DOI:10.16016/j.1000-5404.1989.03.002



# 人冠状动脉显微结构成份的定量分析*

姜宗来 何光篪（解剖学教研室）

**提 要** 本文采用7例成人的左冠状动脉前室间支、旋支、右冠状动脉以及胸廓内动脉和大隐静脉，制备组织切片，用不同的染色方法分别显示血管的平滑肌、胶原纤维和弹性纤维。用显微分光光度计扫描测定各血管上述3种成份的相对含量。结果表明，人左、右冠状动脉上述3种成份的含量均彼此无显著差异（$P>0.05$）；而胸廓内动脉的弹性纤维含量高于冠状动脉和大隐静脉（$P<0.01$），其胶原纤维与弹性纤维含量之比（C/E值）却低于冠状动脉和大隐静脉（$P<0.01$）。冠状动脉的C/E值较高与其传输血液的功能相适应。

**关键词** 动脉；胶原；弹性组织；平滑肌；冠状动脉分流术；生物力学；组织化学

血管壁3种显微结构成份——平滑肌、胶原纤维和弹性纤维的含量及空间构型是决定血管机能和生物力学性质的重要因素。冠状动脉显微结构成份的定量分析，对冠状动脉的机能和生物力学研究很有意义。国内尚未见有这方面的报道。国外也仅有个别关于狗左冠状动脉前室间支及旋支的胶原和弹性蛋白含量生化分析的报道[1][2]，人的资料尚未见到。

本文应用MPV－Ⅱ型显微分光光度计，在组织切片上直接扫描测定人左冠状动脉前室间支、旋支及右冠状动脉平滑肌、胶原纤维及弹性纤维的含量；同时对冠状动脉旁路移植常选用的胸廓内动脉和大隐静脉的上述3种成份的含量进行测定，为进一步研究冠状动脉的生物力学特性奠定基础，也为冠状循环的基础及临床研究提供定量资料。

## 材料和方法

7例男性尸体，年龄18～25岁，非心脏病死亡，死后2～12h内采取左冠状动脉前室间支与旋支以及右冠状动脉的近侧段，胸廓内动脉的中段，大隐静脉的近侧段。标本例数见附表。

血管标本用10%中性Formalin固定，常规制备石蜡切片，切片为厚5μm的血管横切面。各血管均以不定的间隔取连续的3个横切面，分别裱于3张玻片，每张玻片至少有5个取自不同间隔的血管断面。切片分别用Weigert's法、Von Gieson's法和Neubert's法染色，以显示弹性纤维、胶原纤维和平滑肌，每一张切片用一种染色方法，显示一种结构成份。每一种染色的所有切片均是一批染成。不同血管的平滑肌、胶原纤维和弹性纤维的显示见图1至图9。

本文应用MPV－Ⅱ型显微分光光度计（西德Leitz公司产品），分别对上述3种染色的切片进行扫描测量，确定不同血管平滑肌、胶原纤维和弹性纤维的相对含量。

*测量原理* 根据Lambert-beer定律，当一束平行单色光，通过厚度一定的均匀吸收物质时，物质的吸光度在入射光波长、物质种类及温度确定的条件下与物质的含量成正比，即物质吸光度的大小代表了物质的含量[3]。本文根据血管平滑肌、胶原纤维和弹性纤维在组织切片上不同的显色，，确定它们各自的入射波长。这样，在切片厚度一定的条件下，血管平滑肌、胶原纤维和弹性纤维各自的吸光度，分别代表其相对含量。

*测量条件和方法* 显微镜放大倍数6.3×10；主机照明电流5A，光电倍增管工作电压800V；扫描光栅0.05mm，取样步宽4×4；测量阈值上限25、下限20；入射单色光波长：平滑肌546nm，胶原纤维557nm，弹性纤维574nm。采用镜扫描方式，每一血管断面扫描6个区域，其范围为170×5。各血管测量条件、方法相同。测量结果由显微分光光度计的控制计算机（PDP－03型）自动记录和储存，并作均数、标准差等一系列统计计算后，经方差分析，对各组均数进行两两比较，结果打印输出。

