

Komplex endovascularis rekonstrukciók az aortaíven

Műtéti esetbemutatók

Nagy Martin Gellért oh.¹ ■ Hüttl Artúr dr.² ■ Borzsák Sarolta dr.²
 Pólos Miklós dr.⁵ ■ Szabolcs Zoltán dr.^{4, 5} ■ Csikós Gergely dr.³
 Szeberin Zoltán dr.^{3, 4} ■ Sótonyi Péter dr.^{3, 4} ■ Csobay-Novák Csaba dr.^{2, 3, 4}

¹Semmelweis Egyetem, Budapest

²Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Intervenciós Radiológiai Tanszék, Budapest

³Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Semmelweis Aortacentrum, Budapest

⁴Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Érsebészeti és Endovascularis Tanszék, Budapest

⁵Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Szívsebészeti Tanszék, Budapest

Az aortaívet érintő aortabetegségek miatt végzett endovascularis rekonstrukciók (thoracic endovascular aneurysm repair – TEVAR) során a sztentgraft proximális rögzítése az ívben vagy az aorta ascendensen van. Ilyen esetben hagyományosan nyitott műtéttel előzetesen biztosítjuk a lefedésre kerülő supraaorticus ágak keringését (ún. 'debranching' műtétek). Nyitott műtétre nem alkalmas betegek esetén azonban az ágak endovascularis módszerekkel történő megtartására kényszerülünk. Tanulmányunkban ezen komplex endovascularis aortaív-rekonstrukciók lehetőségeit mutatjuk be. A párhuzamos graftokat jellemzően sürgősségi körülmények között alkalmazzuk. Az ascendensen történő proximális rögzítés esetén a jobb arteria (a.) carotisról indított 'debranching' és a truncus brachiocephalicus párhuzamos grafttal történő biztosításával kombinált hibrid műtétet végeztünk. Létfonosságú ér véletlen lefedésével járó TEVAR esetén sürgősséggel végezhetünk konverziót például a bal a. carotis communis keringésének gyors helyreállítására. A bal a. subclavia előzetes revascularizációja nélkül végzett sürgősségi TEVAR után ritkán jelentkező bal felső végtagi ischaemia esetén utólagos konverziót végezhetünk a bal a. subclavia lumenének helyreállítására ugyancsak párhuzamos grafttal. A kiscsőbületen elhelyezkedő, saccularis morfológiájú penetráló aortafekélyek sikeres kirekesztését segítheti egyedi gyártású graft alkalmazása, melyen a nagyörbületen lévő supraaorticus érszájadék köré kivágást, ún. 'scallop'-ot helyezünk a graft proximális végéhez, megnövelve így a proximális nyak hosszát. Elektív körülmények között ugyancsak egyedileg gyártott elágazó graftot is alkalmazhatunk, melynek során akár mindhárom ág megtartható az ascendensről induló proximális rögzítés mellett, így arra alkalmas anatómia esetén endovascularis ívcserére is lehetőségünk van.

Orv Hetil. 2023; 164(11): 426–431.

Kulcsszavak: komplex endovascularis technikák, aortaív-aneurysma, mellkasi aneurysma, endoleak

Complex endovascular repairs of the aortic arch

Surgical case presentations

Thoracic endovascular aneurysm repair (TEVAR) of the aortic arch has started to spread in recent years. We present our initial experience with TEVAR involving supra-aortic branches using parallel and branched grafts. Parallel grafts are typically used in emergency cases. In the case of Z0 proximal fixation, we can perform a combined hybrid surgery with Z1 debranching and securing of the innominate artery with chimney graft, which can also be used instead of Z0 debranching when the patient is unfit for sternotomy. In the case of TEVAR with planned Z2 position with inadvertent covering of the left common carotid artery, we can perform chimney conversion to rapidly recover the circulation of the left common carotid artery (LCCA). Instead of prior revascularization of the left subclavian artery, chimney graft can be used to recover the lumen, in the case of left upper limb ischemia after Z2 TEVAR. Exclusion of pene-

trating aortic ulcers located in the lesser curvature can be facilitated by use of a custom-made graft, where a scallop is placed around the origin of the supra-aortic vessel, thus increasing the length of the proximal neck. For elective interventions, custom-made branching grafts can be allowed to save all three branches with Z0 fixation. Technical success was obtained in all cases.

