



大脑中动脉动脉瘤

在破裂和未破裂的脑动脉瘤中，分别约有 30%和 36%起源于大脑中动脉（MCA）区域。此区域动脉瘤常位于 MCA 分叉部且朝向 M1 段平面外侧。约有 35%的颅内巨大动脉瘤起源于 MCA 分叉部。由于 MCA 动脉瘤的部位特殊、朝向外侧和瘤顶常与脑叶紧邻，约有 50%的 MCA 动脉瘤破裂后表现为脑内血肿，其中 80%是颞叶血肿。

任何以自发性外侧裂旁血肿起病的患者，不论是否合并蛛网膜下腔出血，均应行血管影像学检查以除外潜在的血管异常。而血管影像学检查应该是全脑的，因为约有 40%的 MCA 动脉瘤患者合并颅内其他部位多发动脉瘤。相较而言，患有颅内其他部位动脉瘤的患者仅 20%合并多发动脉瘤。此外，13%的 MCA 动脉瘤患者合并对侧同一部位动脉瘤（镜像动脉瘤）。

虽然 MCA 动脉瘤最常见于 MCA 分叉部，但也可见于近端的 M1 主干和远端的 M3 或 M4 段。诚然，不同部位在治疗时应区别对待。但 MCA 动脉瘤的解剖学和形态学特征决定了手术夹闭应作为大部分患者的首选。

手术指征

根据国际未破裂颅内动脉瘤研究 (ISUIA) 的数据，小的 MCA 动脉瘤破裂机率相对较小。当瘤体小于 7mm 时，5 年破裂率为 0 - 1.5%，在 7 - 12mm 之间时，5 年破裂率为 2.6%，当大于 12mm 时 5 年破裂率陡增至 14.5%，而巨大动脉瘤 ($\geq 2.5\text{cm}$) 的 5 年破裂率可高达 40%。

无论大小，如果动脉瘤形态不规则，近期增大或形态改变和瘤腔内血栓形成时均应该积极治疗。MCA 动脉瘤可长到很大体积，若瘤腔内有血栓形成导致一过性脑缺血发作时则应当尽快治疗。

由于 MCA 动脉瘤位置表浅、宽瘤颈的特点，与血管内治疗相比，开颅夹闭不仅成功率高且风险低。若合并颞叶血肿，同期术区减压是开颅手术的另一个指征。而对于 MCA 远端的梭形动脉瘤，血管内治疗可能更具优势。

颞前动脉动脉瘤几乎均是宽瘤颈，由于颞前动脉管径小，血管内治疗是很危险的。因此对于颞前动脉动脉瘤，血管内治疗几乎不予考虑。

术前评估

详细的术前评估是很有必要的，应包括 M1 的长度、形态及瘤顶的朝向等。

应当注意 MCA 可有三个分叉。应当明确动脉瘤在血管走行的精确位置，术者头脑中应当构建出自 M2 分支到瘤颈的具体情况。笔者在术中尤其注意

M2 的颞干，因其常位于瘤体下方而成为术区盲点。瘤颈或瘤顶的钙化提示可能需要血管重建。

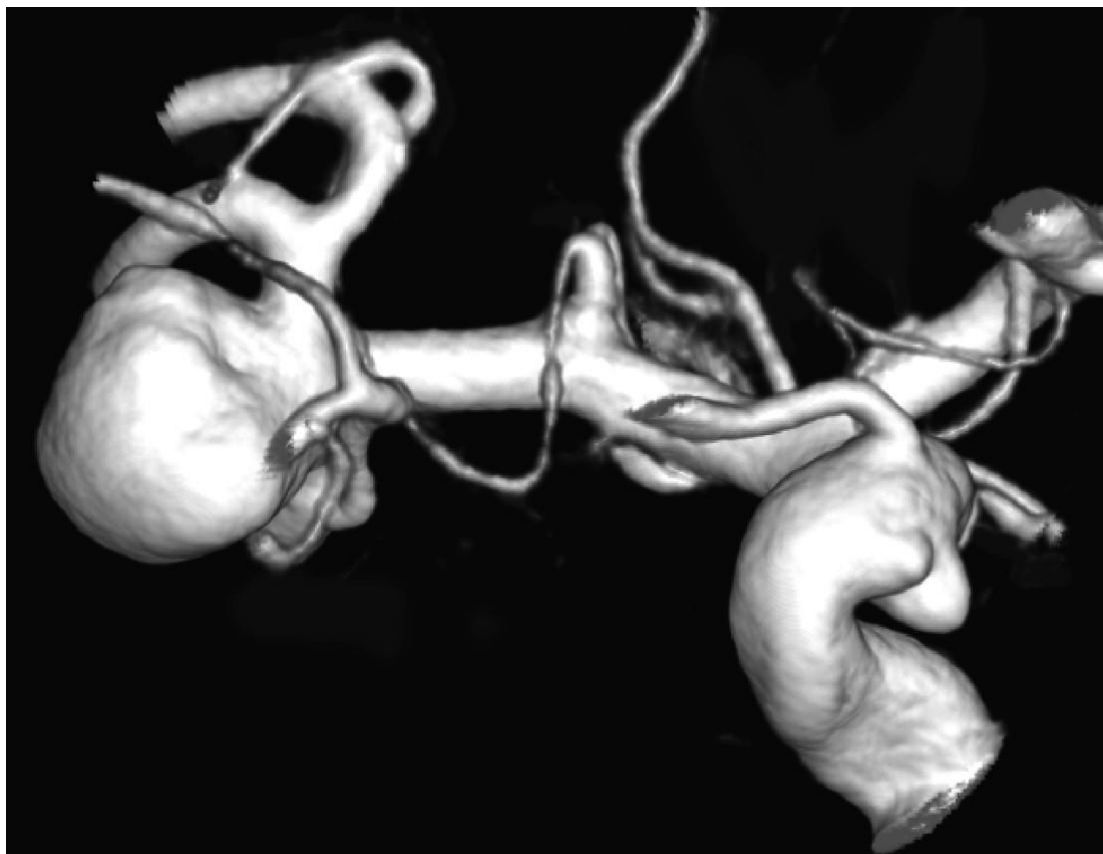


图 1：显示 1 个典型的 MCA 动脉瘤。儿童中可见发育不良的动脉瘤，这也给治疗带来很大挑战。MCA 动脉瘤可发展为巨大动脉瘤。

手术解剖

MCA 自颈内动脉发出后可分成 4 个段，供应大脑外侧面的大部以及岛叶、豆状核和内囊。

MCA 在颅内呈弧形走形，各段的命名主要依据其所依次行经的解剖结构:M1 蝶段，M2 岛叶段，M3 岛盖段，M4 皮层段。几乎所有的 MCA 动脉瘤发生于 M1 二分叉或三分叉处。

