

## 中国未破裂颅内动脉瘤临床管理指南

### 摘要

未破裂颅内动脉瘤 (UIA) 在我国35~75岁成人中的患病率约7%。随着人口老龄化趋势, UIA 检出率增加。大多数 UIA 是偶然发现的, 通常无症状, 选择手术治疗还是保守治疗一直存在争议。尽管UIA 的年破裂风险低, 但一旦发生破裂, 其致死率和致残率高。本临床管理指南基于循证证据, 围绕 UIA 的人群筛查、临床影像诊断、生长破裂风险评估、治疗策略及选择、术后随访和特殊人群 UIA 管理建议等方面, 共形成44条推荐意见, 旨在为临床医师、其他相关专业人员提供实用的临床指导建议。

颅内动脉瘤, 一种动脉壁异常膨出所形成的突起, 普遍存在于全球成年人群中。据统计, 全球范围内, 在50 岁左右的人群中未破裂颅内动脉瘤 (unruptured intracranial aneurysm,UIA) 患病率约3%[1]。颅内动脉瘤的破裂是导致自发性蛛网膜下腔出血 (subarachnoid hemorrhage,SAH) 的主要原因, 其全球发病率约6.1/100000人年, 不同地区差异显著, 特别是在日本和芬兰, 该病症尤为常见[2]。尽管不同地区的死亡率有所下降, 但大多数患者仍遗留有明显的神经功能障碍, 严重影响了患者的生活质量。随着影像学技术的进步和人口老龄化趋势, UIA 的检出率逐渐提高。在中国, 35~75岁成人中的 UIA 患病率约7%

[3]。大多数 UIA 是偶然发现的，这些动脉瘤通常无症状，绝大多数不会

发生破裂出血。由于外科夹闭手术和血管内介入手术治疗均存在潜在风险 [4-6], 因此, 对于偶然发现的UIA, 选择积极手术治疗还是保守治疗一直存在争议。尽管 UIA 的年破裂率低, 但一旦发生破裂, 可能导致致命的 SAH, 不仅病死率高, 还会在幸存者中留下严重的神经功能障碍, 给患者家庭和社会造成沉重的负担 [7-9]。因此, 关于UIA 的筛查、破裂风险评估及其处理策略是临床管理的重要组成部分。

欧洲卒中协会和美国卒中协会针对 UIA 和动脉瘤性 SAH 陆续发布了临床管理指南。中华医学会神经病学分会和中国医师协会神经介入专业委员会分别制订了《中国蛛网膜下腔出血诊治指南》(2015、2019 版)和《中国颅内破裂动脉瘤诊疗指南2021》, 对临床诊疗有一定的参考意义。为了向颅内动脉瘤临床管理提供基于循证的实用建议, 中华医学会神经外科学分会、中国卒中学会脑血管外科分会联合国家神经系统疾病医学中心、国家神经系统疾病临床研究中心根据中国指南制订原则和要求制订了2024年临床管理指南。以使指南更加简洁、实用。本指南采用模块化格式, 每个模块包括推荐意见、相关文献证据, 部分内容指出了我国在该领域的研究不足和未来研究方向, 进一步规范化疾病的诊疗过程, 提升医疗服务质量。

本指南在内容上不限于UIA 加速康复外科实施中常见临床问题 [10], 全面涵盖了UIA 的流行病学与人群筛查、临床影像诊断、生长破裂风险评估

的临床决策、治疗策略及选择、术后随访、长期预后管理及其特殊人群

**UIA 管理建议。**主要面向颅内动脉瘤相关专业的专业人员，适用于神经外科、神经科、急诊科、重症医学、影像科等专业人员，为他们提供可参考的指导规范。

## 一、指南制订方法学

### (一)指南制订工作小组和指南制订流程

在中国科学院院士赵继宗教授的指导下，中华医学会神经外科学分会和中国卒中学会脑血管外科分会委员于2021年9月组建了《中国颅内动脉瘤临床管理指南》的制订工作小组及编写委员会。该委员会明确了首席专家、工作小组组长及成员，并设立了证据审查委员会，从而建立了指南的组织框架。此外，委员会确定了指南的方法学原则，并举行了讨论会，会议内容主要包括未破裂动脉瘤和破裂动脉瘤两部分，每个专题均由1~2名相关领域专家共同完成。