Keywords: complex endovascular techniques, aortic arch aneurysm, thoracic aneurysm, endoleak

Nagy MG, Hüttl A, Borzsák S, Pólos M, Szabolcs Z, Csikós G, Szeberin Z, Sótónyi P, Csobay-Novák Cs. [Complex endovascular repairs of the aortic arch. Surgical case presentations]. *Orv Hetil.* 2023; 164(11): 426–431.

(Beérkezett: 2022. december 12.; elfogadva: 2022. december 27.)

Rövidítések

CT = (computed tomography) komputertomográfia; NKFIH = Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal; RRF = (Recovery and Resilience Facility) Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszköz; TEVAR = (thoracic endovascular aneurysm repair) a mellkasi aorta endovascularis rekonstrukciója

Az utóbbi évek technikai fejlődésének köszönhetően a mellkasi aorta endovascularis rekonstrukciója (TEVAR) alternatíva lehet számos, az aortaív ágait magában foglaló patológia esetén is. Több tanulmány igazolta az endovascularis beavatkozások kiváló rövid és középtávú eredményét és biztonságosságát a legtöbb aortabetegség esetén. A beteg számára kisebb megterheléssel jár, mint a nyitott műtét, és csökkenti a kórházi tartózkodási időt [1, 2]. Nyugati centrumokban végzett költséghatékonysági elemzések alapján a kezelés összköltsége jelentősen mérsékelhető a nyitott műtétek kiegészítéseként vagy alternatívájaként bevezetett endovascularis beavatkozások elterjedésével [3]. Az aortaívet érintő TEVAR során a legfőbb technikai nehézséget a supraaorticus ágak keringésének biztosítása jelenti. Amennyiben tervezetten fedjük le valamelyik supraaorticus ág eredését, lehetőségünk van azt a TEVAR előtt ún. 'debranching' műtéttel előzetesen revaszkularizálni. Az esetek jelentős részében az endovascularis és a sebészi megoldások ötvözésével végzett, ún. hibrid műtét biztosítja a beteg számára optimális beavatkozást [4].

Az utóbbi időben egyre több esetben végezzük a supraaorticus ágak endovascularis revascularisatióját is, mellyel elkerülhetők a sternotomia és a nyaki metszések, ezzel csökkentve a teljes beavatkozás invazivitását [5, 6]. Ez párhuzamos (parallel) és elágazó (branched) graftok alkalmazásával, komplex beavatkozásokkal oldható meg. A gyakorlatban az *Ishtar*-beosztás szerint osztjuk zónákra az aortát annak megfelelően, hogy hány supraaorticus ág szájadékát hagyjuk szabadon [7, 8]. A Z0-zónában az összes ágat lefedjük, a Z1-zónában csak a truncus brachiocephalicus szájadéka marad szabad, míg a Z2-zónában a truncus brachiocephalicus és a bal arteria (a.) carotis communis szájadékát is szabadon hagyjuk. Párhuzamos graftnak nevezzük azt a graftot, amelyet az aorta lumene felől egy – jellemzően lényegesen kisebb átmérőjű – oldalág felé vezetünk, az aortába helyezett

graft mellé. Az oldalági graft aortában elhelyezkedő része így az aortában lévő főkomponenssel párhuzamosan fog futni. Az oldalági graft szájadékával az áramlás irányával szembe tekintő párhuzamos graftot kémény- (chimney) konfigurációnak, az áramlás irányába tekintő párhuzamos graftot periszkopkonfigurációnak hívjuk. A kéménykonfiguráció lényegében egy olyan, ún. 'kissing' sztentelést jelent, amikor az egyik graft átmérője lényegesen kisebb a másikénál. Ezt a konfigurációt a juxtarenalis aortaaneurysmák kezelésénél alkalmazzuk a leggyakrabban, az a. renalisok keringésének biztosítására [9]. A 'chimney' graftok alkalmazásával kapcsolatban nagy tapasztalat gyűlt össze. A leggyakrabban sürgősségi körülmények között, illetve szükséghelyzetben, vészhelyzeti megoldásként alkalmazzuk (például nem szándékolt oldalág lefedése), de több centrumban elektív körülmények között is alkalmazzák a hasi aorta ágainak biztosítására [10]. Az aortaíven jellemzően csak vészhelyzeti megoldásként, illetve egyéb megoldási lehetőség híján alkalmazzuk.