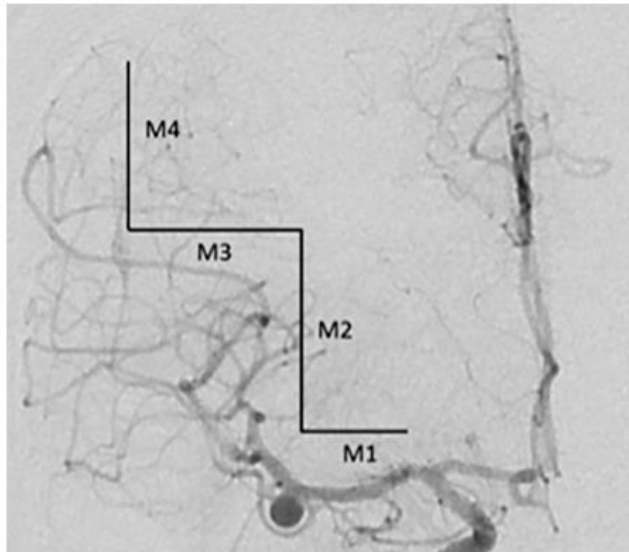
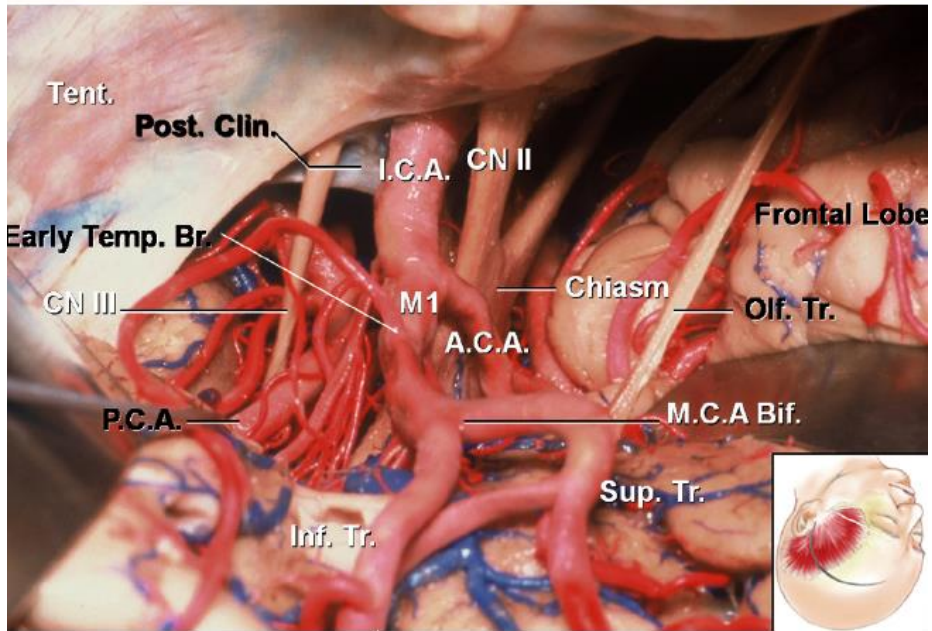
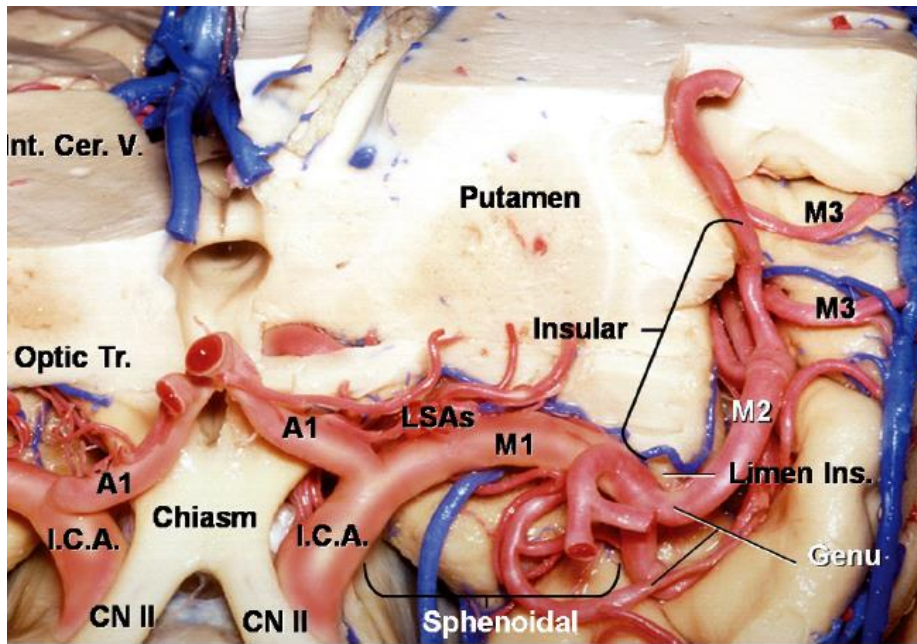


图 2:MCA 沿外侧裂呈弧形走行，依次分成: M1 (蝶段)，M2 (岛叶段)，M3 (岛盖段)，M4 (皮层段)。上图显示的是左侧开颅 MCA 解剖。M1 段长度变化很大，若 M1 段过短，因解剖位置深在势必增加手术的复杂程度，因豆纹动脉多起源于 M1 分叉处或 M2 近端，故有术中损伤的风险。下图显示的是一个 MCA 动脉瘤患者的前后位血管造影。

M1 起自外侧裂池前端的颈内动脉分叉，沿外侧裂近端水平走行。然后沿岛阈向上移行进入岛池，形成二分叉，过渡为 M2 并沿岛叶向上走行。之后，向外侧转向并沿外侧裂内岛盖段走行，称为 M3。最后，向上近 90 转角沿脑皮质走行，称为 M4。

M1 有一些重要分支：外侧豆纹动脉和颞前动脉(ATA)。二者常在 M1 的不同侧发出，豆纹动脉在上方，ATA 在下方。豆纹动脉由前穿质入脑并供应无名质、壳核、苍白球、尾状核头和体部、内囊、放射冠和前联合中央部，阻断后将导致严重后果。



图 3:脑底面观显示 M1 起自颈内动脉分叉处,沿岛叶走行,在分叉前发出多支豆纹动脉。早期额支、早期颞支和外侧豆纹动脉在个体间变异较大。豆纹动脉甚至可起源于早期额支和颞支的近端。术者应谨记,此区域再细小的血管都要保护。上图强调 MCA 主干和穿支血管解剖变异较大(图片由 AL Rhoton,Jr 提供)。

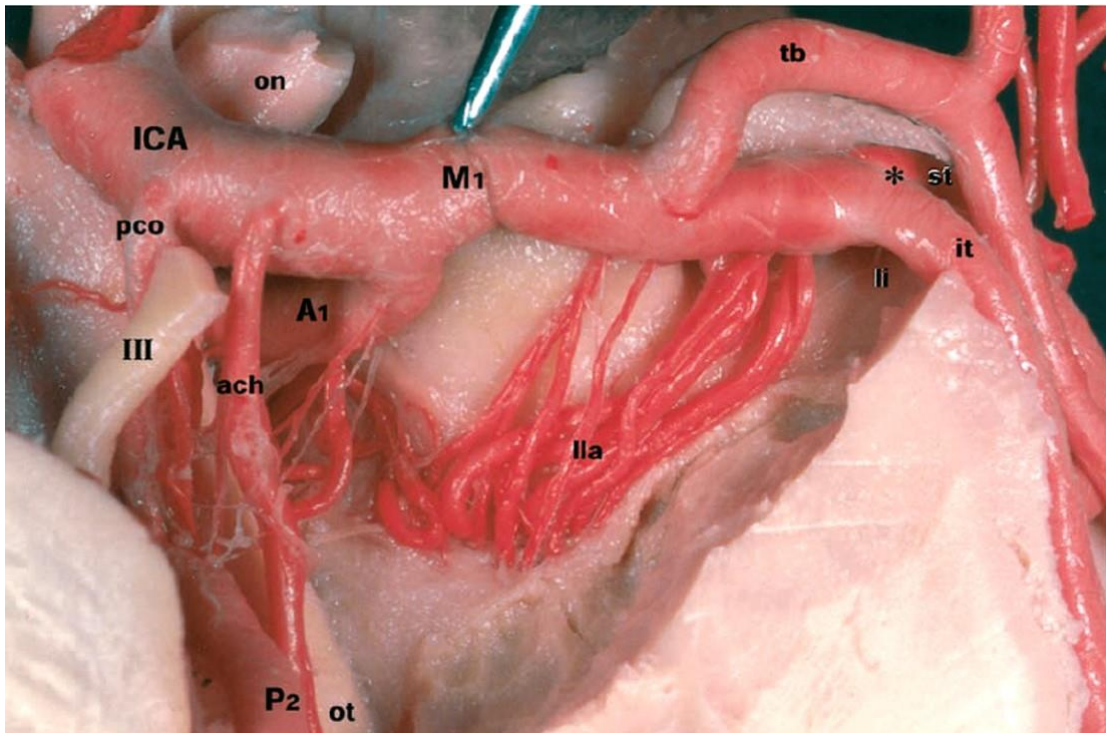


图 4:左侧 MCA 前穿质区域的内面观。注意外侧豆纹动脉如何在 M1 分叉成 M2 (星号) 时从 M1 发出。缩写:Ⅲ = 动眼神经, A1 = 大脑前动脉交通前段, ach = 脉络膜前动脉, ICA = 颈内动脉, it = M2 下干, li = 岛阈, M1 = 大脑中动脉蝶段, on = 视神经, ot = 视束, p2 = 大脑后动脉环池段, pco = 后交通动脉, st = M2 上干, tb = 颞前动脉。引自 Türe U, Yaşargil MG, Al-Mefty O, Yaşargil DC. Arteries of the insula. J Neurosurg. 2000; 92: 676–687.

