

## 心心相印——心脏CT

陈高燕<sup>1</sup>, 王超越<sup>4</sup>, 高娟娟<sup>1</sup>, 王俊科<sup>1,2</sup>, 宗盈晓<sup>1,\*</sup>, 陈建成<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> 河西学院化学化工学院, 甘肃 张掖 734000

<sup>2</sup> 甘肃省河西走廊特色资源利用重点实验室, 甘肃 张掖 734000

<sup>3</sup> 南京大学化学化工学院, 南京 210023

<sup>4</sup> 兰州交通大学光电技术与智能控制教育部重点实验室, 兰州 730070

**摘要:** 心脏冠状动脉CT (心脏CT)检查是将碘造影剂注入血管进行造影的医学检查技术, 心血管内科医生可根据影像对心脏冠状动脉的堵塞和血流速度作出诊断。检查之前, 患者需保持稳定的心率, 一般要求每分钟不高于60次, 如心率过快可利用 $\beta$ -受体阻滞剂、硝酸甘油等药物进行降低。此技术检查时间短、副作用小、漏检率和误检率很低。

**关键词:** 心脏CT;  $\beta$ -受体阻滞剂; 碘化造影剂; 硝酸甘油

**中图分类号:** R4; O63

## Heart to Heart: Exploring Cardiac CT

Gaoyan Chen<sup>1</sup>, Chaoyue Wang<sup>4</sup>, Juanjuan Gao<sup>1</sup>, Junke Wang<sup>1,2</sup>, Yingxiao Zong<sup>1,\*</sup>, Kin Shing Chan<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> School of Chemistry and Chemical Engineering, Hexi University, Zhangye 734000, Gansu Province, China.

<sup>2</sup> Key Laboratory of Hexi Corridor Resources Utilization of Gansu, Zhangye 734000, Gansu Province, China.

<sup>3</sup> School of Chemistry and Chemical Engineering, Nanjing University, Nanjing 210023, China.

<sup>4</sup> Key Lab of Opt-Electronic Technology and Intelligent Control of Ministry of Education, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China.

**Abstract:** Cardiac CT, or coronary CT, is a medical imaging technique that involves injecting iodine contrast agents into blood vessels to visualize the heart's coronary arteries. Cardiovascular specialists utilize these images to diagnose coronary artery blockages and assess blood flow velocity. Prior to the examination, patients are required to maintain a stable heart rate, typically not exceeding 60 beats per minute. Medications such as  $\beta$ -receptor blockers and nitroglycerin may be administered to reduce heart rate if necessary. This technology offers rapid imaging, minimal side effects, and low rates of false negatives and false positives.

**Key Words:** Cardiac CT;  $\beta$ - Receptor blockers; Iodized contrast agent; Nitroglycerin

五一假期, 生物化学硕士小妍放假回到家里, 她放轻脚步, 缓缓推开房门, 中药味弥漫在家中每一个角落, 原来是妈妈正在厨房给爷爷熬药。

她赶忙到厨房询问: “妈妈, 爷爷身体不舒服了吗?”

“是呀! 爷爷时不时感到左胸闷、剧痛, 前天带他去做了心电图, 图线结果有些异常。心血管内科医生建议再做一个心脏CT, 老爷子说什么也不愿意做。”妈妈的语气充满了担忧。

收稿: 2024-02-02; 录用: 2024-02-23; 网络发表: 2024-08-26

\*通讯作者, Email: zongyx@hxu.edu.cn (宗盈晓); kschan@nju.edu.cn (陈建成)

基金资助: 课程思政研究项目(HXUJY-2024013); 南京大学百位名师邀约项目; 南京大学国际化课程建设项目; 南京大学短期国外专家项目

“还是要去医院检查清楚，我同学的父亲去做了心脏CT，检查出来心脏有问题，然后安装了心脏支架，现在都在跑‘半马’呢！”

“小妍，那你好好劝一劝爷爷。”妈妈一边说着，一边熟练地把熬好的药过滤出来，端给她：“把药端给爷爷吧，爷爷知道你今天要回来！”

## 1 爱心检查多种多样

小妍收起了脸上的急切，端起药碗，推开爷爷的房门，甜甜地叫道：“爷爷，最爱您的孙女回来了！”

