

**UNIVERSITE PARIS 13**  
**FACULTE DE MEDECINE**

**MODELE NEUROCHIRURGICAL DE  
MICROSUTURE VASCULAIRE:  
Courbe d'apprentissage sur modèles murins**

Mémoire présenté pour l'obtention du

**DIPLOME UNIVERSITAIRE DE MICROCHIRURGIE**

par

**MESSERER Mahmoud**

**Le 16 juin 2014 à Paris**

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie le département des neurosciences cliniques du CHUV à Lausanne et particulièrement le Professeur Marc Levivier et le Professeur Roy Daniel qui m'ont permis de réaliser ce travail.

## Table des matières

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>PARTIE I: COURBE D'APPRENTISSAGE DES TECHNIQUES MICROCHIRURGICALES SUR MODÈLES MURINS .....</b>	<b>6</b>
<b>I. Matériels et Méthodes.....</b>	<b>6</b>
I.1 Le matériel .....	6
I.1.1 Les rats .....	6
I.1.2 Site de l'étude .....	6
I. 2 Matériel chirurgical.....	7
I.3 Protocole expérimental .....	9
I.4 Techniques chirurgicales.....	10
I.4.1 Installation.....	10
I.4.2 Abord chirurgical.....	10
I.4.3 Temps microchirurgical .....	11
<b>II. Résultats.....</b>	<b>15</b>
<b>III. Discussion .....</b>	<b>16</b>
<b>PARTIE 2 : HISTOIRE DES MICRO-INSTRUMENTS EN NEUROCHIRURGIE .....</b>	<b>18</b>
<b>I. Le microscope opératoire.....</b>	<b>18</b>
<b>II. Les micro-instruments .....</b>	<b>22</b>
II.1 Propriétés mécaniques des instruments en microchirurgie .....	22
II.2 Coagulation bipolaire.....	23
II.3 Forceps en forme de baïonnette .....	25
II.4 Tube d'aspiration.....	26
II.5 Matériel de suture .....	26
II.6 Dissecteurs .....	27
II.7 Clips .....	28
II.8 Rétracteurs intracrâniens .....	28
II.9 Ciseaux .....	29
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>31</b>

## INTRODUCTION

La microchirurgie est primordiale dans le domaine de la neurochirurgie et offre un grand potentiel pour la chirurgie vasculaire intracrânienne ainsi que la chirurgie tumorale. Cependant la microchirurgie requière des mains expertes afin d'acquérir de bons résultats opératoires car il est très difficile de travailler par l'intermédiaire des lunettes du microscope ainsi que de travailler dans un minuscule champ opératoire. L'un des principaux facteurs concernant le succès de la microchirurgie vasculaire est l'expérience du chirurgien. La formation des chirurgiens dans ce domaine semble donc être un prérequis essentiel. Les chirurgiens ayant des taux importants de succès opératoires ont dû passer par l'apprentissage de ces techniques. Les taux de succès des chirurgiens sont plus bas au cours de leur premières microchirurgies vasculaires (72 % à 91%) comparés à leur taux de succès lorsqu'ils deviennent expérimentés (96% à 97%).<sup>2, 15</sup> Cependant il est important de noter que le nombre d'années d'expériences en chirurgie (avant d'entamer une formation en microchirurgie) n'est pas un élément déterminant dans le succès d'interventions microchirurgicales. En effet, une étude réalisée sur des internes d'ORL, ayant une formation préalable en microchirurgie, avait montré un taux de succès de 97,5% du fait de leur solide formation.<sup>2</sup>

Les formations en microchirurgie paraissent donc un passage obligé et essentiel dans le développement des compétences des chirurgiens. Les exercices réalisés au cours de ces formations, sur des modèles animaux, permettent aux chirurgiens de s'entraîner et de se familiariser avec l'utilisation de micro-instruments et la réalisation de micro-sutures sous le microscope permettant ainsi l'acquisition des compétences préalables à la réalisation d'interventions microchirurgicales en pratique courante.

Le but de ce mémoire est de décrire la courbe d'apprentissage d'un neurochirurgien, ayant achevé son internat, pour l'apprentissage de micro-sutures termino-terminales de l'aorte sous rénale (première partie du mémoire) et de rappeler l'histoire de la microchirurgie en neurochirurgie ainsi que le développement des micro-instruments (deuxième partie du mémoire).

# **PARTIE I: COURBE D'APPRENTISSAGE DES TECHNIQUES MICROCHIRURGICALES SUR MODÈLES MURINS**

## **I. Matériels et Méthodes**

### **I.1 Le matériel**

#### **I.1.1 Les rats**

Les dix rats (6 males et 4 femelles) participant à cette étude appartenaient à l'espèce Sprague-Dawley et avaient un poids de 251 à 320 grammes.

Les installations du laboratoire, dans lequel l'étude était réalisée, dispose d'un agrément par le Ministère de l'Agriculture ainsi que des services d'un vétérinaire. Toutes les procédures microchirurgicales réalisées sur ces animaux le sont sous anesthésie moderne et dans des conditions de stérilité, et, en accord avec les recommandations de la convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou d'autres fins scientifiques.

#### **I.1.2 Site de l'étude**

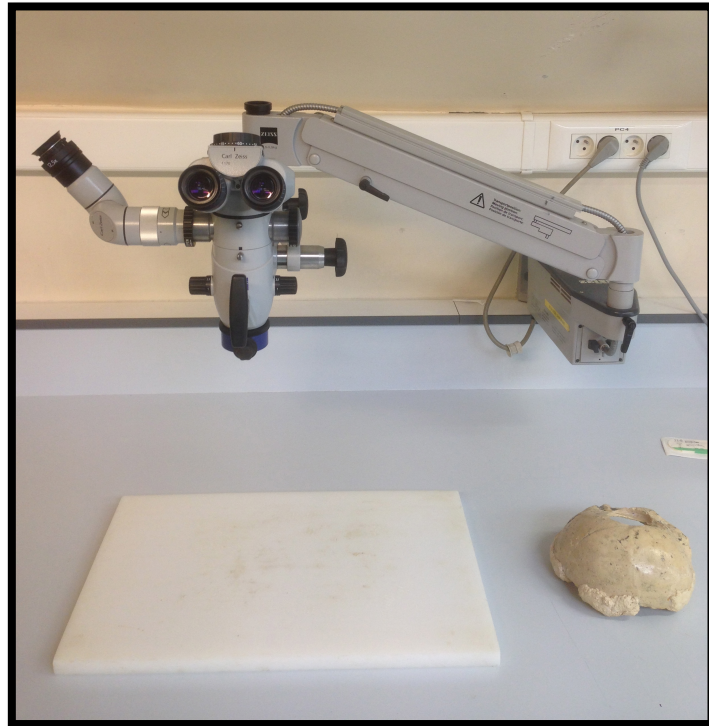
Ecole de Chirurgie

7, rue du Fer à Moulin

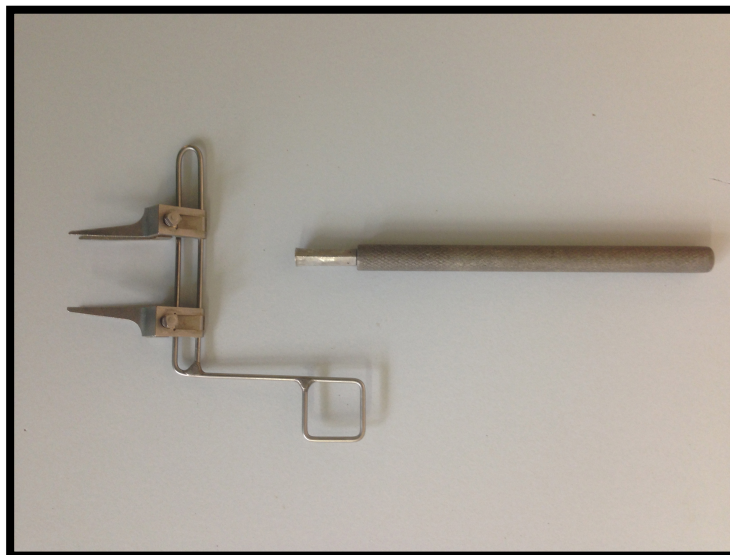
75221 Paris Cedex 05

## I. 2 Matériel chirurgical

La procédure étudiée dans cette étude a été réalisée en utilisant un set microchirurgical complet comportant ces différents instruments :