ATA 在外侧裂内沿颞叶上行,通常位于 M1 中段前方或下方。ATA 有时也可能遮挡动脉瘤,若 M1 远端分离不充分可被误认为是 M2 早期颞干。极为罕见的解剖变异包括双

MCA，一支起源于颈内动脉，另一支起源于大脑前动脉（可类似 Huebner 回返动脉）。

如上文所述，M1 段的长度和弓形具有重要的手术意义。M1 段较短会增加手术操作难度，因为这意味着其在外侧裂内更深，外侧豆纹动脉起源于二分叉远端的可能性也更大。M1 段较长意味着手术操作更表浅，大部分豆纹动脉起始处则远离分叉部。M1 弓形向上（凸面）或向前常导致分叉处动脉瘤包被于颞叶内，而弓形向下或向后可使动脉瘤包被于额叶。

M2 在过渡为 M3 前可发出 8 - 12 个分支。根据 M1 的长度不同，这些 M2 分支的位置也有很大变异。通常在 M1 分叉后不久，M2 的优势干再次分叉，可类似 M1 三分叉。

当自远及近分离外侧裂时，这种解剖特点可使术者不能准确辨别 M1 二分叉。



图 5：M2 主干沿岛叶走行。当自远及近进行外侧裂分离时应避免误认 M2 优势干的早期分叉（*）为 M1 分叉（图片由 AL Rhoton, Jr 提供）。

M3 的诸多分支在外侧裂内沿岛盖的额叶或颞叶表面走行，通常情况下不会跨域。虽然可沿着一侧走行，但却可能附着于另一侧。M3 可以在显微镜下移动，对 M3 的无创移动是外侧裂分离中一项重要操作。M4 出外侧裂后在半球的外侧面。

外侧裂静脉的解剖变异较大。在为夹闭 MCA 动脉瘤而分离外侧裂时，所涉及的最重要的静脉就是侧裂浅静脉。侧裂浅静脉以一支或多支起自侧裂后部，最终引流至蝶顶窦，有时也直接引入海绵窦。侧裂浅静脉通常会有多支，分离时应在静脉间操作。因为它们引流深面的岛盖，而侧裂浅静脉之间无支流。

侧裂浅静脉通常沿颞侧走行，因此笔者在侧裂分离时自额侧开始将血管移至颞侧。



图 6：侧裂浅静脉位于侧裂颞侧，行侧裂分离时应自额侧进行。

为了暴露更深面的外侧裂池，跨越额叶和颞叶的小的静脉分支可以电凝切断。然而侧裂浅静脉主干应当保留以防止静脉性梗死。如果有必要颞极的小静脉也可以牺牲。

显微夹闭大脑中动脉分叉部动脉瘤

翼点开颅是暴露 MCA 动脉瘤的理想入路。患者取仰卧位，颈轻度过伸，头向对侧偏 30 度以使侧裂垂直于地面。通常不需要切除眶壁和额叶下过度分离，但蝶骨嵴外侧部需要切除。需要指出的是，在开皮时尽量保留颞浅动脉以备血管搭桥之需。

与前交通动脉瘤相较，MCA 动脉瘤在行翼点开颅时外侧裂分离的范围列大，尤其是朝向后方的 M1 段动脉瘤。

通过测量自 M1 起始至动脉瘤的距离和动脉瘤到颞弓的垂直距离，笔者再决定开颅范围和侧裂分离程度。虽然，对于小型和中型未破裂动脉瘤较微创的直切口已足够，但首要目标应该是保证控制近端血供和充分暴露术野。

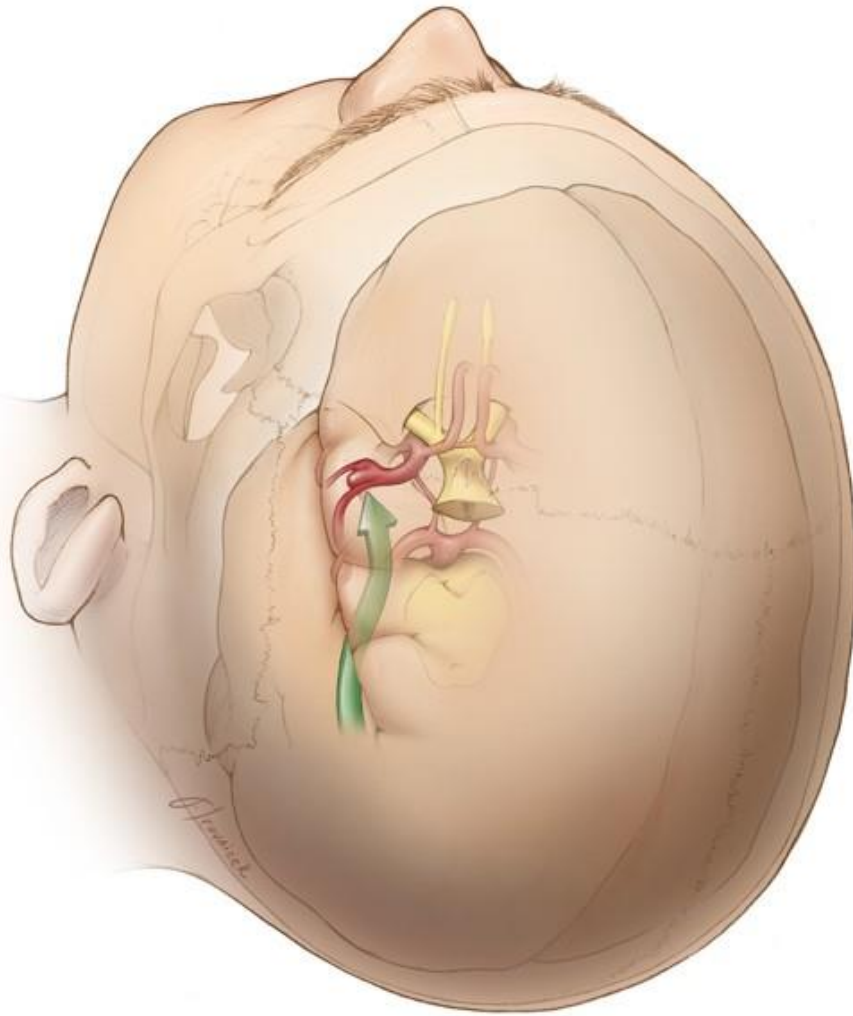


图 7：此图显示的是 MCA 二分叉动脉瘤的方向和手术通道。笔者自侧裂顶部开始，沿 M2 额侧支向 M1 端分离。一旦找到 M1 且可自近端控制血供，则调转方向沿 M1 向分叉部分离以暴露瘤颈。

MCA 动脉瘤通常比想像中更靠侧裂后部。初学者最容易犯的错误就是对动脉瘤的位置判断失误，以致在侧裂内过度向前和向深面分离。典型的 MCA 分叉处动脉瘤位于侧裂岛叶段前界后 1.5-2.0cm，颞上回和颞中回深面 2.0cm。

硬膜下分离

初始暴露

关于侧裂分离初始步骤的讨论，请参考 [《侧裂分离技巧》](#) 章节。对于 MCA 动脉瘤，分离侧裂应自蝶骨嵴后 3cm 开始。步骤总结如下。



图 8：因需要最小限度的暴露额底，开颅上界应起自颞上线（上图）。为防止显微镜的强光灼伤脑组织应将脑表覆盖。笔者采用“自内向外”的方式分离侧裂远端，采用“自深及浅”的方式分离岛盖。可以自近及远或者自远及近打开侧裂。无论破裂还是未破裂的动脉瘤，笔者常规采用自远及近的方式分离，以避免对额叶过度牵拉。为了保护瘤颈或瘤顶，笔者以 M2 作为寻找 M1 的向导。M1 远端应暴露充分以容纳临时阻断夹（下图）。

对于已经蛛网膜下腔出血的患者，很多人喜欢自颈内动脉池向 MCA 分离，以释放脑脊液、松解脑组织并从近端控制血供。笔者相信只要分离得当，是可以直接通过分离侧裂达到控制近端血供而又保护动脉瘤的。

若侧裂内有较厚且黏滞度高的血肿（尤其已经存在几天并开始机化），则会给分离带来较大麻烦。如果未自远及近分离 M2，未充分理解 M2 与瘤颈的病理解剖关系，很容易在侧裂内迷失方向，并且误伤动脉瘤。**在自远及近分离外侧裂时，应注意区分 M2 优势干的早期分支与 M1 二分叉。**

侧裂内有蛛网膜下腔出血时可导致岛盖和软膜严重粘连，此时需要耐心地应用显微外科技巧，对侧裂无创分离。尽管如此，间断进入软膜下操作也并非罕见，但应做到最低程度的损伤。用注射器接套管针套向侧裂冲洗生理盐水可以辅助扩张侧裂池。

对于动脉瘤已破裂者，如果脑组织饱满，可于 Paine' s 点行脑室造瘘。此点位于以侧裂为底边的等腰三角形的顶角，底边是 3.5cm，腰边是 2.5cm。

笔者通常不这么做，而是在 Kocher' s 点行脑室外引流。

当已经暴露 M1 且充分控制近端血供，可沿 M1 前面和下面向远端分离以到达分叉处动脉瘤颈。若动脉瘤朝后方可在动脉瘤前极暴露 M1，若动脉瘤朝前方则可在动脉瘤后极暴露 M1。后者由于动脉瘤的阻塞性搏动，暴露时颇具挑战。为了给临时阻断 M1 创造足够空间，必要时可适当移动 M2。

