

# 低管电压迭代重建颈部动脉CT 成像的图像质量和辐射剂量

刘兴众

沧州市中心医院CT诊断科

# 研究背景

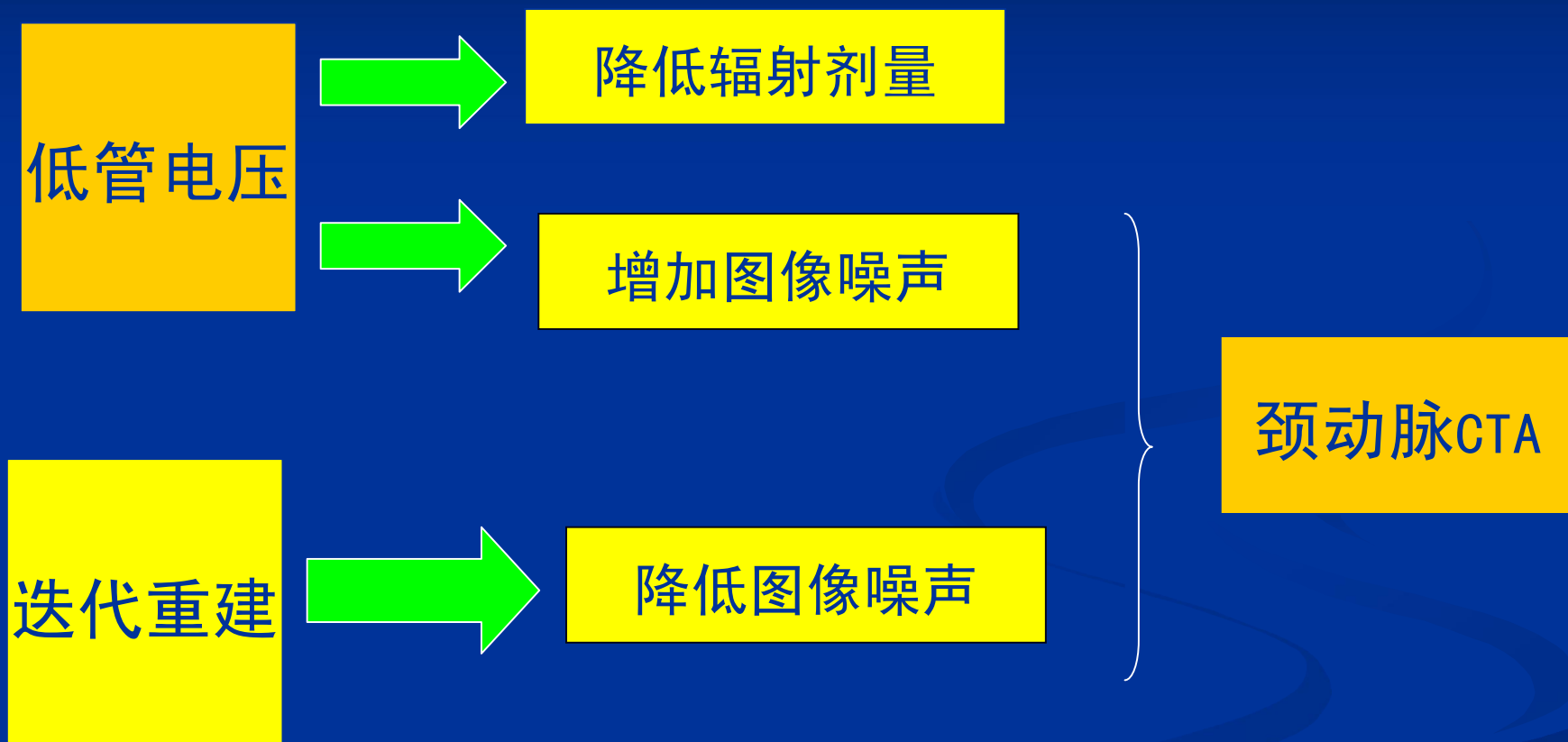
颈动脉粥样硬化病变在临床上较常见，20%–30%的缺血性脑卒中是由颈动脉粥样硬化性病变及其狭窄所致。所以，颈动脉粥样硬化病变的诊断和治疗对于缺血性脑血管病的防治具有重要意义