Több gyártó is kínál már az aortaív endovascularis kezelésére alkalmas elágazó, ún. 'branched' graftot [11–13]. Ezek elérhetősége földrészenként és országonként is változó. Magyarországon a Relay Branch (Terumo Aortic, Tokió, Japán), a Zenith Arch (Cook Medical, Bloomington, IN, USA) és az Endovastec Castor (Microport, Shanghai, Kína) graftok érhetők el [14].

Esetbemutatók

Első eset (az egyik példa a párhuzamos graftokra)

Egy 71 éves, hypertóniás férfi beteg felvételére egy 62 mm legnagyobb átmérőjű juxtarenalis aortaaneurysma és egy 58 mm legnagyobb átmérőjű, a truncus brachiocephalicustól 33 mm-re, a bal a. carotis communistól 18 mm-re kezdődő, saccularis morfológiájú thoracalis aortaaneurysma miatt került sor. Intézetünk multidiszciplináris munkacsoportja mellkasi sztentgraft-implantációt javasolt. A sztentgraft proximális rögzítési zónájának kiterjesztése céljából Z1 'debranching' műtét során 8 mm átmérőjű Dacron bypassot készítettünk a jobb a. carotis communis és a bal a. carotis communis, illetve a bal a. subclavia között. A hibrid műtét endovascularis

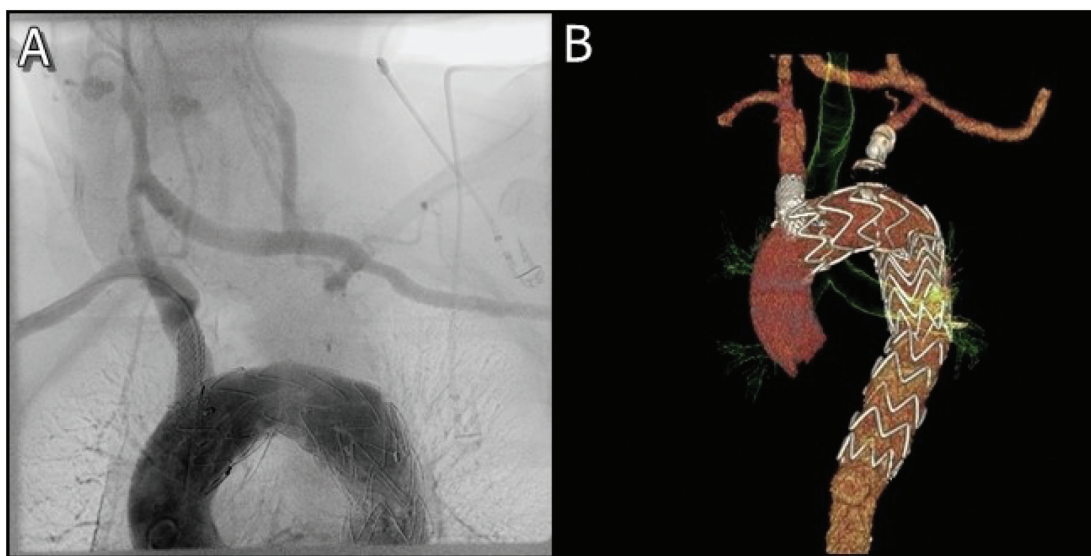
szakaszában először a bal a. femoralis sebészi feltárását követően, a bal a. subclavia proximalis szakaszába Amp-latzer ér dugót helyeztünk (Abbott; Chicago, IL, USA), a II. típusú endoleak megelőzésére. A következő lépésben egy 40 × 36 × 150 mm-es sztentgraftot (Valiant, Medtronic; Dublin, Írország) implantáltunk Z1-pozícióban, melynek folytatásába egy 38 × 32 × 15 mm-es distalis sztentgraft (Valiant, Medtronic) került. A kontroll-angiográfia során látható volt, hogy a sztentgraft proximalis része részben fedi az egyetlen supraaorticus kiáramlást adó truncus brachiocephalicus eredését. A supraaorticus keringés biztosítására 'chimney' konverziót végeztünk, melynek során a jobb a. brachialis felől a sztentgrafttal párhuzamosan vezetett, annak proximalis

végén túl végződött, 12 × 59 mm-es fedett sztentet implantáltunk (BeGraft Aortic; Bentley Innomed GmbH, Hechingen, Németország). A panaszmentes betegnél az utánkötés 41. hónapjában készült CT-angiográfián a TEVAR és a 'debranching' rendszer eltérés nélkül ábrázolódott (1. ábra).

