

HISTORIE KATETRIZAČNÍCH TECHNIK VE 20. STOLETÍ*

HISTORY OF CATHETERISATION TECHNIQUE IN THE 20TH CENTURY

přehledový článek

Antonín Krajina

Radiologická klinika LF a FN,
Hradec Králové

Přijato: 10. 4. 2014.

Korespondenční adresa:prof. MUDr. Antonín Krajina, CSc.,
EBIR
Radiologická klinika FN
Sokolská 581,
500 05 Hradec Králové
email: antonin.krajina@fnhk.cz***Věnováno****k 90. narozeninám
Leo Steinharta
a Zdeňka Černocho.**

Konflikt zájmů: žádný.

SOUHRN**Krajina A. Historie katetrizačních technik
ve 20. století**

Autor popisuje krátkou historii katetrizačních technik. Tato historie začala experimenty na zvířatech v 19. století a na počátku 20. století. Skiaskopická kontrola se stala základní metodou při navigaci katétrů a provádění angiografií či měření krevních tlaků. Katétrů byly zaváděny nejprve chirurgicky, od roku 1953 perkutánně po zavedení punkční techniky Seldingerem. Během šedesátých let se katétrů staly chirurgickým nástrojem tím, že začaly být používány k dilataci tepen Dotterem od roku 1964. Transluminální angioplastika byla zlepšena zavedením vysokotlakých balonkových katétrů Grüntzigem v roce 1974. Embolizace provedená přes katétrů k uzávěru arteriovenózního zkratu byla zavedena v roce 1960, k zástavě krvácení od roku 1972 a k selektivnímu uzávěru aneurysmat od roku 1991.

Klíčová slova: historie, katetrizace, angioplastika, embolizace.

SUMMARY**Krajina A. History of catheterisation technique in the 20th century**

A brief history of catheterisation techniques is described. The history begun with first animal experiments in the 19th century and in beginning of 20th century. Fluoroscopy guidance has become basic method of following catheter navigation and performing angiograms or blood pressure measurements. Catheters were introduced surgically and then percutaneously after developing percutaneous approach by Seldinger in 1953. During 60. catheters became surgical instruments by using them for arterial dilatation by Dotter in 1964. Method of transluminal angioplasty has been improved by introduction of high-pressure balloon catheters by Grüntzig in 1974. Transcatheter embolisation techniques were utilized in occlusion of arteriovenous shunts 1960, in arterial bleeding control since 1972 and for selective occlusion of aneurysms since 1991.

Key words: history, catheterization, angioplasty, embolization.

MOTTO

„Jakmile něco objevíme a pojmenujeme, lze tomu snadno porozumět. Problém je v tom na to přijít.“

Galileo Galilei (1564–1642)

ÚVOD

K využití cévního systému jako přirozené cesty k provádění léčebných a diagnostických výkonů významně přispěl Rönt-

genův objev (1–3). Předtím možnost kontroly pohybu a polohy různých katétrů se zprvu omezovala na anatomické znalosti a záznam tlaku krve. Claude Bernard (1813–1878) byl mezi prvními, kdo u psa uskutečnil měření tlaku krve v srdečních dutinách. Pracoval jako asistent Françoise Magendieho (1783–1855) (4). Z jugulární žíly zavedl katétr, kterým zaznamenával krevní tlak v pravých oddílech srdce. Tento tlak shledal nižším oproti tlaku krve z periferní tepny.

Po zavedení rentgenových přístrojů do praxe se v první fázi prováděly angiografie přímými punkcemi zobrazovaného ře-

čiště. Mezi zakladatele punkčních angiografií patří Egas Moniz (1874–1955) a Reynaldo dos Santos (1880–1970) (5–11). Časté komplikace přímých punkcí (12) vedly ke hledání bezpečnějšího způsobu aplikace kontrastní látky nebo i některých léků.

KATETRIZACE

Začínající chirurg Werner Forssmann (1904–1979) byl znepokojen častými komplikacemi při transtorakálních intrakardiálních injekcích u nemocných resuscitovaných při chirurgických výkonech a zamýšlel se nad možností podat tyto léky katétre zavedeným transvenózně do pravé síně (13). Byl inspirován francouzskými fyziology Etienne Marey (1830 až 1904) a Auguste Chauveau (1827–1917), kteří v roce 1861 u stojícího koně zavedli tenkou trubici do jugulární žíly a zanesli ji až do srdce. Odtud zaznamenávali tlak ze srdečních oddílů, aniž by došlo k poškození srdce (14–16). Nadále však přetrvával názor, že zavedení cizího tělesa do pravé síně či komory může vést k život ohrožujícím arytmiím či perforaci. Forssmann přemluvil svého kolegu, aby mu z vypreparované žíly na předloktí zavedl 35 cm dlouhý 5F močový katétr. Další pokusy již provedl sám, kdy si za asistence sestry Gerdy Ditzen přes chirurgicky vypreparovanou vena basilica zavedl 65 cm dlouhý katétr. Se zavedeným katétre sešel o dvě poschodí a polohu katétru zdokumentoval na rentgenovém oddělení. To se přihodilo v nemocnici Auguste – Viktoria Heim v Eberswalde nedaleko Berlína. Forssmann tento pokus publikoval ve svých 25 letech (17). Další rozvoj této metody v nemocnici v Charité v Berlíně narazil na odpor přednosta kliniky. Po návratu do Eberswalde pokračoval v pokusech na zvířatech. K dalšímu uplatnění jeho výsledků však nedošlo. Zde je potřeba zmínit, že již před Forssmannem několik výzkumníků studovalo, jakým způsobem by bylo možné podávat léky do cév zásobující nemocný orgán. Byli to Bleichröder (18), Unger (19) a Loeb (20). Bleichröder při zavedení katétru pocítil silnou bolest na hrudníku, proto se domníval, že katétre dosáhl srdce. Polohu katétru však nedokumentoval na rentgenu. V pokusech pokračoval ještě u dalších tří dobrovolníků. U jednoho nemocného s plicním abscesem se mu však nepodařilo zamýšlený lék intravaskulárně podat.

Po Forssmannově publikaci v *Klinische Wochenschrift* tuto metodu použil pražský lékař Otto Klein (1891–1968). Byl první (21), kdo na II. německé univerzitní klinice v Praze po katetrizaci pravé komory na základě Fickova principu (Adolph Fick, 1829–1901) (22) určil srdeční volum. V roce 1939 emigroval do Argentiny, kde pokračoval v této výzkumné práci v Buenos Aires. Portugalský neurolog Egas Moniz (1871–1955) publikoval v roce 1931 provedení plicní angiografie (23). Od roku 1941 prováděli André Frederick Cournand (1895–1988) a Dickinson W. Richards Jr. (1895–1973) katetrizace pravého srdce pomocí rentgen kontrastního katétru s dvojitým lumenem, kterým současně měřili tlak v pravé síni a komoře v nemocnici Bellevue v New Yorku (24–27). V roce 1956 byli Forssmann, Cournand a Richards oceněni Nobelovou cenou za fyziologii a medicínu. Do této doby byla však k zavedení katétru nutná chirurgická preparace tepny či žíly.

Punkční perkutánní techniku zavedení katétru do cévního systému vyvinul Sven Ivar Seldinger (1921–1998) v Karolinska institutu ve Stockholmu. Kromě chirurgické preparace byly katétry do cévního systému zaváděny pomocí duté jehly.



Obr. 1. **William Alfred Cook (1931–2011) zakladatel koncernu Cook Group.** Svoji firmu začal budovat v roce 1963 se svojí ženou Gaylou ve svém bytě. Spolupracoval s Ch. Dotterem a J. Röschem a zásadně též přispěl k vybudování Ústavu Charlese Dottera v Portlandu v roce 1990. Nyní skupina firem Cook zaměstnává více než 10 000 lidí. Fotografie pochází z roku 2008, kdy byl vyznamenán CIRSE spolu s Johnem Abelem – zakladatelem Boston Scientific za celoživotní dílo.
Fig. 1. **William Alfred Cook (1931–2011) founder of the Cook Group.** His company was started in 1963 with his wife Gayla in their spare room. He worked with Ch. Dotter and J. Rösch and founded Charles Dotter Institute in Portland in 1990. Currently the Cook Group employs more than 10,000 people. The photograph was taken on CIRSE meeting in 2008 where he accepted Gold Medal together with John Abele, founder of the Boston Scientific, for their lifetime achievements.