# 研究背景

颈动脉CTA作为无创伤、简便快捷、安全可靠的检查方法已广泛应用于临床，可提供颈动脉粥样硬化病变的影像学信息，对其诊断、治疗效果的随访复查具有重要意义

随着颈动脉CTA的普及应用，其电离辐射问题备受关注，为了降低CT的辐射剂量，低管电压CT扫描技术成为研究热点之一

# 研究背景



# 研究目的

对低管电压迭代重建（IR）颈动脉CTA与标准管电压滤波反投影（FBP）重建颈动脉CTA的图像质量和辐射剂量进行比较，评价低管电压和IR联合用于颈动脉CTA时能否在降低辐射剂量的同时保证图像质量，探讨低管电压IR颈动脉CTA临床应用的可行性

# 研究对象

- 2012年10月 - 2013年6月期间，临床怀疑颈部血管疾病的连续50例患者，随机分为A、B两组各25例
- 病例排除标准：碘造影剂过敏、严重肾功能不全（血肌酐  $> 120$  mmol/L）

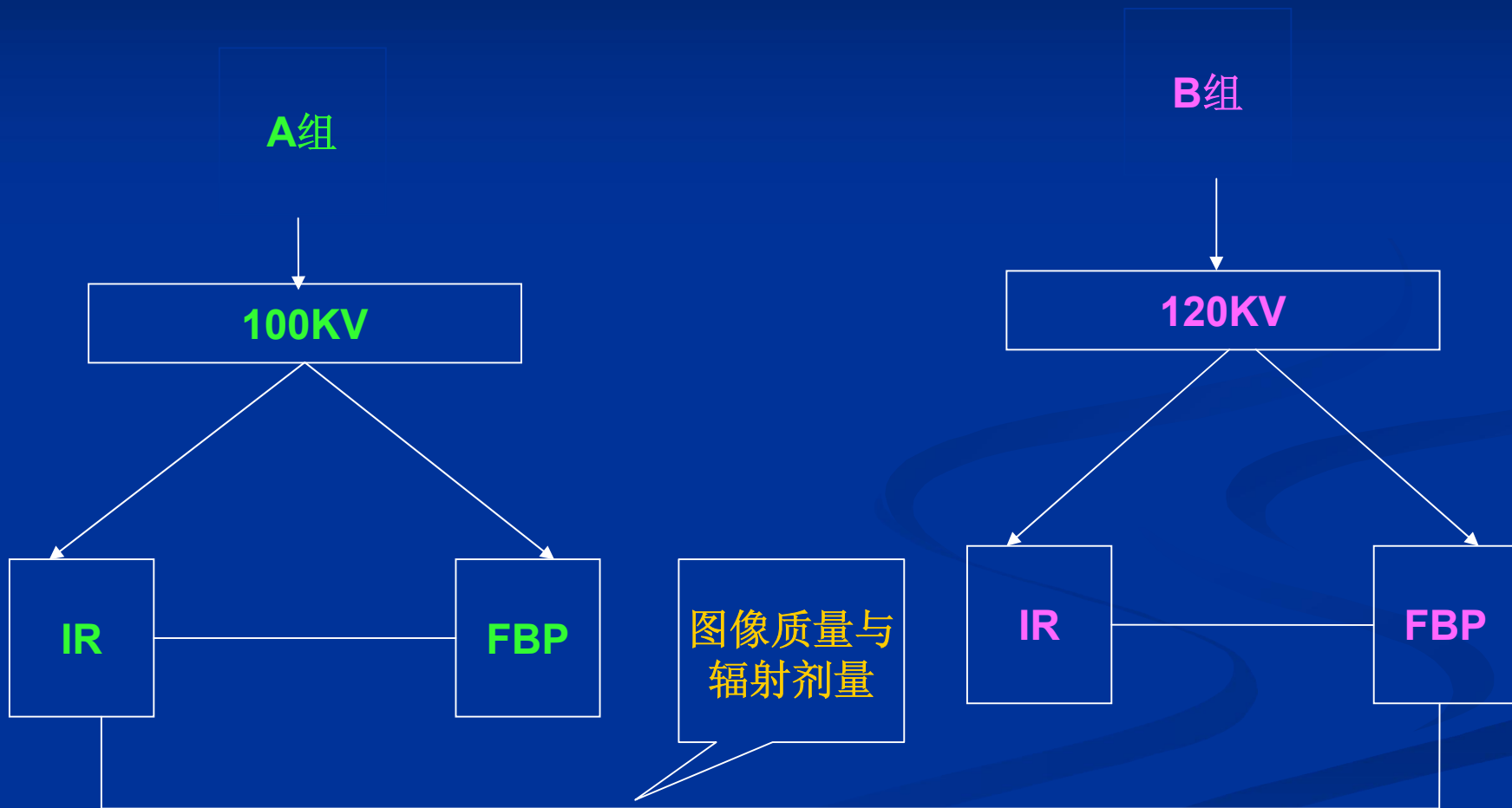
# 研究对象

## 两组患者的一般情况比较

	A组	B组	P值
性别（男/女）	16 / 9	16 / 9	
年龄（岁）	62.17 ± 10.80	62.24 ± 10.21	0.878
CT扫描范围（mm）	198.88 ± 13.92	200.8 ± 15.11	0.643

两组患者的性别、年龄、CT扫描范围差异无统计学意义，具有可比性

# 设计方案





# 颈动脉CTA检查方法

- 使用二代双源CT扫描，患者取仰卧位，扫描时吸气后屏气
- 扫描方向：足头方向
- 扫描范围：主动脉弓至颅底
- 扫描参数：机架旋转时间0.33 s/转；螺距0.6；探测器准直 $2 \times 64 \times 0.6$  mm，Z轴飞焦点技术采集 $2 \times 128 \times 0.6$  mm；管电流320 mAs /转；A组和B组患者分别应用100 kV和120 kV管电压；层厚1 mm，间隔1 mm

# 造影剂注射方案及图像后处理方法

造影剂：非离子型碘对比剂碘普罗胺

采用对比剂双时相注射法：第一时相注射对比剂60ml；第二时相注射生理盐水50ml

图像后处理：将CT图像数据传至图像后处理工作站，选取感兴趣区，要求覆盖动脉截面70% - 80%。采用IR算法和FBP重建算法

# 图像质量客观评价

- 测量两侧颈总动脉近分叉处CT值及其标准差（SD）并取均值，测量面积为 $10\text{mm}^2$