Második eset

(a másik példa a párhuzamos graftokra)

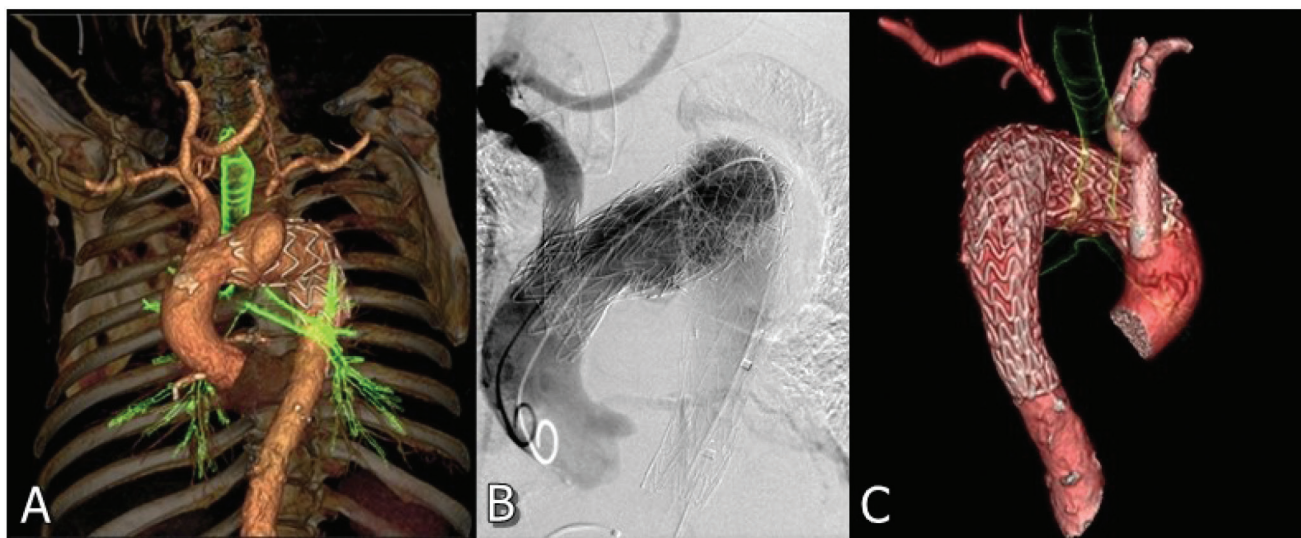
Egy 83 éves férfi beteg anamnéziséből hipertónia, ischaemiás szívbetegség miatti percutan coronariarevascularisatio, tíz évvel ezelőtt thoracalis aortaaneurysma



1. ábra

Az intraoperatív DSA-felvételen jól ábrázolódik a TEVAR és az operált supraaorticus érrendszer (A). A kontroll-CT-angiográfia alapján készült 3D rekonstrukció, amely a graftok változatlan pozícióját mutatja (B)

3D = háromdimenziós; CT = komputertomográfia; DSA = digitális szubtraktív angiográfia; TEVAR = a mellkasi aorta endovascularis rekonstrukciója



2. ábra

Preoperatív felvételen a TEVAR proximalis végénél látható endoleak (A). Az intraoperatív felvételen a TEVAR és a párhuzamos graft jól ábrázolódik (B). A posztoperatív felvételeken a proximalis kiegészítés és a párhuzamosan vezetett graft mellett az endoleak nem ábrázolódik (C, posterior nézet) TEVAR = a mellkasi aorta endovascularis rekonstrukciója

miatt végzett carotico-carotikus crossover bypass (Z1 'debranching' műtét) és Z1-TEVAR emelendő ki. Követése során a thoracalis aortaaneurysma progresszióját okozó Ia típusú (proximalis) endoleak igazolódott. Multidiszciplináris munkacsoportunk endovascularis megoldást javasolt, párhuzamos graft alkalmazásával. Általános narkózisban egy 34×150 mm-es és egy 40×200 mm-es GORE TAG (W. L. Gore & Associates, Newark, DE, USA) sztentgraftot implantáltunk Z0-rögzítéssel. A truncus brachiocephalicus szájadékát a jobb a. brachialis felől felvezetett, 14×59 mm-es fedett sztenttel (BeGraft Aortic; Bentley Innomed GmbH) biztosítottuk, melyet 'chimney' technikával deponáltunk. Az utánkövetés 47. hónapjában készült CT-angiográfia eltérést nem igazolt, a betegnek panasza nem volt (2. ábra).