Tyto katétry byly příliš ohebné a bylo obtížné jejich posouvání nebo navádění bez další podpory. Byly proto vyztuženy vodičem. Tehdy mladý lékař Seldinger, si při jednom takovém výkonu uvědomil, že pořadí použití jehly, katétru a vodiče je špatné a navrhl jiný princip metody: „punkce tepny jehlou – zavedení vodiče do tepny skrz jehlu – odstranění jehly – zavedení katétru po vodiči dovnitř do tepny – posunutí katétru – vyjmutí vodiče“ (28). Jeho objev zpřístupnil cévní systém pro každodenní praxi a akceleroval vývoj diagnostických a léčebných technik založených na katetrizaci. Angiografie tak přestala být chirurgickým výkonem. Pozoruhodné bylo, že tehdejší přednosta Radiologické kliniky v Karolinska Institute nepovažoval tento objev za dostatečný k sepsání doktorské práce. Seldinger proto zahájil vývoj perkutánní transhepatální cholangiografie, kterou obhájil jako habilitační práci až v roce 1966 a v roce 1967 získal titul docent (29).

Původní Seldingerova jehla byla určena k punkci obou stěn tepny a až při vytahování, kdy bylo dosaženo zpětného pulzatorního toku z jehly, byl zaváděn vodič. Později byla používána jednoduchá jehla s ostrým břitem umožňující přímý nápich lumina cévy.

Seldinger též zavedl angiografické vodiče. Jejich konstrukce se sestávala z ocelového jádra opatřeného spirálovým obalem. Později bylo toto jádro posunlivé a jeho vytažením bylo možné dosáhnout různě dlouhého ohebného konce (30). Vodiče s ohebným koncem ve tvaru „J“ byly zavedeny Dotterem v roce 1966 (31). Rentgenkontrastní katétry byly vyvinuty ve Švédsku a na jejich vývoji se podílel Per Ödman (1918–1968). Paralelně vznikaly firmy, které je vyráběly v různých částech světa. Byly to United States Catheter & Instrument (UCSCI), Cordis, KIFA, Cook (obr. 1), MediTech a další (32, 33).



Obr. 2. Jiří Endrys (vlevo) a Leo Steinhart v roce 1995 na kardiologickém sjezdu v Mělníku. V Československu vyvinuli a zavedli transseptální katetrizaci koncem padesátých let 20. století.

Fig. 2. Jiri Endrys (on the left) and Leo Steinhart on cardiologic meeting in Melnik in 1995. They developed and introduced transseptal catheterisation in Czechoslovakia in late 50.

Seldingerova technika katetrizace byla v Československu převzata Leo Steinhartem od varšavského radiologa Januse Bowkiewiczze v roce 1954 (34, 35).

TRANSSEPTÁLNÍ KATETRIZACE

Měření tlaku v levém srdci bylo vždy součástí vyšetření srdečních vad. Od roku 1949 bylo nepřímě možné změřit tlak zaklíněným balónkovým katétre v plicnici. Dále byly používány přímé punkce levé síně suprasternální, zadní transtorakální či transbronchiální punkcí. John Ross Jr. (36) k přístupu do levé síně překvapivě snadno použil dlouhou, na konci zahnutou jehlu zavedenou z vypreparované velké safeny k punkci mezisínového septa. Stejnou techniku punkce jehlou zavedenou perkutánně tentýž rok publikoval Constantin Cope (37). Tuto metodu zdokonalili Leo Steinhart a Jiří Endrys a o rok později ji publikovali (38). K punkci mezisínové přepážky použili jehlu potaženou katétre, který přesunuli přes jehlu hlouběji do levé síně a jehlu vytáhli (obr. 2).

KATETRIZACE LEVÉ SRDEČNÍ KOMORY A KORONÁRNÍ ANGIOGRAFIE

Retrográdní katetrizace aorty a levé komory měla hlavní limity v tom, že nebylo možné zavést katétr do levé síně. Toho bylo dosaženo pouze transseptálně zavedeným katétre pomocí výše popsané jehly. Koronární tepny byly nejprve zobrazovány neselektivně vstříkem do kořene aorty, pak s použitím



Obr. 3. Alfréd Belán (vlevo) a Kurt Amplatz při setkání v Curychu v roce 1980

Fig. 3. Alfred Belan (on the left) and Kurt Amplatz in Zurich in 1980

dočasné zástavy srdce acetylcholinem, vstříkem kontrastu pod balonek naplněný nad odstupy koronárních tepen. Všechny tyto metody vymizely po zavedení selektivní koronarografie navržené Sonesem (39). Selektivní koronarografie se zrodila náhodně, když F. Mason Sones Jr. (1918–1985) nechtěně ponechal neselektivní katétr v kořeni aorty a do koronární tepny byl vstříknut velký objem kontrastní látky. V tomto případě nedošlo k fibrilaci komor, ale k zástavě, která po zakašlání odezněla (38). Do roku 1960 nebyla možnost elektroverze komorové fibrilace. Selektivní nástřik koronárních tepen umožňující detailnější vyšetření byl poprvé publikován Ricketsem a Abramsem (40) u malé skupiny nemocných. V roce 1967 pak publikováno Melvinem Judkinsem (1922–1985) (41) a Kurtem Amplatzem (*1925) (42) (obr. 3) již na daleko větších souborech nemocných. K záznamu byl tehdy používán sériograf a kineangiografie. Na vývoji zesilovače obrazu a záznamu Sones spolupracoval s Philips Medical Systems a Eastman Kodak Company (14, 39). Katetry pro retrográdní levostrannou ventrikulografii byly zpočátku modifikací katéru vyvinutého Cournandem (43) a byly to Lehman, Eppendorf a National Institutes Health Instruments. Byly vyráběny z Dacronu, který byl vyplétaný a opatřený postranními otvory. Ve druhé polovině padesátých let byly používány katetry z polyetylenu a polyuretanu. Bousen a Judkins navrhli v roce 1966 „hook-tail“ katétr s uzavřeným koncem a postranními otvory (44). V roce 1968 byl katétr modifikován a nazván Judkinsem pigtail, který se stal nejvíce a nejdéle používaným katétre (30). Selektivní koronarografie vedly k přímým revaskularizačním operacím na srdci. První aortokoronární bypass provedl René Favaloro (1923–2000) v Clevelandu.

V Československu byly koronarografie prováděny na více místech, zkušenost s nimi byla převzata z USA (45, 46).

MĚŘENÍ SRDEČNÍHO VÝDEJE

Termodiluční technika měření srdečního výdeje byla zavedena G. Fenglerem v roce 1954 (47). Tato experimentální práce ovlivnila Williama Ganze a Arnošta Froňka v Ústavu pro choroby oběhu krevního v Praze k vyvinutí metody měření toku krve u lůžka nemocného. Metoda nazvaná lokální termodiluce byla publikována v roce 1960 (48). Kontinuální sledo-



Obr. 4. **Charles Dotter (vlevo) a Josef Rösch v roce 1972 při horské túře na Mt. Whitney v Kalifornii**
 Fig. 4. **Charles Dotter (on the left) and Josef Rösch on hike in Mt. Whitney, California in 1972**

vání srdečního výdeje umožňuje rychlou kontrolu odpovědi na voluminoterapii a podané léky.

Balonkový katétr zanesený krevním tokem přes pravostranné srdeční oddíly do plicnice k měření tlaku byl vyvinut a popsán Harold J. C. Swanem a Williamem Ganzem (1919–2009) v roce 1970 (49). Sami autoři preferovali název katétr do plicní tepny, nicméně se všeobecně vžil název Swanův-Ganzův katétr.

