masszív összenövések esetén arteria femoralis-jobb pitvari kanülálás volt a megoldás. A kisméretű homograft, illetve transannularis folt eltávolítása után a pulmonalis artériák, illetve a jobbkamra-kifolyási pálya bemetszésével megnagyobbított szájadékokba varrtuk a nagyobb, testméretnek megfelelő homograftot. Műbillentyű-beültetéskor minden esetben a jobbkamra-kifolyási pályát nyitottuk meg, transannularis folt alkalmazása esetén azt szabadítottuk fel az anulus magasságáig, majd ebből a feltárásból varrtuk be a homograftbillentyű helyére vagy az anulus magasságába a műbillentyűt (1. ábra). Minden esetben, ha a jobbkamra-kifolyási pályában aneurysma (2., 3. ábra) volt, azt reszekáltuk, a vékony kamrafalat plikáltuk és a kifolyási pályát az anulus nagyságára szűkítettük. A műtéti beavatkozást intraoperatív ellenőriztük TE echokardiográfiás vizsgálattal. Műtét során beteget nem veszítettünk el, átlag

kétnapos intenzív ellátást igényeltek, és átlagosan a 10. posztoperatív napon távoztak intézetünkől.

## Megbeszélés

A veleszületett szívfejlődési rendellenességek sebészi korrekciójában a legnagyobb problémát a jobbkamra-kifolyási pálya szűkületének, regurgitációjának megoldása jelenti. A congenitalis vitiumok közül elsők között ismerték fel és kezdték korrigálni a Fallot-tetralógiát, de még a mai napig is vannak e betegség sebészi korrekciójának nehézségei. Primer rekonstrukció során a kifolyási pálya szűkületeinek megoldása azon formákban, amikor az a pulmonalis billentyűanulus hypoplasiáját, szűkületét is magába foglalja, csak az anulus átmetszésével, majd transannularis folt bővítésével lehetséges. Ez a beavatkozás megoldja a szűkületet, de a regurgitatio kialakulásának lehetőségét törvényszerűen megteremti, amely, ha kritikus méretű, a jobb kamra elégtelenségéhez vezethet. A visszaáramlás mértékét csökkenteni lehet monocusp folt alkalmazásával, de biztonságos, hosszú távú jó eredményt ez sem biztosít. Súlyos





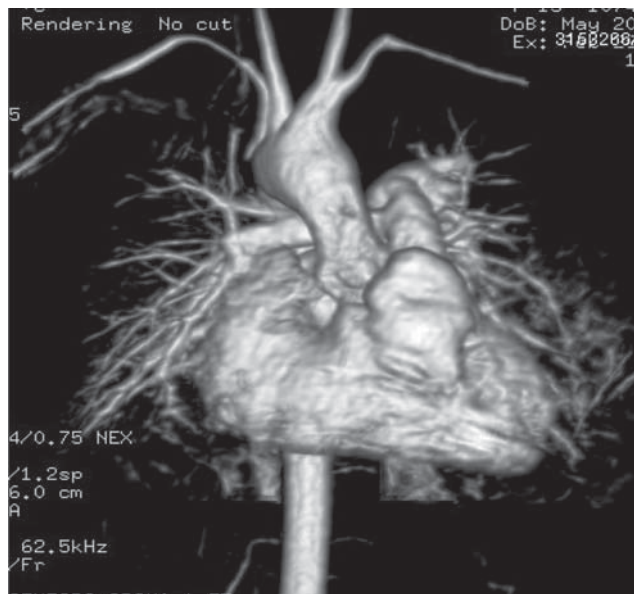
2. ábra | Jobbkamra-kifolyási pálya aneurysma angiokardiográfiai képe

hypoplasiás anulus esetén billentyűs grafftal oldható meg a jobb kamra biztonságos elfolyása, de ez a csecsemő- vagy gyermekkorban beültetett kisméretű graft nem nő a gyermekkel, így fejlődése során többszöri cserét igényel, az ezzel járó műtéti megterhelésekkel.

Hasonló problémák jelentkeznek azon vitiumok esetében is (truncus arteriosus communis, pulmonalis atresia kamrai septumdefektussal társulva stb.), amikor a kapcsolat hiányzik a pulmonalis artériás rendszer és a jobb kamra között. Ilyenkor is a kapcsolat kialakítása graft közbeiktatásával lehetséges.