Harmadik eset

(példa az egyedileg gyártott grafterra)

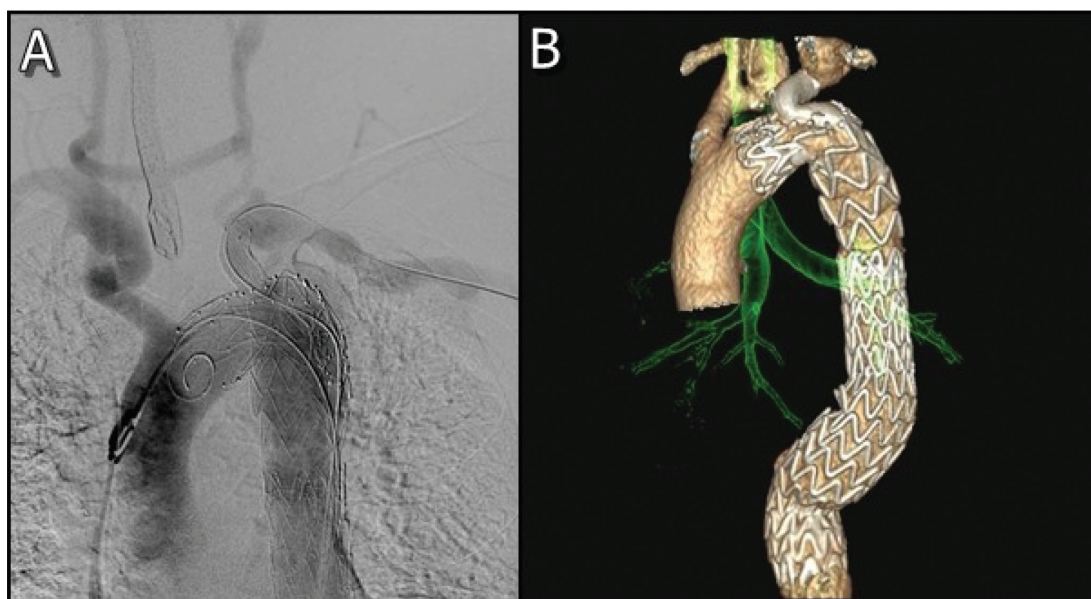
49 éves férfi betegünk anamnéziséből obesitas, kokainabúzus, feltehetően ezzel összefüggésben kialakult komplikált, Stanford B típusú aortadissectio miatt végzett thoracoabdominalis revascularizáció emelendő ki. Hat évvel később növekedő, 64 mm-es legnagyobb átmérőjű post-dissectio aneurysma miatt került felvételre. A rövid proximalis nyak miatt bal subclaviocarotikus bypass (Z2 'debranching' műtét), majd TEVAR történt. Az aneurysma ellátását a beteg számára egyedileg gyártott sztentgrafttal végeztük, melynek proximalis végére a bal a. carotis communis szájadéka köré tervezett kis kivágást, ún. 'scallop'-ot helyeztünk el ($36/32 \times 200$ mm, Bolton Relay; Inchinnan, Egyesült Királyság). A kontroll-CT-vizsgálaton Ia típusú endoleak ábrázolódott az állumen-



3. ábra

CT-angiográfia alapján készült 3D rekonstrukció. A behelyezett fémspirálok mellett endoleak nem ábrázolódik
3D = háromdimenziós; CT = komputertomográfia

nek megfelelően, melynek embolisációját coilokkal végeztük (Nester, Cook Medical Inc., Bloomington, IN, USA; TruFill, Cordis Corporation, Bridgewater, NJ, USA). A másfél évvel később készült kontroll-CT-angiográfias vizsgálat során jó eredmény ábrázolódott a panaszmentes betegnél (3. ábra).



4. ábra

Az intraoperatív DSA-felvétel látható a TEVAR és a 'debranching' rendszer (A). A kontroll-CT-angiográfia alapján készült 3D rekonstrukció, amely a grafterk változatlan pozícióját mutatja (B)

3D = háromdimenziós; CT = komputertomográfia; DSA = digitális szubtrahciós angiográfia; TEVAR = a mellkasi aorta endovascularis rekonstrukciója

Negyedik eset (példa az elágazó graftra)