*Le microscope, et le crane avec orifice de craniotomie*



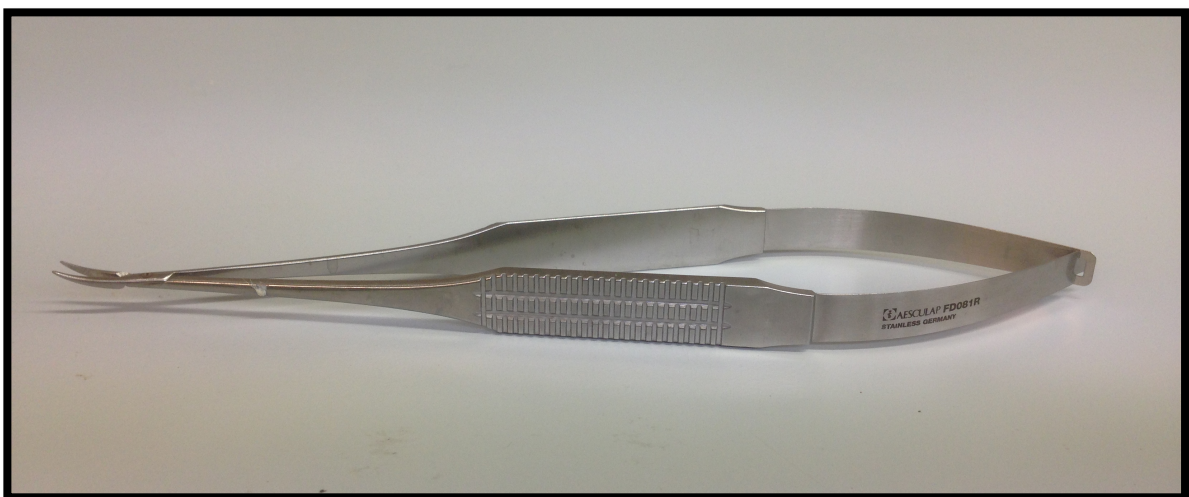
*Le fixateur*



*Fils de suture 10/0*



*Le ciseau courbe*



*Le porte aiguille*





*Le dissecteur baïonnette*

### **I.3 Protocole expérimental**

Un total de 10 anastomoses termino-terminales de l'aorte sous rénale a été réalisé par le même neurochirugien (MM) ayant une expérience préalable de micro-neurochirurgie au cours de son internat et de son clinicat mais sans formation spécifique en microchirurgie.

Afin de recréer les conditions de pratique neurochirurgicale, le rat est placé sous un crâne et la procédure se déroule à travers un orifice de craniotomie.

La courbe d'apprentissage de ce chirurgien a été évaluée à partir de plusieurs critères :

- Critère de jugement principal : perméabilité de l'anastomose, en cas de doute sur la perméabilité, le résultat retenu était la non-perméabilité.
- Critères de jugement secondaires :
  - Durée en minutes de la dissection
  - Durée en minutes de l'anastomose
  - Douleurs cervicales engendrées par la position du chirurgien selon l'EVA

## **I.4 Techniques chirurgicales**

### **I.4.1 Installation**

Le rat est positionné en décubitus dorsal sur la planche opératoire avec sa tête placée vers la gauche de l'opérateur. Les 4 membres de l'animal sont fixés à l'aide de bandelettes adhésives.



### **I.4.2 Abord chirurgical**

L'approche chirurgicale consiste à inciser la peau et les muscles selon une incision xiphopubienne. Des écarteurs sont alors placés de chaque cote de la paroi et les intestins sont récliner sur la gauche en les entourant d'une compresse humide.



Le péritoine est par la suite déchiré à l'aide de deux compresses humides.

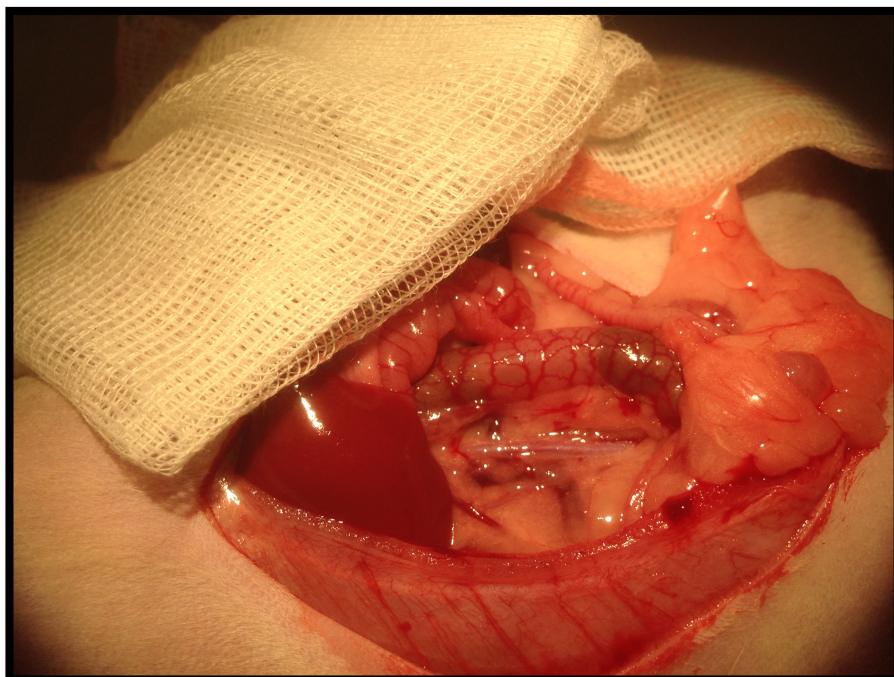
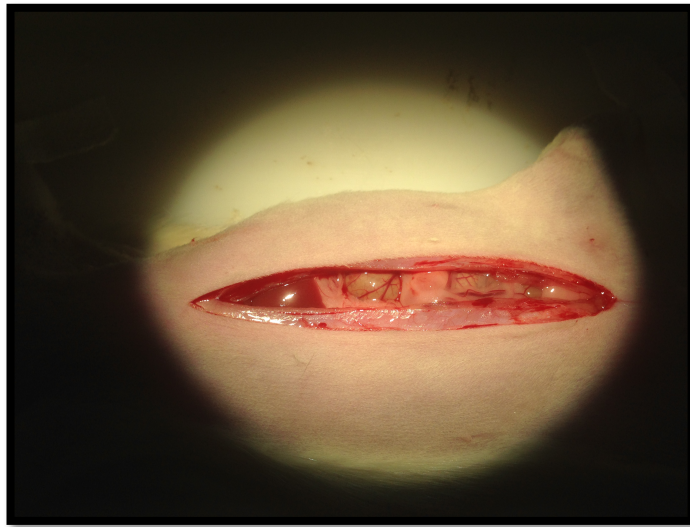
### **I.4.3 Temps microchirurgical**

