

---

# Zdravljenje anevrizem možganskih arterij z embolizacijo

As. mag. Tomaž Šeruga, dr. med., spec. radiolog  
Splošna bolnišnica Maribor, radiološki oddelek, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

## **Izvleček**

**Izhodišča:** Prikaz intervencijskega endovaskularnega zdravljenja anevrizem možganskih arterij z embolizacijo s pomočjo Guglielmijevega sistema platinastih zank (GDC).

**Metode:** Endovaskularni postopek zdravljenja smo uporabili pri treh bolnikih s tremi intrakranialnimi anevrizmami. Dve anevrizmi sta bili rupturirani in bolnika sta utrpela obsežno subarahnoidno krvavitev, pri tretji bolnici je bila anevrizma odkrita naključno. S pomočjo Tracker-10 mikrokatetra, smo anevrizmo embolizirali s platinastimi zankami, ki jih od kovinskega vodila ločimo z elektrolizo. Sistem snemnih zank se imenuje po izumitelju Guglielmi detachable coil (GDC).

**Rezultati:** Kontrolne angiografije po embolizaciji anevrizem so pokazale pravilen položaj zank v anevrizmah, ki so bile izključene iz cirkulacije. Distalni deli arterij so bili v celoti ohranjeni. Preživetje bolnikov je odvisno predvsem od

## **Abstract**

**Starting points:** A presentation of endovascular intervention treatment of brain arteries aneurysms by embolization carried out with the Guglielmi platinum coils system (GDC).

**Methods:** Endovascular treatment was applied in three patients having intracranial aneurysms. In two patients aneurysms were ruptured and the patients suffered a massive subarachnoidal bleeding, while the aneurysm in the third (female) patient was discovered incidentally. The aneurysm was obliterated with the platinum loops separated from the metal support with electrolysis by means of a Tracker-10 micro-catheter. The system of detachable coils has been named after its inventor Guglielmi (GDC).

**Results:** Control angiographies after the aneurysm embolization showed the correct position of coils in the aneurysms, which were excluded from the circulation. The distal parts of arteries were entirely preserved. The survival of patients

kliničnega stanja bolnikov pred posegom. Bolnica z nerupturirano anevrizmo je zapustila bolnico naslednji dan zdrava, bolnika s težko subarahnoidno krvavitvijo, ki za kirurški poseg nista bila več sposobna, sta po dveh tednih umrla za posledicami prvotne krvavitve.

**Zaključki:** Intervencijsko zdravljenje anevrizem možganskega ožilja z embolizacijo, predstavlja dopolnilni način uveljavljeni kirurški terapiji. Pri bolnikih, ki niso sposobni za operacijo, predstavlja edini mogoči način zaščite pred usodno ponovno krvavitvijo. Poseg je neinvaziven in pri že prizadetih možganih ne povzroča dodatnih poškodb. Metoda se klinično uporablja slabo desetletje, zato raziskave na področju trajnosti rezultatov še niso dokončne.

#### **Ključne besede:**

subarahnoidna krvavitev; anevrizma; embolizacija; Guglielmijeve snemne zanke (GDC); elektroliza; mikrokater;

## **1 Uvod**

Subarahnoidna krvavitev (SAK) predstavlja zaradi visoke smrtnosti in težke posledične prizadetosti bolnikov velik zdravstveni problem. Kljub hitremu napredku operativnih tehnik, izboljšanju pooperativne intenzivne nege in

depends primarily on their clinical status before the procedure. The (female) patient with the aneurysm that had not ruptured was discharged the following day and was well, the two patients with massive subarachnoidal bleeding, who were not in a condition to undergo an operation, died after two weeks because of the primary bleeding.

**Conclusions:** Intervention treatment of brain arteries aneurysm by embolization is an additional method in the already established surgical therapy. In patients who cannot undergo an operation it is the only possible way of protection against another fatal bleeding. This intervention is non-invasive and does not cause any additional damage to the already affected brain. The method has been clinically applied for about a decade, so the researches as far as permanent results are concerned are not final yet.