Egy 62 éves férfi beteg felvételére postdissectió aorta descendens aneurysma miatt került sor. Tizenöt évvel korábban Stanford B típusú aortadissectio miatt thoracoabdominalis feltárásból refenestratiót végeztek. A követés során felfedezett, 64 mm legnagyobb átmérőjű aorta descendens aneurysma megoldására multidiszciplináris döntés alapján hibrid beavatkozásra került sor. Első lépésben Z1 'debranching' műtétet végeztünk, a műtét során azonban a bal a. subclavia revascularizációja anatómiai nehézségek miatt nem sikerült, így csak carotico-caroticus crossover bypass történt. Tekintettel a hosszú aortaszakaszt érintő lefedésből adódó nagy paraplegia-kockázatra, a bal a. subclavia oldalággal történő megtartása mellett döntöttünk. Előkészítést követően a femoralis behatolásból egy, a beteg számára egyénileg gyártott, elágazó sztentgraft (Terumo Relay Branch, Terumo Aortic) implantációja történt, Z1 proximális rögzítési zónával. A bal a. subclavia oldalágot transfemorális kanülálással, GORE Viabahn (13 × 100 mm; W. L. Gore & Associates) grafftal biztosítottuk. Az aortagraftot a truncus coeliacusig egy 40 × 200 mm-es GORE C-TAG (W. L. Gore & Associates) grafftal hosszabbítottuk meg. A kontroll-CT-angiográfia a graftrendszer jó működését igazolta (4. ábra).

Megbeszélés

A supraaorticus ágakat magukban foglaló, komplex endovascularis aortarekonstrukciók alkalmazásáról szóló publikációk javarészt eseteleírások. A bemutatott esetek tapasztalatai alapján a párhuzamosan vezetett graftok mind sürgető esetekben, mind vészhelyzeti megoldásként sikeresen alkalmazható alternatívaként válhatnak az intervenció beavatkozások eszköztárának részeivé. A témában publikált, jelentősebb esetszámú vizsgálatok a párhuzamosan vezetett graftok esetén nagy technikai sikerarányról és kedvező rövid és középtávú eredményekről számolnak be. A leggyakrabban előforduló szövődmények között említendő az endoleak kialakulása, illetve az agyi vascularis események.

Egy 2017-ben megjelent, kínai populációt vizsgáló, összesen 294 páciens ellátását elemző metaanalízis a TEVAR során alkalmazott 'chimney' sztentek esetében 97,7%-os technikai sikerarányról számolt be, 7,1%-os korai I-es típusú endoleak előfordulás mellett [15]. Egy 2015-ben publikált összefoglaló cikk az esetek 5,3%-ában említi stroke előfordulását, míg 18,4% volt az endoleak előfordulása, a megosztást tekintve 13,6% Ia, 0,6% Ib, 4,1% II-es típusú [16]. Voskresensky és mtsai összesen 27, nagy kockázatú beteg esetében vizsgálták a TEVAR során alkalmazott fedett és 'bare metal chimney' sztentekkel kapcsolatos szövődeményeket. Valamennyi bevont betegnél kontraindikált volt a nyitott műtét. A 30 napos halálozás 4% volt, és az esetek 33%-ában kellett újbóli, aortával kapcsolatos beavatkozást végezni. Az 1 és 3 éves

túlélés becsült értéke $88\% \pm 6\%$, illetve $69\% \pm 9\%$ volt [17].

Egy 2017-ben megjelent metaanalízis segíti a supraaorticus ágak revascularizációs módszereinek eredményeiről szóló publikációk áttekintését. A cikkben összehasonlítják a sebészi (csak bypass és/vagy transpositio), a részlegesen (bypass/transpositio és branch/chimney) és a teljesen endovascularis (branch/chimney) revascularizatio eredményeit. A korai összhálózás nagyobbban adódott a sebészi revascularizáció átesett betegek körében. Az agyi ischaemiás események előfordulása szignifikánsan nagyobb volt a sebészi és a részlegesen endovascularis revascularizáció átesett páciensek esetében, mint a teljes endovascularis revascularizációt követően (7,5% és 11% vs. 1,7%; $P < 0,001$). Az Ia típusú endoleak gyakrabban fordult elő a részlegesen és teljesen endovascularis módszerek esetében, mint a hagyományos 'debranching' műtéténél (7,1% és 12,1% vs. 5,8%; $P = 0,023$). A vizsgálat eredményei szerint az Ia típusú endoleak előfordulása korrelál a középtávú halálózással [18]. A TEVAR-műtétekkel kapcsolatos stroke fő okaként az aortaíven belüli manipuláció miatti emboliát és a bal a. vertebralis elzáródását tartják számon.

