



介入放射学的设备及工作原理

罗来树

南昌大学第二附属医院综合介入室

一、数字减影血管造影装置

(一) 基本概念

1. 数字减影血管造影 数字减影血管造影

(Digital Subtraction Angiography, 简称DSA) 则是利用计算机处理数字化的影像信息, 以消除骨骼和软组织影的减影技术, 是新一代血管造影的成像技术, 是影像医学、临床医学、计算机技术结合而发展起来的边缘科学技术。

2. 蒙片 *mask*是指不含造影剂的影像



(二) 介入放射学的设备

DSA设备主要由高压发生器、X线管、探测器、计算机系统、导管床和专用机架等部件组成。

其他设备有：高压注射器、后处理工作站、激光相机及心电监测设备等。



（一）高压发生器

高压发生器是向X线管两端施加高电压的X线装置，它能产生高千伏、短脉冲、输出稳定的高压。

高频交流电频率越高，则高压脉动率越小，X线有效能量越高。目前DSA高压发生器为智能型高频逆变发生器，它体积小、精度高、计算机控制管电压和管电流及曝光参数，输出功率可达100KW。



(二) X线球管

1. X线管的结构

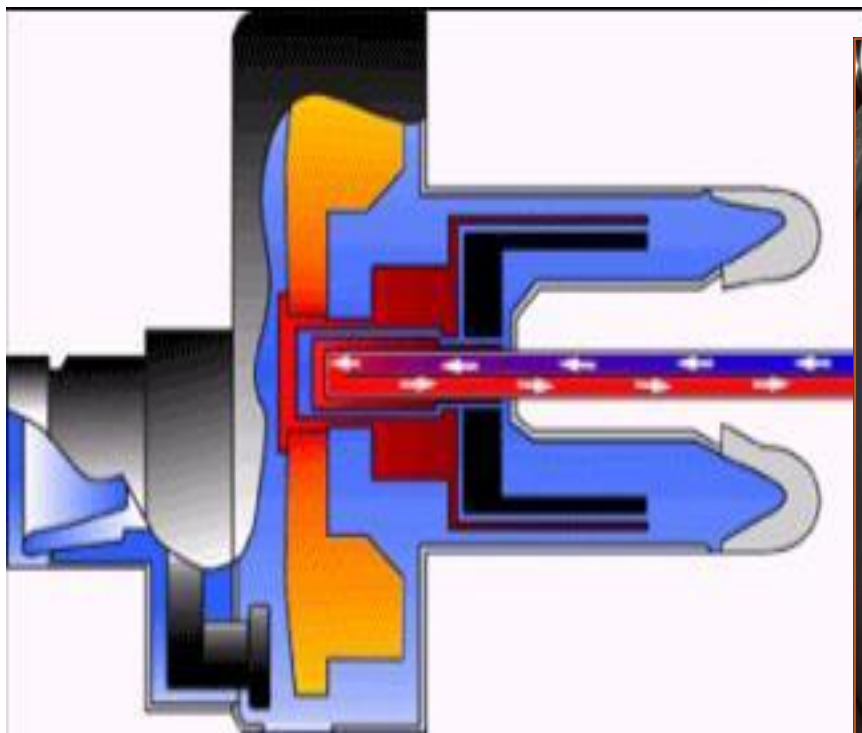
阴极、阳极和玻璃外壳



常规X线管



液态金属轴



2. 参数要求

X线管的阳极热容量在80万Hu (Heat unit) 以上，具有大、小焦点，有效焦点0.6、1.2或2.0mm。有些球管带有微焦点、微焦点0.3~0.5mm。

目前DSA的X线管采用液态金属球管。旋转阳极旋转速率可达 9000转/分以上，并且磨损度极小。对球管产生的高温冷却用油冷或水冷外循环式散热，保证X线管的连续使用。