PERKUTÁNNÍ REKANALIZACE TEPEN

Na Československý radiologický sjezd v Karlových Varech v roce 1963 byl pozván Charles T. Dotter (1921–1985). Již tehdy prezentoval myšlenku, že se diagnostický katétr může stát důležitým chirurgickým nástrojem, pokud bude použit s představivostí (obr. 4). Tato myšlenka vzešla z výsledku nechtěného zavedení diagnostického katétru přes uzávěr pánevních tepen. Po vytažení katétru zůstalo v tepně otevřené lumen, a její průchodnost tak byla zčásti obnovena. Toto pozorování ověřil v experimentech a 16. ledna 1964 léčil 83letou ženu s krátkým uzávěrem femorální tepny a gangrénou prstů. Tepnu se podařilo zrekanalizovat sadou teleskopických, koaxiálních, postupně se rozšiřujících katétrů a končetina se po úspěšném výkonu zhojila (50). Tato metoda nazvaná „dotterování“ byla více přijata v Evropě než v USA, kde byla, zvláště cévními chirurgy, velmi kritizována. V Československu tuto metodu nezávisle na sobě zavedli v Plzni Jiří Chvojka (1931–2014) a Zdeněk Chudáček (1926–2006) (51, 52).

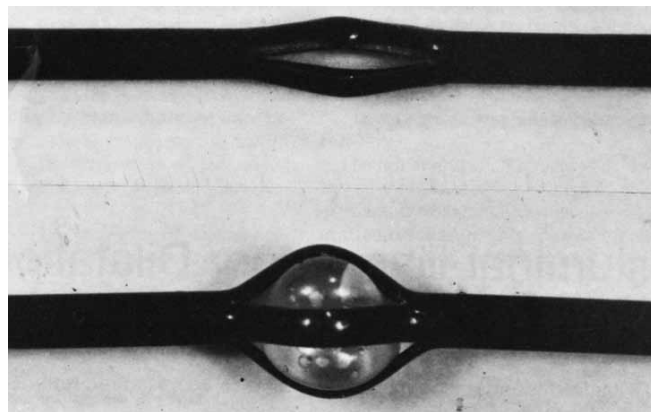
Dotterova metoda měla nevýhody jednak ve velkém punkčním otvoru, který v podstatě korespondoval s mírou rozšíření aterosklerotické stenózy. Tento problém vyřešil mladý lékař internista Andreas Roland Grüntzig (1939–1985). Do Curichu jej v roce 1969 přilákala publikace Roberta Heglina: „Diferenciální diagnostika ve vnitřním lékařství“.

Grüntzig se narodil v Drážďanech. Jeho rodina emigrovala v letech 1950–1952 do Argentiny. Pak se však vrátila do Lip-

ska. V tehdejší východní Německu Grüntzig a jeho bratr byli po absolvování střední školy předurčeni k manuální práci. V roce 1957 odchází do Heidelbergu v západní Německu studovat medicínu. Grüntzigův pozdější zájem o cévní onemocnění byl nejvíce stimulován při jeho studijním pobytu na interní klinice v Darmstadtu v roce 1969. Během dalšího studijního pobytu na radiologii v letech 1971–1972 navštěvoval Eberharta Zeitlera (1930–2011), který prováděl rekanalizace tepen pomocí Dotterovy techniky. V prosinci 1971 spolu provedli jednu angioplastiku v Curichu, která naneštěstí skončila uzávěrem popliteální tepny. Grüntzig pak dále pokračoval Dotterovou technikou na menší sérii pacientů. Později byl zaujat balonkovým katétrek Wernerem Portsmanem z východního Berlína (obr. 5) (53), který byl určený pro dilataci tepen. Dilatační katétr se sestával z latexového balonku, jehož expanze byla omezena zevním katétrek s podélnými „pomerančovými“ řezy. Balonek pak větvenovitě expandoval katétr a roztlačil stenózovanou tepnu.

Grüntzig společně se svoji ženou Michaelou a manželi Schlumfovými experimentovali s různými materiály. Zlom přišel s příchodem H. Hopffa ze Švýcarské technické univerzity v Curichu, který byl penzionovaným odborníkem na plasty. Hopff navrhl k výrobě balonkového katétru polyvinylchlorid, který poskytla místní firma zdarma. Tento tým nakonec konstruoval balonkový katétr pro angioplastiku, kterou Grüntzig provedl na dolní končetině v roce 1974 (54) (obr. 6). Jeho cílem však byla koronární angioplastika. V roce 1975 speciálním balonkem provedl první koronární angioplastiku u psa. V květnu 1977 byla nejprve provedena peroperační angioplastika v San Francisku spolu s Richardem Mylerem a Eliase Hannou. První perkutánní výkon byl proveden 16. září 1977 v Curichu (55) u 32letého pojišťovacího agenta, který později popsal své pocity včetně toho, že jeho spolubydliči na pokoji v nemocnici se žařlivě podívovali, že se vrátil bez jizvy na hrudníku a druhý den mohl bez bolesti chodit. Sám nemocný informoval novináře o nové metodě léčby, nicméně Grüntzig je přesvědčil, aby vyčkali, až jaký bude klinický výsledek po několika měsících. Jeho postoj byl tedy zcela jiný, než jaký vidáme dnes ve sdělovacích prostředcích. Zpráva byla publikována v novinách až v únoru 1978. Výsledky z prvních 50 léčených nemocných byly publikovány v roce 1979 (56).

Perkutánní balonková angioplastika posunula kardiologii blíže ke kardiochirurgii a v kontextu vysoké incidence ischemické choroby srdeční tak ovlivnila kvalitu života široké po-



Obr. 5. **Dilatační balonkový katétr navržený Wernerem Portsmanem**
 Fig. 5. **Balloon dilating catheter designed by Werner Portsman**



Obr. 6. Obalový leták k prvním balonkovým katétrům pro transluminální angioplastiku vyráběným firmou Schneider ve Švýcarsku
Fig. 6. The cover sheet of the first balloon catheter for transluminal angioplasty made by Schneider company in Switzerland

pulace lidí. Andreas Grüntzig řekl: „Ať se jednou stane cokoliv s touto metodou, zanechal jsem v medicíně stopu tím, že lze provést terapeutický zákrok přímo v koronárních tepnách a přitom mluvit s nemocným, který je jinak v pohodě.“ Andreas Grüntzig zemřel při leteckém neštěstí v říjnu 1985.

Perkutánní koronární angioplastika byla v Československu zavedena 21. ledna 1981 Alfrédem Belánem (1925–2011) (obr. 3).

STENTY

První zmínka v moderní literatuře o technice stentování pochází pravděpodobně od Alexise Carrela ze září 1912 (57). Tato technika byla zavedena do klinické praxe v osmdesátých letech 20. století s cílem zajistit lepší a stabilnější výsledky balonkové angioplastiky. Prvé pokusy Carrela a v šedesátých letech Charlese Dottera vedly k frustraci pramenící spíše ze špatného sladění mechanických vlastností implantátu a stěny tepny (58). Implantace stlačitelných a katétrech zavedených endoluminálních protéz do femorálních a popliteálních tepen u psa byla popsána Charlesem Dotterem (59).

Endoluminální protéza dostala název stent podle londýnského dentisty Charlese Stenta, který použil kovovou výztuhu „stent-splint“ pro kožní transplantát. Na jejím klinickém zavedení se podílel jako konstruktér švédský inženýr Hans Wallsten. Byl vynálezce způsobu simultánního tisku novin z obou stran z šedesátých let. Později se přestěhoval do Švýcarska, kde se setkal s kardiochirurgem Senningem z Curichu a diskutovali problém aortální disekce. Hans Wallsten pak navrhl endoluminální podporu pro stabilizaci disekované stenó-

zy aorty, kterou by bylo možné zavést perkutánně. Výsledkem byla jednoduchá a pak dvojitá kovová šroubovice. První experimenty byly provedeny D. Maasem a Ch. Zollikoferem (60).