为了制订本指南，委员会通过设定关键词和检索式，在包括万方数据库、CNKI、中国科技期刊全文数据库、Medline/PubMed、Cochrane 临床数据库等中文和英文数据库中进行文献检索，根据中国人群和其他人群研究的文献分类，体现中国指南的特点。检索关键词为“intracranial

**aneurysm”“subarachnoid hemorrhage”“epidemiology”“natural**

history” “management” “treatment, outcome” 等。文献纳入标准

随机对照研究、非随机观察性或注册研究、荟萃分析、临床病例或队列研究、专家共识等。检索时间范围从2000年1月1日至2022年12月31日，以编制文献检索报告及概要。基于循证证据，提出推荐意见，并经过证据审查委员会的审查。此外，工作小组还检索了2023年1至6月间可能影响指南推荐意见、建议等级及其证据水平的文献，并将其纳入指南推荐。最终，于2023年6月形成了指南的第一版并提交工作小组审核，随后在2023年9月形成了第二版并获得全体指南编写委员会专家的审核通过。最后，该指南于2024年1月经过指南编写委员会核心专家组的讨论后定稿。

## (二) 指南制订原则和证据等级分类

每个专题的专家对现有的指南和现有文献进行系统综述评价，完成推荐意见。每个专题包括推荐意见支持相关意见的文献概述及其目前研究不足及其未来研究的内容。对有争议的推荐意见，提交证据水平小组，集中分析文献证据级别，确定推荐稿，征求全体专家组意见并修订。通过指南证据审查委员会对一个或多个关键问题进行系统审查和分析。征询广泛意见，对意见稿进行修改，形成终稿。

本指南按照《中国制订/修订临床诊疗指南的指导原则(2022版)》[11]，采用美国心脏病学会 (ACC)/ 美国心脏协会 (AHA) 有关患者诊疗中的

## 临床策略、干预、治疗或诊断试验的推荐类别和证据水平(2019 更新)



(表1) [12]。推荐等级 (COR) 和证据水平 (LOE) 系统进行分类。COR 表示推荐的强度, 包括获益与风险比例的估计和确定性, LOE 反映了相应支持证据的质量。由于中国人群和欧美等人群在颅内动脉瘤的临床特点、自然病史和临床预后上存在较大的差异, 因此, 在本指南中, 为了使推荐意见能更好地符合临床实际情况, 将推荐意见分为中国人群来源 (CP) 和其他人群来源 (OP)。

## 二、UIA 的流行病学与筛查

推荐意见1: 对于常染色体显性多囊肾病 (autosomal dominant polycystic kidney disease, ADPKD) 患者, 特别是在有动脉瘤家族史的情况下, 建议定期进行颅内动脉瘤的筛查。(2a 级推荐, B-NR 级证据, OP)

推荐意见2: 对于患有可能与 UIA 相关的合并症, 比如马方综合征、Ehlers-Danlos 综合征、主动脉缩窄等疾病的患者, 可考虑进行颅内动脉瘤筛查。(2b 级推荐, C-LD 级证据, OP)

推荐意见3: 对于至少有2名一级亲属患有颅内动脉瘤的患者, 鉴于家族史是动脉瘤破裂的高危因素之一, 定期行UIA 筛查是有益的。(1级推荐,

B-NR 级证据, OP)

推荐意见4:对于当前存在吸烟和高血压的中老年女性人群行 UIA 筛查,

可以以较低的成本获得更高的健康收益，但其风险及长期获益尚不明确。

**(2b 级推荐, C-LD 级证据, OP)**

### (一) 证据概述

1. 流行病学特点：目前UIA 的患病率缺乏准确数据。UIA 患病率在不同人群中，根据使用的检查方法和诊断标准的不同，检出率差异较大[13, 14]。

随着血管影像学技术，如磁共振血管造影 (MRA)、CT 血管造影 (CTA)

的发展和应用，UIA 的检出率逐渐提高。据一项包含68项研究、21个国家、83个研究群体和94912例患者的系统评价及荟萃分析显示，平均年龄 50 岁的成年人群中，UIA 的总体患病率约为3.2% (95%CI:

1.9%~5.2%)，而在ADPKD 的人群中患病率相对较高[1]。挪威人群的3.0T MRA 检查的横断面研究显示，当颅内动脉瘤定义为动脉瘤体中任意两点间最大距离超过3mm 时，其患病率为3.8% (95%CI:3.0%~4.8%)。

而当动脉瘤定义为任意两点间距离超过2 mm 时，患病率上升至6.6% (95%CI:5.4%~7.6%)[13]。 一项对4813例35~75岁上海社区居民

进行的 MRA 横断面研究中，发现 UIA 的患病率为7.0% (95%CI: 6.3%~7.7%)，其中以55~64岁年龄段最为常见，女性多于男性，90.2% 为小型动脉瘤 (<5mm)，多出现在颈内动脉[3]。另外，香港地区的一

项 MRA 回顾性横断面研究发现，UIA 的总体患病率为3.6%，其中女性患者的患病率为5.9%，男性为3.9%，女性多于男性，并且患病率随年龄

增长而增加[15]。鹿特丹一项基于人群的研究显示，5841例接受1.5T

MRI 检查的参与者(平均年龄64.4岁, 男性占45.0%)中, UIA 的患病率为2.3%(95%CI:1.9%~2.7%), 其中女性患者占2.9%(95%CI:2.3~3.4)[16]。研究发现, UIA 的发生与女性、高血压以及当前吸烟这些因素相关[16]。综上所述, UIA 在不同的人群中, 其患病率可能存在一定差异[17]。

2. 高危因素与人群筛查: UIA 患病的高危因素研究主要来自 SAH 患者的回顾性或前瞻性病例研究及高危人群的筛查研究。研究表明, 随着年龄的增长, UIA 的患病率增高。女性患病高于男性, 且这一趋势在不同年龄组相似[1]。不同人群在临床、遗传和可干预危险因素方面存在较大差异。例如, 与没有合并症的人群相比, 患有 ADPKD 的患者, 其患病风险为6.9(95%CI:3.5~14); 有颅内动脉瘤或 SAH 家族史的患者, 其患病风险为3.4(95%CI:1.9~5.9); 脑肿瘤患者的患病率风险为3.6(95%CI:0.4~30.0); 垂体腺瘤患者的患病率风险为2.0(95%CI:0.9~4.6); 动脉粥样硬化患者的患病率风险为1.7(95%CI:0.9~3.0)[1]。

对于高危人群进行 UIA 筛查的成本效益尚不明确。临床实践中, 需考虑 UIA 筛查可能给患者带来的心理压力。筛查工作可以通过分析与颅内动脉瘤发病相关的因素, 例如依据特定遗传性疾病发病率及未来疾病发生概率的评估, 实施针对性人群的颅内动脉瘤风险筛查。已知患有 ADPKD、马方综合征、主动脉狭窄或二尖瓣主动脉瓣病、Ehlers-Danlos 综合征(血管型)以及小头症的患者, 其 UIA 患病率较高。在一项纳入15项研究、

1490例ADPKD患者(包括中国人群)的颅内动脉瘤患病率研究中,发现ADPKD患者的UIA患病率为10%(95%CI:7%~13%),而且中国和日本的数据报告了更高的颅内动脉瘤患病率[18]。另一项针对马方综合征患者的多中心病例对照研究发现,这一患者群中颅内动脉瘤的患病率为11.3%,且冠心病患者和当前吸烟者的患病率更高[19]。在一项对经基因诊断确诊马方综合征患者进行的队列研究中,UIA的患病率为3%,结合既往研究的荟萃分析显示,其总体患病率为8.9%(95%CI:5.8%~13.3%)[20]。

UIA的遗传形式尚不清楚,但研究发现,在至少有2名一级亲属患有动脉瘤的人群中,动脉瘤患病率为13.1%[21]。在1名及以上一级亲属患有动脉瘤的人群中,其患病率为4.8%,而对于合并其他危险因素的人群,动脉瘤的患病率可增至19%[21]。在香港华人人群中,动脉性SAH患者的一级亲属中,UIA的患病率为2.30%(95%CI:1.02%~4.76%),其中87.5%的患者UIA直径<5mm [15]。出血性卒中或颅内动脉瘤家族史是动脉瘤发生的危险因素[18]。