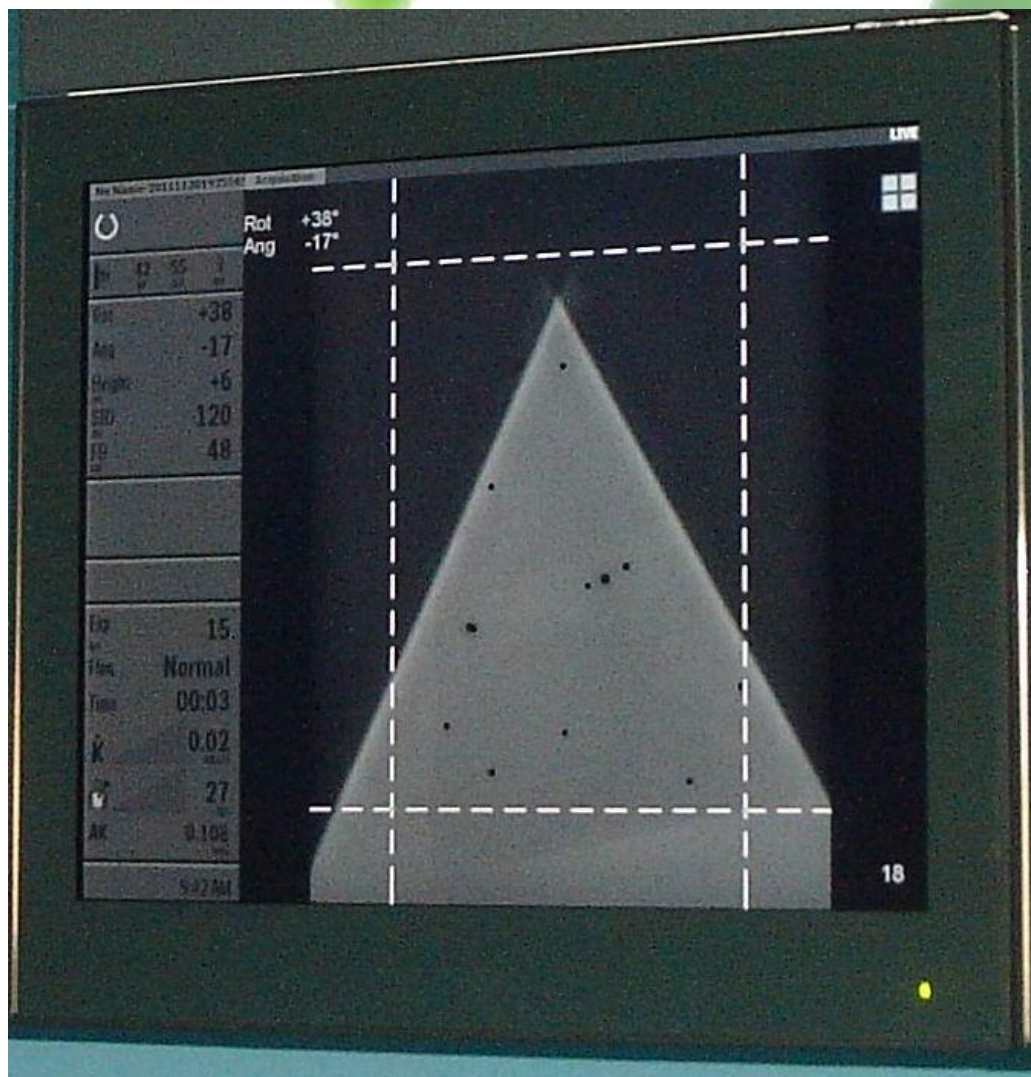
3.球管的滤过

(1) 光谱滤过：因在同一视野内，组织密度不同，图像亮度相差较大，影响对感兴趣区图像的观察，如心脏与肺，在实际工作中通过光谱滤过，在肺野处增加一些均匀物质（铝片）使肺野与心脏显示在同一密度区，提高图像质量。

(2) 栅控技术：是在每次脉冲曝光的间隔向栅极加一负电位，抵消曝光脉冲的启辉和余辉，从而消除软射线，提高有效射线质量，缩短脉冲宽度。

(3) 铜滤过技术：吸收低能射线，减少操作者及患者对X线的吸收。





（三）探测器

1. 探测器类型

（1）数字平板探测器

非晶体硒和非晶体硅探测器

（2）影像增强器

2. 探测器的结构

（1）数字平板探测器

1) **非晶硒X线平板探测器**由非晶硒X线转换层、a-Si TFT阵列层、电解质连接层，顶部电极、玻璃底板、数模转换电路，数据通讯电路等组成。



2) 非晶体硅探测器 使用的碘化铯闪烁晶体将X线转换为可见光，再将荧光沿垂直的方向直接传送到光电探测器。获得电信号，转换成数字信号形成图像。

(2) 影像增强器系统

由影像增强器、光学系统和电视系统组成。



数字平板



影像增强系统



3. 参数

有效尺寸 (cm× cm) : 30×38、31×31、41×41

影增: 9、12、15、17、21吋等

像素大小 (μ m) : 143、192等

空间分辨率 (LP/mm) 2.0-3.6LP/mm

密度分辨率 (bit) 。10-14bit



（四）计算机

1. 硬件

CPU类型

主机频率 (Hz)

内存容量 (GB)

硬盘容量 (GB) (目前容量都小, 约10G)

操作系统

系统接口 (DICOM3.0)

免费开通网络接口, 支持his/ris协议, 远程
诊断, 支持PACS协议



2.功能和软件

- (1) 具有普通透视、脉冲透视与脉冲采集功能并可转换
- (2) 可进行减影透视（路标或空白路途功能）和非减影透视
- (3) 在透视过程中，不间断透视，就可以进行减影透视背景的百分比调整。
(移动蒙片补偿，提高图像质量)
- (4) 透视路图功能
二维路途功能，作为导管走向的基础。



- (5) 用**DSA**图像即可形成路图的功能
造影转路途功能，但患者不能移动，否则失效。
- (6) 透视末帧图像保持
充分利用该功能可以降低医患双方的**X**线剂量。
- (7) 视野预览（虚拟光栅技术）
用虚拟的边界代表实际的透视范围，减少**X**线剂量。



其他功能

❖ 透视图像存储时间 (s)

0-60s，可减少采集图像量，太多占磁盘空间。

❖ 双向透视存储（透视前、后都可以存储）

❖ 具有实时**DA**采集和实时**DSA**采集功能

DA 为数字采集，脉冲采集。

❖ 最大采集矩阵与幅数

（心脏采集模式，最大采集帧数（帧/s）像素矩阵与帧数

外周采集模式，最大采集帧数（帧/s）像素矩阵与帧数

❖ 采集序列可进行**分段设计程序**，并且每段曝光时间均可在曝光过程中手动中止并自动进行下一段曝光程序。

分段：前3s，3帧/s；中间5s，1帧/s；1帧/s。



（五）机架系统

1. 落地式机架

2. 悬吊式机架

较落地式C臂相比，可从左侧、右侧、头侧等不同方向接近病人，保证操作医生最大的活动空间和操作自由度，获得最大的活动范围（侧向移动，真正做到无死角检查，尤其保证了桡动脉入路的手术进行，同时对于急症抢救能够最大限度的缩短诊治时间。