正在躺椅上听评书的爷爷看到孙女，脸上的表情宠溺又慈爱。趁着爷爷高兴，小妍提起带爷爷去医院做检查的事情。爷爷一听，连连摆手：“照X光吗？不做不做，辐射太大！”

“爷爷，您听我说！”小妍单膝跪在躺椅旁，紧握着爷爷的手，恳切地说道：“冠心病的检查技术有好多种，比如胸部X线片、心电图、超声心电图以及冠状动脉CT造影，胸部X线片是利用X射线的透射性质，对人体内部的结构和组织进行成像，诊断准确率不高，可能有漏检和误检的情况，而且确实存在您担心的辐射问题；还有前天您做过的常规心电图检查，是通过记录心脏活动时的微弱电信号，并将其放大传输到机器上，进而转换为图表；超声心电图则是利用超声波穿透心脏，仪器接收信号后显示出影像，它们是检查心脏的结构，不直接测定心脏功能，测定结果依赖操作者，存在更多的不确定性。根据您的症状，我为您联系了心血管内科专家李医生，他向我推荐冠状动脉CT造影检查，这种方法通过静脉注射适当造影剂后，利用多排螺旋CT对冠状动脉进行扫描，利用计算机照相，更全面地了解冠状动脉病变的情况，医生通过照片就可以清晰看到您的血管哪里堵塞了<sup>[1]</sup>，从而确定治疗方案！”

“检查过程时间长不长？万一真地查出来什么病，再给大家添麻烦。”爷爷眼睛里充满担忧和害怕。

“爷爷，您可是我们家里的顶梁柱呀，爸爸说您年轻的时候可是英姿飒爽、叱咤风云的人物，现在怎么害怕一次心脏检查了呢。”小妍一边竖起大拇指，一边绘声绘色地说着，爷爷眉头也渐渐舒展。

接着，小妍拿出一张李医生给的心脏CT清单，一本正经地说：“冠状动脉CT造影检查清单在此，并且我已查阅大量相关资料，欲知检查如何，且听小妍分解。”

爷爷被逗笑了，摸了摸小妍的头：“既然孙女已做万全准备，那今日我就听小妍说一说”。

## 2 美托洛尔降低心率

“您看，清单上的第一种药——美托洛尔，是一种 $\beta$ -受体阻滞剂(图1)，能抑制肾上腺素的释放、减慢心率、减少心输出量、减少心肌收缩力和血管收缩的药物<sup>[2]</sup>。”说着小妍打开手机里准备好的图片，向爷爷展示美托洛尔的化学结构。

“做这个检查还需要降低心率吗？”爷爷看着图片疑惑地问。

“是呀，为了提高检查图像的清晰度、缩短检查时间，在做心脏CT之前要将心率降低并稳定在不高于60次/分钟。如果您心率超过这个值，就要口服美托洛尔来降低心率。”

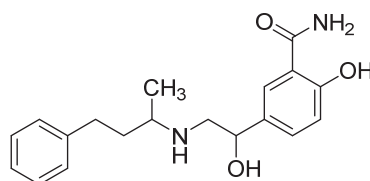


图1 美托洛尔( $\beta$ -受体阻滞剂)

### 3 碘造影剂清晰造影

爷爷听得很认真，指着小妍手中的清单问：“那这第二种碘造影剂是？”

“这个可厉害了，葡萄牙医学家Egas Moniz Antonio凭借发明碘造影剂获得了诺贝尔医学奖(图2)”。

“我还是第一次听说获得诺贝尔奖的药物”。爷爷兴致勃勃地听着。

“造影剂密度高于或低于周围组织，在进入血管后能让血管、器官和组织不透明，形成的对比显示更加清晰的图像，医生可以通过这些影像了解血管的堵塞和血流的速度(图3)。”