然而，在分离动脉瘤前必须阻断近端血供。

暴露动脉瘤颈和 M2 的颞干、额干应遵循自近及远的方式。颞干常隐藏于颞部岛盖下，远离操作区域且属于手术盲点，受动脉瘤朝向的影响，其起始处可隐藏于瘤顶下方。临时阻断 M1 有利于移动动脉瘤并将其与颞干分离，进而为放置动脉瘤夹创造足够的空间。

术者应切勿忽略 MCA 三分叉的可能性，施夹时避免影响 M2 第三支的血供。有时只有在夹闭动脉瘤时才能看到 M2 第三支。为了充分暴露瘤颈，可能需要移动瘤顶。

M2 额干较容易分离，为了扩大术者视野并将血管造影转换成术中所见，有时需移动 M2 额干。M2 血管的分离应自额干近端向动脉瘤颈再向颞干近端。切记要找出并保护二分叉后豆纹动脉。在没有对 M1 临时阻断的前提下过度分离动脉瘤可导致术中破裂。

笔者在整个分离暴露过程中不使用脑牵开器，因为脑压板会阻挡视野并损

伤脑皮质。仅在调整动脉瘤夹时使用脑牵开器。此时，以吸引器操纵动脉瘤颈和顶部，脑牵开器作为“第三只手”牵开脑组织。在早期分离时，应避免过度牵拉含瘤脑叶（通常是颞叶）以防止动脉瘤意外破裂。

分离动脉瘤

充分暴露 M1 和 M2 后，下一步就是暴露动脉瘤颈。当分离困难时，临时阻断血供可使动脉瘤变软，也有利于分离瘤周动脉分支或穿支动脉，因而此步骤至关重要。

临时动脉瘤夹最好放置在豆纹动脉远端。大型或巨大型动脉瘤需要行动脉瘤孤立以对瘤囊减压或瘤内血栓切除。一旦临时控制 M1 近端血供，必须对瘤颈周围彻底分离。当动脉瘤体为小或中等大小时，应将瘤顶与脑组织分离以暴露瘤颈。

笔者习惯于每临时阻断 M1 近端 5 分钟则松开 2 分钟。M1 段的钙化可能会影响临时阻断效果，故可于术前评估。若颈内动脉无钙化也可作为临时阻断部位。**老年患者、动脉粥样硬化严重的患者，由于侧支循环差应避免或审慎地行临时阻断。**

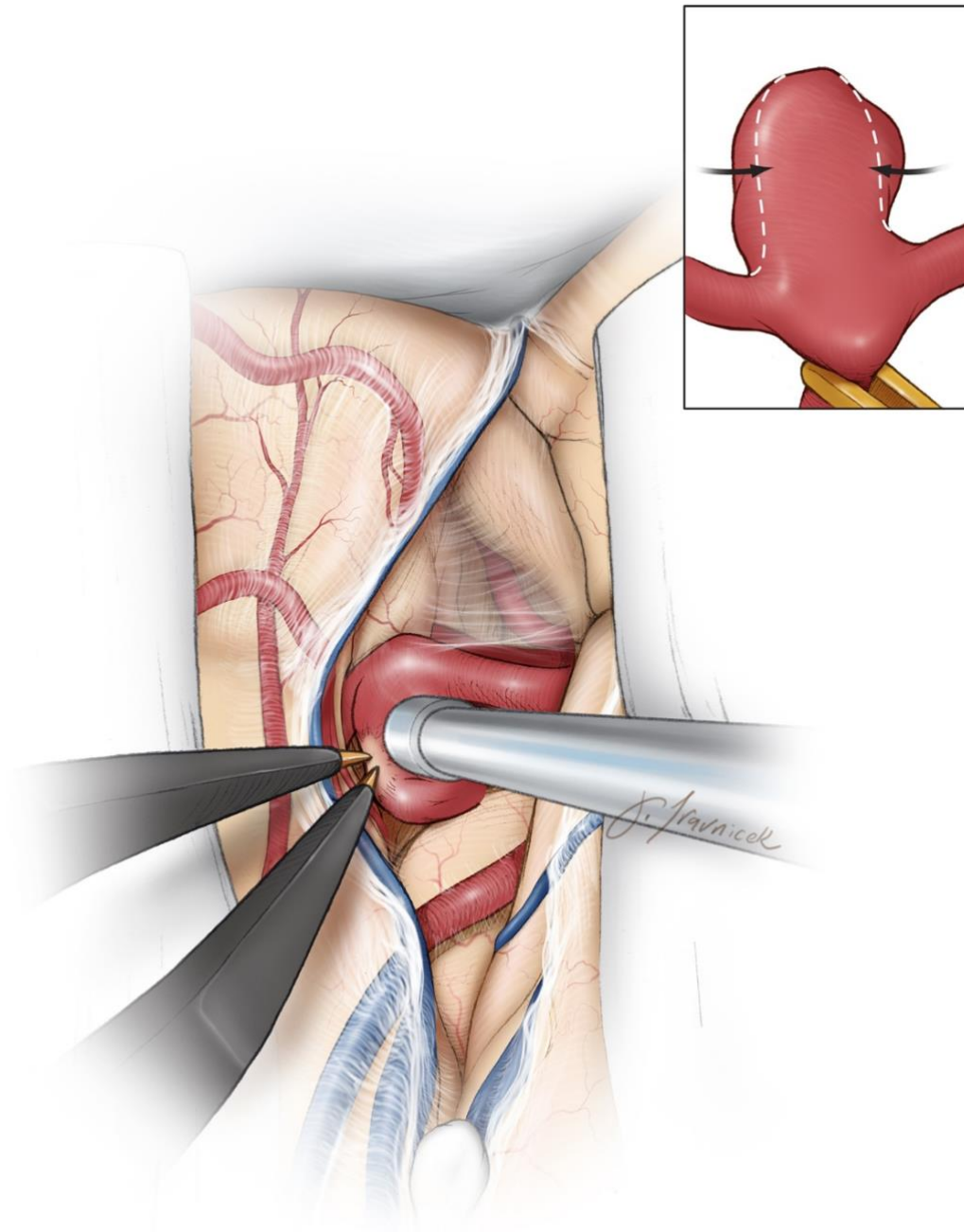


图 9：应用临时阻断夹后，可见隐藏的颞干（双极尖端）。此支的起始处应从瘤颈部分离，此步虽然颇具挑战，但狭路相逢勇者胜。大型动脉瘤可用双极电凝塑形。此步骤使瘤囊缩小，可为更好地观察瘤颈周围情况创造条件并理想地施夹。

术者应慎重分离，保持耐心，在充分分离豆纹动脉、颞前动脉和 M2 并对局

部解剖了然于胸前勿提前以永久夹夹闭。术中很容易忽略 M2 的一支，尤其颞部 M2 常于颞部岛盖处被动脉瘤遮挡。

夹闭

最简单的夹闭方式（用直型或弧型夹）也是最好的方式。当对瘤颈、瘤顶和附近血管充分分离后，应当在近端低流量的条件下施夹。笔者在施夹前以多普勒流量微探头监测基线血流量以与施夹后对比。

应在与 M2 平面平行，与 M1 平面垂直的方向夹闭动脉瘤颈。如果瘤顶活动度良好，可以直型夹夹闭。当以一枚动脉瘤夹夹闭时，夹片的长度应是瘤体基底宽径的 1.5 倍。为了完美地施夹，笔者有时用脑固定牵开器牵开脑组织，吸引器则用来将动脉瘤推入夹片内。通常情况下，一个夹片先放入视野对侧瘤颈部分，而这部分瘤颈应事先充分分离。

