

Aus der Station für Plastische und Rekonstruktive Chirurgie (Leiter: Prof. Dr. H. MILLESI) und der Experimentellen Abteilung (Leiter: Prof. Dr. R. GOTTLÖB) der I. Chirurgischen Universitätsklinik in Wien (Vorstand: Prof. Dr. P. FUCHSIG).

Mikrochirurgische Technik bei Gefässen mit einem Durchmesser unter 1,2 mm (homologe Aortentransplantation)

H. PIZA-KATZER

Die Herstellung von Anastomosen an Arterien und Venen mit einem äusseren Durchmesser von 0,5–2 mm ist durch Einführung des Operationsmikroskopes und Verfeinerung von Instrumenten in den letzten zwanzig Jahren möglich geworden.

Grundsätzlich stehen zwei Arten der Wiedervereinigung zweier Gefässstümpfe zur Verfügung, einerseits die nahtlose Technik, wie Klebstoff, Hochfrequenzelektrokoagulation, Ringe, Tubes, Cuffs, Klips, Anastomosenapparate, andererseits die Naht.

Bei der nahtlosen Technik müssen Nachteile wie Nekrosen der Intima, falls diese mit Klebstoff in Berührung kommt, sowie Entstehung eines locus minoris resistentiae an der Koagulationslinie, eine gewisse Lumeneinengung sowie das Zurücklassen von Fremdkörpern bei Anwendung von Cuffs, Tubes usw. in Kauf genommen werden. Ausserdem ist zur Zeit dem Kaliber des Gefässes bei der nahtlosen Technik eine Grenze gesetzt, die bei 1 mm äusserem Durchmesser liegt.

Die Wiedervereinigung der Gefässe mittels Naht, wie sie seit Anfang der sechziger Jahre entwickelt wurde (JACOBSON) ist schwierig und bedarf einer ständigen Übung im Tierexperi-

ment. Klinische Erfolge, wie sie von COBBETT, YASARGIL, O'BRIEN, BUNCKE, SCHULTZ, TAMAI und TATSUMI u. a. berichtet werden, gehen auf jahrelanges experimentelles Training mit Verfeinerung der Methode und Technik zurück.

An der experimentellen Abteilung der I. Chir. Univ.-Klinik in Wien beschäftigen wir uns seit zwei Jahren mit der Mikrogefässchirurgie. An Hand dieser kurzen Mitteilung sollen die von uns geübte Anastomosentechnik und die Schwierigkeiten, die bei Erlernung dieses Teilgebietes der Mikrochirurgie auftraten, erläutert werden.

Methode

Operiert wurde anfangs die A. und V. femoralis communis von Hasen, später die Aorta von Wistarratten, distal des Abganges der Aa. renalis. Der äussere Durchmesser der Gefässe betrug zwischen 0,6–2 mm. Alle Tiere wurden in Allgemeinanästhesie mit Nembutal intraperitoneal operiert, sie werden allgemein nicht heparinisiert.

Als Operationsmikroskop steht uns ein Zeiss'sches binoculares Monoskop zur Verfügung mit einer 4–40-fachen Vergrösserung.

1. Arterienanastomosen:

a) Kaninchen – A. femoralis

Nach Längsinzision der Haut des am Rücken liegenden Kaninchens vom Leistenband bis Mitte des

Oberschenkels, Darstellung und Präparation der A. femoralis communis – auf eine Strecke von 2–3 cm, Messung des äusseren Gefässdurchmessers, Anlegen zweier Mikropulli an der Arterie und quere Durchtrennung derselben. Öfters Besspülen des Operationsfeldes mit Ringerlösung verhindert die Austrocknung der Gefässe und damit die Thrombosebereitschaft. Die zwei Mikropulli sind durch leichten Zug aneinanderzubringen, um die Spannung an der Anastomose so klein wie möglich zu halten. Als Nahtmaterial dient uns 10–0 monofiles Nylon der Fa. Ethicon mit BV 2 Nadeln.