Csecsemő- és gyermekkorban az ér pótlására a legmegfelelőbb a homograft. Előnye, hogy a puha szövet könnyedén fekszik a vékony jobb kamrafalhoz, illetve a pulmonalis artériához, megfelelő nagyság esetén méretre szabva tökéletes hemodinamikát biztosít. Hátránya, hogy megfelelő méretű, különösen csecsemőméretű nem mindig áll rendelkezésre, és idővel elmeszesedik. Ha csak az érfal meszesedik, nagyobb bajt nem jelent, merev csőben áramlik a vér, de ha a billentyű meszesedik, akkor annak funkciója károsodik és ez általában sürgős beavatkozást igényel. Hiánya esetén műbillentyűs műereket (Contegra, Hancock, Shelhigh stb.) [4] vagyunk kénytelenek alkalmazni. Ezek sem készülnek nagyon kicsi méretben, a műér fala vastag, merev, ezért nehezen varrható a vékony falú pulmonalis erekhez. A műérbe varrt billentyű hossza csecsemők esetén hosszabb, mint a jobb kamra arteria pulmonalis távolság, ezért komprimálhatja a vékony eret, elfolyási akadályt okozva.

Fiatal- és felnőttkorra a pulmonalis artériák elérik végleges méretüket. Ebben a korban az elenyésző számú primer rekonstrukciós megoldások mellett két esetben válik szükségessé a műtéti beavatkozás a jobbkamra-kifolyási pálya betegsége miatt. 1. Egyrészt, a kinőtt, kis-



3. ábra | Homograftbeültetéssel rekonstruált Fallot-tetralógia MRI-képe. Jobbkamra-kifolyási pályában aneurysmaszerű tárgulat

méretű homograft okozta szűkület elhárítására. Itt a megoldást a beteg méreteinek megfelelő nagyságú homograftra történő csere jelenti, ha szükséges és lehetséges a társuló residuumok (arteria pulmonalis ág szűkületek, kamrai septumdefektus stb.) megoldásával kiegészítve. 2. Jelentősebb, összetettebb problémát jelent az, ha a pulmonalis regurgitatio mértéke a kritikus értéket meghaladja, mert súlyos jobbkamra-elégtelenséghez vezethet, és gyakran társul a jobbkamra-kifolyási pálya aneurysmaszerű tágulatával. Ezt okozhatja a hosszasan működő transanularis folt vagy a homografton fokozatosan kialakuló, meszesedő billentyű elégtelensége. Hemodinamikai megoldást a jobb kamra – pulmonalis folytonosság kialakítására kompetens billentyű vagy billentyűs graft beültetése jelenti. Ez a saját gyakorlatunkban azt jelentette, hogy a transanularis foltok, illetve a működésképtelen homograftok helyére a beteg méretének megfelelő homograftokat ültettünk be. Minden esetben, ha szükséges volt, ezt kiegészítettük a jobbkamra-kifolyási pálya plasztikájával (aneurysmareszekció, plicatio). A kitűnő korai eredmények ellenére előfordulhat, hogy ismét jelentkezik a homograftbillentyű elégtelensége, emiatt egy betegünket kellett reoperálni. A problémát az jelenti, hogy az elhúzódó regurgitatio megviseli, tönkreteszi a jobbkamra-izomzatot, és hiába szüntetjük meg a vér visszaáramlását, a jobb kamra diszfunkciója miatt a kamra izomzata dilatál, és mivel a homograft szájadéka nem merev gyűrű, az is fokozatosan együtt tágul, és elégtelenné válik a billentyű működése. Ezért is tértünk át az utolsó évben a biológiai műbillentyűk beültetésére.

A felnőttkort egyre nagyobb számban elérő operált szívbetegek problémái mostanra jelentkeztek olyan nagy számban, hogy rájuk irányította az ezzel foglalkozó kardiológusok, szívsebészek figyelmét. Ezek kö-

zött is kiemelt fontosságúak a jobbkamra-kifolyási pálya rekonstrukciós műtéteredményei. Napjainkban nagy számban jelennek meg a különböző vizsgálatok, utánkövetések e témakörből, de ezek csak a rövid távú (6–18 hónapos) utánkövetés adatait tartalmazzák [5, 6, 7, 8, 9].