#### **Key Words:**

subarachnoidal bleeding, aneurysm, embolization, Guglielmi detachable coils (GDC), electrolysis, micro-catheter

možnosti endovaskularnih načinov zdravljenja vazospazma, se rezultati zdravljenja ne izboljšujejo v pričakovani meri.

Pogostost subarahnoidne krvavitve je v razvitih državah ocenjena s 5 -10 na 100000 prebivalcev na leto. Naravna

umrljivost zaradi anevrizmatskih subarahnoidnih krvavitev je okoli 40%, toliko bolnikov namreč umre zaradi začetne krvavitve že pred prihodom v bolnišnico ali takoj po njem. Približno ena tretjina bolnikov ostane trajno prizadetih zaradi same krvavitve ali zapletov po njej, kot so ponovna krvavitev, ishemični nevrološki defeciti, posledic zapletov med zdravljenjem in le ena tretjina se jih vrne v normalno vsakodnevno življenje.

Ruptura anevrizme arterije na bazi možganov je najpogostejši vzrok spontanih subarahnoidnih krvavitev (SAK). V literaturi je navedeno, da je približno 80% krvavitev anevrizmatskega izvora(1). Približno 10 do 15 % krvavitev ni posledica rupture anevrizme in so perimezencefalnega izvora. Angiografija možganskega ožilja pri teh bolnikih ne pokaže bolezenskih sprememb ožilja, te krvavitve so manj nevarne od anevrizmatskih in bolniki po nekaj tednih konzervativnega zdravljenja običajno zapustijo bolnišnico brez trajnih posledic. Ostali vzroki spontanih SAK so arteriovenske malformacije možganov in hrbtenjače, arteriovenske fistule dure, tumorji in ostalo(2).

V Sloveniji je bila 1997 opravljena pilotska raziskava, ki je pokazala, da je bilo na nevroloških oddelkih zaradi možganskožilnih bolezni hospitaliziranih približno 3800 ljudi (190/100 000 prebivalcev), od teh jih je 8,5% (283) utrpelo SAK(3).

## 2 Etiologija

Anevrizma predstavlja trajno lokalizirano vrečasto razširitev žilne stene, ki se najpogosteje pojavlja na odcepiščih in razcepiščih možganskih arterij. Zgradba stene intraduralnih arterij se po svoji strukturi bistveno razlikuje od zgradbe perifernih arterij. Intrakranialne arterije imajo zelo tanko tunico adventicijo, brez zunanje elastične lamine (plasti). Tudi tunica media je zelo tanka, na razcepiščih arterij pa je žilna stena sploh ne vsebuje. Koti razcepišč arterij so hemodinamsko najbolj obremenjeni segmenti žil, zato prihaja do lokalne degeneracije notranje elastične plasti in do nastanka vrečaste izbočitve. V njej se nato pojavlja turbulenca krvnega obtoka, ki povzroča rast anevrizme in privede tudi do rupture, saj anevrizma ne vsebuje mišične plasti in zato ni elastična(4).

Najpogosteje se pojavlja SAK pri ljudeh med 40. in 60. letom življenja, vendar se krvavitev lahko pojavi od otroštva do pozne starosti. Ženske zbolijo 1,6-krat pogosteje kot moški(5). Kajenje, povišan krvni tlak in prekomerno uživanje alkohola so, skupaj z drugimi aterosklerotičnimi obolenji, vodilni dejavniki tveganja krvavitve.

Možnost rupture asimptomatske anevrizme se ocenjuje s približno 10% na desetletje. Zanesljiva ocena je težka, saj je zelo malo študij, ki bi bile opravljene na dovolj veliki populaciji bolnikov z nerupturiranimi anevrizmami.

### 3 Diagnostika

Klinično se SAK pojavlja z močnim glavobolom, z meningealnimi znaki, bruhanjem in motnjo zavesti(6). Za oceno prizadetosti bolnika uporabljamo delitev po Huntu in Hessu, v pomoč pa nam je tudi ocena po Glazgovski koma skali. Hunt in Hessova delitev ima pet stopenj in je velikega pomena tudi za bolnikovo prognozo in preživetje. Bolniki, ocenjeni od I. do III. stopnje imajo bistveno večje možnosti preživetja kot bolniki, ocenjeni s IV. in V. stopnjo(7).