一项韩国人群颅内动脉瘤的全国发病率调查报告显示,老年女性、高血压病、心脏病以及脑卒中家族史是动脉瘤的独立危险因素,在50~60岁吸烟的女性群体中,小型UIA的发现率相对较高[22]。在临床实践中,针对女性和当前吸烟者进行UIA筛查具有成本效益,结合吸烟的持续时间和

强度，可在相对年轻的时期进行一次筛查，以较低的成本获得更高的健康

效益[22, 23]。

## (二) 未来研究方向

不同人群颅内动脉瘤的患病率存在差异。基于中国人群 UIA 患病率尚未完全明确，尚缺乏中国人群患有颅内动脉瘤的高危人群数据。

目前关于家族性颅内动脉瘤国内数据少，对特定人群进行筛查的成本效益仍有待确定，需要进行更深入的研究探讨。

## 三、UIA 的临床表现与影像学诊断

推荐意见5: UIA 患者的临床表现可能与非特异性症状有关，需要详细评估相关症状。(1级推荐， B-NR 级证据， OP 和 CP)

推荐意见6: 头颅MRA 和 CTA 可用于UIA 的筛查和定期随访。(1级推荐， B-NR 级证据， CP)



推荐意见7:对于怀疑患有颅内动脉瘤, 需要进一步确诊或治疗动脉瘤的患者, 推荐数字减影血管造影 (DSA) 检查。(1级推荐, B-NR 级证据, **CP**)

#### (一) 证据概述

1. 临床症状： **UIA** 患者通常没有明显症状，多数在体检或其他原因行脑血管影像学检查中偶然发现，也见于某一颅内动脉瘤破裂出血后检查发现。

在国际未破裂颅内动脉瘤研究 (**international study of unruptured intracranial aneurysms,ISUIA**) 中发现，患者可能因其他部位动脉瘤

破裂出血(30.4%)、头痛(23.7%)、缺血性脑血管病或短暂性脑缺血发作(10.6和10.5%)、颅神经障碍(8.0%)、癫痫发作(2.9%)、占位性症状(2.7%)、硬膜下或脑出血(1.2%)、脑肿瘤(0.8%)、中枢神经系统退行性病变(0.4%)等多种症状前来就诊[4]。**UIA** 患者的临床表现可能与非特异性症状有关。 一项对454例接受手术治疗的 **UIA** 患者的回顾性分析显示，据患者自述的症状，最常见的首发症状是头痛(46%)，其次是眩晕(21%)、认知障碍(15%)和视力障碍(14%) [24]。针对 **UIA**患者，详细评估他们的临床症状对治疗决策至关重要。需要注意的是，多数 **UIA** 患者的头痛可能与动脉瘤无关。而突然发生的动眼神经麻痹通常被视为后交通动脉瘤增大或破裂的前兆[25]。

2. 影像学检查：头颅 **MRA** 作为一种常用的无创性脑血管成像检查手段，其常用的序列技术包括时间飞跃 **MRA( TOF-MRA)**、 相位对比法及增强型**MRA(CE-MRA)**。**TOF-MRA** 因为其不使用对比剂和没有辐射的特点，尤其适用于颅内动脉瘤的筛查，其灵敏度和特异度分别高达89%和94% [26]。**CE-MRA** 通常使用对比剂，可直接显示动脉瘤大小、位置及形态，其诊断灵敏度与 **TOF-MRA** 无显著差异[27]。然而，**MRA** 的空间分辨

率较低，对3mm 以下颅内动脉瘤的灵敏度有所下降，有时甚至低至74.1%

[28]。通过容积再现和多曲面重建技术可以将 $\leq 5$  mm 动脉瘤的检测准确率提高至96.4%~97.3%[29]。目前，7.0TMR 相比3.0 TMR 在诊断UIA 方面可能具有更好的效能，但目前尚缺乏临床验证[30,31]。随着磁共振技术的发展，四维血流 MRI 作为一种基于时间分辨的相位对比MRI 技术，在颅内动脉瘤成像领域提供了血流速度、流量、流线和涡流等多维度的血流动力学参数，丰富了UIA 的诊断和评估信息[32]。