Többen foglalkoznak a jobb kamra remodellizáció lehetőségével [10, 11]. *Frigiola és mtsai* [6] 71 esetet vizsgálva megállapították, hogy a jobb kamra izomzatának regenerációs képessége 17,5 éves kor után jelentősen romlik, ezért ajánlott ezeket a sebészi beavatkozásokat fiatal korban elvégezni. Javasolják a műtéti indikációt jelentő vizsgálati kritériumok enyhítését is (például: MR-vizsgálatnál RVED 150 ml/m<sup>2</sup> a határérték stb.). Egyéves utánkövetés során (két beteg meghalt, NYHA-stádiumban 44 javult, 23 maradt, kettő romlott) öt esetben a pulmonalis insufficiencia 30%-nál nagyobbá vált, bár a 60 utánvizsgált betegből az RVED 50-nél, az RVES 36-nál normális értékű lett, és az LVED, EF szignifikánsan javult. Részben ezt támasztják alá *Geva és mtsai* [7] vizsgálatai is, akik nem találtak különbséget a jobb kamra funkciók értékeiben annál a 34 betegnél, akiknél a homograftcserét kiegészítették a jobbkamra-kifolyási pálya aneurysmaresekkel és plasztikájával, szemben azon 30 beteg értékeivel, akiknél csak a homograftcserére volt szükség. Igen jelentős *Frigiola* [6] azon megfigyelése is, miszerint a jobb kamra geometriai károsodása előidézi a bal kamra funkcionális károsodását is, ezért vizsgálni kell és figyelembe kell venni a műtéti indikáció felállításánál a bal kamra állapotát, és lehetőleg minél korábban remodellálni a jobb kamrát, mert ezzel megelőzhető a bal kamra károsodása is.

Külön problémát jelent a jobbkamra-kifolyási pálya rekonstrukciójához használandó megfelelő billentyűs graft, billentyű megválasztása. Vezető centrumok a homograftot alkalmazzák a jobbkamra-kifolyási pálya regurgitációjának kezelésére. *Therrien és mtsai* [12] 17, felnőttkorban operált beteg 21 hónapos utánvizsgálata során azt találták, hogy az extrém tág jobb kamrák sikeres műtét után sem normalizálódtak. *Frigiola* vizsgálatai egy évvel a homograftbeültetés után 7–20%-ban (71-ből öt, 80-ból kilenc esetben) igazolták szignifikáns pulmonalis regurgitatio kialakulását [6, 8]. *Ghez és mtsai* [9] 19 Fallot-tetralógiás beteg transanularis folttal történt rekonstrukciója után kialakult jelentős regurgitatio homograftbeültetéssel történt megoldását követően egy évvel három súlyos regurgitációt (30–40%) észleltek, amelyek reoperációt igényeltek. A többi esetben az RVED és RVES jelentősen csökkent, az RV-stroke-volumen és LV-stroke-volumen jelentősen javult, de a terheléses funkciók kapacitás egyáltalán nem változott. *Nordmeyer és mtsai* [13] echokardiográfiával és MRI-vel vizsgálták 60 betegnél a pulmonalis pozícióba beültetett homograft egy év utáni geometriáját. Tíz esetben (17%-ban) találtak 20%-nál nagyobb insufficienciát, amelyért mechanikus hatásokat: homo-

graftkompressziót, -megtöretést, nagy jobbkamra-kifolyási pályatágulatot tartottak felelősnek. *Qosterhof és mtsai* [14] (158 felnőtt Fallot-tetralógiás betegbe beültetett 175 homograft) 10 év után 47%-ban, *Woestijne és mtsai* [15] (126 Fallot-tetralógiás betegbe beültetett 133 homograft) 10 év után 83%-ban nem igényelték a homograftok cseréjét. A korán kialakuló homograftelégtelenség okaként a műtétet megelőző súlyos billentyűelégtelenséget, regurgitációt jelölték meg.

A vizsgálatok során a különböző billentyűs műerek (Contegra, Shelhigh, Hancock) nem váltották be a reményeket [7, 9, 12].

A biológiai műbillentyű beültetése azóta terjedt el, amióta sikerrel ültetik be szívkatéter segítségével a hasonló billentyűket pulmonalis pozícióba. Ezek élettartama várhatóan megegyezik majd a homograft élettartamával, de hosszú távú eredmények még nem állnak rendelkezésre.

Öt centrumban elvégzett 124 Melody billentyű beültetése után egy évvel 65 beteget vizsgálva egy billentyűtörést észleltek, a reintervenciómentesség 93,5% volt [16]. *Lurz és mtsai* [17] 65 beteg vizsgálata során a transzkatóteres billentyű beültetését követően azonnal szignifikáns csökkenést észleltek az RVEDV-értékekben, de egy év után sem találtak jelentős változást az MRI-paraméterekben. *Eieken és mtsai* [18] 102 percutan pulmonalis billentyű beültetését követően (Fallot-tetralógia 61, truncus arteriosus 14, nagyér-transpositio 9, Ross-műtét 8, egyéb 10) az RVEDV csökkent, egy év után egy billentyű eltört, nyolc billentyűt kellett újra tágitani. Négy centrumban 36 betegen elvégzett percutan beavatkozás után egy évvel a reintervenciómentesség 97% volt, egy billentyűt kellett sebészi kicserélni [19]. *Vezmar és mtsai* [20] 28 betegen elvégzett hasonló beavatkozását követően az RVEDV jelentősen csökkent, 36 hónap után a műtétmentesség 83%, az intervenciómentesség 80% volt.