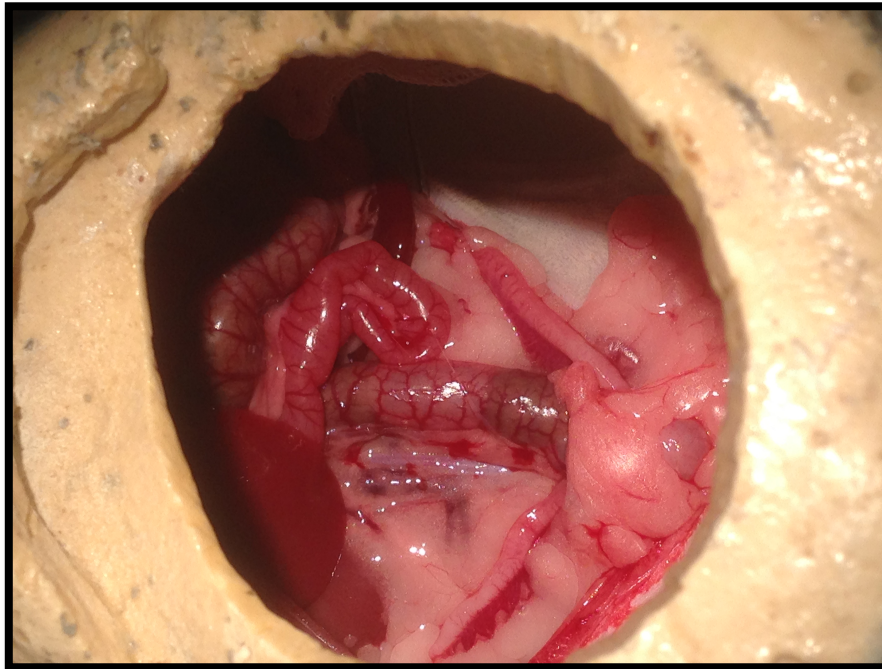
#### **- Etape 1 : Dissection**

Dès le début de la dissection, le crâne est mis en place et la procédure est poursuivie à travers l'orifice de craniotomie.



La dissection débute par la recherche du plan de clivage entre l'aorte et la veine cave au-dessus de la bifurcation iliaque. La dissection est poursuivie en remontant jusqu'à la veine rénale gauche. Les collatérales sont repérées et disséquées.





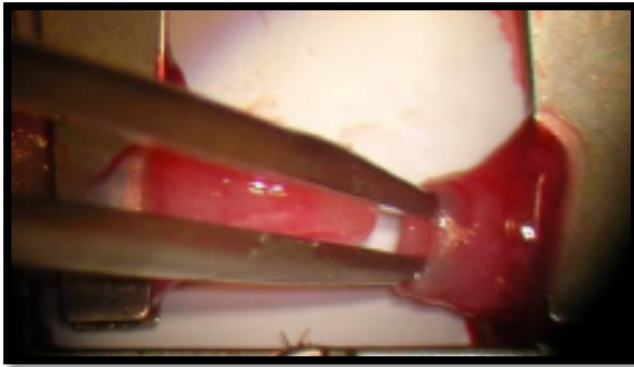
Une double ligature est placée sur toutes les collatérales avec du fils 9/0 (l'alternative est la coagulation bipolaire) puis les collatérales sont sectionnées. Après avoir vérifié que l'aorte sous rénale soit totalement libérée, un fond plastifié est placé sous le vaisseau.

- **Etape 2 : Anastomose termino-terminale de l'aorte sous rénale**

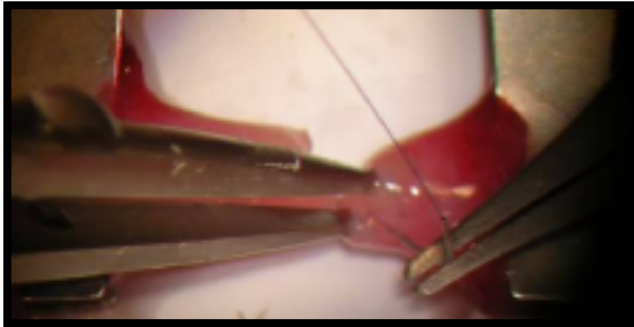
L'aorte sous rénale est alors clampée, coupée puis rincée.



Une adventicteomie est réalisée sur quelques millimètres. L'adventice est alors tractée par une pince puis coupé au ras de la couche musculaire. Le vaisseau est ensuite rincé au sérum physiologique.



Une dilatation douce de la lumière est réalisée.



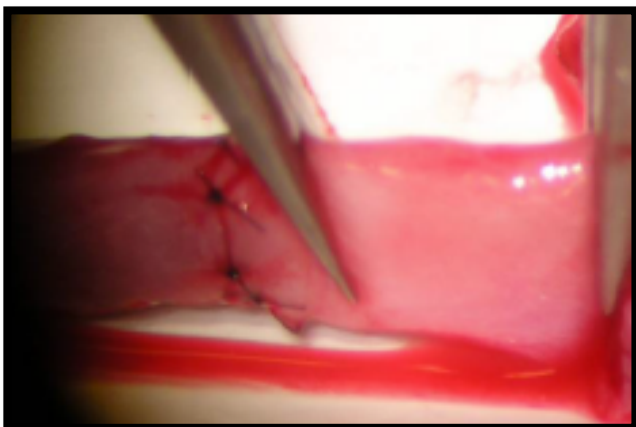
La pince, placée dans la lumière endovasculaire sert alors de contre appui interne à la pointe de l'aiguille qui va alors être introduite à environ 1 mm de la berge.

Le fil 10/0 est tracté jusqu'à l'obtention d'un brin distal court. La pince, placée dans la lumière endovasculaire sur

l'autre berge et la pointe de l'aiguille va alors être introduite à environ 1 mm de la berge.

On réalise par la suite 3 nœuds plats (nœud, contre nœud et un dernier nœud), chose essentiel, il ne faut surtout pas trop serrer les nœuds.

Une fois le premier plan est fait on tourne le clamp, le vaisseau est tourné de l'autre côté puis les points suivants sont réalisés selon la même technique (10 à 12 points).



Ensuite, la perméabilité de l'anastomose est testée. A l'aide d'une pince, l'aorte est clampée en aval de l'anastomose dans le sens du flux sanguin puis une deuxième pince est appliquée au contact et en aval de la première pince en serrant également le

vaisseau. Cette deuxième pince est déplacée dans le sens du flux sanguin en étant maintenue

complètement serrée pour vider complètement le segment compris entre les deux pinces. La première pince est alors relâchée et le remplissage immédiat du segment précédemment attesté de la perméabilité de l'anastomose.