- 测量同一层面胸锁乳突肌的CT值及其标准差（SD）并取均值，测量面积为 $30\text{mm}^2$

$\text{SNR} = \text{颈总动脉平均CT值} / \text{胸锁乳突肌平均SD值}$

$\text{CNR} = (\text{颈总动脉平均CT值} - \text{胸锁乳突肌平均CT值}) / \text{胸锁乳突肌平均SD值}$

# 图像质量主观评价

- 在图像工作站上调用血管后处理软件对颈动脉进行曲面重组和最大密度投影重组。
- 由2名具有八年以上影像学工作经验的医生对血管质量进行主观评级
- I级影像为优，II级为良，可满足诊断需求；III及IV级为差

I 级 动脉主支显影清晰，血管边缘光滑

II级 动脉主支显影好，血管边缘欠光滑

III级 动脉主支对比度下降，但尚能评价，血管边缘模糊

IV级 动脉主支对比度差，血管边缘严重不齐或血管节段缺失

# 辐射剂量的评价

容积CT剂量指数和剂量长度乘积由CT扫描仪自动生成

有效辐射剂量 =  $DLP \times$  转换系数 $k$

转换系数 $k = 0.0054 \text{ mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

# 统计学方法

组内IR与FBP重建的感兴趣区CT值、图像噪声、SNR以及CNR的比较



配对样本t检验

100 kV IR与120 kV FBP重建的感兴趣区CT值、图像噪声、SNR、CNR以及辐射剂量的比较



两独立样本t检验

颈动脉图像质量的比较（构成比）



$\chi^2$ 检验

# 颈动脉CTA的IR和FBP重建图像质量比较

## 结果1.图像质量的比较

	A		P值	B		P值
	IR	FBP		IR	FBP	
CT值	511.99 ± 71.36	513.55 ± 68.85	0.541	442.78 ± 59.9	440 ± 59.74	0.264
图像噪声	4.72 ± 0.94	6.4 ± 1.2	0.000	4.28 ± 1.17	5.7 ± 1.41	0.000
CNR	98.5 ± 26.18	72.76 ± 18.79	0.000	82.05 ± 27.65	61.16 ± 20.73	0.000
SNR	112.69 ± 28.26	83.2 ± 20.28	0.000	98.3 ± 30.42	73.23 ± 22.72	0.000