图2 Egas Moniz Antonio

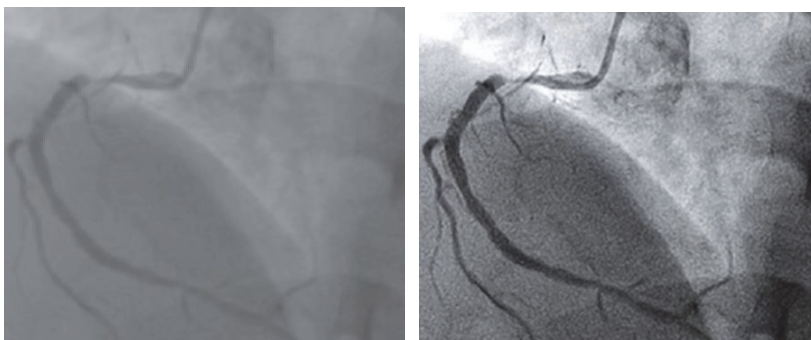


图3 未加碘造影剂(左)及加碘造影剂(右)的冠状动脉

“不透明？为什么啊？”爷爷期待地问道。

“这与造影剂的结构有关，现在常用的造影剂是三碘非离子型造影剂。”说着小妍便找出了碘造影剂结构式。

“这么复杂！”爷爷推了推老花镜，举起图片仔细看了看。

“您看，这左边的是碘海醇，右边的是碘美普尔，它们的结构就是苯的三碘化衍生物(图4)。碘不透X线，因此在做心脏CT造影时，碘在体内的不同分布会产生影像上更为强烈的明暗对比，使医生做出可靠的诊断。目前几乎所有的CT造影剂都是基于碘的，在全球范围内，每年估计有7500万次静脉注射CT造影剂<sup>[3]</sup>。”

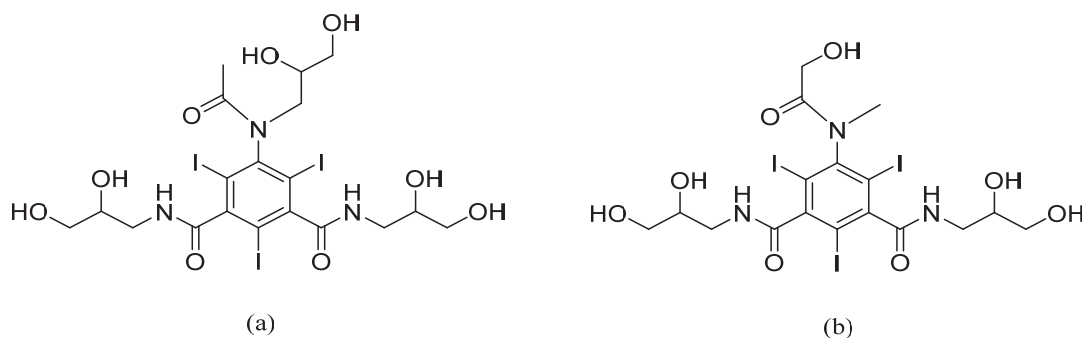


图4 碘海醇(a)和碘美普尔(b)

“造影剂要进入血液里，那它对身体有伤害吗？”爷爷问出心中的疑虑。

“造影剂确实对身体有一些影响，但是造影剂进入血液后会迅速地分布，而且不进入细胞内代谢，最后经肾小球过滤由尿液排泄。从结构上来说，这些造影剂有比较长的侧链，相对于血液来讲，是低渗透压的，不良反应较少。同时，医生对于造影剂产生的各种不良反应也有具体的应对措施<sup>[4]</sup>”。

“那我就放心了。”随着小妍的讲解，爷爷的心情越来越放松了。

小妍接着说：“注射造影剂时，由于要让造影剂快速进入人体，医生会在您右手上留一个较粗的留置针，留置针会与高压注射器相连，医生会观察留置针是否能承受注射的造影剂的压力，期间可能会感到一些不舒适。如果感到疼，您告诉护士，她会进行调整。同时，护士还要在您胸部贴上电极片，连接上心电导线，便于在整个检查过程中监控心跳的情况。”爷爷看着清单边听边点头。