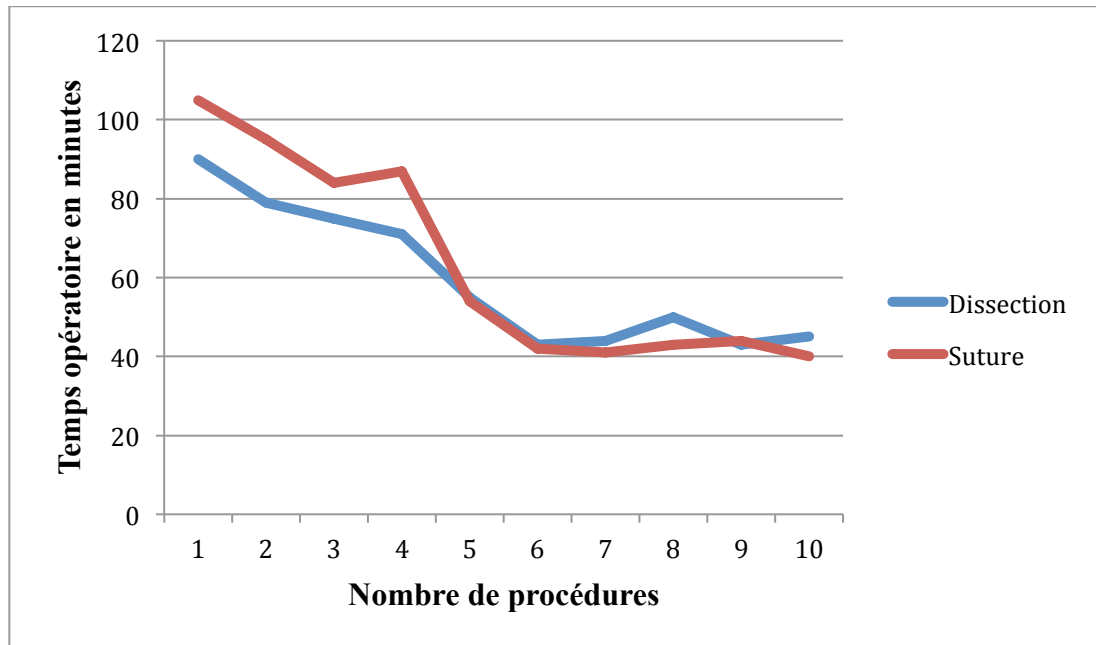
## **II. Résultats**

Les critères de jugement de l'étude pour chaque procédure figurent dans le tableau ci-dessous.

<b>Procédure</b>	<b>Perméabilité</b>	<b>Durée de la dissection (minutes)</b>	<b>Durée de la micro-suture (minutes)</b>	<b>Douleurs cervicales (EVA/10)</b>
<b>1</b>	Non	90	105	4
<b>2</b>	Doute (Non)	79	95	4
<b>3</b>	Non	75	84	4
<b>4</b>	Doute (Non)	71	87	4
<b>5</b>	Oui	55	54	3
<b>6</b>	Oui	43	42	3
<b>7</b>	Oui	44	41	3
<b>8</b>	Oui	50	43	2
<b>9</b>	Oui	43	44	2
<b>10</b>	Oui	45	40	2

Selon le critère principal de l'étude, le chirurgien a mis 4 procédures avant de pouvoir réaliser une anastomose termino-terminale de l'aorte sous rénale perméable. Au cours des 4 premières procédures, le chirurgien a eu un doute sur la perméabilité de l'anastomose à 2 reprises. Le résultat a donc été considéré comme non perméable. Après acquisition de la technique, le chirurgien a réalisé au cours des 6 dernières procédures des anastomoses parfaitement perméables.

Concernant les critères de jugement secondaires, la durée de la dissection a diminué de façon progressive jusqu'à l'obtention d'un plateau autour de 45 minutes dès la 6<sup>ème</sup> procédure (cf figure ci-dessous). Il en est de même pour la durée de la micro-suture qui a diminué progressivement jusqu'à l'obtention d'un plateau autour de 40 minutes (cf figure ci-dessous).



Les douleurs cervicales du chirurgien, elles semblent dépendre à la fois du temps opératoire et de l'expérience du chirurgien. Elles demeurent cependant présentes jusqu'à la dernière procédure. Elles sont passées d'une EVA de 4 à 2 (sur 10).

### **III. Discussion**

Toute formation pratique nécessite une courbe d'apprentissage. En ce qui concerne les anastomoses vasculaires, le meilleur critère de jugement de l'apprentissage est sans aucun doute la perméabilité de l'anastomose. Dans cette étude, la perméabilité de l'anastomose a



été atteinte à 100% après la réalisation de 4 procédures. Le chirurgien a également nettement amélioré ses temps opératoires pour chacune des deux étapes importantes (la dissection et la micro-suture).

Pour chaque procédure microchirurgicale, la courbe d'apprentissage dépend d'une expérience préalable avec la microchirurgie et du type d'intervention. Dans un modèle murin de ré-anastomoses de trompe de Fallope, une étude a montré que les 50 premières procédures étaient associées à un taux de réussite de seulement 30% alors que le taux de réussite des 100 procédures suivantes était de presque 100%.<sup>23</sup> Dans un autre modèle murin concernant l'anastomose de la veine fémorale, Hui et al.<sup>11</sup> ont montré que le taux de perméabilité était de 48 % lors des 25 premières opérations de chirurgiens inexpérimentés. Ce taux passait à 83.4 % lors des 25 procédures suivantes. Par contre, lorsque la même étude était réalisée sur des chirurgiens expérimentés, aucune courbe d'apprentissage n'était constatée et leur taux de réussite pour atteindre la perméabilité était de 92%.<sup>11</sup> Koulack et al.<sup>16</sup> ont montré que la courbe d'apprentissage, dans un modèle murin de transplantation aortique, que le taux de réussite était de 30% au cours des 50 premières procédures puis montait à 70% au cours des 50 suivantes, puis se stabilisait à 78 % au cours des 100 procédures suivantes. Dans notre étude, la courbe d'apprentissage du chirurgien est rapide puisque le taux de réussite concernant la perméabilité de l'anastomose atteint 100 % dès la 5<sup>ème</sup> procédure. Ceci peut être expliqué par sa connaissance de la micro-neurochirurgie étant donné que le chirurgien a déjà plusieurs années d'expériences en tant que neurochirurgien. Il a également pratiqué 10 procédures de microchirurgie avec des instruments courts comme entraînement préalable à la technique étudiée utilisant des instruments longs.

## **PARTIE 2 : HISTOIRE DES MICRO-INSTRUMENTS EN NEUROCHIRURGIE**

### **I. Le microscope opératoire**

Pendant des siècles, l'œil humain a limité le champ d'observation, définissant ainsi les bornes supérieures et inférieures au-delà desquelles les représentations mentales prenaient le dessus sur les représentations visuelles. Deux domaines étaient particulièrement pauvres en représentation visuelle dont « l'infiniment petit ».

Dès l'Antiquité, des savants remarquèrent que certains matériaux avaient la propriété, de modifier la vision lorsqu'une personne regardait à travers. Le philosophe romain Sénèque (4 avant JC – 65 après JC), tuteur de l'empereur Neron, fit remarquer, dans ses écrits, qu'un globe de verre rempli d'eau permettait de grossir les lettres se trouvant derrière.<sup>8</sup>

Cependant, il fallut attendre la fin du 16<sup>ème</sup> siècle pour observer, au cours de « l'époque des Lumières » un grand pas en avant en ce qui concerne l'optique instrumentale. Cette période vit l'apparition des premières lunettes d'observation et des premiers microscopes.

Hans Lippershey (1570-1619), opticien lunetier hollandais, est considéré par beaucoup d'historiens comme l'inventeur de la lunette d'observation. Il déposa un brevet pour cet instrument le 2 octobre 1608.<sup>3</sup> Le physicien et astronome italien Galilée (1564-1642), sans doute inspiré par les travaux de Lippershey, construisit en 1610 son propre instrument qui lui permit d'observer la lune.<sup>5</sup> Concernant le microscope, c'est un autre opticien hollandais, Zacharias Janssen (1580-1638) aidé par son père, qui est reconnu comme l'inventeur du premier microscope.