A bal a. subclavia revascularizációja irodalmi adatok szerint csökkenti a műtét utáni stroke kialakulásának rizikóját. Elektív esetekben javasolt rutinszerűen elvégezni. Sürgősségi helyzetben el lehet tekinteni tőle, de amennyiben lehetséges, javasolt egy ülésben elvégezni [19]. Egy 2020-ban publikált, egycentrumos vizsgálat a hagyományos subclaviocaroticus bypass és a párhuzamosan vezetett sztentgrafttal történő bal a. subclavia revascularizatio eredményeit hasonlította össze. A sebészi megoldás esetében a perioperatív stroke előfordulásának gyakorisága 6%, míg a párhuzamosan vezetett sztentek esetében 0% volt. A két csoport között nem volt szignifikáns különbség a mortalitásban és az endoleak előfordulásának gyakoriságában sem. Az elzáródások aránya nem volt szignifikánsan nagyobb egyik csoportban sem [20, 21].

Az intézetünkben kezelt betegek körében 'chimney' fedett sztentek esetén agyi ischaemiás szövődmény nem fordult elő, kis esetszámunk miatt azonban ebből következtetést levonni nem tudunk.

Az aortaíven használható elágazó sztentgraftok az utóbbi években váltak elérhetővé. Egyelőre kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre alkalmazásukról. Jellemzően válogatott esetekben alkalmazzák őket, ha a beteg nem alkalmas a nagy megterheléssel járó nyitott műtétre, vagy korábbi nyitott műtét miatt az újabb (redo) sternotomia túl nagy kockázatú. A rendelkezésre álló adatok nagy technikai és rövid távú sikerarányról számolnak be, azonban valamennyi publikáció említi a módszer hosszú távú sikerességének kérdését. Elágazó sztentgraftok alkalmazása esetén számolnunk kell a 6–8 hetes gyártási idővel, a korlátozott hozzáférhetőséggel és a jelentősen nagyobb költségekkel.

Az általunk bemutatott esetekben a mellkasi aorta közel teljes hosszában lefedésre került a sztentgraft által.

Az ilyen beavatkozások során a legrettegettebb szövődés a paraplegia, mellyel számolnunk kell a beavatkozás tervezése során [22].

Csaknem valamennyi közlemény hangsúlyozza a bemutatott módszerek hosszú távú sikerességének kérdésességét, ami további vizsgálatok igényét veti fel.

Következtetés

Az elérhető irodalmi adatokat és kezdeti tapasztalatainkat értékelve elmondhatjuk, hogy az aortaívet érintő betegségek esetén az endovascularis megközelítés lehetővé teszi a műtétek invazivitásának csökkentését. A technikailag nehéz műtéteket nagy forgalmú centrum multidiszciplináris munkacsoportja végezheti a legjobb eredménnyel. Közleményünkben hazánk első, elágazó grafftal történő, sikeres endovascularis aortaív-rekonstrukciójáról is beszámoltunk.

Anyagi támogatás: Az RRF-2.3.1-21-2022-00003. számú projekt az Európai Unió támogatásával valósult meg. Az NKFIH-1277-2/2020. számú projektet az Innovációs és Technológiai Minisztérium Tématerületi Kiválósági Programja (2020-4.1.1.-TKP2020) finanszírozta a Semmelweis Egyetem Bioimaging tématerületi programjának keretében.

Szerzői munkamegosztás: A beavatkozások elvégzése: Cs.-N. Cs., P. M., Sz. Z., S. P., Cs. G. A képalkotó vizsgálatok elkészítése, értékelése: Cs.-N. Cs., H. A., B. S. Irodalomkutatás, a kézirat megírása, szerkesztése: N. M. G., H. A., Cs.-N. Cs. Az ábrák kiválasztása: H. A., Cs.-N. Cs., N. M. G. A kézirat átnézése, javítása, jóváhagyása: Cs.-N. Cs., Sz. Z., B. S., H. A. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek releváns érdekltségek.