Po kliničnem pregledu opravimo še pregled z računalniško tomografijo (RT), ki potrdi krvavitev, je pa ne more zanesljivo izključiti. V kolikor nimamo na razpolago RT, je potrebno opraviti lumbalno punkcijo, pri kateri hemoragični likvor potrdi sum na krvavitev.

Naslednja stopnja je angiografija, s katero odkrijemo vzrok SAK. Konvencionalna intraarterijska digitalna subtrakcijska angiografija (i.a. DSA), je še vedno najbolj dostopna diagnostična metoda za identifikacijo anevrizem, torej metoda izbora. Žal prinaša s seboj tveganje zaradi mogočih mikroembolij(8,9).

Z razvojem računalniške tomografske angiografije (CTA) z možnostjo tridimenzionalne rekonstrukcije (3D), je dobila kateterska angiografija skoraj enakovredno nadomestno metodo za detekcijo anevrizem(10). Prednost 3D CTA je, da jo lahko opravimo kar v nadaljevanju daignostičnega CT

pregleda. Kadar z računalniško obdelavo slike potrdimo anevrizmo in se ta po lokalizaciji ujema z mestom krvavitve na nativnem CT pregledu, DS angiografija ni več potrebna. Opraviti pa jo moramo v primeru negativnega CTA izvida, saj je angiografski izvid dokončen(11). Prikaz intrakranialnega ožilja v perspektivni prostorski obdelavi je pomemben tudi za izbiro in načrtovanje terapevtskega posega(12). Omogoča predstavlo anevrizme v odnosu do okolnih anatomskih struktur, oceno lege, oblike in velikosti anevrizme in geometrijo njenega vratu. Prikaže tudi morebitno vraščenost dela arterije v trup anevrizme, pa tudi intraluminalne trombe in kalcinacije v njeni steni.

Druga možnost je magnetno rezonančna angiografija (MRA), ki je v akutni fazi žal manj uporabna, saj so pacienti pogosto prizadeti, slabo sodelujejo in niso sposobni za preiskavo. Prednost MRA je v njeni neškodljivosti, saj ni sevanja in jo lahko kvalitetno opravimo tudi brez uporabe kontrastnega sredstva. Zato je bistvenega pomena za preventivo kot presejevalna (screening) metoda pri odkrivanju anevrizem(13,14). Ostali metodi sta transkranialni Dopplerjev ultrazvok in intravenska digitalna subtrakcijska angiografija (i.v. DSA), ki sta sicer manj invazivni, imata pa določene omejitve v prikazu anevrizem.

## 4 Zdravljenje

Namen zdravljenja je izključitev anevrizme iz obtoka in preprečitev usodne ponovne krvavitve(15).

Zdravljenje je lahko operativno s kraniotomijo in pretisnjenjem anevrizme na vratu s sponko ali intervencijsko z endovaskularnim pristopom in embolizacijo z Guglielmijevimi snemnimi zankami (GDC). Intervencijski endovaskularni pristop je postal v zadnjem desetletju zlasti v tujini uspešen način zdravljenja intrakranialnih anevrizem tudi v primerjavi z uveljavljenim klasičnim nevrokirurškim posegom. Sprva so ta pristop uporabljali pri bolnikih v težkem kliničnem stanju, kmalu pa še za anevrizme na vertebrobazilarnem ožilju(16). Danes opravijo v številnih klinikah že več embolizacij kot operacij, predvsem pa narašča število embolizacij pri bolnikih s slučajno odkritimi, nerupturiranimi anevrizmami. Številnost posegov je različna od države do države. V ZDA število intervencijskih posegov pri anevrizmah dosega 15%, v Franciji 75%(17). Pri nas smo pričeli postopoma uvajati endovaskularno tehniko v letu 1999 ob pomoči prof. dr. Guentherja E. Kleina iz LKH v Gradcu, letos pa smo prvič samostojno opravili poseg.