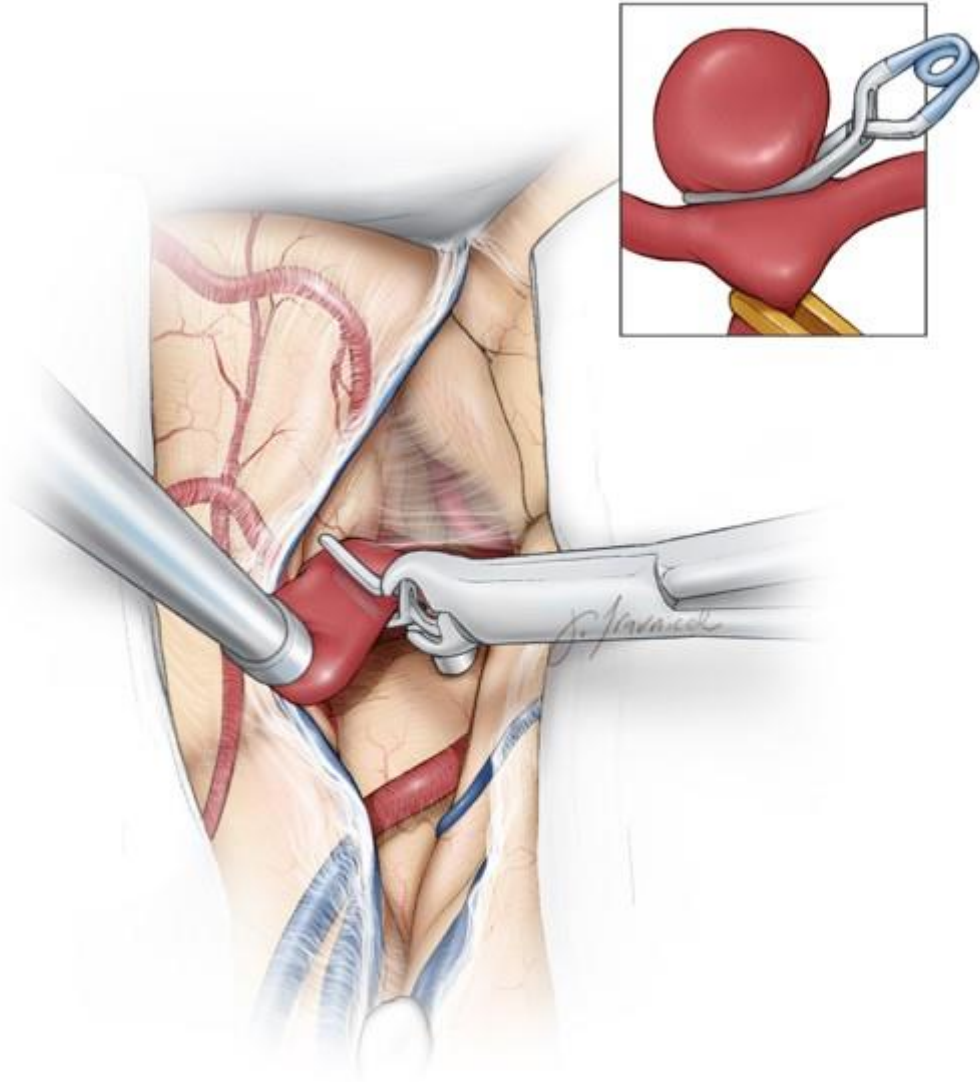


图 10：施夹后，应仔细检查瘤夹尖端，以确保血管分支和穿支动脉无误夹。留意有无 M2 额支或颞支扭曲的情况。所谓的“完美”夹闭是危险的，可导致 M2 流出端狭窄。自动脉瘤外部检查常可低估近段血管腔狭窄程度，尤其当瘤颈较厚或存在动脉粥样硬化时。此图，可见分叉部的大体外观。

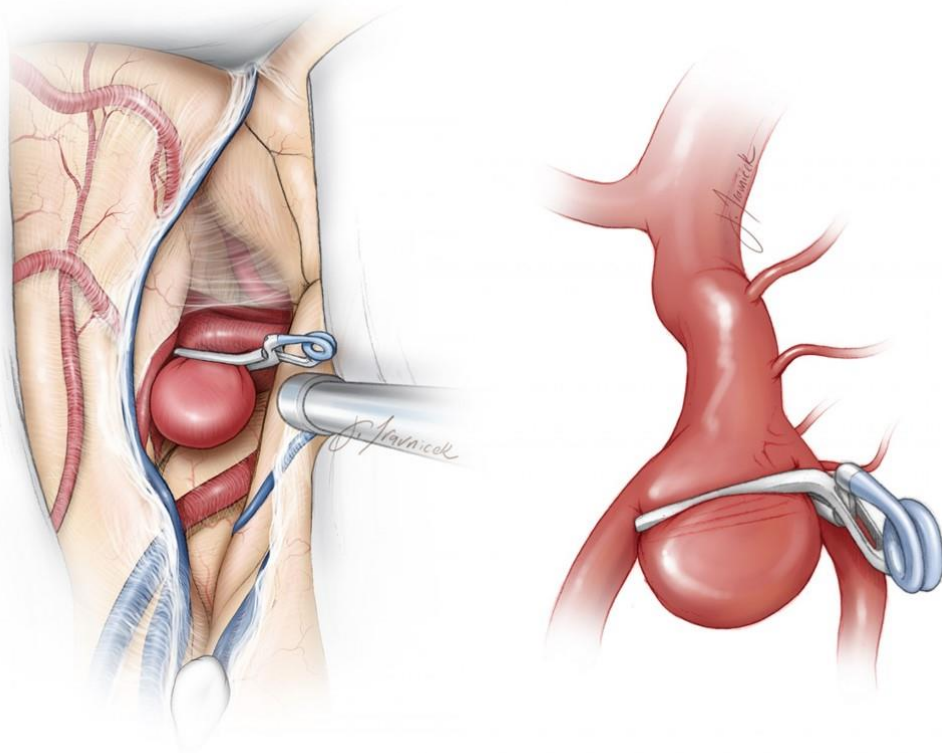


图 11：夹闭后应当通过微超声多普勒和吲哚菁绿/荧光素血管造影评估血流情况并排除动脉瘤残留。如果主干血管有血流减少或者逆流，应调整瘤夹。如果荧光素血管造影确认动脉瘤已完全夹闭，笔者常规刺破瘤顶以与荧光检查相互校验。假阴性情况时有发生，部分原因可能是由于瘤壁较厚而导致荧光信号接收不良。

若尚未从近端控制血流，而动脉瘤提前破裂，术者不应草率夹闭，因有夹闭分支血管的风险。首先应以粗吸引器头控制出血，然后以窄脑棉压迫出血点。强力降压几乎无用且存在脑缺血的风险。如果出现难以控制的大出血，静脉应用腺苷可赢得 30-45 秒的短暂心脏抑制，为分离和探查出血点争取机会。

然后，高效但不是草率地分离 M1。笔者接受少许出血，但避免因临时孤立动脉瘤导致的远端缺血。接着，可在临时夹闭的条件下高效地分离瘤颈。如果在瘤颈处有小的撕裂，可加垫小片脑棉，既可修补缺损又不干扰远端血流。请参考 [《术中破裂的处理》](#) 章节以进一步了解处理细节。