其缺陷： 安装要求高，费用高。





29 8:05AM



南昌大學第二附属医院



2悬吊系统



双C系统



双C优势:

1. 一次造影获得双向图像。
2. 减少对比剂用量
3. 最大范围观测病变。
4. 减少X线的辐射
5. 缩短手术时间



(六) 导管床

纵向运动范围 (mm)

导管床横向运动 (mm)

床身水平旋转 (度) 用于紧急抢救时使用, 也用于特殊体位的介入手术。左、右侧转动的角度。

床面的升降范围 (mm) 床面最低高度 (mm)

不能太高, 不利于患者的搬动。

床的最大病人承重 (kg)

床长 (不包含延长板的长度) (mm)

对机房的要求, 注意移动范围

床宽 (mm)



（七）后处理工作站

❖ 原厂进口高级专业影像后处理工作站

机器必须配置的工作站，如**3D、CT、血管重建**等工作需要的后处理工作站。

❖ 进口独立高级专业影像处理工作站

在后处理工作站后配置独立工作站，作影像重建、处理等。

❖ 第三方工作站

品牌（与主机软件相匹配及保修）

❖ 图像存储及图像分析系统

相应的功能与软件



二、减影原理

(一) 平片减影原理

平片 → 负片

↓ +

造影片

↓

减影片

造影片 → 负片

+ ↓

平片

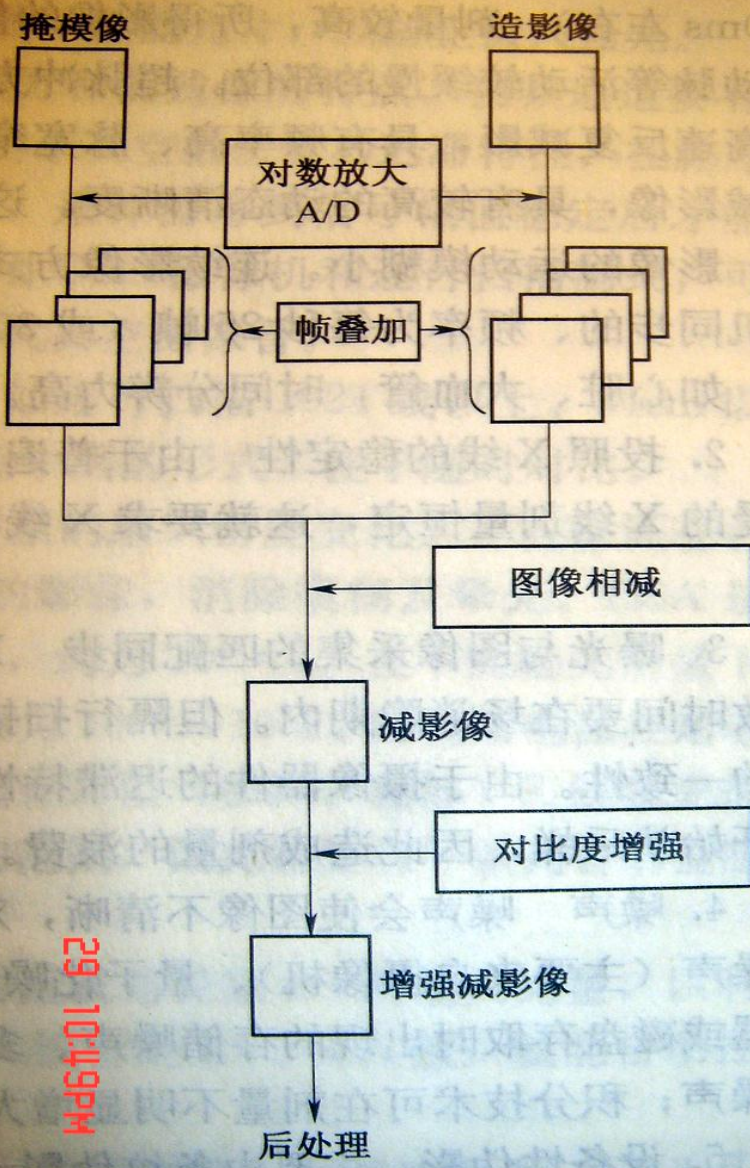
↓

减影片

(二) 数字减影方框图

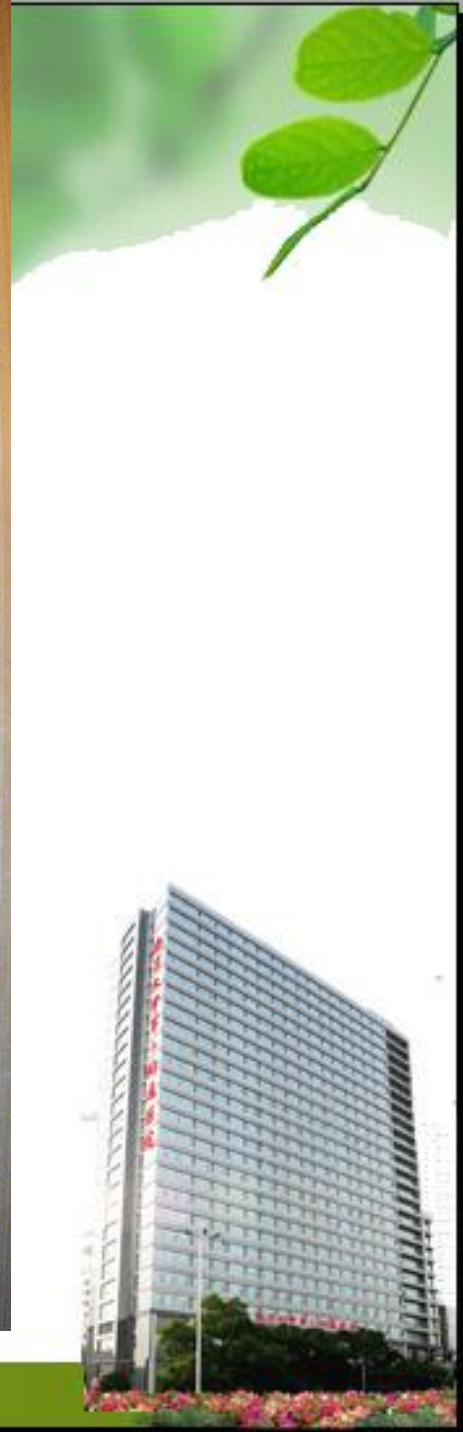
X线 → 人体 → I A → A / D → 图象存储并处理 →
图象相减 → D / A → 图象显示