*Microscope de Janssen. Cet instrument est formé de trois tubes coulissants, avec une lentille à chaque extrémité. La lentille de l'oculaire est bi-convexe, et celle de l'objectif est plano-convexe, ce qui est remarquable pour l'époque. Ce microscope permettait d'obtenir des grossissements de 3 à 10*

Grâce aux travaux de Willebrord Snell (1580-1626), René Descartes (1596-1650), Pierre de Fermat (1601-1665), Christiaan Huygens (1629-1695) entre autres, de grandes avancées furent faites dans la compréhension du comportement de la lumière et de sa nature, même si un grand nombre de questions restaient encore en suspens.

Antonie Van Leeuwenhoek (1632-1723), commerçant et savant néerlandais, proposa, dans les années 1660, un microscope de taille réduite, tenant dans la main et basé sur une unique lentille biconvexe. Grand illustrateur, ses découvertes ont traversé les siècles grâce aux dessins qu'il légua à la postérité.<sup>3</sup> Par exemple, en observant des salissures relevées sur ses dents, il fut le premier à voir des bactéries, qu'il nomma « animalcules ». Ce fut également le premier à mettre en évidence les cellules sanguines ou encore les spermatozoïdes.

A la même période, Robert Hooke (1635-1703) fit lui aussi de nombreuses observations microscopiques qu'il consigna et publia. Ce brillant scientifique expérimentateur et théoricien britannique s'intéressa à la microscopie et à l'astronomie. Il travailla au développement de microscopes avec le fabricant Christophe Cock. Il observa de nombreux échantillons : insectes, éponges, fossiles, bactéries, protozoaires. Grâce à ces

travaux, il confirma d'ailleurs les observations de Van Leeuwenhoek.

Isaac Newton (1642-1727) apporta une contribution énorme aux avancées de l'optique en étant l'un des premiers qui essaya d'éliminer les aberrations chromatiques dans le système d'imagerie (en l'occurrence une lunette d'approche), mais malheureusement sans succès. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il proposa en 1668 de réaliser un télescope à réflexion, utilisant des miroirs plutôt que des lentilles.

Et ce n'est qu'au 19<sup>ème</sup> siècle que Ernst Abbe, physicien, mathématicien et astronome à l'université Friedrich Schiller de Jena en Allemagne, a été en mesure de parfaire le développement du microscope tout en travaillant avec Carl Zeiss, fondateur de la société du même nom, et Otto Schott, un chimiste et fondateur de la célèbre société de verre du même nom, qui a produit le verre de haute qualité pour les lentilles. Pendant les années 1870, Abbe a conçu l'équation de «l'ouverture angulaire». Cette dernière permis à Zeiss d'être à la pointe de la technologie microscopique. Dans les années 1880, en utilisant l'immersion dans l'huile de lentilles, ils obtiennent une ouverture numérique de 1,4 permettant aux microscopes d'avoir une résolution de 0,2 microns. À l'exception de certains fluides d'immersion très inhabituelles ou de la lumière ultraviolette, cette résolution est identique à la résolution actuelle.<sup>1</sup> Le microscope électronique (1932) et la technologie à effet tunnel (1981) ont finalement révélé les dimensions nanométriques de structures intra et intercellulaires.

En ce qui concerne le microscope chirurgical, un bon éclairage, une vision stéréoscopique, un changement de résolution et une bonne mobilité sont des conditions requises pour un microscope opératoire. Différents types de lunettes loupes ont été introduites par les ORL, les ophtalmologues et les neurochirurgiens.<sup>26, 27</sup>

Carl Olof, ORL à Stockholm (Suède) fut le premier à utiliser un monoscope monoculaire en chirurgie en 1921.<sup>22</sup> Le microscope monoculaire devait être fixé à la tête du patient.

En 1922, Gunnar Holmgren, un collaborateur de Carl Olof, fut le premier à utiliser un

microscope binoculaire, attaché à la table d'opération.

Un autre pionnier de la chirurgie ORL, George Shambaugh Junior fut le premier à utiliser le microscope de manière régulière dès 1939.<sup>28</sup>

L.H. Wullstein, ORL, organisa la construction d'un microscope plus mobile constitué d'une loupe 10 × (Leitz). Avec l'utilisation de ce microscope, Wullstein effectua plus de 1000 opérations de 1949 à 1953. Sous la direction de H.L. Littmann, les ingénieurs de l'entreprise Zeiss ont finalement réussi à construire un microscope binoculaire polyvalent (OPMI -1), qui a été introduit en 1953.<sup>18</sup>

Après des recherches approfondies, un microscope mobile complètement équilibré par des contrepoids a été développé au Département de Neurochirurgie, Hôpital universitaire de Zurich, en Suisse, sous la direction du professeur M.G. Yasargil.<sup>29</sup> Ce système ingénieux et sophistiqué a permis au microscope opératoire d'être plus facilement manipulable, avec possibilité de mouvements horizontaux et verticaux.

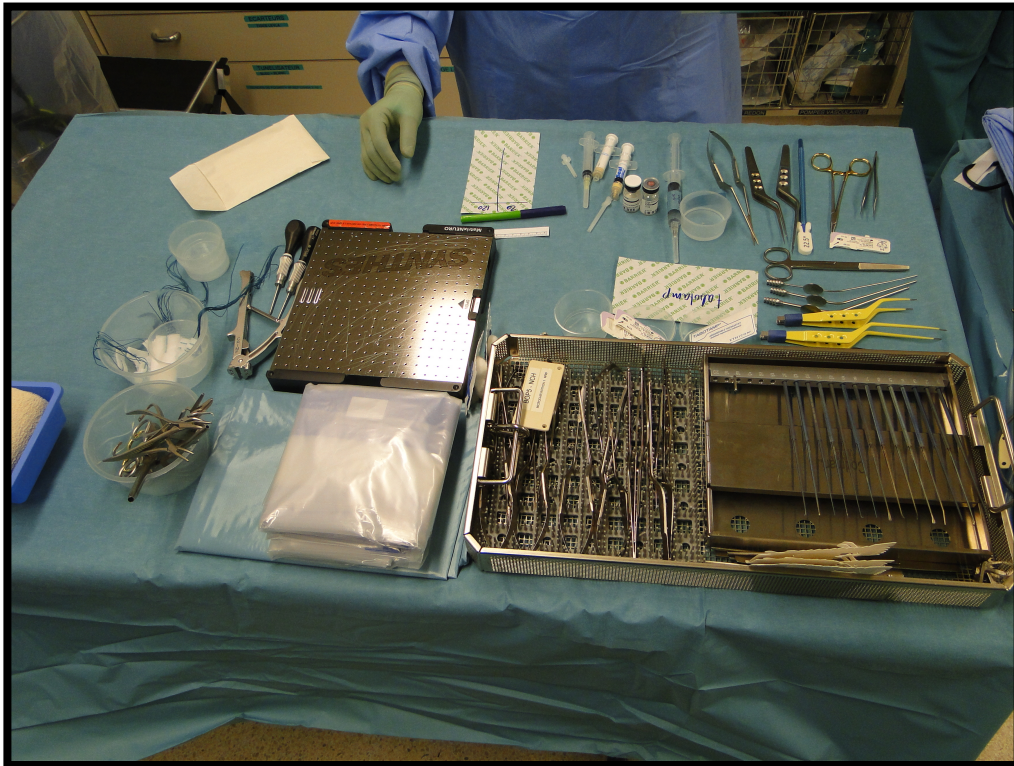
Grâce au microscope, une opération peut être enregistrée et des photos peuvent être prises. Les enregistrements et les photographies sont des suppléments instructifs à des fins d'enseignement.