#### 4 扩张药物——硝酸甘油

“硝酸甘油我认识，不是治疗心绞痛的药物吗？”爷爷纳闷地问。

“硝酸甘油的历史可悠久了，它是由创立了诺贝尔科学奖的诺贝尔发明出来的(图5)，起初是用来制炸药的物质！”小妍提高了音量，爷爷的眼睛也逐渐睁大(图6)。

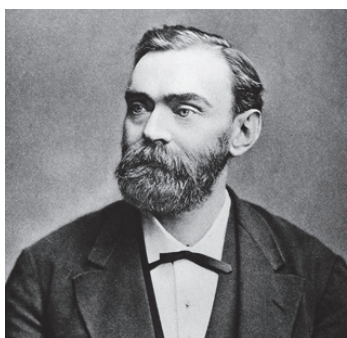


图5 阿尔弗雷德·伯纳德·诺贝尔



图6 炸药变良药

“制炸药的物质？那做心脏CT为什么会用？”爷爷满脸的困惑。

“硝酸甘油可以释放出一种叫做一氧化氮(NO)的信号分子(图7)，它会使血管平滑肌松弛，进而引起动静脉血管的扩张，减小外周阻力，从而减少回心血量，减轻心脏负荷，使血管更好地在影像上显现<sup>[5]</sup>。舌下含服硝酸甘油后可能会引起头部不适，但没有危险。随着药物的代谢，这些症状都会消失的。”小妍细致地讲解着。

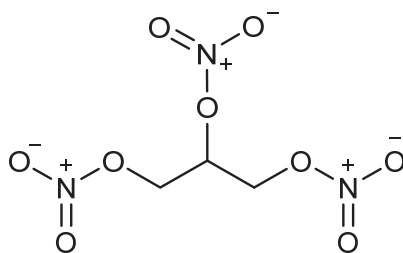


图7 硝酸甘油的结构

看出爷爷还是有些担心，小妍靠在爷爷肩膀上耐心说：“检查前的准备工作很多，但是真正的检查时间只需要5分钟左右，检查完之后，我们在留观室等待一个小时，以防造影剂对身体的迟发反应，整个过程我都会陪着您的。”

看着孙女这么孝顺，爷爷坚定地点了点头。

#### 5 爱心检查挑战成功

第二天，爷爷做好了准备，小妍和妈妈就陪着爷爷来到了医院进行心脏CT检查，按照流程检查完后，小妍扶着爷爷走出检查室，在留诊室休息，爷爷除了有一些头晕外，没有其他不适，休息了

一会儿，感觉好多了。不一会护士来拔留置针的时候说：“老人家，您刚才配合得很好！大概2小时后，就可以在CT自助取片机上取到报告了。”小妍在爷爷没注意的时候给护士竖起了大拇指，护士也给小妍回了一个微笑，这个时刻，护士对病人的“关心”和孙女对爷爷的“孝心”重叠在一起，迸发出一个大大的“爱心”，似乎也预示着爷爷的心脏CT检查一定会成功。

刚好，因为检查的前四个小时要禁食，两个小时的等待时间，他们去附近的餐厅吃了饭，回到医院，就顺利地取到了报告。心血管内科医生仔细看了报告单，告诉爷爷：“您是平时饮食过于油腻了，导致心脏供血不足，平时注意饮食上要少油少盐，多进行适合自己年龄的锻炼，比如练习八段锦，或是打打太极，按时服用对症的药物，心脏不舒服的症状慢慢就好了，两周之后再复查。”

爷爷听到这个结果，露出了轻松的笑容，将检查结果告诉家人后，大家也都放心了。

很快，复查时间到了。小妍和爷爷一起来到心血管内科办公室，医生看过复查单子说：“放心吧，报告单上显示您的身体没有问题！不过还是要注意调整饮食和作息，适量运动，保持心情愉快。”

从医院出来，小妍搀扶着爷爷，心情舒畅地向家走去。

“小妍，这段时间你让爷爷刮目相看，以前一直觉得你是在我身边的小孩，你带着爷爷检查，还让爷爷学习了心脏CT的知识，也是独当一面的大人了。”爷爷对着小妍竖起了大拇指。

推开家门，听到开门声，家人们都拥了过来，脸上洋溢着笑容一起喊道：“恭喜爷爷挑战成功！”

这就是一家人，每个人在社会中都有不同的角色，但在家里，就是亲人，亲人的爱心交汇在一起，心心相印，就是战胜病魔与痛苦的保障！

#### 参 考 文 献

- [1] Currie, G. M. *J. Nucl. Med. Technol.* **2019**, *47* (3), 189.
- [2] Kumara, A.; Joshia, A.; Starling, S. K. *J. Chem. Pharm. Res.* **2011**, *3* (1), 32.
- [3] 高阿玫. *疾病监测与控制*, **2023**, *17* (4), 327.
- [4] 李杰. *西藏医药*, **2023**, *44* (1), 39.
- [5] Chen, Z.; Zhang, J.; Jonathan S. Stamler, J. S. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **2002**, *99* (12), 8306.