Nach dem Vorschlag von COBBET werden die ersten zwei Nähte in Form der «asymmetric-biangulation» – im Abstand von 120 Grad an der Vorderwand des Gefässes gesetzt – geknüpft mit 3 Einzelknöpfen und ein Faden lang gelassen, um ihn als Haltefaden verwenden zu können. Durch leichten Zug an diesen Haltefäden weichen die Hinterwände weit auseinander und können beim Setzen der nächsten Nähte an der Vorderwand nicht mitgefasst werden. Sind 3–4 Einzelknopfnähte zwischen den Haltefäden gesetzt, dreht man die beiden Mikroklemmen um 180 Grad und vereinigt auf gleiche Weise ohne die Intima mit der Pinzette zu traumatisieren, die Hinterwand. Nach Fertigstellung der Anastomose wird zuerst die distale Klemme entfernt. Geringe Mengen von Blut führen durch Abscheiden von Fibrin und Thrombozyten an Stichkanälen, bzw. zwischen den Einzelknopfnähten zur Abdichtung der Anastomose. Erst wenn dies erfolgt ist, wird die proximale Klemme entfernt und für wenige Minuten die Anastomose mit einem in Ringerlösung getauchten Tupfer unter leichtem Druck komprimiert.

b) Ratte – Aorta

Im wesentlichen haben wir die gleiche Technik angewendet. Besondere Sorgfalt muss man jedoch auf Grund der engen nachbarlichen Beziehung zur Vena

cava inferior einerseits und dem Abgang einiger Lumbararterien bei der Präparation der Aorta walten lassen. Ausserdem ist die Aorta ein Gefäss von elastischem Typ, so dass es nach Durchtrennung zu einem Zurückweichen der Gefässenden um einige mm kommt und zur Wiedervereinigung ein besonders hoher Zug angewendet werden muss. Dies bringt Nachteile mit sich auf die später noch genauer eingegangen wird.

2. Venenanastomose:

Die Venenanastomose wird grundsätzlich auf dieselbe Weise ausgeführt wie die Arterienanastomose, birgt jedoch auf Grund des niederen Druckes im Venensystem sowie der noch leichteren Zerreislichkeit der Venenwand eine grössere Thrombosebereitschaft in sich.

Es genügen weniger Einzelknopfnähte als bei Arterienanastomosen (6–8 bei einem Durchmesser von 1 mm).

Die Naht fasst hier ebenso wie bei Arterien die ganze Wand, die Adventitia präparieren wir im Gegensatz zu TATSUMI und TAMAI nicht ab, weil wir bei histologischen Untersuchungen keine wesentlich verstärkte Bindegewebsbildung in der Adventitia feststellten, die zu einer narbigen Stenose führen könnten. Ausserdem kann man bei starker Vergrösserung das Einwärtsrollen der Adventitia ins Lumen vermeiden.

Nach Fertigstellung der Venenanastomose wird die proximale zuerst, dann die distale Klemme entfernt.

Da anfangs das wiedervereinigte Gefäss des öfteren thrombosiert war, möchten wir noch einmal zusammenfassend die einzelnen Möglichkeiten, die zur Thrombose führen aufzählen bzw. auf die Schwierigkeiten, die sich beim Erlernen der Mikrogefässchirurgie ergeben können, hinweisen:

Auf Vorschlag von NAKAYAMA beträufeln wir das

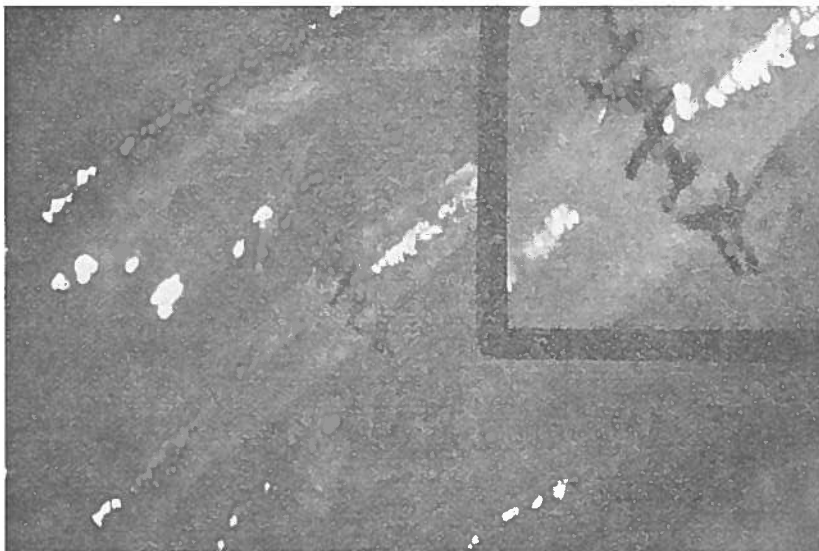


Abb. 1: 16fache Vergrösserung: End- zu End Anastomose der A. fem. comm. der Ratte (0,8 mm äusserer Durchmesser) unmittelbar nach Öffnen der Klemmen (rechts oben vergrösserte Nahtstelle – Einzelknopfnähte).

Operationsgebiet unmittelbar vor Entfernung der Mikropulli mit einer 2%igen Xylocainlösung, da sehr häufig an den Klemmstellen *spastische* Kontraktionen der Arterienwand festzustellen sind.

Eine Mikrogefässanastomose sollte nie mit einer fortlaufenden Naht, sondern immer nur mit Einzelknopfnähten ausgeführt werden, da es bei ersterer unweigerlich zu einer *Stenosierung* des Gefässes kommt.

Es kann demnach sowohl bei länger andauerndem Spasmus an den Klemmstellen durch die Verlangsamung der Zirkulation an der Anastomose, sowie bei einer Stenose zur *Thrombosierung* kommen. Diese wird auch gefördert, wenn es durch zu starken Zug und vor allem durch wechselnd starken Zug zum Einriss der Intima bzw. zum Einschneiden der Naht in der sehr dünnen Gefässwand kommt. Da selbst bei glatter Durchtrennung eines Gefässes die beiden Gefässenden auf Grund der Eigenelastizität immer zurückweichen und auch bei weiter Freipräparation der Stümpfe – beim Versuch sie wieder zu vereinen – ein gewisser Zug von Nöten ist, haben wir einen Klemmapparat entworfen (Fa. Fischer), der es ermöglicht, auf beide Gefässenden denselben, gleichbleibenden Zug auszuüben (Abb. 2).

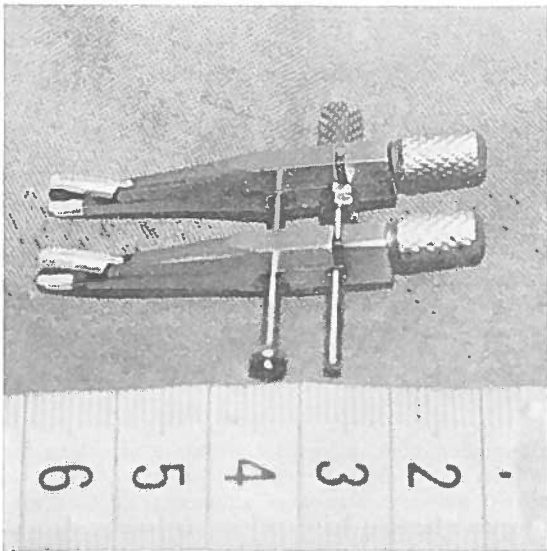


Abb. 2: Atraumatischer Klemmapparat (Fa. Fischer, BRD). Betätigung der Schrauben am rückwärtigen Ende des Apparates ermöglicht Öffnen und Schliessen, der Klemmen, Betätigung der seitlichen Schrauben das Aneinanderbringen beider Klemmen.

Transplantate

Die Beobachtung der häufigeren Thrombosierung einer Mikrogefässanastomose bei Naht unter zu grosser Spannung einerseits und andererseits die guten Erfahrungen bei Regeneration am Nerven – bei Herstellung einer «spannungslosen Naht» durch Verwendung von Transplantaten, liessen auch auf dem Gebiet der Mikrogefässchirurgie die Frage der Interposition eines Transplantates zwischen 2 retrahierten Gefässstümpfen aufwerfen.