Irodalom

- [1] Abraha I, Romagnoli C, Montedori A, et al. Thoracic stent graft versus surgery for thoracic aneurysm. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; (9): CD006796. Update: *Cochrane Database Syst Rev.* 2016; (6): CD006796.
- [2] Manetta F, Newman J, Mattia A. Indications for thoracic endovascular aortic repair (TEVAR): a brief review. *Int J Angiol.* 2018; 27: 177–184.
- [3] Mathlouthi A, Nejm B, Magee GA, et al. Hospitalization cost and in-hospital outcomes following type B thoracic aortic dissection repair. *Ann Vasc Surg.* 2021; 75: 22–28.
- [4] Hartvánszky I, Bogáts G. Clinical significance of the aortic arch and its malformations from fetus to adulthood. [Az aortaív-anomáliák klinikai jelentősége a magzattól a felnőttkorig.] *Orv Hetil.* 2021; 162: 1920–1923. [Hungarian]
- [5] Dias N, Sonesson B. Revascularization options for left subclavian salvage during TEVAR. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2014; 55: 497–503.
- [6] Imaev TĚ, Salichkin DV, Komlev AE, et al. Endovascular repair of the aortic arch. *Angiol Sosud Khir.* 2021; 27: 34–45.
- [7] Ishimaru S. Endografting of the aortic arch. *J Endovasc Ther.* 2004; 11(Suppl 2): II62–II71.
- [8] Erbel R, Aboyans V, Boileau C, et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2014; 35: 2873–2926. Erratum: *Eur Heart J.* 2015; 36: 2779.
- [9] Prapassaro T, Teraa M, Chinsakchai K, et al. Mid-term outcomes of chimney endovascular aortic aneurysm repair: a systematic review and meta-analysis. *Ann Vasc Surg.* 2022; 79: 359–371.
- [10] Taneva GT, Criado FJ, Torsello G, et al. Results of chimney endovascular aneurysm repair as used in the PERICLES Registry to treat patients with suprarenal aortic pathologies. *J Vasc Surg.* 2020; 71: 1521–1527.e1.
- [11] Burke CR, Kratzberg JA, Yoder AD, et al. Applicability of the Zenith inner branched arch endograft. *J Endovasc Ther.* 2020; 27: 252–257.
- [12] Czerny M, Rylski B, Morlock J, et al. Orthotopic branched endovascular aortic arch repair in patients who cannot undergo classical surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018; 53: 1007–1012.
- [13] Dake MD, Brinkman WT, Han SM, et al. Outcomes of endovascular repair of aortic aneurysms with the GORE thoracic branch endoprosthesis for left subclavian artery preservation. *J Vasc Surg.* 2022; 76: 1141–1149.e3.
- [14] Csobay-Novák Cs, Pataki Á, Fontanini DM, et al. Branched endovascular aortic repair of a contained rupture in chronic aortic dissection. [Krónikus aortadissectio talaján kialakult tartott ruptúra endovascularis műtété elágazó grafftal.] *Orv Hetil.* 2022; 163: 886–890. [Hungarian]
- [15] Zhao Y, Shi Y, Wang M, et al. Chimney technique in supra-aortic branch reconstruction in China: a systematic and critical review of Chinese published experience. *Vasc Endovascular Surg.* 2017; 51: 429–435.
- [16] Mangialardi N, Ronchey S, Malaj A, et al. Value and limitations of chimney grafts to treat arch lesions. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2015; 56: 503–511.
- [17] Voskresensky I, Scali ST, Feezor RJ, et al. Outcomes of thoracic endovascular aortic repair using aortic arch chimney stents in high-risk patients. *J Vasc Surg.* 2017; 66: 9–20.e3.
- [18] András TB, Grossmann M, Zenker D, et al. Supra-aortic interventions for endovascular exclusion of the entire aortic arch. *J Vasc Surg.* 2017; 66: 281–297.e2.
- [19] D’Oria M, Mani K, DeMartino R, et al. Narrative review on endovascular techniques for left subclavian artery revascularization during thoracic endovascular aortic repair and risk factors for postoperative stroke. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2021; 32: 764–772.
- [20] Piffaretti G, Pratesi G, Gelpi G, et al. Comparison of two different techniques for isolated left subclavian artery revascularization during thoracic endovascular aortic repair in Zone 2. *J Endovasc Ther.* 2018; 25: 740–749.
- [21] Ramdon A, Patel R, Hnath J, et al. Chimney stent graft for left subclavian artery preservation during thoracic endograft placement. *J Vasc Surg.* 2020; 71: 758–766.
- [22] Liu D, Luo H, Lin S, et al. Comparison of the efficacy and safety of thoracic endovascular aortic repair with open surgical repair and optimal medical therapy for acute type B aortic dissection: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2020; 83: 53–61.

(Csobay-Novák Csaba dr.,
Budapest, Határőr út 18., 1122
e-mail: csobay.csaba@semmelweis.hu)