Postopek poteka tako, da po Seldingerjevi metodi skozi iglo uvedemo v femoralno arterijo vodilno žico in preko nje vstavimo vodilo za angiografski kateter. Kateter pod diaskopsko kontrolo uvedemo v skupno karotidno arterijo in

po njej v notranjo karotidno arterijo. Vodilno žico izvlečemo in vstavimo 260 cm dolgo izmenjalno žico, preko katere uvedemo vodilni kateter debeline 6F v notranjo karotidno arterijo pod bazo lobanje. Menjava katetrov poteka prav tako pod diaskopsko kontrolo. Sledi priprava mikrokaterskega sistema. Mikrokater najprej speremo s heparinizirano fiziološko raztopino, nad paro oblikujemo konico in nanj privijemo hemostatsko valvulo. Glede na lego anevrizme oblikujemo začetni del tanke vodilne žice, ki jo skozi valvulo uvedemo v mikrokater in priključimo na sistem za izpiranje mikrokatera. Na sprednji del mikrokatera nastavimo drugo hemostatsko valvulo in priključimo drug sistem, ki služi za spiranje vodilnega katetra. Mikrokater uvedemo v vodilni kateter in zategnemo hemostatsko valvulo, da fiziološka ratopina ne brizga iz sistema. Manšeti sistemov za prepiranje nastavimo na tlak 300 mm Hg, infuzija pa mora kapljati s hitrostjo cca 3 kapljic na sekundo. Tako je celoten sistem izpolnjen s fiziološko raztopino, saj v njem ne sme biti zraka in je pripravljen za poseg. Na stojalo ob mizi pritrdimo še aparat za elektrolitično ločevanje GDC platinastih zank.

Po teh pripravah skozi sistem za prepiranje vodilnega katetra vbrizgamo kontrastno sredstvo, napravimo subtraksijski angiogram in ga zamrzemo. Tako dobimo žilni zemljevid (road map). S pomočjo diaskopije, s katero spremljamo pomikanje katetra po

žili, uvedemo mikrokater po vodilni žici skozi karotidni sifon v želeno cerebralno arterijo ter se približamo vratu anevrizme. Naslednji korak je uvajanje katetra po vodilni žici v sredino anevrizme. Ob tem je potrebna velika mera pazljivosti, saj lahko pride ob neprevidnem rokovanju do rupture vrha anevrizme. Pripravimo GDC zanko, ki jo potisnemo iz zaščitne srajčke, jo pregledamo in pazljivo potegnemo nazaj v zaščitno ovojnico. Po pregledu jo po mikrokateru, seveda vse pod kontrolo diaskopije, počasi v celoti uvedemo v anevrizmo. Prva zanka predstavlja zaščito stene anevrizme pred rupturo. Naredimo kontrolno angiografijo v dveh projekcijah in skrbno pregledamo lego zanke in prehodnost okolnega ožilja. Paziti moramo, da se označbe na mikrokateru in kovinskem vodilu zanke pokrijeta. Le v tem položaju je del zanke, ki je namenjen elektrolizi, izven katetra, kar je pogoj za uspešen proces ločitve platinaste zanke od kovinskega vodila. Če smo s položajem zanke zadovoljni, na kovinski del vodila platinaste zanke namestimo pozitivno elektrodo, negativno elektrodo pa priključimo na injekcijsko iglo, ki je v višini bolnikovega boka zabodena v miškulaturo. Električne kable nato vstavimo v aparat za elektrolizo in vklopimo stikalo. Po dveh do treh minutah pokaže aparat, da je prišlo do elektrolize. Pod kontrolo diaskopije preverimo, če je dejansko prišlo do ločitve in nato izvlečemo kovinsko vodilo platinaste zanke, ki ostané v anevrizmi.

Nato s tanjšimi platinastimi zankami izpolnimo anevrizmo v celoti. Anevrizma lahko trombozira, še predno jo v celoti izpolnimo. Tedaj z vstavljanjem ne nadaljujemo, saj lahko izrinemo delce tromba v cirkulacijo. Zanka ne sme segati izven anevrizme, da ne bi motila obtoka. Pacienta zaščitimo s 5000 E heparina v bolusu pred pričetkom posega, kasneje dajmo še 1000 E vsako uro. Poseg opravljamo običajno v splošni omami, lahko pa le v lokalni anesteziji, kot jo uporabljamo pri diagnostični angiografiji.