29 10:49PM

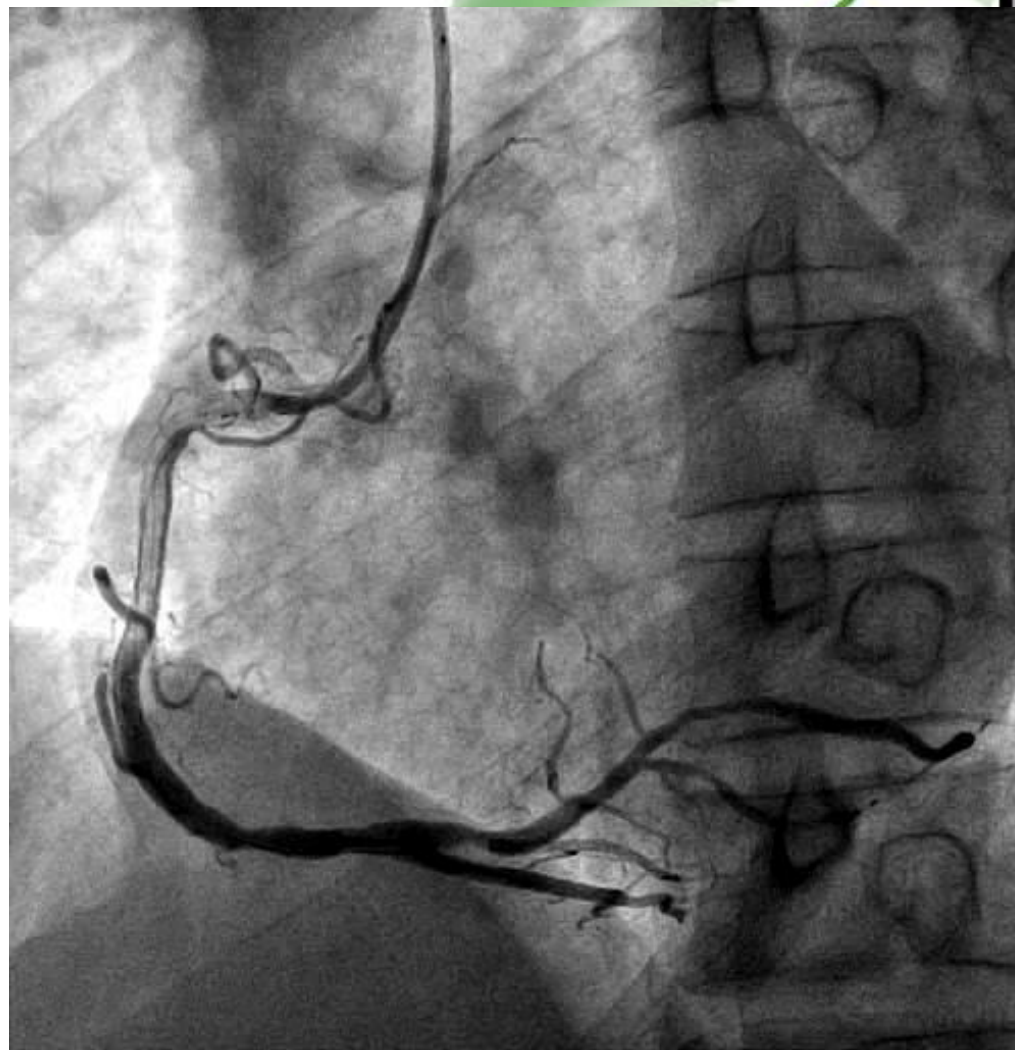
图 4-17 DSA 处理流程图



DSA图



DA图



(三) 平板**DSA**工作原理

→ 非晶体硒

X线→人体→数字平板探测器

→闪烁晶体 →非晶体硅

→ A / D → 图象存储并处理 → 形成蒙片 (mask)

→ 造影图像

图象相减 → 形成减影图像 → D / A → 图象显示。



三、 DSA系统的特殊功能

(一) 旋转DSA

旋转DSA技术是利用血管造影机的 C臂旋转来达到检查要求的新技术，它可以多方位显示兴趣区的减影血管解剖。在进行旋转DSA成像时，心血管造影机的 C臂做两次旋转运动，第一次旋转采集一序列蒙片像，第二次旋转时采集含有对比剂影像，在相同运动轨迹采集的两帧图像进行减影，以获取序列减影图像。