W. House fut un pionnier de la microchirurgie pour le traitement des neurinomes de l'acoustique (1961). Son succès stimula les neurochirurgiens :<sup>9, 10</sup> Kurze et Doyle,<sup>17</sup> Jacobson et al.<sup>13</sup>, Kurze,<sup>17</sup> Rand et Kurze,<sup>25</sup> Lougheed et Tom,<sup>19</sup> Pool et Colton,<sup>24</sup> et Jannetta et Rand.<sup>14</sup>

En 1960, Jacobson et Suarez, à l'aide d'un microscope opératoire OPM-I (Zeiss), ont réalisé des progrès convaincants.<sup>12</sup> Six ans plus tard, dans le même laboratoire de l'Université du Vermont, à Burlington, différentes techniques micro-vasculaires avec l'aide du Professeur Yasargil.<sup>4</sup> La première anastomose réussie entre l'artère temporale superficielle et l'artère antérieure corticale temporelle a été effectuée sur un chien le 30 Mars 1966. Pendant les 7 mois qui ont suivi, 34 procédures de contournement sur les chiens ont réussi.<sup>4</sup> Ces dernières

avec l'évolution des techniques chirurgicales ont conduit à la conception de la micro-instrumentation.

## II. Les micro-instruments



### **II.1 Propriétés mécaniques des instruments en microchirurgie**

La plupart des instruments microchirurgicaux peuvent être considérés comme des extensions des doigts des chirurgiens. En effet, grâce à leurs doigts les chirurgiens peuvent créer des points de contact avec l'instrument. Si l'instrument est rigide, l'instrument peut se transformer en levier ayant 3 caractéristiques principales :

1. Un point de pivot
2. Une résistance
3. Un point d'appui

Ces leviers peuvent être classés en 3 catégories selon le concept suivant (cf tableau ci-dessous):

- $FE$  (force exercée par le chirurgien)  $\times DE$  (distance entre le point de pivot et le point où la force est exercée) =  $R$  (résistance)  $\times DR$  (distance entre le point de pivot et le point où la résistance est ressentie)
- Effet mécanique =  $DE / DR$  : l'effet mécanique est la capacité à se servir d'un instrument avec la plus petite force possible. Plus l'effet mécanique est grand, moins la force nécessaire est grande. Si l'effet mécanique est inférieur à 1, une force importante est nécessaire.

Classe	Conception	Instruments	Effet mécanique
Ia	Pivot entre point d'appui et résistance ( <i>plus près de la résistance</i> )	Ciseaux Porte d'aiguilles Applicateurs de clips Rongeurs	> 1
Ib	Pivot entre point d'appui et résistance ( <i>plus près du point d'appui</i> )	Micro-curettes Micro-couteaux Micro-dissecteurs Quelques clips	< 1
II	Résistance entre point d'appui et pivot	Agrafeuses	> 1
III	Point d'appui entre pivot et résistance	Tube d'aspiration ( <i>quand il est utilisé comme un rétracteur</i> ) Forceps La plupart des clips	<1

## II.2 Coagulation bipolaire

La coagulation bipolaire fut introduite en 1940 par Greenwood,<sup>6</sup> puis cette technologie fut améliorée par Malis.<sup>21</sup> La pince bipolaire est un instrument largement utilisé en neurochirurgie pour les étapes de dissection et de coagulation et par conséquent, il est important de disposer de plusieurs pinces pendant la chirurgie et de les refroidir fréquemment

dans une solution spéciale. La pince bipolaire est également un instrument essentiel en micro-neurochirurgie. Elle a joué un grand rôle dans le développement de plusieurs techniques microchirurgicales qui seraient impossibles sans l'existence de cet instrument.<sup>30, 31</sup> Une variante de cet instruments est la bipolaire à billes qui a également été développé par Malis et qui peut être utilisés afin de réduire les lésions vasculaires dans des pathologies telles que les hémangioblastomes, les méningiomes et les cavernomes.<sup>7, 22</sup>

La coagulation bipolaire ne produit pas de propagation de la chaleur aux tissus environnants.<sup>21</sup> De plus, toutes les pinces bipolaires sont isolées afin de prévenir les courts-circuits avec risque de coagulation des tissus se trouvant sur le trajet de la pince. Cependant, il est recommandé d'utiliser une irrigation à l'eau froide.<sup>20, 21</sup>

La conception de ces instruments repose sur différentes caractéristiques très importantes :

- la taille
- la forme
- le poids
- l'équilibre
- le ressort

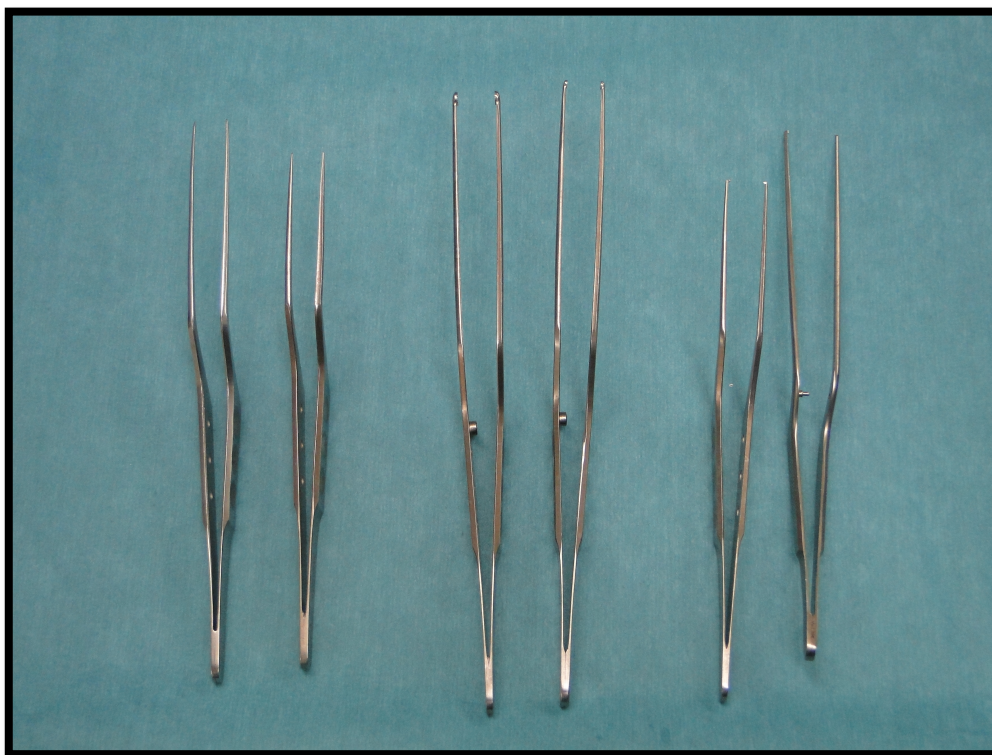
Les pinces bipolaires en forme de baïonnette sont disponibles en plusieurs tailles allant de 2 cm à 13.5 cm. Cette forme permet d'empêcher la main du chirurgien de bloquer le champ de vision opératoire. L'extrémité des pinces bipolaires est disponible en plusieurs largeurs allant de 1.3 mm à 4mm.