## 结果和讨论

本文用总平均吸光度（即单位面积吸光度）作为血管平滑肌、胶原纤维和弹性纤维

*国家自然科学基金资助项目

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

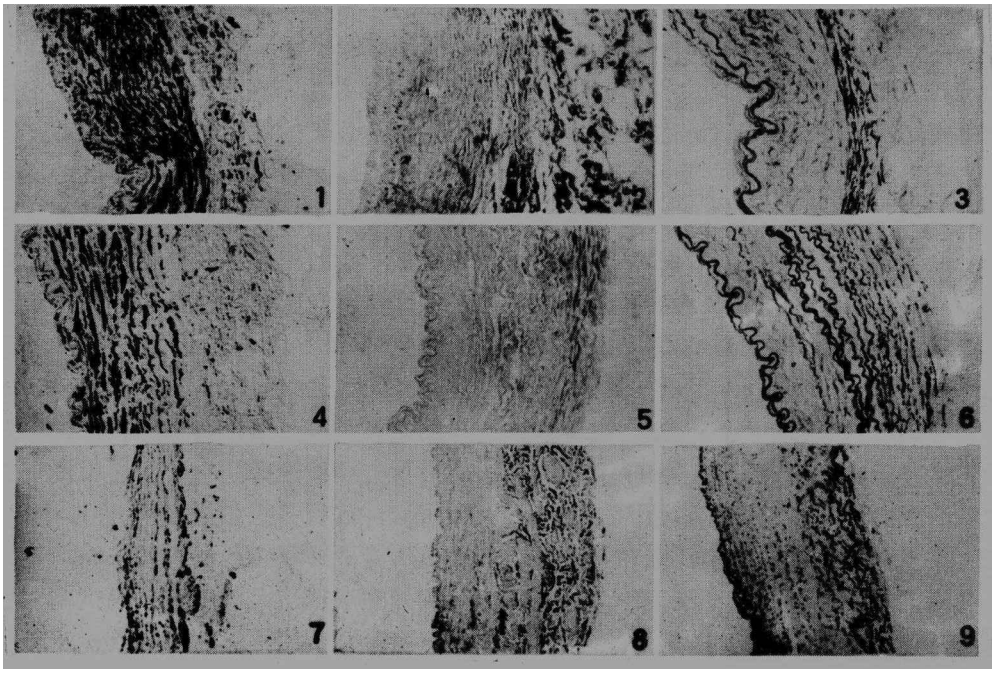


**图 版 说 明**

Neubert's法染色示平滑肌，Von Gieson's法染色示胶原纤维，Weigert's法染色示弹性纤维：

图 1 、图 2 和图 3 分别示右冠状动脉的平滑肌、胶原纤维和弹性纤维。×60

图 4 、图 5 和图 6 分别示胸廓内动脉的平滑肌、胶原纤维和弹性纤维。×60

图 7 、图 8 和图 9 分别示大隐静脉的平滑肌、胶原纤维和弹性纤维。×45

附表 人血管壁显微结构成份的含量（总平均吸光度）

| | 例数 | 平滑肌 | | 胶原纤维(C) | | 弹性纤维(E) | | C/E | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 |
| 前室间支(AIB) | 5 | 1.0680 | 0.0363 | 1.1220 | 0.0944 | 0.9840 | 0.0541 | 1.1420 | 0.1040 |
| 旋支(CB) | 5 | 1.0580 | 0.0383 | 1.1200 | 0.1300 | 0.9780 | 0.0277 | 1.1434 | 0.1079 |
| 右冠状动脉(RCA) | 5 | 1.0460 | 0.0555 | 1.1100 | 0.1044 | 0.9600 | 0.0122 | 1.1567 | 0.1132 |
| 胸廓内动脉(ITA) | 6 | 1.0916 | 0.0895 | 1.0867 | 0.1353 | 1.2017* | 0.1061 | 0.9040* | 0.0727 |
| 大隐静脉(ITA) | 7 | 1.0886 | 0.0318 | 1.1057 | 0.0391 | 0.9857 | 0.0257 | 1.1227 | 0.0568 |

注：*ITA 的弹性纤维及C／E与其他血管比较，$P<0.01$。

的相对含量指标。附表列出了人冠状动脉、胸廓内动脉和大隐静脉显微结构成份的相对含量。经F检验及Newman－keuls检验，结果表明，人左冠状动脉前室间支、旋支和右冠状动脉的平滑肌、胶原纤维和弹性纤维的含量，彼此均无显著差异（$P>0.05$）。冠状动脉、胸廓内动脉及大隐静脉的平滑肌和胶原纤维含量均无显著差异（$P>0.05$）。胸廓内动脉的弹性纤维含量高于冠状动脉和大隐静脉（$P<0.01$），而其胶原纤维与弹性纤维含量之比（C/E值）却低于冠状动脉和大隐脉静（$P<0.01$）。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