Stent, který jako první vešel do historie, má konstrukci podobnou kovovému výpletu stínění koaxiálních kabelů. První generace tohoto stentu s firemním názvem Wallstent byla složena z 16–20 drátů o síle 0,06–0,09 mm z neferomagnetické kobaltové slitiny. Na konstrukci nosného zaváděcího zařízení se podílel inženýr Christian Imbert. Po 9 měsících experimentů byla první koronární implantace provedena 28. března 1986 v Toulouse (61). Ulrich Sigwart publikoval první sérii nemocných s použitím stentů, která byla schválena etickou komisí. Stent byl tehdy úspěšně použit při praktickém kurzu v Lauzanne, když se po angioplastice zcela uzavřela koronární tepna (62).

Balonexpandibilní stenty byly vyvinuty a uvedeny do klinické praxe Julio Palmazem. Jako mladý lékař z Argentiny nastoupil svoji rezidenturu na radiologii na Kalifornské univerzitě v Davis u Stewarta Reutera. Krátká zkušenost s cévní chirurgií jej inspirovala k méně invazivním způsobům léčby demonstrováním Andrease Grüntzigem na kongresu Society of Cardiovascular and Interventional Radiology v New Orleans v únoru 1978. Tehdy, během jízdy v taxíku na letiště, navrhl svému školiteli myšlenku, že k prevenci kolapsu tepny při angioplastice by bylo vhodné implantovat nějakou endoluminální podporu. Reuter mu odpověděl, že to by mohlo být téma jeho výzkumné práce. První prototyp stentu byl sletován z měděných drátků pájkou z místního elektro-technického obchodu. Pozdější stenty byly vyrobeny z ocele sletované stříbrem a první experimenty provedeny v San Antoniu (63).

První klinické aplikace tohoto stentu byly provedeny v Evropě ve Freiburgu v květnu 1987, kdy byl G. Richterem zaveden stent do místa uzavřené iliacké tepny (64). Po úspěšném zavedení stentu přes 9,5F zaváděcí katétr operátoři kontrolovali pulzace v tříse každou půlhodinu. Pacient, který byl jinak bez potíží, je ve 3 hodiny ráno prosil, aby jej nechali vyspat. Palmazův stent pro iliakální tepny získal jako první schválení FDA v roce 1991. V prosinci 1987 v Brazílii, v Sao Paulu, úspěšně implantovali stent s Edourdo Souza do zcela uzavřené pravé koronární tepny. Balonexpandibilní stenty pak v koronárním řečišti zcela vytlačily stenty samoexpandibilní hlavně kvůli přesnějšímu umístění a lepší apozici ke stěně tepny.

STENTGRAFTY

Koncept kovových stentů jako podpory pro endoluminálně zavedené cévní protézy byl experimentálně zkoumán A. Balkem (65) na modelech břišních aneurysmat z transfemorálního přístupu. Stentgraft měl nitinolovou konstrukci a polyuretanový pokryv. T. Yoshioka (66) a D. D. Lawrence jr. (67) použili tzv. Z stent vyvinutý Cesare Gianturkem (1905–1995) a modifikovaný Josefem Röschem (*1925) (68, 69).

Po sérii experimentálních prací vyvinula dvě pracoviště nezávisle na sobě první klinicky použité stentgrafty do aorty. V roce 1986 to byl N. L. Volodos v Kyjevě (70) a v roce 1990 publikoval své výsledky Juan Parodi v Buenos Aires (71).

Parodi v roce 1988 vyslechl přednášku J. Palmaze o prvních klinických implantacích balonexpandibilních stentů a svoji vlastní konstrukci vnitřní podpory nahradil tímto

stentem. Původně volně vřadící cévní protéza byla v pozdější verzi vyztužena druhým kaudálním stentem (72).

Andrew H. Cragg byl pravděpodobně první, kdo léčil periferní aneuryzmata kombinací stentu a syntetické protézy (73, 74).

V České republice byly provedeny první endovaskulární implantace stentgraftu Alexandrem Ferkem (*1967). Po 3 letech experimentů byli pomocí stentgraftů léčeni první pacienti v roce 1995 (75, 76). Stentgrafty byly složeny ze spirálního Z stentu potaženého polyesterovou cévní protézou z Výzkumného ústavu pletářského v Brně a následně byly vyráběny českou firmou Ella-CS v Hradci Králové (77–79).

ENDOVASKULÁRNÍ NEUROCHIRURGIE

Punkční karotická angiografie byla vyvinuta Egasem Monizem v roce 1927 (10, 11). Její uvedení v Československu bylo provedeno neurology K. Matulayem. a G. Kauzálem v Bratislavě (80). V Praze své zkušenosti popsali Bohumír Budín a Jiřina Budínová v roce 1944 (81). Názory na vývoj mozkové angiografie se různí. Na vině je hlavně používání kontrastní látky Thorotrastu, která vyzařuje alfa částice (82). Někdy se proto uvádí, že medicína do 1. poloviny 20. století více lidí poškozovala než léčila (83).

Přímá karotická angiografie však urychlila vývoj neurochirurgie intrakraniálních expanzí a umožnila přímý selektivní uzávěr aneuryzmat (84) (obr. 7).

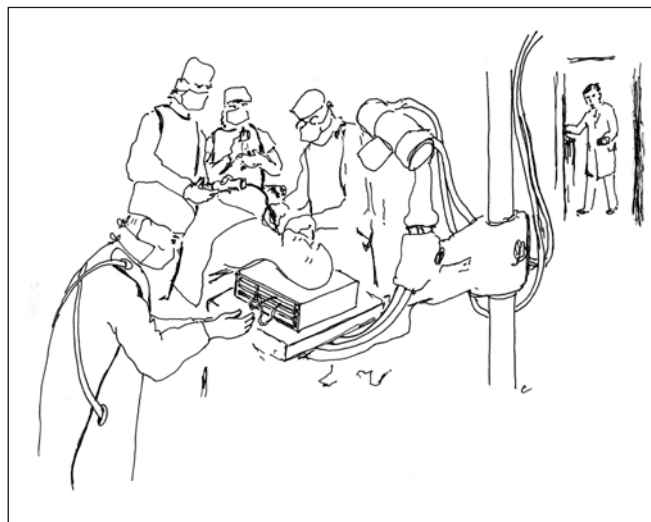
Endovaskulární embolizační léčba mozkového aneuryzmatu byla poprvé úspěšně provedena v roce 1941. Do vaku aneuryzmatu byla punkční metodou přes očníci zavedena stříbrná spirála dlouhá 9 metrů, která byla následně zahřata elektrickým proudem až na 80 °C po dobu 40 sekund. To vedlo k trombóze aneuryzmatu, které pak již nekrvácelo (85).

Již předtím byly publikovány endovaskulární oblitterace maligního nádoru v povodí zevní karotické tepny (86) a uzávěr přímé karotidokavernózní píštěle kusem svaly označený stříbrným klipem a uvázaným na niti, který byl poté vpuštěn po proudu do vnitřní karotické tepny (87).

Metodiku katetrizace vnitřní krkavice přístupem z vypreparované zevní krkavice vyvinul Alfred Luessenhop k embolizaci mozkových zkratů v roce 1960 (88) a aneuryzmat v roce 1964 (89).

Na druhé straně železné opony byl na oslavách 1. máje 1959 v Moskvě inspirován ruský neurochirurg Fedor A. Serbinenko (1928–2002) balonky naplněnými heliem, které byly uvázány na niti. Vyvinul tak balonkové katétry pro intrakraniální katetrizaci původně vyvinuté za diagnostickým účelem k provádění testů dočasným uzávěrem tepny. Později balonky plnil tuhacím polymerem a odpoutával, čímž léčil vysoko-průtokové zkratky, přímé karotidokavernózní píštěle a dokonce i aneuryzmata (90).