Za zdravljenje intrakranialnih anevrizem uporabljamo GDC sistem (Guglielmi detachable coil). Embolizacijsko sredstvo so platinaste zanke ali nitke (angl. coil) na kovinskem vodilu, ki se imenujejo po izumitelju Italijanu Guidu Guglielmiju (18). A sistem je bil razvit usmerjeno za zdravljenje intrakranialnih anevrizem in je izdelek tvrdke Target (Boston Scientific). Ločitev zanke od vodila poteka z elektrolizo. Zanko, ki se med posegom pokaže za neprimerno, lahko izvlečemo in jo zamenjamo s primernejšo. Elektroliza povzroča v anevrizmi tudi trombogenezo. Zanke so predoblikovane in izdelane v različnih velikostih, debelinah in oblikah. Nameščamo jih lahko le skozi mikrokaterne sisteme.

## 5 Razprava

Endovaskularno zdravljenje se je uveljavilo po letu 1992 in je postalo enakovredna metoda operativnemu

načinu. Poseg dodatno ne travmatizira možganskega tkiva, ki se mu ob direktnem kirurškem pristopu ne moremo v celoti izogniti. Zaradi neinvazivnosti je endovaskularni poseg mogoče opraviti tudi pri bolnikih v težjem kliničnem stanju (Hunt in Hess 4, 5), ki za operacijo sicer ne bi bili sposobni. Zaradi relativno lahkega dostopa po naravni žilni poti lahko endovaskularni pristop uporabimo pri anevrizmah v vertebrobazilarnem področju, v zapletenih anatomskih situacijah pri anevrizmah na karotidni arteriji v kavernožnem sinusu, torej v predelih, ki so za kirurški način zdravljenja težje dostopni. Časovno okno za embolizacijo ni tako pomembno kot za kirurški pristop, najbolje pa je poseg opraviti takoj, ko je mogoče zbrati ekipo. Spazem je za intervencijski poseg manjša ovira kot za operacijo, saj si lahko pomagamo z lokalno aplikacijo spazmolitika. Glede velikosti so za embolizacijo najprimernejše do 10 mm velike vrečaste anevrizme z ozkim vratom, kjer je ta vsaj za polovico ožji od največjega premera anevrizme.

Razvoj endovaskularne tehnike je hiter in danes lahko s tehniko preoblikovanja vratu anevrizme (remodeling technique), emboliziramo že anevrizme s širokim vratom. Z balončkom na drugem mikrokatetru, ki ga vpeljemo skozi vodilni kateter vstavljen v femoralno arterijo z nasprotni strani, zapremo arterijo oz. premostimo vrat anevrizme v času embolizacije. Tako preoblikujemo širok vrat v razmerje, ki je za embolizacijo

ugodno. V zadnjem času se je pojavila tudi možnost uporabe žilne opornice (stenta). Skozi steno opornice lahko nato izvedemo embolizacijo, v kolikor že sam stent ni spremenil hemodinamskih razmer. Ta tehnika prihaja v poštev tudi pri embolizaciji velikih in gigantskih anevrizem. Pri teh tok krvi pletež zank odriva v smeri toka in s tem veča anevrizmo. Tako pride do nastaka novega vratu, kar zahteva ponovno embolizacijo. Pri kirurški terapiji, ob pravilni postavitvi sponke, ni nevarnosti, da bi anevrizma rastla.

V literaturi, lastnih izkušenj še nimamo, je moč najti primerjalne študije obeh metod tako na področju zdravljenja posledic anevrizmatskih SAK kot nemih anevrizmah. King je leta 1994 primerjal je rezultate 28 študij, ki so zajele skupno 733 bolnikov in našel 4,1% kirurško morbiditeto in 1% mortaliteto(19). Slaba plat večine študij je v nepopolnih podatkih glede velikosti in lege anevrizem. Večino študij so opravili kirurgi, ki so bili tudi operaterji, ne pa neodvisni opazovalci, tako da je lahko prišlo do precenjevanja uspešnosti rezultatov operacij. V primerjalni študiji ISUIA (International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms investigators) iz leta 1998, je bilo zajetih 996 bolnikov, operiranih zaradi nerupturiranih anevrizem. Navedena je 3,8% mortaliteta/leto pri bolnikih, ki v preteklosti niso imeli SAK in z 2% mortaliteto pri bolnikih, ki so v preteklosti zakraveli iz anevrizme v drugih predelih