相同扫描条件下IR的图像噪声显著低于FBP重建 ( $P < 0.01$ ), IR图像的SNR、CNR显著高于FBP重建图像 ( $P < 0.01$ )

IR图像与FBP重建图像的颈动脉CT值比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )



病例一，男性，68岁。管电压：100 kV，管电流：320 mAs/转。图1a和1b分别为颈动脉的IR图像和FBP重建图像，感兴趣区图像噪声分别为3.80 HU和5.05 HU，SNR分别为114.23和112.10，CNR分别为101.89和99.93



图1a



图1b

病例二，男性，42岁。管电压：120 kV，管电流：320 mAs/转。图2a和2b分别为左颈动脉的IR图像和FBP重建图像，感兴趣区图像噪声分别为4.70 HU和5.12 HU，SNR分别为100.23和98.36，CNR值分别为98.6和50.3



图2a



图2b

# 100 kV管电压IR颈动脉CTA与120 kV管电压FBP颈动脉CTA图像质量的比较

	A组 IR	B组 FBP	P值
颈动脉CT (HU)	511.99 ± 71.36	394.76 ± 66.21	0.000
图像噪声 (HU)	4.72 ± 0.94	5.70 ± 1.41	0.006
SNR	112.69 ± 28.26	73.23 ± 22.72	0.000
CNR	98.50 ± 26.18	61.16 ± 20.73	0.000

100 kV IR颈动脉CTA的图像噪声显著低于120 kV FBP重建颈动脉CTA ( $P < 0.01$ )

100 kV IR颈动脉CTA的颈动脉CT值显著高于120 kV FBP重建颈动脉CTA ( $P < 0.01$ ) ; 前者的SNR和CNR显著高于后者 ( $P < 0.01$ )