Balonkové intrakraniální embolizace v Československu zavedl neuroradiolog Jiří Bret (1923–2005) (91, 92) a neurochirurg Jiří Náhlavský (*1944) (93). Odpoutatelné balonky použili k uzávěru přímých karotidokavernózních píštěl. Balonkový uzávěr aneuryzmat byl však komplikovaný, technicky obtížný. Pokračující experimenty s elektrotrombózou vedly k vývoji odpoutatelných spirál italským neurochirurgem Guido Guglielmim (*1948), jejichž klinické využití začalo v roce 1991 (94). Na technickém vývoji těchto odpoutatelných spirál pro firmu Target se podílel slovenský inženýr Ivan Šepetka,



Obr. 7. Zobrazení punkční karotické angiografie tak, jak byla prováděna koncem čtyřicátých let 20. století. Pod hlavou pacienta byl umístěn zásobník na tři filmové kazety, které byly ručně postupně vytahovány, poté co z kontrolní místnosti byla spuštěna expozice. Karotická angiografie se tak sestávala ze tří snímků (autor kresby prof. MUDr. Rudolf Malec, CSc., *1924, emeritní přednosta Neurochirurgické kliniky v Hradci Králové, který tyto angiografie v padesátých letech takto prováděl).

Fig. 7. Drawing of direct carotid angiography as it had been performed in the end of 40. There was a case with three films cassettes which were manually removed each after exposition from control room. The carotid arteriogram was a set of three films (the author is prof. MUDr. Rudolf Malec, CSc., *1924, former head of Neurosurgery Department in Hradec Kralove. He used to perform angiographies this way in 50).

absolvent Technické univerzity ve Zvolenu. V České republice jako první publikoval zkušenost s touto endovaskulární technikou Stanislav Buřval (*1947) z Olomouce v roce 1995 (95). Po zveřejnění studie ISAT v roce 2001 srovnávající randomizovaně chirurgickou a endovaskulární léčbu se tato metoda v léčbě akutních mozkových aneuryzmat stala dominantní (96).

Embolizace arteriovenózních zkratů mozku a míchy byla v Československu zahájena Jiřím Bretem (97).

První dokumentovaný pokus o rekanalizaci mozkových tepen u tří nemocných byl publikován v roce 1958 Sussmanem a spolupracovníky. Intravenózně podávali plasmin u akutního uzávěru mozkových tepen a rekanalizaci kontrolovali pomocí angiografie (98).

Angioplastika vnitřní karotické tepny byla poprvé provedena u 32leté ženy s fibromuskulární dysplazií v roce 1979. První ateromatózní stenóza u symptomatického muže byla léčena v roce 1980, a to rovněž Klausem Mathiasem. Klinickému použití předcházela série experimentů na zvířatech v letech 1976–1977 (99).

V Československu byla angioplastika vnitřní krkavice poprvé provedena Alfredem Belánem u nemocné trpící fibromuskulární dysplazií (100). Až později se zde uplatnily karotické stenty a zařízení zabraňující intracerebrální embolizaci (101–103).

TERAPEUTICKÉ EMBOLIZACE

Transkatérová embolizace se postupně uplatňovala i v dalších anatomických oblastech a rovněž embolizační činidla se

rozšířila podle typu požadovaného uzávěru. Bylo tak možné uzavřít tepnu proximálně nebo v její periférii a použít čini-dlo působící uzávěr dočasný nebo trvalý (104). Se zavedením mikrokátetrů firmami Target a Balt koncem osmdesátých let 20. století se pak zvýšila i selektivita embolizace. Tyto kátery nahradily krevním proudem unášené mikrokátery, jejichž řiditelnost byla horší (105). K ulehčení katetrizace přispělo zavedení hydrofilních vodičů firmou Terumo. K akutní zástavě velkého krvácení byly použity balonkové kátery, které se zavedly do místa krvácení ke stabilizaci nemocného, který pak byl operován (106). Vedle odpoutatelných balonků, k jejichž širšímu použití nedošlo, se začaly používat embolizační spirálky zvané podle svého autora Gianturkovy spirály (107). Tyto doznaly pak mnoha modifikací a miniaturizace a jsou používány ve všech katetrizačních laboratořích na celém světě. Byla používána i další zařízení (108).

Po úvodní studii prokazující angiograficky extravazaci (109) logicky následovala transkatérová embolizace ke stavění krvácení. Jako jednu z prvních indikací bylo použití embolizace ke stavění krvácení do zažívacího traktu (110), traumatického krvácení v pánvi (111), žilního krvácení při portální hypertenzi (112), epistaxe (113) a poporodního krvácení (114). Dále byla embolizace prováděna u hypervaskularizovaných tumorů před operací (115).

V Čechách se transkatérovou embolizací zabýval Antonín Hlava (1929–2005) (116) a u stavění krvácení Miroslav Kašpar a další (117–120).

PERKUTÁNNÍ INTRAHEPATÁLNÍ SPOJKY

Transjugulární intrahepatální portosystémová spojka (TIPS) je perkutánní způsob vytvoření portosystémového zkratu ke snížení nebo léčbě portální hypertenze. TIPS je „side-to-side“ typ zkratu s určitelným průměrem. Je navržen tak, aby fungoval jako částečný zkrat, který zachovává tok portální krve do jater.

TIPS byla koncem šedesátých let 20. století vyvinuta v pokusech na zvířatech Josefem Röschem (121). Po jejím uvedení do klinické praxe Götzem Martinem Richterem a spolupracovníky (122) se stala alternativou chirurgicky vytvořeným spojkám pro dekompresi symptomatické portální hypertenze.

Počáteční experimenty, které vedly k vývoji této metody, byly zaměřeny na transjugulární portografi, tedy k zobrazení portálního řečiště. Přístup byl stejný jako provedení transjugulární cholangiografie. Ve druhé polovině šedesátých let myšlenka takto provedené portosystémové spojky nebyla ještě zcela přijímána a první Röschův článek z roku 1969 prezentující tuto metodu byl velmi kritizován a byly vyjádřeny pochybnosti o reálnosti metody. Trvalo dalších 15 let, kdy byly vyvinuty metody balonkové angioplastiky a implantace stentů, než se tato metoda začala uplatňovat v klinické praxi.

Josef Rösch v padesátých a šedesátých letech 20. století pracoval jako radiolog v Ústřední vojenské nemocnici v Praze. Jeho výzkumná činnost byla zaměřena na splenoportografie (123–125). V roce 1967 byl pozván Charlesem Dotterem na roční studijní pobyt do Portlandu, který byl pak prodloužen. Po vpádu vojsk Varšavské smlouvy do Československa se rozhodl trvale zůstat v USA (obr. 8).



Obr. 8 Josef Rösch (vlevo) na snímku z roku 1955, kdy se zúčastnil letní brigády při sklizni obilí. V roce 1967 odešel do USA, kde po roce 1968 trvale zůstal po invazi sovětských vojsk do Československa; v roce 1990 založil Dotterův intervenční institut v Portlandu ve státě Oregon.

Fig. 8 Josef Rösch (on the left) on photograph from 1955, when he participated on summer help in harvest organised by government. He left to United States in 1967, where he decided to settle after Soviet troop invasion to Czechoslovakia in 1968. He has founded the Dotter Interventional Institute in Portland, Oregon in 1990.

Při prvních experimentech bylo možné intrahepatální spojku vytvořit, ale její průchodnost nebyla trvalá. Až s použitím balonkové angioplastiky bylo možné nejprve experimentálně, později i klinicky dosáhnout vytvoření kanálku, který se sice uzavíral, ale bylo možné jej snadno zprůchodnit. Pokud byly balonkové dilatace provedeny 1krát týdně, a to až 5 týdnů po sobě, zkrat zůstal průchodný až 1 rok. R. F. Colapinto použil stejný postup i klinicky a v traktu nechal 9 mm balonek naplněný 12 hodin. Jednalo se o nemocné s akutním krvácením z varixů, u kterých byly nejprve embolizovány krvácející varixy a pak provedena intrahepatální spojka. Většina nemocných však opakovaně zakrvácela (126).