možganskega ožilja. Morbiditeta je znašala 12 % in je bila višja pri starejših bolnikih(20). Kraniotomija je navedena kot posebna neugodnost, saj bolniku po njej za eno leto odvzamejo vozniško dovoljenje (Velika Britanija). Prednost kirurškega zdravljenja je, da po uspeh operacijah ostajajo skoraj vse anevrize trajno zaprte, medtem ko so rezultati proučevanja trajnosti embolizacije stari toliko kot metoda sama. Problem je tudi v popolnosti okluzije anevrize, kjer so navedeni rezultati, ki kažejo popolno ali skoraj popolno okluzijo pri majhnih anevrizmah v 93%, pri velikih v 89% in popolno takojšnjo embolizacijo pri dveh gigantskih anevrizmah(21).

Kirurško zdravljenje počenih in klinično nemih anevrizem je uveljavljena metoda z dolgo tradicijo in zelo dobrimi rezultati. Slabe strani kirurškega posega so predvsem v invazivnosti, ki neredko povzroča dodatne poškodbe možganov v kritičnem obdobju po krvavitvi. Kirurški poseg je običajno dolgotrajnejši zaradi relativno zahtevnega dostopa do anevrize. Sposobnost in izkušnost nevrokirurga sta bistvenega pomena za izhod operacije. Vsekakor je stopnja tveganja pri interventnem posegu manjša, čeprav obstaja možnost ponovne rupture anevrize in možnost embolizmov.

Sodobna pooperativna nega bolnikov s subarahnoidno krvavitvijo je za preživetje bolnikov velikega pomena, ne glede na operativni pristop ali eventualno konzervativno zdravljenje anevrizem. Po

izključitvi anevrize iz obtoka sledi zdravljenje zapletov same krvavitve, zvišanja intrakranialnega tlaka, motenj resorpcije možganske tekočine, spazma arterij, eventualnih zapletov zaradi terapevtskega posega in nihanj krvnega tlaka, ki lahko privedejo do sekundarne ishemije možganov(22). Uspešnost obeh načinov zdravljenja je odvisna od splošnega kliničnega stanja bolnika v času posega in ne le od ocene po Hunt in Hessu oz. od obsežnosti SAK ob sprejemu. Slabšo prognozo imajo bolniki s krvavitvijo v možganski parenhim in prodrom krvi v ventrikularni sistem, ne glede na način zdravljenja.

Pri načrtovanju posameznih posegov je potrebno tesno sodelovanje nevroradiologa z nevrokirurgom in neuroanestezistom, kadar se poseg opravlja v splošni omami. Ob odločitvi za način zdravljenja je potrebno pretehtati varnost in tveganost posega, njegovo učinkovitost, bolnikova nelagodja, bolečino, čas rehabilitacije in tudi stroške zdravljenja(23,24,25).

## 6 Zaključek

Razvoj intervencijske nevroradiologije z endovaskularno embolizacijo anevrizem sodi med večje dosežke zadnjega desetletja in predstavlja najobetavnejšo možnost zdravljenja anevrizmatskih SAK. Glede na razvojne trende v svetu verjamemo, da bo endovaskularno zdravljenje anevrizem postalo dostopno tudi slovenskim bolnikom in bo

intervencijska nevro radiologija zasedla mesto, ki ji v sodobnem pogledu na zdravljenje anevrizem tudi pripada.