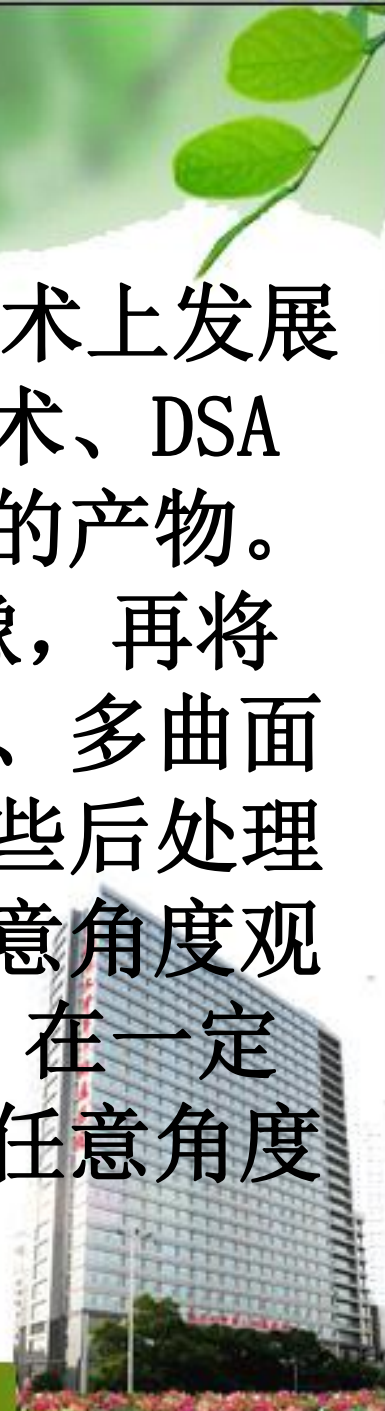


❖ 旋转造影.avi



(二) 3D-DSA技术

3D—DSA技术是近几年在旋转 DSA技术上发展起来的一项新技术，是旋转血管造影技术、DSA技术及计算机三维图像处理技术相结合的产物。其作用原理为通过二次旋转DSA采集图像，再将图像传至工作站进行容积再次重建(VR)、多曲面重建(MPR)和最大密度投影(MIP)，这些后处理方法主要是为了对兴趣区的病变进行任意角度观察，以便提供较常规DSA更丰富的信息，在一定程度上克服了血管结构重叠的问题，可任意角度观察血管及病变的三维关系。



3D图像

梯度重建



表面阴影



彩色容积重建



(三) 岁差运动DSA技术

岁差运动DSA技术是旋转DSA技术的另一种运动形式，利用C型臂支架两个方向的旋转，精确地控制C型臂支架转动方向和进度，形成了X线焦点在同一平面内的四周运动，探测器则在支架的另一端做相反方向圆周运动，从而形成岁差运动。在运动中注射造影剂、曝光采集，形成系列减影像。它对于观察血管结构的立体关系十分有利。



(四) 实时模糊蒙片DSA技术

实时模糊蒙片 (Real-time Smoothed Mask, RSM) DSA技术是DSA的另一特殊功能,它是利用间隔很短的两次DSA曝光,第一次曝光时影像增强器适当散焦,获得一帧适当模糊的图像,间隔 33ms再采集一帧清晰的造影图像,两者进行减影可以获得具有适当骨骼背景的血管图像。它可以在运动中获得减影图像,免除了旋转DSA需要两次运动采集的麻烦和两次采集间受检者移动造成失败的可能。由于蒙片像随时更新,且相间隔仅为 33ms,因此不会产生运动性伪影。