Technik

Die Rattenaorta distal vom Abgang der A. renalis wird bis zur Bifurkation unter Ligatur der Aa. lumbales und Schonung der A. sacralis media freipräpariert, nach Setzen einer Ligatur knapp distal der A. renalis durchtrennt. Es wird in der Regel ein Aortenstück in der Länge von 5–7 mm gewonnen und in einer 10 %igen Heparinlösung aufbewahrt. Ein 2. Tier von annähernd demselben Gewicht (100–250 g) wird laparotomiert, derselbe Aortenabschnitt präpariert und nach Setzen einer proximalen und distalen Klemme die Aorta im infrarenalen Abschnitt quer durchtrennt. Der beim Zurückschnellen der beiden Aortenenden entstehende Defekt wird gemessen. Bei bisher 41 transplantierten Rattenaorten betrug der Defekt zwischen 3 und 5 mm. Da für das Anlegen zweier Anastomosen auch Aorten- und Transplantatwand verbraucht wird, nehmen wir vom im Heparin aufbewahrten Transplantat ein etwa um 1 mm längeres Stück als es dem tatsächlichen Defekt entspricht. Das Transplantat wird durch je eine Einzelknopfnahnt an der vorderen Aortenwand fixiert. Ein Zug an den beiden Klemmen ist nun nicht mehr nötig, da eine vollkommen spannungslose Naht ausgeführt werden kann. Im übrigen gelten die unter Arterienanastomosen erwähnten Kriterien. Auch bei Transplantation wird das Tier allgemein nicht heparinisiert.

Ergebnisse bei Transplantation

Von den insgesamt 41 Aortentransplantaten mit einer Beobachtungszeit bis zu 14 Wochen waren 38 durchgängig, wobei die Durchgängigkeit durch Aortographie (Abb. 3) und Relaparotomie festgestellt wurde. Der äussere Durchmesser der Transplantate betrug zwischen 0,8–1,2 mm. 3 Transplantate waren verschlossen (Verschlussrate 7,3 %) wobei hervorzuheben ist, dass sich alle 3 Fälle unter den ersten 10 Transplantaten befinden, d. h. wohl durch technische Mängel bedingt waren. In 2 Fällen handelte es sich um ein Aneurysma spurium mit sekundärer Thrombosierung – und in einem Fall um eine primäre Thrombose. In allen 3 Fällen bildete sich ein Kollateralkreislauf aus, so dass es zu keinen Durchblutungsstörungen bzw. Nekrosen der hinteren Extremitäten kam.

Wenn eine End-zu-End-Anastomose dieser Grössenordnung ohne jegliche Spannung nicht möglich ist, so müssen wir auf Grund unserer niederen Verschlussrate eine Interposition empfehlen, da die Thrombosierung bei zu starkem Zug durch winzige Intimaeinrisse sprunghaft zunimmt.

BUNCKE und MURRAY, die bei Ratten autologe Femoralarterien interponierten, wiesen auch auf klinische Anwendungsmöglichkeiten der Interposition bei guter mikrogefässchirurgischer Technik hin. Ausser der Herstellung der spannungslosen Anastomose und damit herabgesetzter Thrombosegefahr, wirft das Transplantat interessante gefässwandbiologische Fragen auf, die an Hand grösserer Serien studiert werden müssen.

Es dürfte also kein Zweifel bestehen, dass dieses technisch schwierige und daher immer wieder zu übende Teilgebiet der Mikrochirurgie, die Mikrogefässchirurgie, äusserst interessant und entwicklungsfähig ist. Berichte wie Netztransplantation (MCLEAN und BUNCKE) – Fingertransfer – (COBBET) – Fingerreplantation (LENDVAY) KOMATSU u. TAMAI, um nur einige zu nennen, bestätigen dies.