Egy bostoni munkacsoport (*Chen és mtsai* [21]) 227 Fallot-tetralógiás betegbe 229 keretes biológiai billentyűt ültetett be mortalitás nélkül. Öt év után a reintervenciómentesség 94%, a billentyűdegenerációmentesség 74% volt. A billentyűkárosodás okaként a nagyobb méretű billentyűk használatát, valamint a 20 évnél fiatalabb korban történő beültetését mutatták ki. A billentyűk típusa között nem találtak különbséget.

A jobbkamra-kifolyási pályában kialakult aneurysma eltávolítását, izomzat plikálását, folttal vagy speciális öltéssel történő megerősítését (*Frigiola, Gamberti* [22]) mindenki fontosnak tartja. Ha a korrekció homograftbeültetéssel történik, akkor az lehetőleg anatómiai pozícióba kerüljön. Ezt támasztja alá az a megfigyelés, hogy Ross-műtét esetén az öt éves homografttúlélés 93%, míg egyéb esetekben beültetett homograftoké 66%-os [23].

Az általunk elfogadott, javasolt megoldás a következő: 1. A legfontosabb probléma megelőzni a regurgitatio okozta jobbkamra-diszfunkció, -elégtelenség ki-

alakulását. Miután *Frigiola* vizsgálatai szerint a jobb kamra izomzatának regenerációs képessége 17,5 éves kor után jelentősen romlik, lehetőleg már fiatal életkorban elvégzendők a beavatkozások. Egyet tudunk érteni *Frigiola* javaslatával abban is, hogy ezen betegeknel a műtéti indikáció kritériumait is enyhíteni kell (150 ml/m<sup>2</sup> stb.). 2. Ha a rekonstrukciós műtét során beültetett homograft funkciója egyértelműen romlik, ajánlatos már ebben a korban azt a végleges méretű homograftra cserélni, nem megvárni a jobb kamra működésének romlását. 3. Ha megfelelő felnőttméretű a homograft vagy a transanularis folttal tágitott pulmonalis szájadék, akkor nem homograftra történő cserét, hanem a „merek anulusokba” biológiai műbillentyű beültetését tartjuk ideálisnak. 4. Jobbkamra-kifolyási pályá tágulata, aneurysma esetén mindig szükségesnek tartjuk a beteg, elvékonyodott terület reszekcióját, a kifolyási pályának a billentyű megközelítő méretére történő plasztikálását. Ez azt is jelentheti, hogy a plasztikázott esetekben a jobb kamra remodellálásánál az ép kamrákénak megfelelő eredmény érhető el. E beavatkozás fontosságát hangsúlyozza több munkacsoport is, de közép- és hosszú távú eredmények még nem állnak rendelkezésünkre [7, 8, 10, 11, 22].