Il est recommandé de ne pas trop serrer les vaisseaux avec l'extrémité des pinces. En cas de vaisseaux de grand calibre, la technique consiste à appliquer de brefs éclats de courants sur une distance courte avec une puissance de 15 à 25 unités Malis.



### II.3 Forceps en forme de baïonnette

Tout comme les pinces bipolaires, les forceps en forme de baïonnette permettent de ne pas entraver la vision du champ opératoire.



Les plus long forceps allant de 7 à 10 cm semblent les meilleurs pour la plupart des interventions micro-neurochirurgicales. La tension de fermeture de cet instrument ne doit pas être trop élevée car elle risque de fatiguer le chirurgien et de ce fait engendrer des tremblements inappropriés. Cependant, lorsque cet instrument est utilisé dans un but de dissection et de clivage des différents plans, une tension est requise. La pointe de ces instruments dépend de leurs usages.

## **II.4 Tube d'aspiration**

Les tubes d'aspiration sont composés d'un système de régulation de pression qui peut être ajusté selon la situation peropératoire. Par exemple, il faudra une pression élevée pour aspirer une tumeur ou une hémorragie et une pression faible pour l'ouverture de la scissure sylvienne ou pour la dissection des nerfs, anévrismes et vaisseaux.

L'extrémité des tubes d'aspiration est ronde et lisse afin d'éviter les blessures des structures avoisinantes. Les tubes d'aspiration sont disponibles en différentes longueurs et diamètres pouvant être inter-changés en fonction de la profondeur du champ opératoire, de la nature de l'intervention et de la nature des éléments à aspirer. Les tubes d'aspiration sont très efficaces pour la réduction tumorale ou l'énucléation des tumeurs « molles ».

Les tubes d'aspiration peuvent également servir de rétracteurs de vaisseaux, de tumeurs ou de nerfs pendant la dissection lorsqu'ils sont utilisés à basse pression et permet donc d'éviter le placement de rétracteurs intracrâniens.

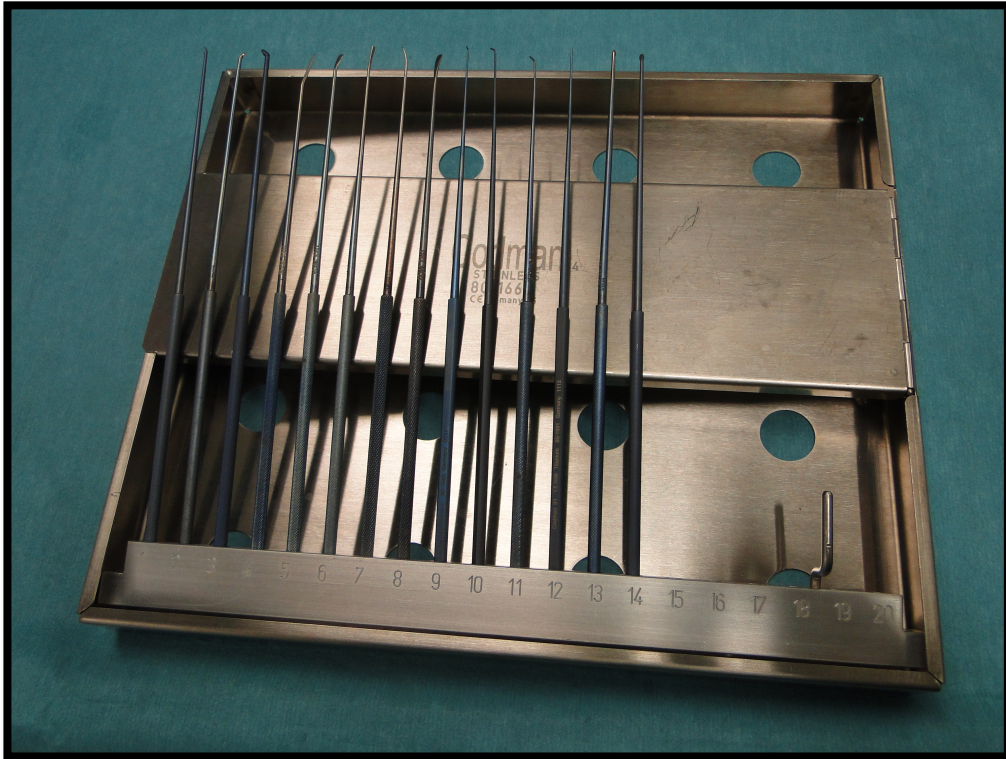
Une irrigation constante des instruments est recommandé afin d'éviter qu'ils n'adhèrent aux tissus environnants ainsi que pour maintenir un champ opératoire clair.

## **II.5 Matériel de suture**

La suture des vaisseaux et des nerfs nécessite habituellement des fils de suture de nylon 8/0 à 10/0 portés par une variété d'aiguilles de 50 à 100 microns. Les porte-aiguilles doivent être arrondis afin que la rotation entre le pouce et l'index soit fluide. L'insertion des doigts dans les supports du porte-aiguille n'est pas conseillée car, en libérant le porte-aiguille, un sursaut peut se produire causant ainsi des dommages aux tissus. Les porte-aiguilles droits sont

utilisés pour la manipulation de micro-aiguilles à la surface du cortex alors que les porte-aiguilles en forme de baïonnette sont utilisés pour travailler en profondeur.

## II.6 Dissecteurs



Les instruments les plus utilisés en neurochirurgie pour la dissection sont les micro-dissecteurs de Rhoton (cf image ci-dessus). Ils existent en différentes formes et tailles.

Les instruments droits sont utilisés pour leur propriété de maintenir leurs pointes localisées à un seul endroit au cours de la rotation de la main du chirurgien. Par contre, les instruments en forme de baïonnette, lorsqu'ils sont en rotation, tournent à travers d'un large arc.

Plusieurs types formes peuvent être utilisés ; par exemple : les curettes, les spatules, les crochets...

## **II.7 Clips**

Il existe 2 différents types de clips : temporaires et permanents.

Les clips temporaires diffèrent des autres car ils ont une pression de fermeture plus faible afin de réduire les dommages aux vaisseaux et à la paroi endothéliale. Ils sont de couleur dorés contrairement aux permanents afin de les distinguer. Au cours de chaque procédure chirurgicale, plusieurs clips temporaires sont disponibles en préparation d'éventuelles hémorragies qui pourraient survenir. Si un vaisseau de petit calibre est lésé, 2 clips temporaires peuvent être appliqués (l'un distal et l'autre proximal par rapport à la lésion). Après aspiration et irrigation du champ opératoire, la paroi lésée sera alors visible et elle pourra être suturée grâce à l'utilisation d'une pince bipolaire (15-20 unités de Malis) ; les clips seront alors retirés. Si la blessure est postérieure à la vision opératoire, le tube d'aspiration et les éponges pourront être utilisés pour permettre une rotation douce du vaisseau lésé.

Les clips visés à traiter les anévrysmes sont disponibles en plusieurs tailles et en différentes formes pour répondre aux diverses configurations anatomiques. Il est déconseillé de rouvrir plusieurs fois les clips anévrysmaux car cela réduit la pression de fermeture.

## **II.8 Rétracteurs intracrâniens**

Les rétracteurs ont pour but de permettre une meilleure visualisation du champ opératoire tout en permettant de fournir un bouclier de protection aux structures adjacentes. Rappelons que les tubes d'aspiration peuvent être utilisés dans ce but mais uniquement en cas de zone étroite et d'une courte durée d'utilisation.