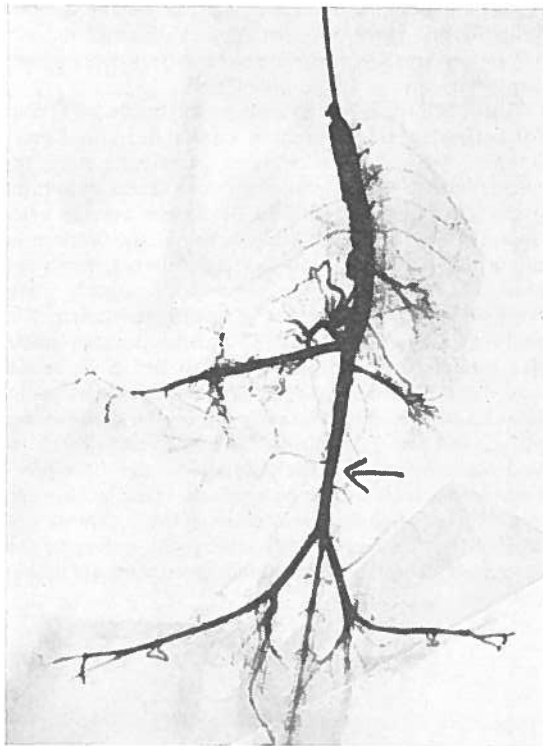


Abb. 3: Katheteraortogramm (Substraktionsverfahren) einer Ratte (90 g) 2 Monate nach End/End Anastomose an der Aorta abdominalis. Pfeil an der Anastomose.

Zusammenfassung

Es wird über mikrogefässchirurgische Arterien- und Venenanastomosen berichtet, wie sie an der I. Chir. Univ. Klinik in Wien experimentell an Hasen und Ratten geübt werden. 41 homologe Rattenaortentransplantate haben eine Verschlussrate von 7,3%. Diskussion der Vorteile der Herstellung einer spannungslosen Anastomose. Auf die Notwendigkeit der experimentellen und klinischen Fragestellung in der Mikrogefässchirurgie wird hingewiesen.

Summary

Description of a microvascular suture technique for arteries and veins. The experiments were performed on rabbits and rats. Vessels of a diameter of 0.6–2 mm (Common femoral artery and vein of rabbits, aorta of rats) were sectioned and re-adapted by sutures. Various technical details are discussed and the importance of a tension-free anastomosis is emphasized. Among 41 homologous aorta grafts in Wistar rats, 92.7% remained patent and only 7.3% became occluded. The advantages of sutures of small vessels compared to suture-free techniques are discussed.