病例三，女性，53岁。管电压：100 kV，管电流：320 mAs/转。颈动脉IR图像，SNR: 127.4，CNR: 112.4

病例四，男性，71岁。管电压：120 kV，管电流：320 mAs/转。颈动脉FBP重建图像，SNR: 84.47，CNR: 70.78

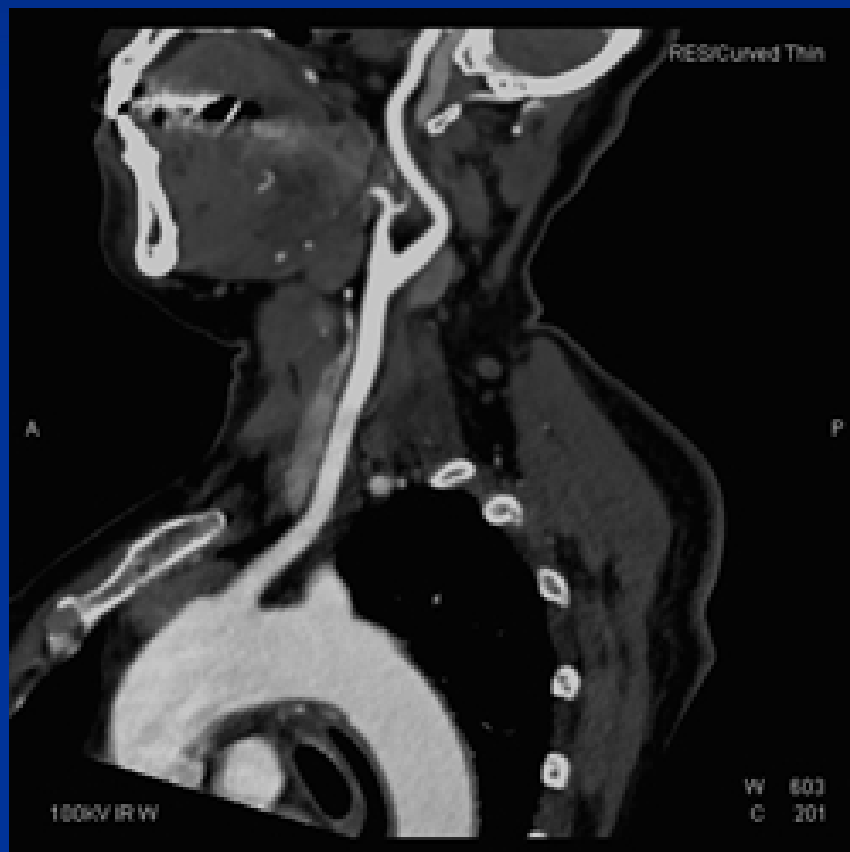


图3



图4

# 100 kV管电压IR颈动脉CTA与120 kV管电压FBP颈动脉CTA图像质量评级比较

组别	图像质量评分（例）			
	优	良	差	合计
A组IR	20	5	0	25
B组FBP	23	2	0	25
<i>P</i> 值	0.221			

100 kV IR颈动脉CTA和120 kV FBP重建颈动脉CTA的图像质量主观评价无显著性差异 ( $\chi^2 = 1.495, P > 0.05$ )

# 100 kV管电压IR颈动脉CTA与120 kV管电压 FBP颈动脉CTA辐射剂量的比较

	A组	B组	P值
CTDI <sub>vol</sub> (mGy)	14.25 ± 0.01	23.38 ± 0.01	0.000
DLP (mGy·cm)	316.16 ± 16.29	503.60 ± 38.93	0.000
辐射剂量 (mSv)	1.71 ± 0.09	2.74 ± 0.19	0.000

100 kV IR颈动脉CTA较120 kV FBP重建颈动脉CTA 的  
有效辐射剂量降低**37.59%**

# 降低辐射剂量的必要性

- 颈动脉粥样动脉硬化是缺血性脑血管病的高危因素之一。颈动脉CTA可准确显示颈动脉粥样硬化斑块的形态学特征以及管腔狭窄的程度
- 电离辐射具有潜在的致癌风险，辐射剂量增加1mSv，恶性肿瘤发生率增加5/10万
- 颈动脉CTA的扫描范围扫描范围较大，覆盖甲状腺等对X射线较为敏感的组织器官，所以开展低辐射剂量颈动脉CTA的研究十分必要

# 降低辐射剂量的方法

降低管电压：CT辐射剂量与管电压平方成线性相关，降低管电压可大幅度降低辐射剂量。但是，调低管电压时，X射线穿透能力降低，图像背景噪声增加，影响图像质量

降低管电流：CT辐射剂量与管电流成线性相关，降低管电流可降低辐射剂量。但是调低管电流时，X射线的量降低，背景噪声增加，影响图像质量

迭代重建：降低图像噪声，降低CT检查对辐射剂量的要求，从而间接降低辐射剂量



# 100kV IR颈动脉辐射剂量脉CTA的辐射剂量

床旁胸部X线正位片（CR）：0.3mSv

100 kV管电压IR颈动脉CTA的有效辐射剂量为  
**1.71 ± 0.07 mSv**

较120 kV管电压颈CTA降低**37.59%**

# 100kV IR颈动脉CTA的图像质量

100 kV IR的图像噪声： $4.72 \pm 0.94$

120 kV FBP重建图像噪声： $5.70 \pm 1.41$

两者具有显著统计学差异 ( $P < 0.01$ )

100kV IR图像的SNR和CNR显著高于120kV FBP重建图像 ( $P < 0.01$ )

**IR算法不仅充分弥补了100 kV管电压CT扫描所致的图像噪声增加,而且可以获得与120 kV管电压FBP重建颈动脉CTA相当的颈动脉图像质量**

**IR算法与100 kV管电压联合用于颈动脉CTA时,在低辐射剂量条件下能够获得满足诊断要求的颈动脉图像**

# 研究的局限性

研究对象中实施导管法颈动脉造影的例数偏少，未评价100 kV管电压IR算法颈动脉CTA对颈动脉狭窄的诊断准确度

未将两组患者的体质量指数进行匹配，虽有文献报道认为体质量指数对颈动脉CTA图像质量的影响较小。

# 结论

在100 kV管电压或120 kV管电压颈动脉CTA，与FBP重建算法相比，IR算法能够降低图像噪声和改善颈动脉的图像质量

100 kV管电压IR颈动脉CTA不仅能提供与120 kV管电压FBP重建颈动脉CTA相接近的图像质量，而且辐射剂量降低约38%，将其应用于临床是可行的。

谢谢！