头颅CTA 检查具有扫描时间短，空间和时间分辨率优于MRA 的特点。通过三维重建图像，可清晰观察到颅内动脉瘤及其颅底动脉环的特征。CTA 诊断颅内动脉瘤的灵敏度为77%~79%，特异度为87%~100%[33-35]。然而，当颅内动脉瘤直径 $< 3$ mm 时，其灵敏度可能下降到40%~91%[36]。CTA 在 UIA 的诊疗中，可观察载瘤动脉与动脉瘤钙化情况，能够有效评估动脉瘤大小变化，可定期对动脉瘤形态变化进行随访，在治疗决策中能起到重要作用[37,38]。近年来随着技术的进步，四维 CTA 提供了三维CTA 相似的动脉瘤形态信息，并能展现出动脉瘤壁在心动周期不同时相的搏动特性，这对颅内动脉瘤的诊断和破裂风险评估具有重要意义[39,40]。然而，需要注意的是，CTA 检查过程中需要使用碘影剂。对于碘或碘制品过敏、肾功能不全的患者，使用时应谨慎。

DSA 是诊断颅内动脉瘤的“金标准”。其成像原理是将造影剂快速注入动脉，利用数字化处理技术排除了骨骼和软组织的影响，实现减影效果，从而清晰观察动脉瘤病变情况，能够实时监测脑血流动态，为手术治疗提供

了重要信息。DSA 拥有高空间分辨率，尤其是三维 DSA，它能全面描述动脉瘤的形态特征，并从多个角度展现动脉瘤及其邻近血管的状况，特别是对直径 $<3\text{ mm}$  的动脉瘤，其检测灵敏度高[41-44]。相比于 MRA 和 CTA, DSA 虽然耗时更长、费用较高，且存在一定的操作风险，但其精确度远高于其他方法[45]。DSA 主要的风险包括神经系统并发症（ $1.0\% \sim 2.5\%$ ）、股动脉损伤（ $0.05\% \sim 0.55\%$ ）、腹股沟血肿（ $6.9\% \sim 10.7\%$ ）和造影剂肾病（ $1\% \sim 2\%$ ）[45]。对于临床上怀疑、其他无创影像检查提示颅内动脉瘤的患者或需要进一步治疗的患者，DSA 检查可明确 UIA 的诊断，指导治疗方案的选择[46]。

## （二）未来研究方向

随着影像技术的不断进步，靶向造影剂分子成像技术已经在其他神经系统疾病诊断中显示出其潜力，但关于颅内动脉瘤的分子影像技术研究还相对缺乏。

四维血流 MRI 作为一项无创的成像技术，尽管技术要求严格，它能够在颅内动脉瘤成像中提供包括流速和流量在内的血流动力学参数，并且具有空间和时间两个维度。目前，四维血流 MRI 在颅内动脉瘤的诊断及其破裂风险评估方面的价值需通过更多研究来进一步明确。

#### 四、UIA 的破裂因素评估

推荐意见8:鉴于高血压、吸烟可能是影响UIA 生长破裂的危险因素,对于UIA 患者,应积极监测血压并治疗高血压,同时告知患者戒烟。(1级推荐, B-NR 级证据, CP 和 OP)

推荐意见9:既往SAH 史、动脉瘤直径>7 mm、后循环动脉瘤、动脉瘤形态不规则(如子瘤或多分叶状等)、动脉瘤增大或形态显著变化的动脉瘤以及动脉瘤家族史是动脉瘤破裂的高危因素。(1级推荐, B-NR 级证据, CP 和 OP)

推荐意见10:颅内动脉瘤形态参数测量,如瘤体最大径和尺寸比与动脉瘤的破裂相关,可考虑用于颅内动脉瘤破裂风险的评估,但其临床指导价值仍需进一步验证。(2b 级推荐, C-LD 级证据, CP 和 OP)

推荐意见11:高分辨血管壁MRI 成像技术,可观察颅内动脉瘤壁强化及程度,尽管动脉瘤的大小可能会对观察结果产生影响,但可考虑用于动脉瘤破裂风险的评估。(2b 级推荐, C-LD 级证据, CP 和 OP)