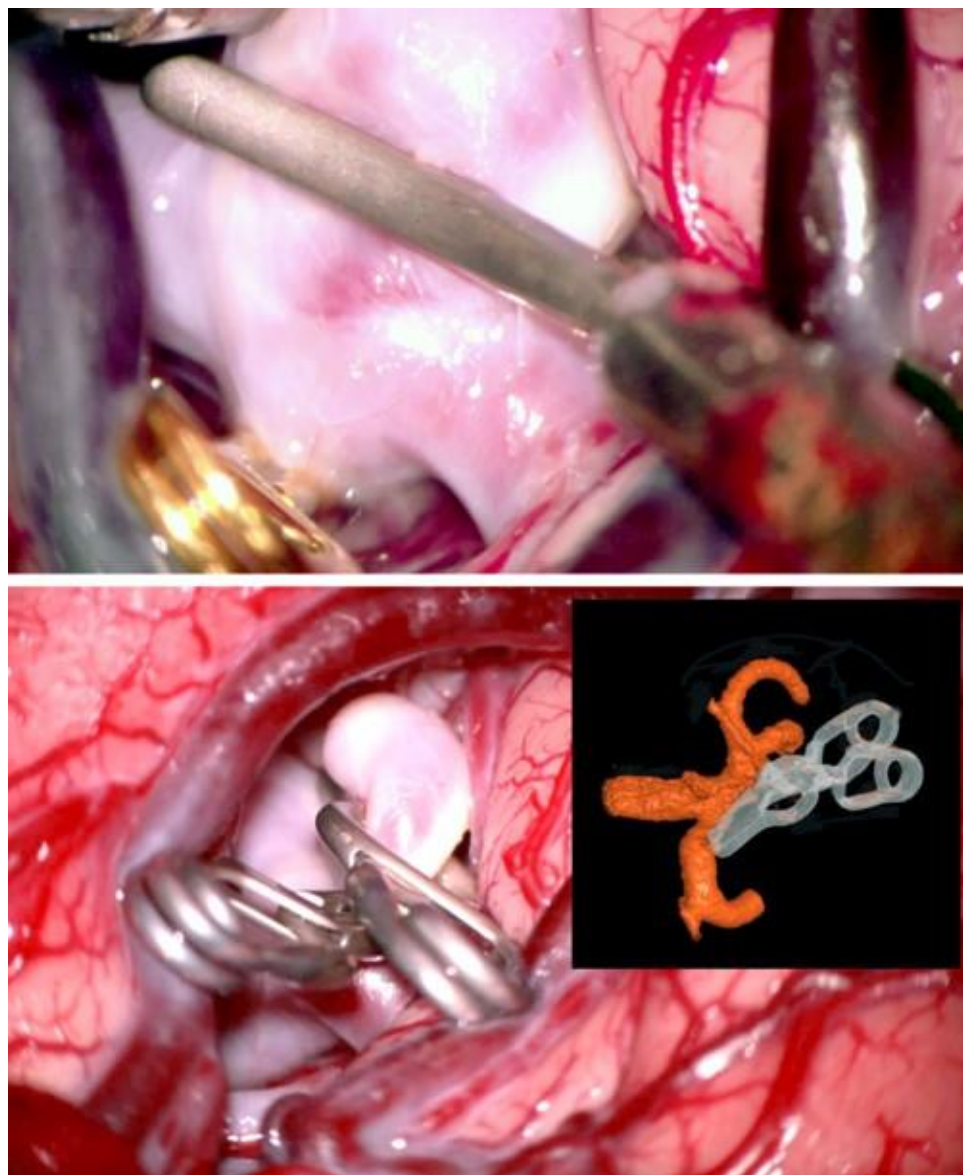


图 12：以一枚弧型夹沿 M2 的平行轴夹闭一个宽基底 MCA 动脉瘤。第二枚跨血管夹以串联方式夹闭远端残余瘤颈。

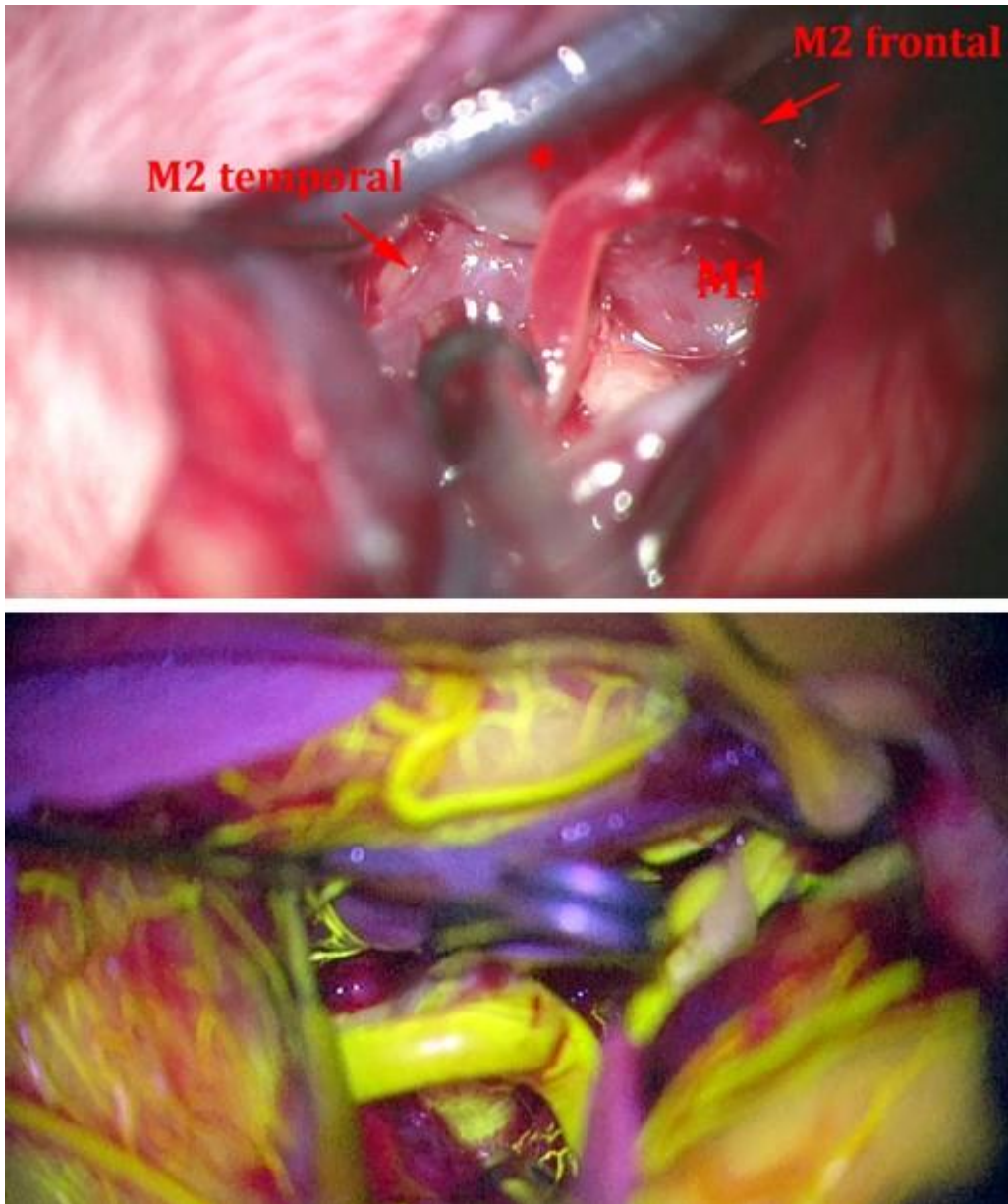


图 13：注意隐藏在动脉瘤另一侧远离术者视野的左 M2 颞支（上图，动脉瘤顶以*标记）。一枚直型夹夹闭动脉瘤的同时也保留了此支血管（下图）。

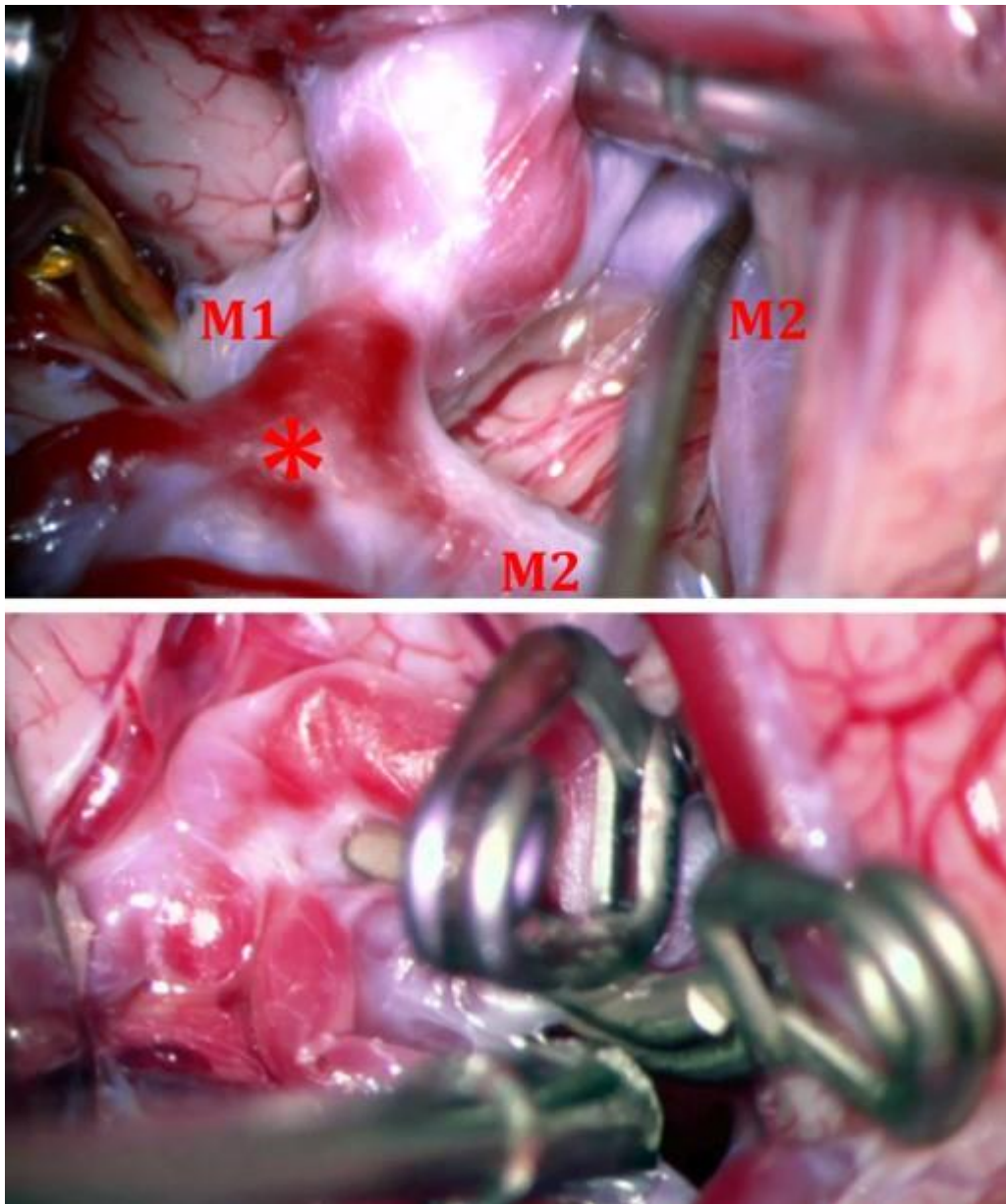


图 14：注意右侧 MCA 分叉部的血管构型。M2 颞支被动脉瘤囊遮挡。M2 额支的早期分支处 (*) 有第二个动脉瘤。此 M2 二分叉可被误认为 M1 二分叉。以二枚动脉瘤夹分别将两个动脉瘤夹闭。