Il est également possible d'utiliser des boules de coton saturées de liquide pouvant être positionnées par exemple entre la capsule de la tumeur et les tissus normaux adjacents. Au cours des dissections de la scissure sylvienne et des sillons cérébraux, il est par exemple possible de poser des boules de cotons imbibés de taille de plus en plus grande afin de maintenir une douce rétraction.

Les éponges attachées ont de nombreuses applications :

- protection des tissus adjacents
- rétraction
- absorption des liquides intra-opératoires (liquide céphalo-rachidien, sang)
- utilisation combinée au tube d'aspiration lors de saignements abondants
- Dissection
- Placement à l'intérieur de la tumeur après réduction tumorale afin de rendre la tumeur plus manipulable.
- Protection pour éviter de propager la cire d'os sur une hémorragie
- Placement au dessus de la zone où l'on a placé des agents hémostatiques.

## **II.9 Ciseaux**

En microchirurgie, les ciseaux ont deux fonctions :

- la coupe des tissus et des fils de suture
- la dissection

Lorsqu'ils sont utilisés pour coupés, les pointes des tissus sont généralement très pointues. Des précautions doivent être prises dans le but de prévenir les dommages des structures avoisinantes. Il est important de distinguer les différents types de ciseaux : celui utilisé pour

les sutures ne sera pas le même que celui utilisé pour les tissus. Les ciseaux utilisés pour la dissection sont généralement arrondis au niveau des poignets et dentelés pour fournir une surface antidérapante pour une meilleure maniabilité. Pour couper, les ciseaux plats fournissent le meilleur contrôle dans un seul plan. Par contre, les ciseaux courbes sont les meilleurs pour la coupe de fascia et des plans arachnoïdiens.

## **CONCLUSION**

La micro-neurochirurgie est basée sur le contrôle de l'hémodynamique vasculaire cérébrale comprenant non seulement les abords artériels des anévrysmes intracrâniens mais aussi les vaisseaux englobant les lésions cérébrales. Le succès de la microchirurgie intracrânienne réside dans plusieurs concepts :

- la compréhension et la parfaite connaissance de l'anatomie
- la connaissance structurale des différentes lésions pouvant se développer
- l'apprentissage et la familiarité avec les différents micro-instruments
- la connaissance parfaite des techniques microchirurgicales

Les techniques d'apprentissage sur modèles murins sont un passage indispensable avant de pouvoir obtenir des opérations réussies en pratique courante. Cependant un nombre suffisant et régulier de procédures microchirurgicales est nécessaire pour entretenir les compétences acquises.

## **REFERENCES**

1. Abbe E: The new microscope. **S Ber Jena Ges Med** **2**:107-8, 1886
2. Blackwell KE, Brown MT, Gonzalez D: Overcoming the learning curve in microvascular head and neck reconstruction. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg** **123**:1332-5, 1997
3. Bradbury S. The evolution of the Microscope. Oxford: Pergamon Press; 1967.
4. Donaghy RM, Yasargil MG. Micro-vascular surgery: Reports of first conference. Micro-vascular surgery. Mary Fletcher Hospital, Burlington, Vermont: Georg Thieme; 1967.
5. Drake S: Galileo's first telescopic observations. **Journal for the history of Astronomy** **7**:153-68, 1976
6. Greenwood J, Jr.: Two point coagulation: a follow-up report of a new technic and instrument for electrocoagulation in neurosurgery. **Arch Phys Ther** **23**:552-4, 1942
7. Hakuba A, Liu S, Nishimura S: The orbitozygomatic infratemporal approach: a new surgical technique. **Surg Neurol** **26**:271-6, 1986
8. Healy JF. Pliny the Elder on Science and Technology. New York: Oxford University Press; 1999.
9. House HP, House WF: Transtemporal Bone Microsurgical Removal of Acoustic Neuromas. Historical Review and Problem of Acoustic Neuroma. **Arch Otolaryngol** **80**:601-4, 1964
10. House WF: Surgical exposure of the internal auditory canal and its contents through the middle, cranial fossa. **Laryngoscope** **71**:1363-85, 1961
11. Hui KC, Zhang F, Shaw WW, Kryger Z, Piccolo NS, Harper A, et al.: Learning curve of microvascular venous anastomosis: a never ending struggle? **Microsurgery** **20**:22-4, 2000
12. Jacobson JH, 2nd, Suarez EL: Microsurgery in anastomosis of small vessels. **Surg Forum** 243-5, 1960
13. Jacobson JH, 2nd, Wallman LJ, Schumacher GA, Flanagan M, Suarez EL, Donaghy RM: Microsurgery as an aid to middle cerebral artery endarterectomy. **J Neurosurg** **19**:108-15, 1962
14. Jannetta PJ, Rand RW: Trigeminal neuralgia. Microsurgical technique. **Bull Los Angel Neuro Soc** 93-9, 1966
15. Khouri RK: Avoiding free flap failure. **Clin Plast Surg** **19**:773-81, 1992
16. Koulack J, McAlister VC, Giacomantonio CA, Bitter-Suermann H, MacDonald AS, Lee TD: Development of a mouse aortic transplant model of chronic rejection. **Microsurgery** **16**:110-3, 1995
17. Kurze T, Doyle JB, Jr.: Extradural intracranial (middle fossa) approach to the internal auditory canal. **J Neurosurg** **19**:1033-7, 1962
18. Littmann H: Ein neues Operations-Mikroskop. **Klin Monatsbl Augenheilkd Augenarzt Forbild** 473-6, 1954
19. Loughheed WM, Tom M: A method of introducing blood into the subarachnoid space in the region of the circle of Willis in dogs. **Can J Surg** **4**:329-37, 1961
20. Malis LI: Instrumentation and techniques in microsurgery. **Clin Neurosurg** **26**:626-36, 1979
21. Malis LI: Electrosurgery. Technical note. **J Neurosurg** **85**:970-5, 1996
22. Nylen CO: The microscope in aural surgery, its first use and later development. **Acta Otolaryngol Suppl** **116**:226-40, 1954
23. Oelsner G, Boeckx W, Verhoeven H, Koninckx P, Brosens I: The effect of training in microsurgery. **Am J Obstet Gynecol** **152**:1054-8, 1985

24. Pool JL, Colton RP: The dissecting microscope for intracranial vascular surgery. **J Neurosurg** **25**:315-8, 1966
25. Rand RW, Kurze T: Micro-Neurosurgical Resection of Acoustic Tumors by a Transmeatal Posterior Fossa Approach. **Bull Los Angel Neuro Soc** **30**:17-20, 1965
26. Riechert T. Die Operationen an der WS und am Ruckenmark. Chirurgische Operationslehre. Leipzig: JA Barth; 1948. p. 753.
27. Rohr M, Stock W: Uber eine achromatische Brillenlupe schwacher Vergrosberung. **Klin Monatsbl Augenheilkd** 206-10, 1913
28. Stambaugh GE: Surgery for otosclerosis. Indications, techniques and results. . **Fortschr Hals-Nas-Ohrenheilkd** 367-428, 1939
29. Yasargil MG. Microneurosurgery in 6 volumes. Stuttgart: Georg Thieme; 1984 - 1996.
30. Yasargil MG: A legacy of microneurosurgery: memoirs, lessons, and axioms. **Neurosurgery** **45**:1025-92, 1999
31. Yasargil MG: From the microsurgical laboratory to the operating theatre. **Acta Neurochir (Wien)** **147**:465-8, 2005