推荐意见12:对于存在脂代谢异常的UIA 患者,特别是存在系统性油酸降低和花生四烯酸升高的情况,应严密监测颅内动脉瘤的症状和影像学变化,可用于动脉瘤生长破裂的评估。(2a 级推荐, B-NR 级证据, CP)

推荐意见13:基于个体化血流动力学分析动脉瘤低壁面剪切力(WSS)



和剪切力可变性，可考虑用于颅内动脉瘤破裂风险的评估，但其指导治疗价值尚不确定。(2b 级推荐， C-LD 级证据， CP 和 OP)

推荐意见14:基于人工智能算法的颅内动脉瘤破裂风险模型，可考虑用于颅内动脉瘤的识别和破裂风险因素的评估，但其指导临床治疗价值尚不确定。(2b 级推荐， C-LD 级证据， CP)

### (一) 证据概述

1. 自然史: 关于UIA 自然史的研究，存在选择偏倚。选择进行保守治疗的，往往是破裂风险较低的动脉瘤，这并不能真实反映 UIA 总体的破裂情况。UIA 的生长破裂风险随时间推移而逐渐增加[47]。多项队列研究和荟萃分析显示， UIA 的年增长率约为3.0%，在连续随访19年后多达45%的动脉瘤出现增大[4, 47]。ISUIA 研究的对象为欧美人群，该研究设计严谨且样本量大，主要探讨了 UIA 的自然史。该研究显示对于动脉瘤<7 mm 的患者，若无SAH 病史，前循环动脉瘤的破裂风险为0;而有SAH 病史的患者，前循环动脉瘤年破裂风险为1.5%，后循环动脉瘤的年破裂风险为3.4%[4]。在日本的一项前瞻性 UIA 研究中，共纳入了6697例患者进行平均1.7年的随访，发现UIA 年破裂风险为0.95%[48]。此外，日本一项未破裂颅内小型动脉瘤(<5 mm) 临床队列研究显示，在平均41个月的随访期内，动脉瘤破裂风险为0.5%/年[49]。尽管 UIA 破裂风险

低，但动脉瘤一旦破裂引发出血，患者的死亡和残疾率都非常高。因此，

在UIA 的临床管理中，动脉瘤破裂风险因素的评估是至关重要的一环。

UIA 的生长破裂表现出高度的个体差异，部分颅内动脉瘤在短时间内可发生增大、甚至破裂，而部分颅内动脉瘤则持续保持稳定。那些生长速度快或形态发生显著变化的颅内动脉瘤，其破裂的风险可增加超过10倍。根据一项纳入312 例患者、329 个增长动脉瘤的研究显示，动脉瘤增长后破裂的绝对风险在6个月内为2.9% (95%CI:0.9%~4.9%)，在1年时为4.3% (95%CI:1.9%~6.7%)，在2年时为6.0% (95%CI:2.9%~9.1%) [50]。

多项关于UIA 的前瞻性队列研究的荟萃分析显示[51]，高血压是颅内动脉瘤破裂的独立危险因素。控制血压可能有助于预防 UIA 增长，并降低动脉瘤的破裂风险。一项纳入4701例患者和6411个动脉瘤的大规模回顾性病例对照研究显示，无论是当前吸烟者还是曾经吸烟者，其动脉瘤破裂的风险均显著高于从未吸烟者，吸烟的强度和持续时间与动脉瘤破裂的风险存在显著相关性[52]。此外，一项基于中国人群的前交通动脉瘤回顾性研究显示，吸烟与前交通动脉瘤的大小相关，吸烟者动脉瘤直径普遍大于未吸烟者[53]。另一项基于中国人群的小型UIA 前瞻性、多中心队列研究显示，当前吸烟者和未控制的高血压都与动脉瘤破裂相关[54]。

既往 SAH 病史被认为是UIA 高破裂出血的危险因素之一。在动脉瘤生长破裂风险的评分中[51, 55]，既往 SAH 史被作为颅内动脉瘤生长破裂的重要评估因素。研究还发现，家族性 UIA 破裂的风险是散发性 UIA 的