## Literatura:

1. Wardlaw JM. The unruptured aneurysm. Neurointerventionist Remedica Publishing Ltd. London 1999; 1: 2-11.
2. Castillo M. Neuroradiology companion. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998:87-96.
3. Pogačnik T. Stopenjska obravnava možganske kapi. Medicinski razgledi 1999; 38: Suppl 5: 45-54
4. Byrne JV, Guglielmi G. Endovascular treatment of intracranial aneurysms Berlin-Heilderberg: Springer Verlag, 1998: 30-38.
5. Wan Gijn J. What caused this subarachnoid haemorrhage? In: Warlow CP, Dennis MS, van Gijn J et al., editors. Stroke, A practical Guide to management. Oxford: Blackwell Science 1996:322-359.
6. Sartor K. MR Imaging of the skull and brain; A Corelative Text-Atlas. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1992: 558-571.
7. Rohrdorf G, Ogilvy CS, Gress DR, Crowell MRChoi IS. Patients in poor neurological condition after subarachnoid hemorrhage: Early management and long term outcome. Acta Neurochirurgica 1997; 139: 1143-1151.
8. Cloft HJ, Joseph GJ, Dion JE. Risk of cerebral angiography in patients subarachnoid hemorrhage, cerebral aneurysm and arteriovenous malformation. Stroke 1999; 30: 317-320.
9. Heisermann JE, Dean BL, Hodak JA, et all. Neurologic complications of cerebral angiography. AJNR Am Neuroradiol 1994;15:1408-1411.
10. Hart BL, Benzel EC, Ford CC. Fundamentals of Neuroimaging. Philadelphia: WB Saunders Company, 1997: 79-95.
11. Vieco PT, Shuman WP, Alsofrom GF, Gross CE. Detection of circle of Willis aneurysms in patients with acute subarachnoid Hemorrhage: A comparison of CT angiography and digital subtraction angiography; American Journal of Radiology 1995; 165: 425-430.
12. Korogi Y, Takahashi M, Katada K, Ogura Y. Intracranial aneurysms: Detection with three-dimensional CT angiography with volume rendering - Comparison with conventional angiographic and surgical findings. Radiology 1999;211: 497-506.
13. Sankhla SK, Gunawardena WJ, Coutinho CMA, Jones AP, Keogh J. Magnetic resonance angiography in the management of aneurysmal subarachnoid haemorrhage: study of 51 cases. Neuroradiology 1996; 38: 724-729.
14. Nagasawa S, Deguchi J, Arai M, Tanaka H, Kawanishi M, Ohta T. Topographic anatomy of paraclinoid carotid artery aneurysms: usefulness of MR angiographic source images. Neuroradiology 1997; 39: 341-343.
15. Broderick JP, Brott TG, Duldner JE, Tomsick T, Leach A. Initial and recurrent bleeding are the major causes of death following subarachnoid hemorrhage. Stroke 1994; 25:1324-1237.
16. Klein GE, Szolar DH, Leber KA, Karaic R, Hausegger KA. Basylar tip aneurysm: Endovascular treatment with Guglielmi detachable coils - Midterm results. Radiology 1997; 205:191-196.
17. Molyneux AJ. Surgery or coiling for intracranial aneurysms: The current position and future prospects. Neurointerventionist 1999; 1: 12-14.
18. Byrne JV, Guglielmi G. Endovascular treatment of intracranial aneurysms Berlin-Heilderberg: Springer Verlag, 1998: 30-38.
19. King JT, Berlin JA, Flamm ES. Morbidity and mortality from elective surgery for asymptomatic, unruptured intracranial aneurysms: A meta-analysis. J Neurosurg 1994; 81: 837-842.
20. International Study of Unruptured Intracranial Aneurysm (ISUIA) investigators. Unruptured intracranial aneurysms - risk of rupture and risks of surgical intervention. New England Journal of Medicine 1998; 339: 1725-1733

21. Kuether TA, Nesbit GM, Barnwell SL. Clinical and angiographic outcomes, with treatment data, for patients with cerebral aneurysms treated with Guglielmi Detachable Coils: a single center experience *Neurosurgery* 1998; 43: 1016-1025
22. Cesarini KG, Hardemerk HG, Persson L: Improved survival after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: review of case management during 12-year period. *J. Neurosurg* 90:664-672,1999.
23. Hui F, Boei H K. Interventional methods aid neurovascular treatment. *Diagnostic Imaging Europe*, 1996; 5: 42-52
24. Vinuela F, Halbach V, Dion E. J. Interventional neuroradiology; Endovascular therapy of the Central Nervous System. New York: Raven Press Ltd., 1992: 6-9
25. Molyneux AJ. Surgery or coiling for intracranial aneurysms: The current position and future prospects. *Neurointerventionist* 1999; 1: 12-14