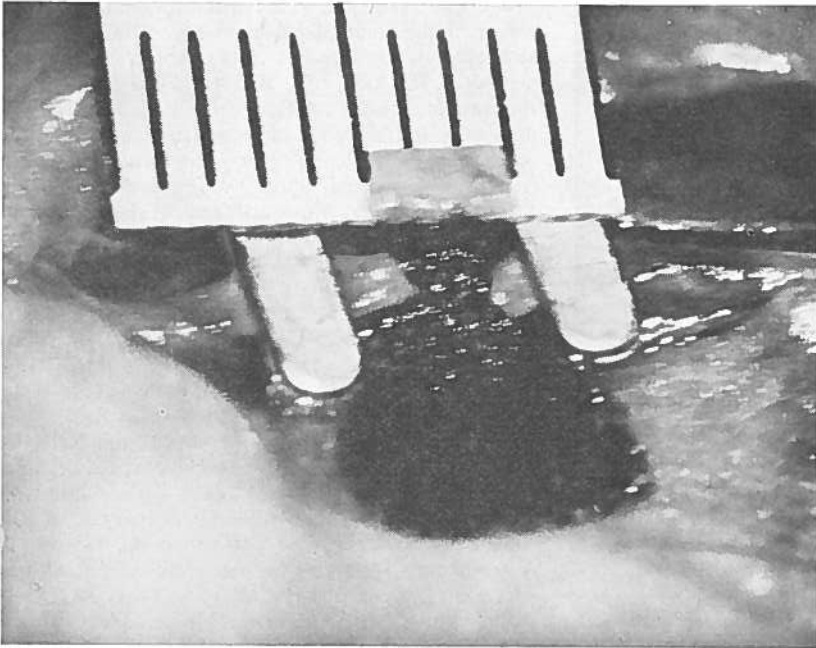


Abb. 4: 16fache Vergrößerung. Zustand nach querer Durchtrennung der Ratten-aorta – am Massstab 1 cm – homologes Aortentransplantat mit einer Länge von 3 mm – durch Eigenelastizität Retraktion der Gefässenden.

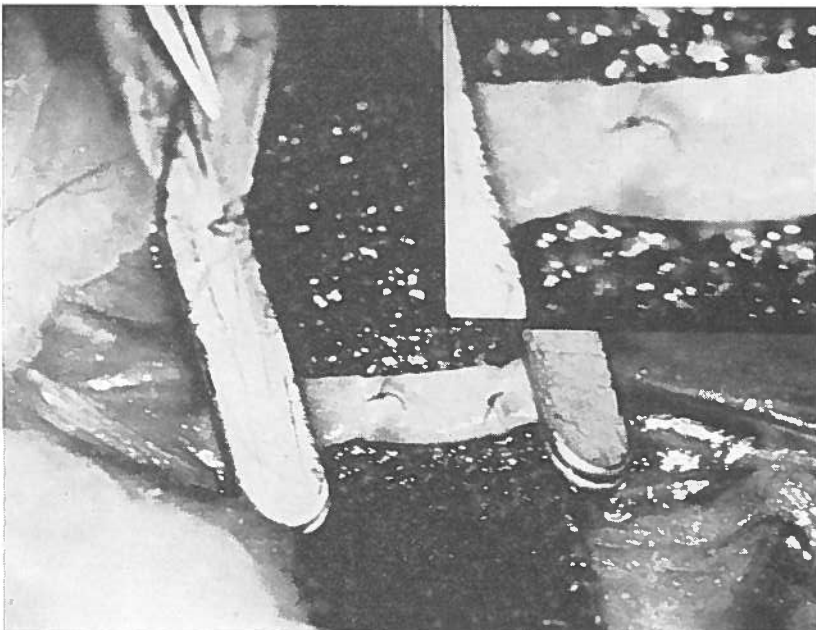


Abb. 5: 16fache Vergrößerung – Fixation des homologen Transplantates an der Vorderwand der Ratten-aorta mittels 2 Einzelknopfnähten (re oben – bd. Anastomosen vergrößert).

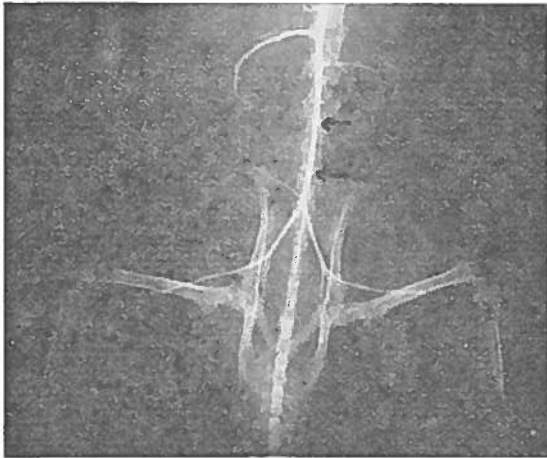


Abb. 6: Aortogramm der Ratte (205 g) 14 Wochen nach homologer Rattenaortentransplantation.