2.5倍，风险范围介于1.2~5倍之间[56]。

2. 形态学特征与破裂风险评估：颅内动脉瘤的形态学特征包括动脉瘤大小、位置和不规则或分叶状形态，以及动脉瘤与载瘤动脉的几何形态参数。目前研究多基于回顾性横断面研究，通过比较破裂动脉瘤与未破裂动脉瘤的形态参数的差异，来确定动脉瘤的破裂状态或风险[57]。动脉瘤几何形态学参数可分为二维参数和三维参数。二维参数是指在二维影像图像上直接采集到的参数，包括瘤体直径或长径、瘤颈大小、宽度、高度、纵横比、长宽比、尺寸比等。三维参数是指在三维影像采集到的动脉瘤体形态特征，如椭圆形指数、波动指数、非球面指数等[58]。研究显示，瘤体最大径、纵横比、尺寸比与其破裂风险密切相关[4, 58-60]。瘤体直径是指瘤顶到瘤颈中点的最大长度。ISUIA 随访结果显示，位于前循环、直径<7 mm 且没有 SAH 病史的动脉瘤患者，5年内破裂率几乎为0。相比之下，直径>7 mm 的动脉瘤破裂风险显著增加[51]。一项前交通动脉瘤的回顾性病例对照研究发现，约半数的破裂前交通动脉瘤<5mm [61]，从而提示这类动脉瘤可能存在较高的破裂风险[51]。纵横比是动脉瘤的高度与其颈部的比值，而尺寸比则是动脉瘤的长径与载瘤动脉平均直径的比值。这些形态参数与颅内破裂风险相关[39, 40, 61, 62]。国内一项基于四维CTA 技术研究发现颅内动脉瘤壁的正常搏动形态与症状性或破裂动脉瘤相关 [39, 40]。

3. 血流动力学特征与破裂风险评估：血流动力学异常改变是导致动脉瘤发

生和破裂的重要因素。目前研究主要基于回顾性病例对照研究。多数研究提出的动脉瘤的WSS 与动脉瘤破裂相关。WSS 和剪切力可变性可能是颅内动脉瘤破裂的重要血流动力学特征[63]。计算流体力学和相位对比磁共振成像技术在颅内动脉瘤血流动力学研究中被广泛应用[64]。但是，这些技术在处理计算流程时较为复杂，且由于异质性、计算参数和研究分析精度的差异，其结果存在一定的变数。由不同影像技术重建的血流动力学模型在边界条件的设定和管壁弹性方面存在局限，这使得它们不能够精确模拟载瘤动脉和瘤体内部的血流动力学状态，因此在临床上的应用有限。目前尚不清楚颅内动脉瘤患者是否能够从血流动力学分析中获益，通过血流动力学参数评估颅内动脉瘤破裂风险及其指导治疗价值尚未在临床广泛验证。

4. 血管壁磁共振成像特征与破裂风险评估：高分辨血管壁磁共振成像技术 (high resolution vessel wall MRI,HRVW MRI) 不仅能显示脑血管管腔成像，而且能直观显示管壁结构特征，通过特殊序列技术，定性或半定量观察动脉瘤壁的强化程度。颅内动脉瘤壁强化是颅内动脉瘤不稳定的重要影像学表现[65-67]。一项对400余例颅内动脉瘤随访观察的研究显示，瘤壁明显增强的动脉瘤，在2年内破裂的风险显著高于无瘤壁增强的动脉瘤，该结论受到动脉瘤大小的影响[68]。因此，U1A 如果出现瘤壁强化，表明该动脉瘤可能不稳定。然而，对瘤壁强化的定量评估和病理生理机制的了解有限。目前，尚缺乏前瞻性的队列研究来证实瘤壁强化与动脉瘤生长破裂风险之间的关联性。