Až s příchodem stentů bylo možné experimentálně vytvořit trvalou spojku (127, 128) a TIPS byl takto poprvé proveden G. Richterem, J. Palmazem a M. Rösslem v lednu 1988 ve Freiburgu (122). V Čechách byla tato metoda zavedena 7. září 1992 v Hradci Králové na základě zkušeností převzatých z Dotterova institutu v Portlandu ve státě Oregon. Na první výkon bylo nutné použít resterilizovanou jehlu, vodiče, balonky a stent byl vyroben doma z ocelových drátů a chirurgické niti. Jeho výroba trvala okolo 4 hodin. Výkon pak byl proveden za relativně špatné skia-skopické kontroly na přístroji vyrobeném v roce 1963. Kontrolní nástriky byly dokumentovány na velkoformátové filmy, což výkon prodlužovalo (129). Nicméně bylo dosaženo úspěchu a tým radiologů a hepatologů tuto metodu definitivně zavedl (130).

ZÁVĚR

Principy zavádění kátetrů, balonkové endoluminální dilatace, remodelace implanací stentů či stengraftů, translumi-

nální uzávěr cévního řečiště či lokální podávání léků jsou dnes používány mnoha lékařskými odbornostmi. Byly vyvinuty ve 20. století za přispění několika výjimečně nadaných a pracovitých jedinců a dalšími postupně zdokonaleny a dále rozšířeny do praxe. Je třeba zdůraznit, že klíčové objevy byly provedeny většinou v mladém věku jejich objevitelů, často jejich prosazení naráželo na odpor a jejich zdokonalení bylo velmi pracné. Bylo mi velkou ctí se setkat

a pracovat s některými z nich, někteří byli i mými učiteli (131).

Poděkování: Autor děkuje za poskytnutí historických dat a fotografií Alfredu Belánovi, Renatě Cífkové, Jiřímu Endrysovi, Martinu Köcherovi, Rudolfovi Malcovi, Janu Peregrinovi, Josefu Röschovi, Andersovi Rydhovi, Leo Steinhartovi, Josefu Štáskovi a Janu Vojákovi.

LITERATURA

1. **Roentgen WC.** Über eine neue Art von Strahlen. Preliminary report to the Würzburg Physical Medical Society; 1895.
2. **Hlava A.** První lékařské zprávy o Röntgenových paprscích v Čechách. *Cs Radiol* 1995; 5: 291–324.
3. **Hlava A.** Počátky rentgenologie v českém lékařství. Hradec Králové: Auris 2002.
4. **Bernard C.** Lecons sur la chælev animale. In *Fils JBB* (ed.) Paris 1876; 3.
5. **Haschek E, Lindenthal OT.** Ein Beitrag zur praktischen Verwerthung der Photographie nach Rentgen. *Wien Klin Wschr* 1896; 9: 63–64.
6. **Sicard JA, Forestier J.** Injections intravasculaires d'huile iodée sous contrôle radiologique. *Compt Rend Soc Biol* 1923; 88: 1200.
7. **Jedlička R.** O skiagrafi a skioskopii paprsky Röntgenovými a jejich diagnostické ceně v chirurgii. *Čas. Lék. čes.* 1899; 38: 118.
8. **Prusík B, Volicer L.** Röntgenografické vyšetřování cév periferních. *Čas. Lék. čes.* 1928; 2: 41.
9. **Dos Santos R, Lamas A, Caldas JP.** L'arteriographie des membres de l'aorte et de ses branches abdominales. *Bull. et mém. Soc Nat Chir* 1929; 55: 587–601.
10. **Moniz E.** L'encéphalographie artérielle, son importance dans la localisation des tumeurs cérébrales. *Rev Neurol* 1927; 2: 72–89.
11. **de Almeida A, et al.** Égáz Moniz and the Portuguese school of angiography. *Lisabon: CIRSE* 2009.
12. **Šprindrich J.** Základy röntgenové techniky. Praha: Nová osvěta 1946.
13. **Forssmann-Falck R.** Werner Forssmann: a pioneer of cardiology. *Am J Cardiol* 1997; 79: 651–660.
14. **Bertrand ME.** The evolution of cardiac catheterization and interventional cardiology. Edited by European Society of Cardiology. Lille: Heart Institute 2006.
15. **Chauveau J, Faivre M.** Nouvelles recherches expérimentales sur les mouvements et les bruits normaux du coeur envisagés du point de vue de la physiologie médicale. J. B. Bailliére. Paris 1856.
16. **Chauveau A, Marey EJ.** Détermination graphique des rapports du choc du coeur avec les mouvements des oreillettes et des ventricules. *Compt Rend Séances Académie Sciences* 1862; 4: 32.
17. **Forssmann W.** Die Sondierung des rechten Herzens. *Klin Wschr* 1929; 8: 2085.
18. **Bleichröder F.** Intra-arterielle Therapie. *Berl Klin Wschr* 1912; 32: 1503–1504.
19. **Unger E.** Bemerkungen zur intraarteriellen Therapie. *Berl Klin Wschr* 1912; 32: 1504.
20. **Loeb W.** Bemerkungen zur intraarteriellen Therapie. *Berl Klin Wschr* 1912; 32: 1505.
21. **Klein O.** Zur Bestimmung des zirkulatorischen Minuten-volumens beim Menschen nach dem Fickschen prinzip mittels Herzsondierung. *Münch Med Wschr* 1930; 77: 1311–1312.
22. **Fick A.** Ein neuer Blutwellenzeichner. *Arch Physiologie* 1864; 563.
23. **Moniz E, de Carvalho L, Lima A.** Angiopneumographie. *Presse Med* 1931; 53: 996.
24. **Cournand A, Ranges H.** Catheterization of the right auricle in man. *Proc Soc Exp Biol Med* 1941; 46: 462.
25. **Cournand A, Riley R, Bradley S.** Studies of the circulation in clinical shock. *Surgery* 1943; 13: 964.
26. **Cournand A, Bloomfield R.** Double lumen catheter for intravenous and intracardiac blood sampling and pressure recording. *Proc Soc Exp Biol Med* 1945; 60: 73.
27. **Cournand A, Richards DW Jr, Bader RA, Bader ME, Fishman APOD.** The oxygen cost of breathing. *Trans Assoc Am Physicians* 1954; 67: 162–173.
28. **Seldinger SI.** Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: a new technique. *Acta Radiol* 1953; 39: 368.
29. **Floodmark O, Greitz T.** Obituary Sven-Ivar Seldinger. *Interventional Neuroradiology* 1999; 5: 9–10.
30. **Mueller RI, Sanborn TA.** The history of interventional cardiology: cardiac catheterization, angioplasty, and related interventions. *Am Heart J* 1995; 129: 146–172.
31. **Dotter CT, Judkins MP, Frische LH.** Safety guide spring for percutaneous cardiovascular catheterization. *Am J Roentgenol* 1966; 98: 957–960.
32. **Hlava A.** Historie angiografie. In *Krajina A, Hlava A.* Angiografie. Hradec Králové Nucleus 1999; 9–42.
33. **Rodengen JL.** The ship in the balloon. The story of Boston Scientific and the development of less-invasive medicine. *Write Stuff Enterprises Inc Fort Lauderdale* 2001.
34. **Baštecký J, Steinhart L, Růžička K.** Angiokardiografie u plicních nádorů. *Sborník prací VLA*, 1955; 120–1369.
35. **Vančura J, Bartoš J.** Aortografie a arteriografie při obliteracích tepen. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství 1966.
36. **Ross J Jr.** Transseptal left heart catheterization: A new method of left atrial puncture. *Ann Surg* 1959; 149: 395–401.
37. **Cope C.** Technique for transseptal catheterization of the left atrium: preliminary report. *J Thorac Surg* 1959; 37: 482–486.
38. **Steinhart L, Endrys J.** Die transseptale Lävografie. *Fortschr Röntgestr* 1960; 93: 753–757.
39. **Sones FM Jr, Shirey EK.** Cine coronary arteriography. *Mod concepts Cardiovasc Dis* 1962; 31: 738–738.
40. **Ricketts HK, Abrams AL.** Percutaneous selective coronary cine angiography. *JAMA* 1962; 181: 620–624.
41. **Judkins MP.** Selective coronary arteriography. I. A percutaneous transfemoral technic. *Radiology* 1967; 89: 815–824.