瘤颈形态学变异

MCA 动脉瘤形态可受很多变异因素影响，以下笔者将作探讨。

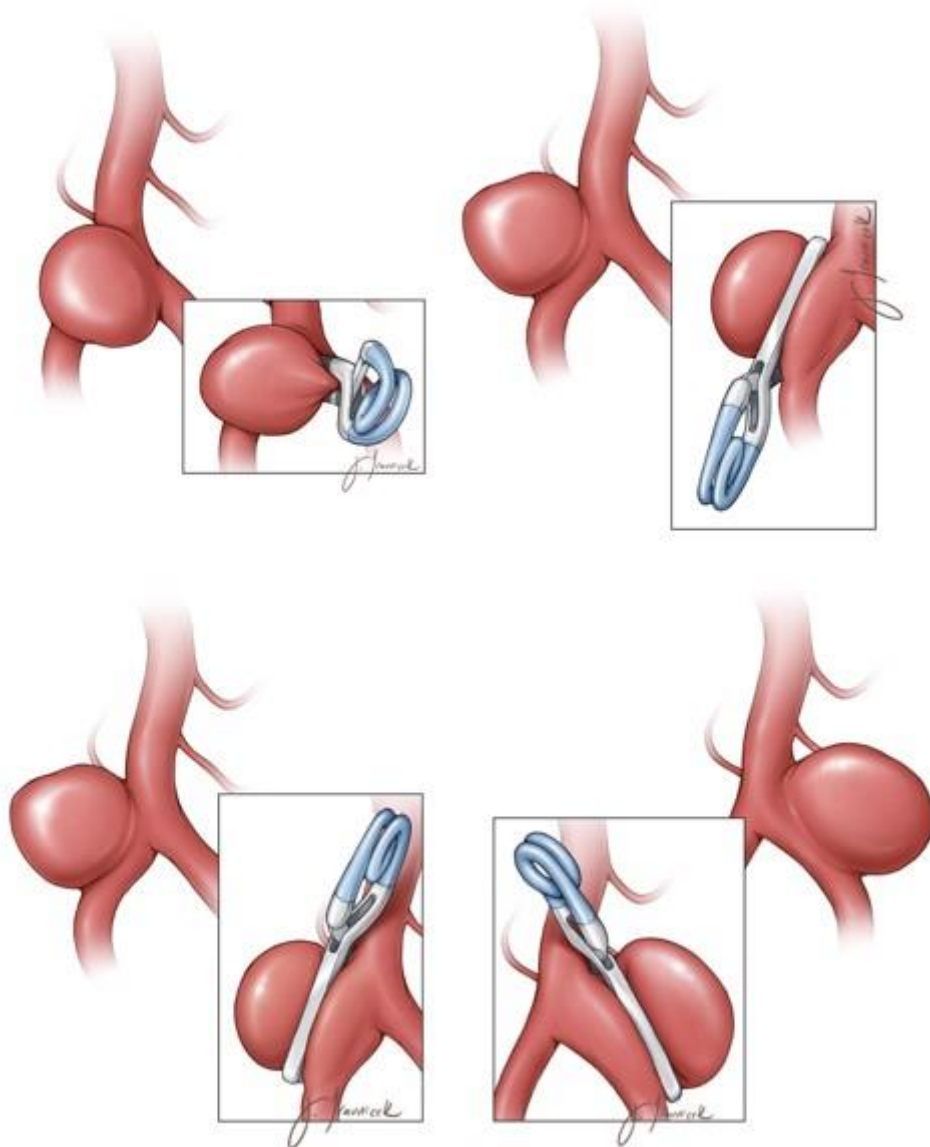


图 15：首先以直型、弧型或成角型夹将 MCA 二分叉动脉瘤夹闭。基于瘤颈的具体位置，采取不同的工作角度以施永久夹。

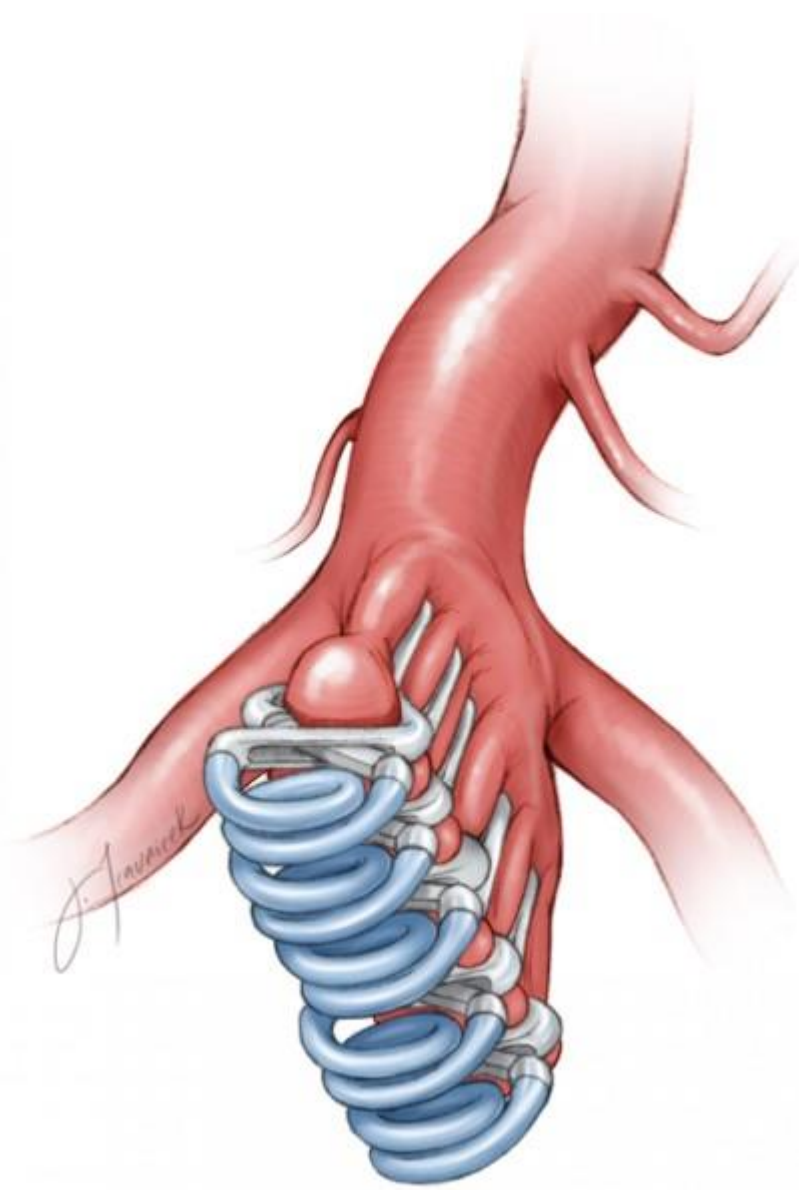


图 16 : 以跨血管夹叠瓦状排列行瘤顶管状重建技术。自动脉瘤中间将动脉瘤夹叠瓦状向两侧排列。瘤颈近端血流不受影响。不完全夹闭对预防血流改变至关重要，否则可导致 MCA 区域远端缺血。

如果是大型动脉瘤或伴钙化，多种瘤夹设计在关闭瘤颈的同时也可保护 M2 分支和穿支血管。跨血管夹可保护在瘤顶附近且不能安全分离的穿支血管。如果瘤颈粥样硬化或钙化，可导致夹片不能将瘤颈完全关闭。此时可

能需要加固夹（位于第一个动脉瘤夹之上）、叠瓦夹或跨血管夹（远端夹持力更强）。如果钙化位于瘤颈近端，夹闭瘤颈的同时可阻断载瘤动脉或穿支血管。此时，可以跨血管夹沿钙化处关闭瘤颈稍远端，然后以直型夹加固其上以关闭瘤颈近端。此串联构造和其他方式在[《放置永久夹》](#)章节有讨论。