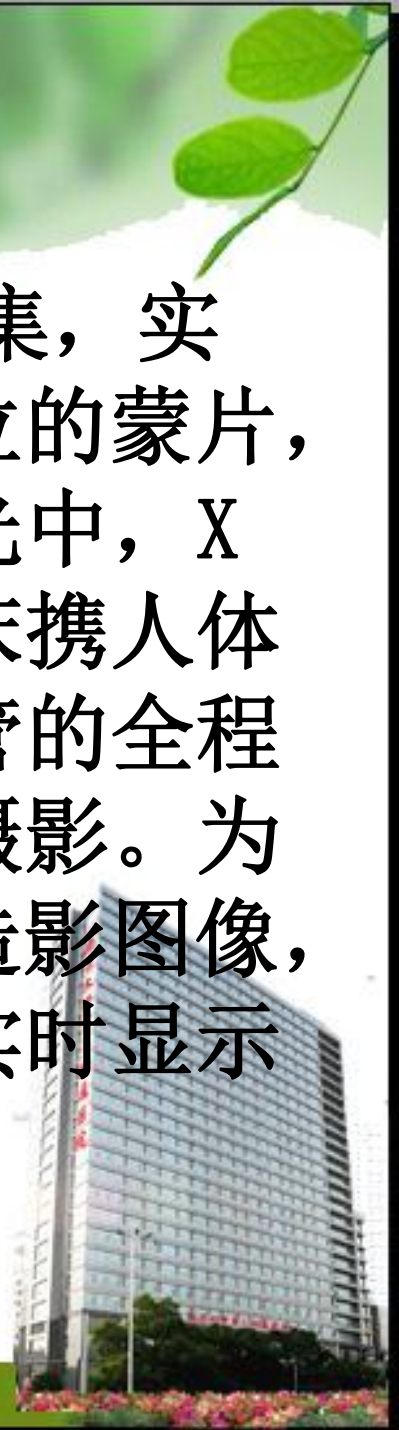


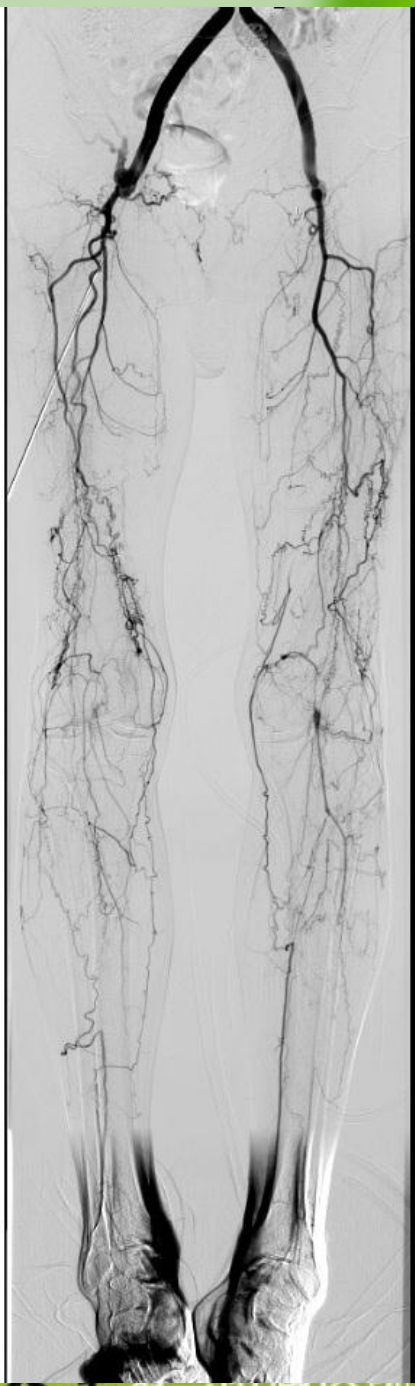
Head-RSM_FPD 实时蒙片.m1v



(五) 步进 DSA技术

步进DSA技术采用快速脉冲曝光采集，实时减影成像。在注射造影前摄制该部位的蒙片，随即采集造图像进行减影，在脉冲曝光中，X射线管组件与探测器保持静止，导管床携人体自动匀速地向前移动，以此获得该血管的全程减影图像，即为下肢血管造影的跟踪摄影。为了控制床面移动速度，分段采集血管造影图像，计算机减影后拼接连成整体图像，并实时显示DSA图像。

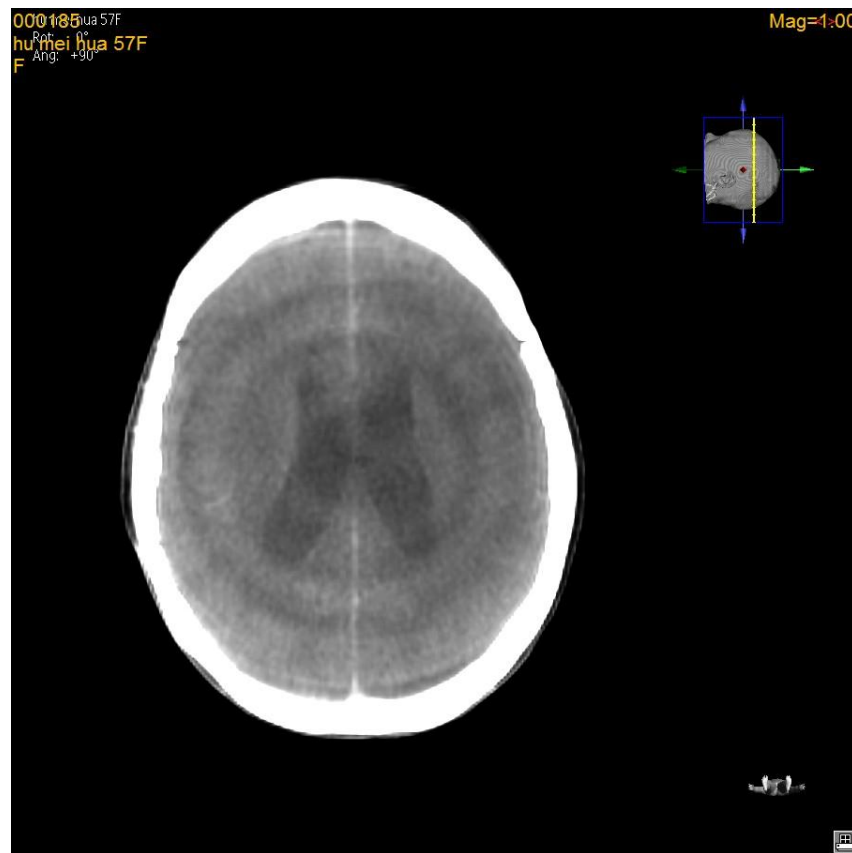
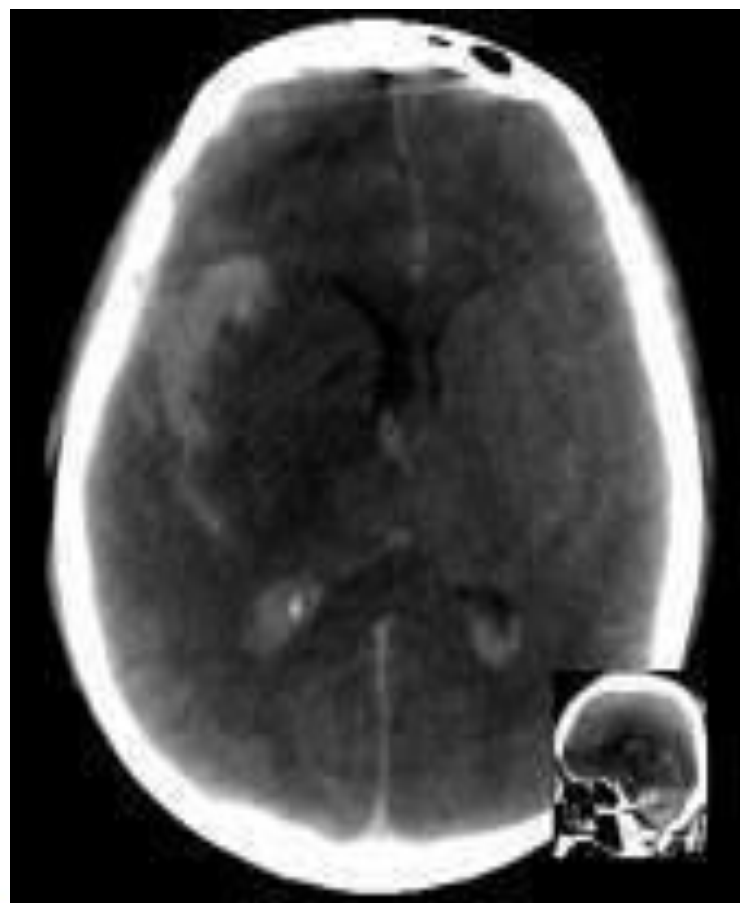