42. **Amplatz K, Formanek G, Stanger P, Wilson W.** Mechanics of selective coronary artery catheterization via femoral approach. *Radiology* 1967; 89: 1040–1047.
43. **Cournand AE, Ranges HS.** Catheterization of the right auricle in man. *Proc Soc Exp Biol Med* 1941; 46: 462–466.
44. **Bousen E, Judkins MP.** A hook-tail “closed-end” catheter for percutaneous selective cardioangiography. *Radiology* 1966; 87: 872–877.
45. **Bösche H, Paulin S, Steinhart L.** Die Darstellbarkeit feiner Gefäße bei der Koronarographie. *Radiol diagn* 1966; 7(3): 343–346.
46. **Belán A, Fabián J, Beránek I, Pospíchal J.** Angiografie věnčitých tepen a levostranná ventrikulografie. *Čsl Radiologie* 1974; 28(3): 145–153.
47. **Fengler G.** Measurement of cardiac output in anesthetized animals by thermodilution method. *Q J Exp Physiol Cogn Med Sci* 1954; 39: 153–164.
48. **Fronek A, Ganz W.** Measurement of flow in single blood vessels including cardiac output by local thermodilution. *Circ Res* 1960; 8: 175–182.
49. **Swan HJC, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D.** Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970; 283: 447–451.
50. **Dotter CT, Judkins MP.** Transluminal treatment of arteriosclerotic obstructions: description of a new technic and preliminary report of its application. *Circulation* 1964; 30: 654–670.
51. **Chvojka J.** První zkušenosti s transluminální angioplastikou. *Čsl Radiol* 1977; 31: 155–160.
52. **Chudáček Z, Kohoutek V.** Naše první zkušenosti s intraluminální rekanalizací tepen. *Čsl Radiol* 1977; 31: 152–154.
53. **Porstmann W.** Ein neuer Korsett-Balloonkatheter zur transluminalen. Rekanalisation nach Dotter unter besonderer Berücksichtigung von Obliterationen an den Beckenarterien. *Radiol Diagn (Berl.)* 1973; 14: 239.
54. **Grüntzig AR, Hopff H.** Percutane Rekanalisation chronischer arterieller Verschlüsse mit einem neuen Dilatationskatheter. *Dtsch Med Wochenschr* 1974; 99: 2502.
55. **Grüntzig AR.** Transluminal dilatation of coronary artery stenosis. *Lancet* 1978; 1: 263.
56. **Grüntzig AR, Senning A, Siegenthaler WE.** Nonoperative dilatation of coronary-artery stenosis. Percutaneous transluminal coronary angioplasty. *N Engl J Med* 1979; 301: 60–68.
57. **Carrel A.** Result of permanent intubation of the thoracic aorta. *Surg Gynecol Obstet* 1912; 15: 245–248.
58. **Dotter CT.** Transluminally-placed coilspring and endarterial tube grafts: long-term patency in canine popliteal artery. *Invest Radiol* 1969; 4: 329–332.
59. **Dotter CT, Bushman RW, McKinney MK, Rösch J.** Transluminal expandable NITINOL coil stentgrafting: preliminary report. *Radiology* 1983; 147: 259–260.
60. **Maas D, Demierre D, Deaton, D et al.** Transluminal implantation of self-adjusting expandable prostheses: principles, techniques and results. *Prog Artif Org* 1983; 27: 979–987.
61. **Puel J, Joffre F, Rousseau H, et al.** Endoprostheses coronaires dans la prévention de la resténose post dilatation. Resultats preliminaires. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1987; 80: 1311–1312.
62. **Sigwart U, Puel J, Mirkovitch V, Joffre F, Kappenberger L.** Intravascular stents to prevent occlusion and restenosis after transluminal angioplasty. *N Engl J Med* 1987; 316: 701–706.
63. **Palmaz JC, Sibbitt RR, Reuter SR, Tio FO, Rice WJ.** Expandable intraluminal graft: a preliminary study. Work in progress. *Radiology* 1985; 156: 73–77.
64. **Palmaz JC, Richter GM, Nöldge G, Kauffmann GW, Wenz W.** Intraluminal Palmaz stent implantation. The first clinical case report on a balloon-expanded vascular prostheses. *Radiologie* 1987; 27: 560–563.
65. **Balko A, Piasecki GJ, Shah DM, et al.** Transfemoral placement of intraluminal polyurethane prosthesis for abdominal aortic aneurysm. *J Surg Res* 1986; 40(4): 305–309.
66. **Yoshioka T, Wright KC, Wallace S, et al.** Self-expanding endovascular graft: an experimental study in dogs. *Amer J Roentgenol* 1988; 151: 673–676.
67. **Lawrence DD Jr, Charnsangavej CH, Wright KC, et al.** Percutaneous endovascular graft: experimental evaluation. *Radiology* 1987; 163(2): 357–660.
68. **Uchida BT, Putnam JS, Rösch J.** Modifications of Gianturco expandable wire stents *AJR* 1988; 150: 1185–1187.
69. **Greene J, Linton O.** The history of Dotter interventional institute 1190–2005. Portland Dotter Interventional Institute, OHSU, 2005.
70. **Volodos NL, Shekhanin Ve, Karpovich IP, et al.** Self-fixing synthetic prosthesis for endoprosthetics of the vessels. *Vestn Khir* 1986; 137: 123.
71. **Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD.** Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg* 1991; 5(6): 491–499.
72. **Parodi J.** Endoluminal treatment of arterial diseases using a stent-graft combination: Reflections 20 years after the initial concept. *J Endovasc Surg* 1997; 4(2): 3–4.
73. **Cragg AH.** Nonsurgical placement of arterial endoprostheses: A new technique using nitinol wire. *Radiology* 1983; 147: 261–263.
74. **Cragg AH, Lung G, Rysavy J, et al.** Percutaneous arterial grafting. *Radiology* 1984; 150: 45–49.
75. **Maeda M, Timmermans HA, Uchida BT, et al.** In vitro comparison of the spiral Z-stent and the Gianturco Z-stent. *J Vasc Interv Radiol* 1992; 3: 565–569.
76. **Krajina A, Hulek P, Elias P et al.** Transjugular intrahepatic portosystemic shunts with Spiral Z stents: first clinical experience in 20 patients. *Eur Radiol* 1994; 4: 425–429.
77. **Ferko A, Krajina A, Vobořil Z, et al.** Endoluminální graft v terapii aneurysmy břišní aorty. Experimentální výsledky. *Rozhl Chir* 1995; 74(2): 61–66.
78. **Ferko A, Krajina A, Leško M, et al.** Juxtarenal aortic aneurysms: endoluminal transfemoral repair? *Eur Radiol* 1997; 7(5): 703–707.
79. **Ferko A, Krajina A.** Arteriální aneurysmata. Základy endovaskulární a chirurgické léčby. Hradec Králové: ATD 1999.
80. **Matulay K, Kauzál G.** O mozgové arteriografii. Bratislavské lékařské listy 1934, XIV., sešit 1.
81. **Budín B, Budínová J.** O angiografii mozkové. *Čas. Lék. čes.* 1944; 32: 965–970.
82. **Anderson M, Carstensen B, Visfeld J.** Leukemia and other related hematological disorders among Danish patients exposed to Thorotrast. *Radiation Res* 1993; 134: 224–233.
83. **Morris P.** Practical neuroangiography. Baltimore: Williams and Wilkins 1997; 6.
84. **Petr R, Malec R, Kroó M.** Chirurgická léčba nitrolebních tepenných aneurysmat. Sborník prací VLA 1953; 3: 44–67.
85. **Werner S, Blackmore A, King B.** Aneurysm of the internal carotid artery within the skull: wiring and electrocoagulation. *JAMA* 1941; 116: 578–582.
86. **Dawbarn RH.** The starvation operation for malignancy in the externa carotid area. *JAMA* 1904; 17: 792–795.