## Irodalom

- [1] Hoffman, J. I., Kaplan, S., Libershon, R. R.: Prevalence of congenital heart disease. *Am. Heart J.*, 2004, 147, 425–439.
- [2] Hartyánszky, I., Székely, A., Király, L., et al.: Surgical management of congenital heart defects in adolescent and adult patients, between years 2001–2008. [Tapasztalataink a fiatal- és felnőttkori veleszületett szívhibák sebészi kezelésében 2001–2008.] *Orv. Hetil.*, 2009, 150, 1739–1743. [Hungarian]
- [3] Hartyánszky, I., Temesvári, A., Szatmári, A., et al.: Successful surgical correction of tetralogy of Fallot and pulmonary atresia in adulthood after reconsideration of the inoperability. [A felnőttkori Fallot-tetralógia és pulmonalis atresia sikeres sebészi rekonstrukciója korábbi inoperabilitás újrátértelmezése után.] *Orv. Hetil.*, 2004, 145, 2335–2337. [Hungarian]
- [4] Shebani, S. O., McGuirk, S., Baghai, M., et al.: Right ventricular outflow tract reconstruction using Contegra valved conduit: natural history and conduit performance under pressure. *Eur. J. Cardiothoracic Surg.*, 2006, 29, 397–405.
- [5] Scherptong, R. W. C., Hazekamp, M. G., Mulder, B. J., et al.: Follow-up after pulmonary valve replacement in adult with tetralogy of Fallot. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2010, 56, 1486–1492.
- [6] Frigiola, A., Tsang, V., Bull, C., et al.: Biventricular response after pulmonary valve replacement for right ventricular outflow tract dysfunction: is age a predictor of outcome? *Circulation*, 2008, 118, S182–S190.
- [7] Geva, T., Gauvreau, K., Powell, A. J., et al.: Randomized trial of pulmonary valve replacement with and without right ventricular remodeling surgery. *Circulation*, 2010, 122, S201–S208.
- [8] Frigiola, A., Giardini, A., Taylor, A., et al.: Echocardiographic assessment of diastolic biventricular properties in patients operated for severe pulmonary regurgitation and association with exercise capacity. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*, First published online 2012. 02. 06.
- [9] Ghez, O., Tsang, V. T., Frigiola, A., et al.: Right ventricular outflow tract reconstruction for pulmonary regurgitation after repair of tetralogy of Fallot. Preliminary results. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.*, 2007, 31, 654–658.
- [10] Buechel, E. R., Dave, H. H., Kellenberger, C. J., et al.: Remodeling of the right ventricle after early pulmonary valve replacement in children with repaired tetralogy of Fallot: assessment by cardiovascular magnetic resonance. *Eur. Heart J.*, 2005, 26, 2721–2727.
- [11] Dave, H. H., Buechel, E. R., Dodge-Khatami, A., et al.: Early insertion of a pulmonary valve for chronic regurgitation helps restoration of ventricular dimensions. *Ann. Thorac. Surg.*, 2005, 80, 1615–1620.
- [12] Therrien, J., Provost, Y., Merchant, N., et al.: Optimal timing for pulmonary valve replacement in adults after tetralogy of Fallot repair. *Am. J. Cardiol.*, 2005, 95, 779–782.
- [13] Nordmeyer, J., Tsang, V., Gaudin, R., et al.: Quantitative assessment of homograft function 1 year after insertion into the pulmonary position: impact of in situ homograft geometry on valve competence. *Eur. Heart J.*, 2009, 30, 2147–2154.
- [14] Qosterhof, T., Meyboom, F. J., Vliegen, H. W., et al.: Long-term follow-up of homograft function after pulmonary valve replacement in patients with tetralogy of Fallot. *Eur. Heart J.*, 2006, 27, 1478–1484.
- [15] Van de Woestijne, P. C., Mokkle, M. M., de Jong, P. L., et al.: Right ventricular outflow tract reconstruction with an allograft conduit in patients after tetralogy of Fallot correction: long-term follow-up. *Ann. Thorac. Surg.*, 2011, 92, 161–166.
- [16] McElhinney, D. B., Hellenbrand, W. E., Zahn, E. M., et al.: Short- and medium-term outcomes after transcatheter pulmonary valve placement in the expanded multicenter US Melody valve trial. *Circulation*, 2010, 122, 507–516.
- [17] Lurz, P. L., Nordmeyer, J., Giardini, A., et al.: Early versus late functional outcome after successful percutaneous pulmonary valve implantation. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2011, 57, 724–731.
- [18] Eicken, A., Ewert, P., Hager, A., et al.: Percutaneous pulmonary valve implantation: two-centre experience with more than 100 patients. *Eur. Heart J.*, 2011, 32, 1260–1265.
- [19] Kenny, D., Hijazi, Z. M., Kar, S., et al.: Percutaneous implantation of the Edwards SAPIEN transcatheter heart valve for conduit failure in the pulmonary position. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2011, 58, 2248–2256.
- [20] Vezmar, M., Chaturvedi, R., Lee, K. J., et al.: Percutaneous pulmonary valve implantation on the young. 2-year follow-up. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.*, 2010, 3, 439–448.
- [21] Chen, P. C., Sager, M. S., Zurakowski, D., et al.: Younger age and valve oversizing are predictors of structural valve replacement in patients with tetralogy of Fallot. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2012, 143, 352–360.
- [22] Frigiola, A., Giamberti, A., Chessa, M., et al.: Right ventricular restoration during pulmonary valve implantation in adults with congenital heart disease. *Eur. J. Cardiothoracic Surg.*, 2006, 29, S279–S285.
- [23] Selamet Tierney, E. S., Gersony, W. M., Altman, K., et al.: Pulmonary position cryopreserved homografts: durability in pediatric Ross and non-Ross patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2005, 130, 282–286.

(Hartyánszky István dr.,  
Budapest, Haller u. 29., 1096  
e-mail: hartyanszky@hotmail.com)