对于大型宽颈动脉瘤，可用两个直型或微弧型夹关闭瘤颈，其中一个瘤夹与M2分支平行。但应注意使两个瘤夹相互靠近或稍重叠以完全关闭瘤囊。

对于大型或巨大型动脉瘤，如果临时夹闭不能使动脉瘤塌陷满意且不能良好把控远端血供，可以小型留置针刺破瘤顶，以吸引器自留置针尾端吸引减压。

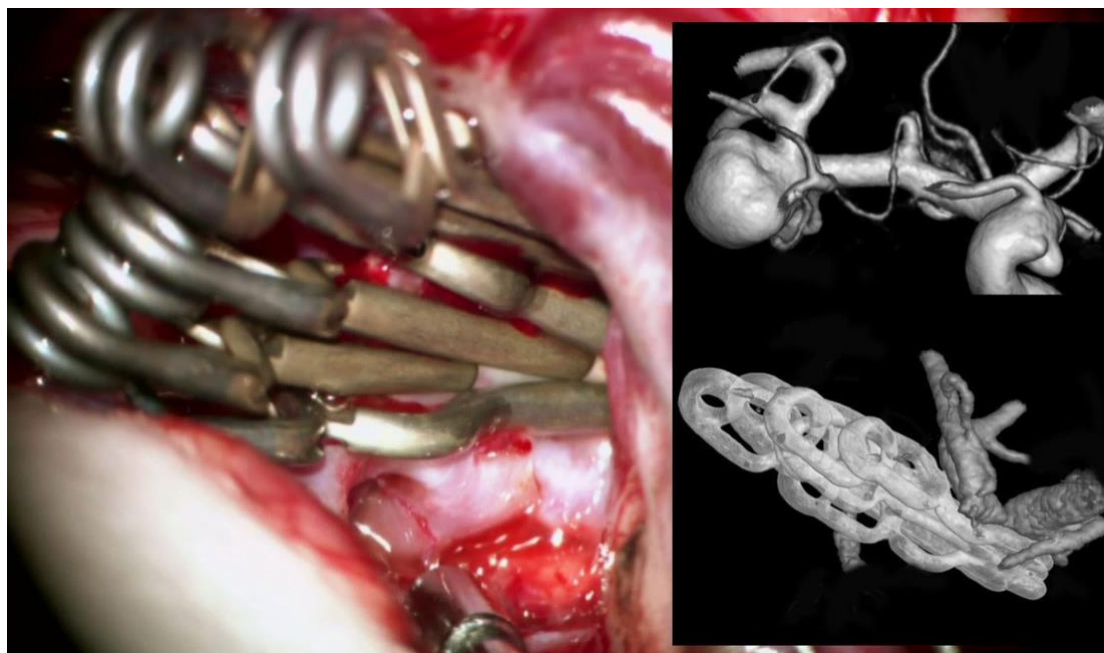


图 17：大型粥样硬化性动脉瘤通常需多枚瘤夹才可达到完全关闭。因为瘤颈部钙化使第一枚瘤夹不能完全闭合。

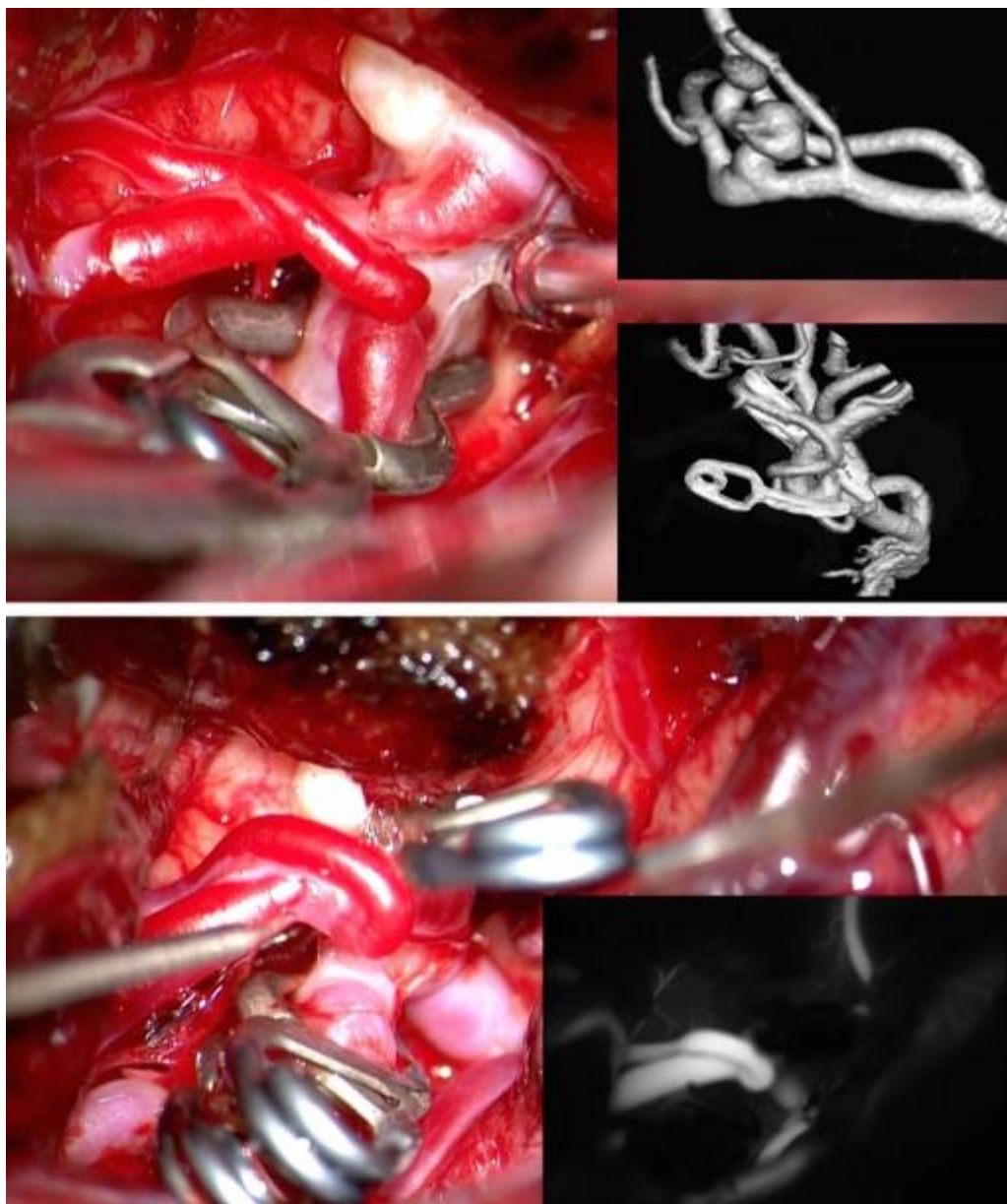


图 18：年青患者发育不良性 MCA 动脉瘤，需要创造性夹闭策略。

非分叉部 MCA 动脉瘤的思考

除了分叉部动脉瘤外，其他部位 MCA 动脉瘤应根据具体位置进行具体处

置。如果有豆纹动脉发出，M1 段动脉瘤常朝向上方。瘤顶可埋藏于前穿质，分离时应注意隔离并保护豆纹动脉。

小直型动脉瘤夹通常可完全阻断动脉瘤，但术者应留意保护起源于瘤颈的穿支血管。临时阻断 M1 或牵拉这些细小血管，就可损坏或闭塞之。向下和向前指向的颞前动脉动脉瘤更易暴露，但是此类动脉瘤多宽基底，常需要在临时阻断 M1 条件下以双极对动脉瘤塑形。此方法可暴露并完全阻断瘤颈。小弧型夹最理想。

大部分 MCA 远端动脉瘤（M3 和 M4）属霉菌性或创伤性动脉瘤。它们通常是夹层动脉瘤且易破裂，可通过孤立或切除治疗，根据部位和同侧代偿情况决定是否行血流重建。如果是感染性动脉瘤，可先抗菌治疗，因为有的可自行消失。

其他类型 MCA 动脉瘤

对于巨大型动脉瘤，可能需减容处置或以串联夹进行瘤体塑形。具体可参考巨大 MCA 动脉瘤章节。对于导致脑内血肿的动脉瘤，则需要另外一套夹闭策略，具体请参考 [《伴脑内血肿的 MCA 动脉瘤》](#) 章节。

点睛之笔

- 熟谙外侧裂解剖和患者的 MCA 结构（基于术前血管检查）对成功夹闭

至关重要

- 对 M2 起始处误损伤是产生手术并发症的最常见原因。

(编译：侯坤；审校：徐涛)

Contributors: Hiran Hedayat, MD, and Stacey Quintero Wolfe, MD

DOI: <https://doi.org/10.18791/nsatlas.v3.ch01.15.1>

中文版链接：<http://www.medtion.com/atlas/4405.jsp>

参考文献

Dashti R, Hernesniemi J, Niemela M, Rinne J, Porras M, Lehecka M, Shen H, Albayrak BS, Lehto H, Koroknay-Pál P, de Oliveira RS, Perra G, Ronkainen A, Koivisto T, Jääskeläinen JE. Microneurosurgical management of middle cerebral artery bifurcation aneurysms. Surg Neurol. 2007; 67:441-456.

Lawton MT. Middle cerebral artery aneurysms, in: Seven Aneurysms: Tenets and Techniques for Clipping. New York: Thieme Medical Publishers, 2011.