5. 系统代谢特征与破裂风险评估：系统代谢异常和心脑血管疾病的发生发展密切相关。 一项横断面研究显示，颅内动脉瘤的形成与脂质代谢的异常存在密切的相关性[69]。在表现出显著动脉瘤壁增强的颅内动脉瘤患者中，往往伴随明显的脂质代谢异常[70, 71]。此外，针对中国人群开展的UIA 破裂风险研究 (IARP-CP) 对 1 2 5 0 例UIA 患者进行了为期2年的影像学随访。研究发现，那些颅内动脉瘤发生破裂或生长的患者，其体内系统性油酸显著降低，而花生四烯酸则显著升高，这两种脂肪酸被证实是预测颅内动脉瘤破裂或生长风险的重要生物标志物[72]。

6. 破裂风险的智能评估：人工智能预测模型基于机器学习和深度学习等智能算法对临床数据进行分析和学习，在实际场景中做出判断和预测，在医学界得到了广泛的应用。目前，关于颅内动脉瘤的形态特征和破裂风险的智能预测模型正处于研究开发与初步应用探索的阶段[73, 74]。基于颅内动脉瘤的临床和影像学特点，多项研究已构建了决策树模型或深度学习模型来预测动脉瘤的生长和破裂，并且这些模型在评估UIA 生长破裂风险的准确性方面显著优于传统的评估模型[75, 76]。此外，另外一项多中心的前瞻性研究，基于1250个UIA 的多维度特征，结合机器学习，构建了预测 UIA 在未来2年内生长破裂的模型，也优于传统的评估 UIA 生长破裂风险的模型[72]。人工智能可辅助医师快速地识别UIA，并为 UIA 破裂风险提供参考价值，然而，智能模型的准确性高度依赖于大量数据和UIA的自然病程特征。在临床实践中， UIA 患者的个体化管理以及优化智能预测模型还需要大规模临床的验证。

## (二) 未来研究方向

中国针对 UIA 自然史的病例队列研究较少，颅内动脉瘤破裂的风险因素复杂多样，个体差异性大。因此，迫切需要建立一个涵盖中国人群UIA 生长与破裂的多维度因素图谱，并进行分层风险评估。

目前尚缺乏包含多维度数据的中国人群UIA 患者人工智能预测模型，未来有必要关注中国人群 UIA 辅助诊疗系统的研发及应用。

## 五、UIA 的治疗决策

推荐意见15: UIA 患者出现前哨性头痛和颅神经麻痹等相关症状，手术治疗是合理的。(2a 级推荐, C-EO 级证据, OP 和 CP)

推荐意见16:对于偶然发现的 UIA, 需要进行动脉瘤破裂风险评估, 综合患者身体状态、医疗中心手术经验与手术潜在风险等因素, 对高破裂风险的 UIA 采取安全手术治疗是合理的。(2a 级推荐, B-NR 级证据, OP 和 CP)

推荐意见17:对于颅内动脉瘤直径 $\geq 5\text{mm}$ 、形态不规则、随访过程中动脉瘤增大或形态变化、既往 SAH 史、动脉瘤家族史的 UIA 可考虑手术治疗。(2b 级推荐, C-LD 级证据, OP)



推荐意见18:对于高龄、合并症多、低破裂风险 UIA 患者,可行保守治疗。(2a 级推荐, C-EO 级证据, OP 和 CP)

推荐意见19:对于接受保守治疗的 UIA,应定期影像学随访,在确诊动脉瘤后每年一次的随访模式成本-效益价值较高。对于生长和破裂风险较高的患者,更频繁的随访是合理的。(2a 级推荐, C-LD 级证据, OP)

### (一)证据概述

治疗方案的制定:如何制定UIA合适的处理方案,主要取决于患者是否能从治疗决策中获益。需要综合评估患者的健康状况与合并症、动脉瘤的特点及其破裂风险、治疗中心医师的手术经验,以及手术可能带来的并发症和成本效益等诸多因素。治疗决策应全面权衡动脉瘤破裂的危险性和手术治疗的风险。对于表现出前哨头痛、颅神经麻痹等症状的症状性UIA,这些征兆常常提示动脉瘤处于不稳定状态,具有较高的破裂风险,因此,应考虑手术治疗以减少破裂的潜在危害。而对于破裂风险较高的UIA,可进行手术干预。对于破裂风险低的 UIA,可以采取保守治疗,定期复查。这样既能改善UIA 患者的总体预后,也有助于医疗资源的有效配置。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。  
。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/938137127051006077>