(六) C臂CT的技术

DSA的类CT技术是平板探测器DSA与CT结合的产物，不同的厂家名称各不一样。它们是利用 DSA的C型臂快速旋转采集数据，然后重建成像，一次旋转可获得多个层面的图像。





（七）虚拟支架置入术

应用血管内介入治疗技术可使狭窄或闭塞的血管再通，在治疗大动脉瘤方面也有很大的优势，创伤小，恢复快，并发症少，死亡率低，其治疗效果可与传统的外科手术相媲美。

但要取得手术成功的关键是正确选择合适的置入支架，对于大动脉的动脉瘤，支架的选择一般根据CT测量的数据。

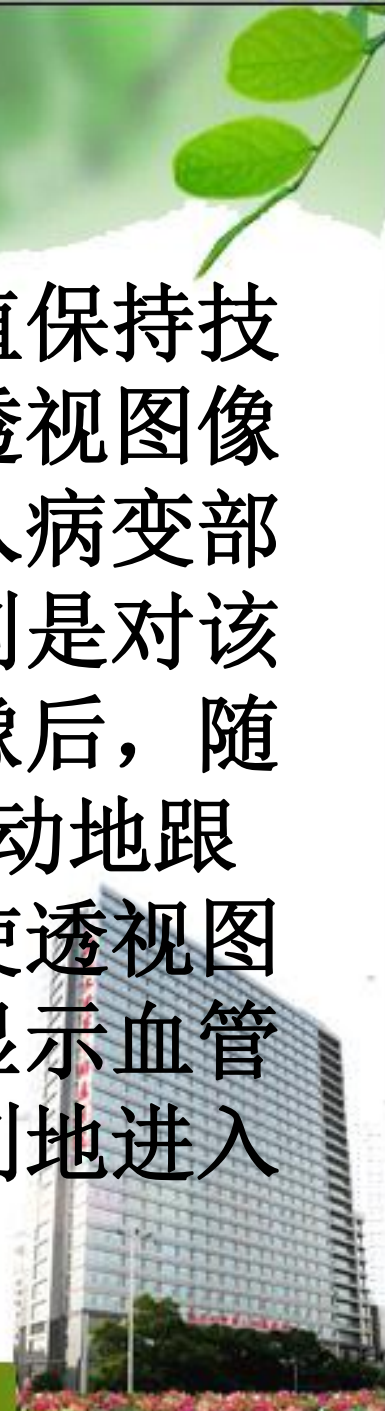


中



（八）3D路径图技术

最初的路径图采用“冒烟”和峰值保持技术，将导管前端血管分布图像与连续透视图像重合，利于指引导管及导丝便捷地送入病变部位的血管内。新近的三维路径图技术则是对该部位进行血管重建，形成三维血管图像后，随着进行三维图像的旋转，C臂支架则自动地跟踪，自动调整为该投射方向的角度，使透视图像与三维图像重合，以便最大程度地显示血管的立体分布，利于指引导管或导丝顺利地进入到欲进入的血管内。