Bibliographie

1. BUNCKE, H. J., SCHULZ, W. P.: Experimental Digital Amputation and Reimplantation. *Plast. and Reconstr. Surg.* 36, 62, 1965. – 2. BUNCKE, H. J., BUNCKE, C. M., SCHULZ, W. P.: Immediate Nicoladoni-Procedure in the Rhesus Monkey, or Hallux to hand Transplantation microminianere vascular anastomoses. *Br. Journ. of Plast. Surg.* 19, 332, 1966. – 3. BUNCKE, H. J., MURRAY, D. E.: Autogenous arterial interposition grafts of less than 1 mm in external diameter in rats. *Transactions of the Fifth Intern. Congress of Plast. and Reconstr. Surg.* pp. 572–575. Butterworth, Melbourne 1971. – 4. BUNCKE, H. J., MCLEAN, D. H., GEROGE, PH. T., BREVATER, J., CREECH, N., CHATER, L., COMMONS, G. W.: Thumb replacement: great toe transplantation by microvascular anastomoses. *Brit. Journ. of Plast. Surg.* 26, 194, 1973. – 5. COBBETT, J. R.: Microvascular Surgery. *Surgical Clinics of North America* 47, 521, 1967. – 6. JACOBSON, J. H., SUAREZ, E. L.: Microsurgery in Anastomosis of small vessels. *Surgical Forum*, 11, 243,

1960. – 7. JACOBSON, J. H.: Microsurgical technic in repair of the traumatized extremity. *Clin. Ortop.* 29, 132, 1963. – 8. JACOBSON, J. H., MOODY, R. A., KUSSEROW, B. K., REICH, T., WANG, M. C. H.: The tissue response to a plastic adhesive used in combination with microsurgical technique in reconstruction of small arteries. *Surg.* 60, 379, 1966. – 9. JACOBSON, J. H.: Microsurgery. *Curr. Probl. Surg.* 3–56/Februar 1971. – 10. KRIZEK, TH. J.: Experimental Transplantation of composite grafts by microsurgical vascular anastomoses. *Plast. and Reconstr. Surg.* 36, 5, 538, 1965. – 11. LENDVAY, P. G.: Anastomoses of Digital vessels. *Medical Journ. of Australia* 2, 723, 1968. – 12. MCLEAN, D. H., BUNCKE, H. J.: Use of the Saran Wrap cuff in microsurgical arterial repairs. *Plast. Reconstr. Surg.* 51, 6, 624, 1971. – 13. MCLEAN, D. H., BUNCKE, H. J.: Autotransplant of omentum to a large scalp defect with microsurgical Revascularization. *Plast. and Reconstr. Surg.* 49, 3, 268, 1972. – 14. NAKAYAMA, K., *et al.*: A simple approaches for small vessel anastomosis (free autograft of the sigmoid included). *Surgery* 52, 6, 918, 1962. – 15. NAKAYAMA, K., YAMAMOTO, K., TAMIYA, T.: A new simple apparatus for anastomosis of small vessels. *Journ. of the Intern. College or Surg.* 38, 1, July 1962. – 16. O'BRIEN, B., *et al.*: Microsurgical surgical technique. *Med. J. Australia* 1, 722, 1970. – 17. SALYER, K. E., KYGER, E. R.: Studies in Rats of Survival of Composite homotransplants of Skin and Subcutaneous Tissue, with microvascular Anastomoses. *Plast. and Reconstr. Surg.* 51, 6, 672, 1973. – 18. SMITH, J. W.: Microsurgery: review of the literature and discussion of microtechniques. *Plast. and Reconstr. Surg.* 37, 227, 1966. – 19. STRAUCH, B. MURRAY, D. E.: Transfer of a composite graft with immediate suture anastomosis of its vascular pedicle measuring less than 1 mm in external diameter using microsurgical techniques. *Plast. and Reconstr. Surg.* 40, 325, 1967. – 20. TAMAI, S., SASAUCHI, N., HORI, Y., TATSUMI, Y., OKUDA, H.: Microvascular surgery in orthopaedics and traumatology. *Journ. of Bone and Joint Surg.* 54, 637, 1972. – 21. YASARGIL, M. G.: Experimental small vessels surgery in the dog including patching and grafting of cerebral vessels and the formation of functional extra-intracranial shunts. *Microvascular Surgery* Edited by R. M. DONAPHY and M. G. YASARGIL, Thieme, Stuttgart 1967

Dr. H. Piza-Katzer, I. Universitätsklinik, A – Wien