87. **Brooks B.** The treatment of traumatic arteriovenous fistula. *South Med J* 1930; 23: 100–106.
88. **Luessenhop AJ, Spence WT.** Artificial embolization of cerebral arteries. Report of use in a case of arteriovenous malformation. *JAMA* 1960; 172: 1153–1155.
89. **Luessenhop AJ, Velasquez AC.** Observation on the tolerance of the intracranial arteries to catheterization. *J Neurosurg* 1964; 21: 85–91.
90. **Serbinenko FA.** Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. *J Neurosurg* 1974; 41: 125–145.
91. **Dulik F, Pleskot F.** Vertebální angiografie. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství 1968.
92. **Bret J.** Endovaskulární výkony v neurochirurgii. *Čas. Lék. čes.* 1979; 118(29): 909–911.
93. **Náhlavský J, Petr R, Malec R, Černoch Z.** Steal syndrom u karotidokavernózní píštěle. *Čs. Neurol. Neurochir.* 1985; 48/81: 403–405.
94. **Guglielmi G, Vinuela E, Sepetka I, Maccellari V.** Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. *J Neurosurg* 1991; 75: 1–7.
95. **Buřval S, Vaverka M, Chudáčková J.** Embolizace intrakavernózního aneurysmatu vnitřní karotické teny. *Čes a Slov Neurol Neurochir* 1995; 58/91: 297–299.
96. **International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): Coils or clips in subarachnoid haemorrhage.** *Lancet* 2002; 360: 1262–1274.
97. **Kunc Z, Bret J.** Diagnosis and treatment of vascular malformation of the spinal cord. *J Neurosurg* 1969; 4: 436–445.
98. **Sussman BJ, Fitch TSP, Plainfield NJ.** Thrombolysis with fibrinolysin in cerebral arterial occlusion. *JAMA* 1958; 167: 1705–1709.
99. **Mathias K.** Ein neuartiges Kathetersystem zur perkutanen transluminalen Angioplastik von Karotisstenosen. *Fortschr Med* 1977; 95: 1007–1011.
100. **Belán A, Veselá M, Vaněk I, et al.** Percutaneous transluminal angioplasty of fibro-muscular dysplasia of the internal carotid artery. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1982; 5: 79–81.
101. **Théron J, Courteoux P, Alachpar F, Bouvard G, Maiza D.** New triple coaxial catheter system for carotid angioplasty with cerebral protection. *Am J Neuroradiol* 1990; 11: 869–874.
102. **Černoch Z.** *Neuroradiologie.* Hradec Králové: Nucleus 2001.
103. **Plowiecki L.** The art and savoir faire of interventional neuroradiology. *Memoirs of a manufacturer.* Paris: Leopold Plowiecki 2009.
104. **Dotter CT, Goldman ML, Rösch J.** Instant selective arterial occlusion with isobutyl 2-cyanoacrylate. *Radiology* 1975; 114: 227–230.
105. **Dotter CT, Rösch J, Lakin PC, et al.** Injectable flow guided coaxial catheters for selective angiography and controlled vascular occlusion. *Radiology* 1972; 104: 421–423.
106. **Wholey MH, Stockdale R, Hung TK.** A percutaneous balloon catheter for the immediate control of hemorrhage. *Radiology* 1970; 95: 65–71.
107. **Gianturco G, Anderson JH, Wallace S.** Mechanical devices for arterial occlusion. *Amer J Roentgenol* 1975; 124: 428–435.
108. **Porstmann W, Wierny L, Warnke H, et al.** Catheter closure of patent ductus arteriosus. 62 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am* 1971; 9: 203–218.
109. **Nusbaum M, Baum S.** Radiographic demonstration of unknown sites of gastrointestinal bleeding. *Surg Forum* 1963; 14: 374–375.
110. **Rösch J, Dotter CT, Brown MJ.** Selective arterial embolization: a new method for control of acute gastrointestinal bleeding. *Radiology* 1972; 102: 303–306.
111. **Margolies MN, Ring EJ, Waltman AC, et al.** Arteriography in the management of hemorrhage from pelvic fractures. *N Engl J Med* 1972; 287: 317–321.
112. **Lunderquist A, Wang J.** Transhepatic catheterization and obliteration of the coronary vein in patients with portal hypertension and esophageal varices. *N Engl J Med* 1974; 291: 646–649.
113. **Sokoloff J, Wickbom I, McDonald, et al.** Therapeutic percutaneous embolisation in intractable epistaxis. *Radiology* 1974; 111: 285–287.
114. **Brown, BJ, Henston, DK, Poulson, AM, et al.** Uncontrollable post-partum bleeding: a new approach to hemostasis through angiographic arterial embolization. *Obstet Gynecol*, 1979; 54: 361–365.
115. **Hlava A, Steinhart L, Navrátil P.** Intraluminal obliteration of the renal arteries in kidney tumors. *Radiology* 1976; 121: 323–329.
116. **Hlava A, Steinhart L, Navrátil P, Steiner I.** Technika intraluminálního uzávěru ledvinné tepny. *Lék zprávy HK* 1972; 17 (3–4): 63–66.
117. **Kašpar M.** Diagnostický a terapeutický přínos urgentní angiografie při akutních krváceních do gastrointestinálního traktu. *Čs Gastroenterol Výž* 1974; 28: 148–149.
118. **Steinhart L, Chudáček Z, Hlava A.** *Interventional Radiology. Therapeutic procedures in diagnostic radiology.* Sborník vědeckých prací Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Hradci Králové 1982; 25 (3).
119. **Chudáček Z.** *Angiografie v onkologii.* Praha: Avicenum 1985.
120. **Hlava A, Krajina A.** *Intervenční radiologie.* Hradec Králové: Nucleus 1996.
121. **Rösch J, Hanafée WN, Snow H.** Transjugular portal venography and radiologic portacaval shunt: an experimental study. *Radiology* 1969; 92: 1112–1114.
122. **Richter GM, Palmaz JC, Nöldge G, et al.** The transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt (TIPSS): a new nonoperative, transjugular percutaneous procedure. *Radiology* 1989; 29: 406–411.
123. **Baštecký J, Brzek V, Steinhart L.** Splenoportografie. *Čas. Lék. čes.* 1955; 14: 359–366.
124. **Rösch J, Bret J, Lišková M.** *Transparenční splenoportografie.* Praha: SZdN 1958.
125. **Rösch J.** *Rentgenologie sleziny a pankreatu.* Praha: Státní zdravotnické nakladatelství 1965.
126. **Colapinto RF, Stronell RD, Biich SJ, et al.** Creation of an intrahepatic portosystemic shunt with a Grüntzig balloon catheter. *Can Med Assoc J* 1982; 126: 267–268.
127. **Palmaz JC, Sibbitt RR, Reuter SR, et al.** Expandable intrahepatic portacaval shunt stent: early experience in the dog. *AJR* 1985; 145: 821–825.
128. **Rösch J, Uchida BT, Putnam JS, et al.** Experimental intrahepatic portacaval anastomosis: use of expandable Gianturco stent. *Radiology* 1987; 162: 481–485.
129. **Krajina A, Hůlek P, Eliáš P, et al.** Transjugulární intrahepatický portosystémový zkrat. *Cor at Vasa* 1993; 35(4): 157–161.
130. **Hůlek P, Krajina A.** *Current Practice of TIPS.* Hradec Králové: Olga Štambergová 2001.
131. **Krajina A, Hlava A.** *Angiografie.* Hradec Králové: Nucleus 1999.