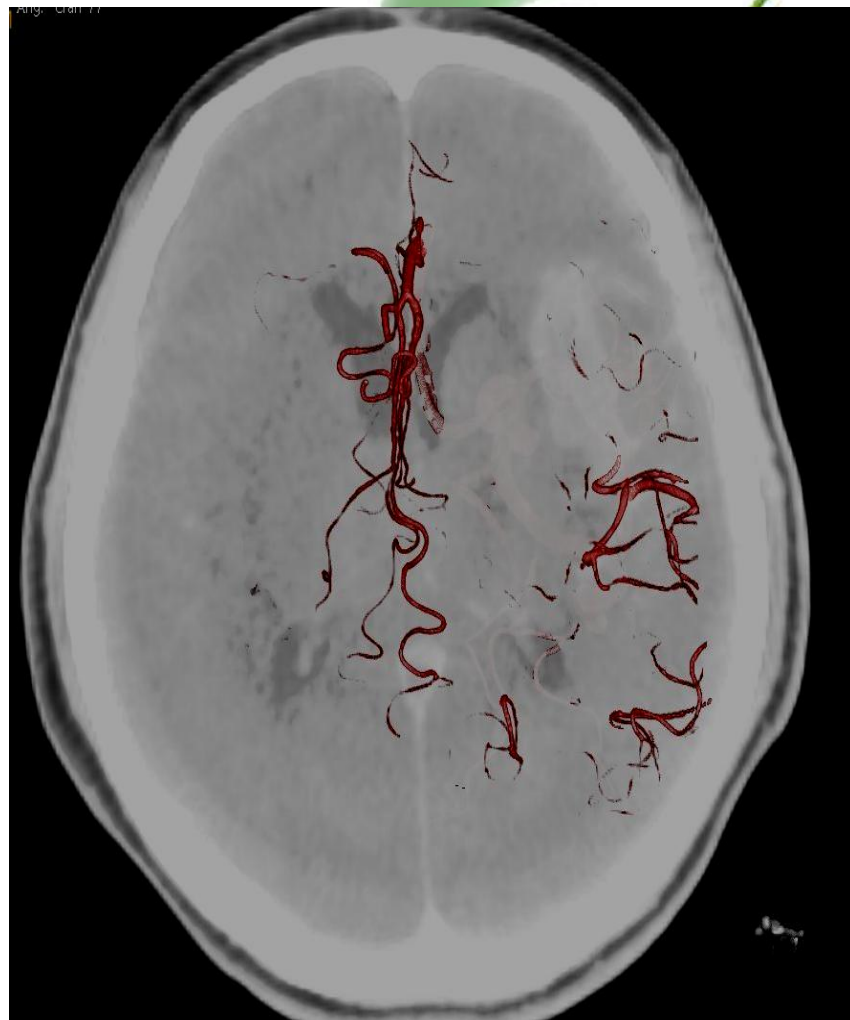
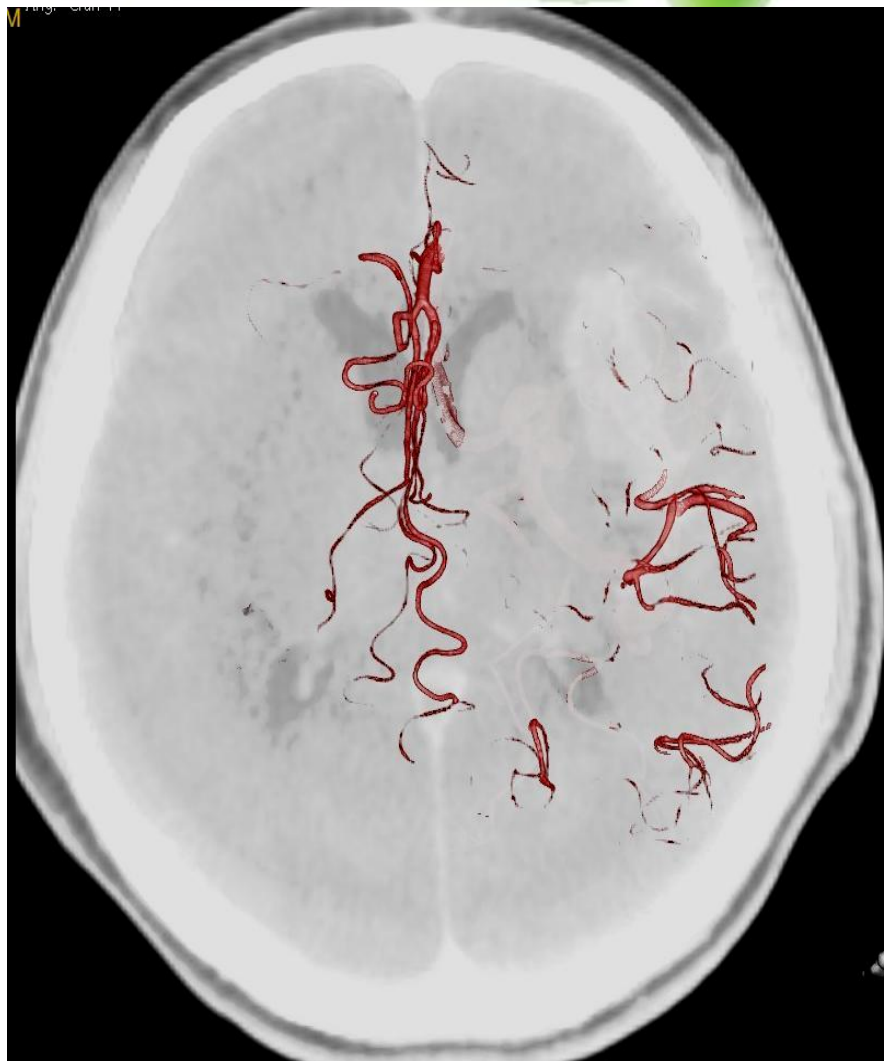


（九）图像融合技术

图像融合（Image Fusion）是指将各种影像设备获得的数字影像信息，关于同一目标的图像数据经过计算机及图像处理技术的计算、处理等，最大限度的提取各自的数字影像信息的有效信息，最后融合成高质量的图像，提高图像信息的利用率，以形成对目标的清晰、完整、准确的信息描述。DSA图像融合技术是将CT、MR等图像与DSA采集三维图像，或是DSA采集的不同类型的三维图像之间融合在一起技术。



图像融合



（十）低剂量技术

低剂量技术（low dose technique）以自动曝光控制技术（AEC）获得的X线剂量为合理的基础剂量。它通过自动控制X线曝光条件获得适当的感光量，保证了优质的图像，确保了最低的X线剂量。在这个基础上，在保证影像质量的前提下，通过各种技术再降低X线的辐射剂量，这些降低辐射剂量的技术为低剂量技术。





Thank You!