许多研究者指出，弹性纤维具有较低的弹性模量，抗拉强度小。胶原纤维的弹性模量和抗拉强度均比弹性纤维大得多。弹性纤维很柔顺，可以伸长为原来长度的两倍，而其最终断裂的应力值却只有胶原纤维的1%左右。平滑肌的弹性模量与弹性纤维相似，它的精确值取决于其生理活性[4][5]，Meyer等认为，血管弹性纤维的主要功能是不消耗生化能量，而产生弹性张力来承受血压的扩张力。胶原纤维在正常血压下是松弛的，呈松散排列的网。当血管进一步扩张时，它将承受这种扩张并防止血管过度扩张。平滑肌则产生主动的张力和附加的弹性张力[6]。血管在低应力水平时，主要由弹性纤维和平滑肌承载；高应力水平时，胶原纤维拉伸而起主要作用[7]。Fischer和Liaurado认为，狗左冠状动脉前室间支的C/E值最高，颈动脉和肾动脉次之，主动脉最低[1]。Cox也认为，狗左冠状动脉旋支的C/E值高于颈动脉、肾动脉以及肠系膜动脉[2]。由于研究方法的不同，本文结果在数值上不能直接与上述作者的结果比较，但趋势是相同的，即人冠状动脉以及大隐静脉的C/E值均高于胸廓内动脉。本文认为，冠状动脉和大隐静脉除受血压的作用外，前者还受心肌的压挤，后者受到一定的肌肉压挤影响，它们所承载的应力较大；而胸廓内动脉位于胸骨两侧，却无强力肌肉压挤的影响。冠状动脉的C/E值较高，有相对较多的胶原含量，能使冠状动脉承载较高的应力，有较大的扩张储备能力，又可以限制血管过度扩张，以维特血流量的相对稳定，这与它传输血液的功能是相适应的。冠状血流的调节机制复杂，影响因素众多[8]，然而，冠状动脉显微结构成份的含量特征可能也应该考虑成为其众多的因素之一。

血管壁主要结构成份含量的分析，以往采用的方法大多数是生化提取法。以血管壁所含羟脯氨酸的量，推算血管壁胶原及弹性蛋白的含量[1][2][4]。该方法比较繁琐，且不能确定血管平滑肌的含量。Levicky和Dolezel用点计数法，在组织切片上测定狗主动脉及其主要分支的弹性组织和平滑肌的含量[9]。Moritake等用显微光度计（Microphotometer）技术，研究人脑动脉显微结构成份的含量。他们先将不同染色的组织切片拍摄成负片，用光度计扫描负片，在记录纸上手工测量结果[10]。本文所用的MPV－Ⅲ型显微分光光度计（Microspectrophotometer）可发生各种波长的平行单色光，供不同的物质进行特异地选择。它可在显微镜下直接对组织切片进行多点扫描，省去许多中间环节。该机用微型计算机控制，结果自动记录、储存和处理后输出，具有测量精度高、性能稳定、自动化程度高等特点。

（本校中心实验室李才安讲师、傅晓岚实验员在实验中给予大力协助，谨此致谢！）

## 参考文献


1. Fischer GM, Liaurado JG. Collagen and elastin content in canine arteries selected from functionally different vascular beds. Circ Res 1966;19:398
2. Cox RH. Passive mechanics and connective tissue composition of canine arteries. Am J Physiol 1978;234:H533
3. 清华大学分析化学教研室。现代仪器分析。上册，北京：清华大学出版社，1983；115～118
4. McDonald DA. Blood flow in arteries. 2nd ed. London: Edward Arnold 1974
5. Caro CG, et al. The mechanics of the circulation. Oxford: Oxford University Press 1979
6. Meyer WW, et al. Functional morphology of human arteries during fetal and postnatal development. In: Structure and function of the circulation. Ed. by CJ


?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Schwartz, et al., New York: Plenum Press 1980:95～380
7. Fung YC. Biomechanics: mechanical properties of living tissues. New York: Springer-Verlag 1981
8. Marcus ML. The coronary circulation in health and disease. New York: McGraw-Hill Book Co. 1983
9. Levicky V, Dolezel S. Elastic tissue and smooth muscle volume in elastic and muscular type arteries in the dog. Physiol Bohemoslov 1980; 29: 351
10 Moritake K, et al. Quantitative analysis of microstructural components of human cerebral arteries. Neurol Res 1981;3:67
（收稿：1989.1.8；修回：1989.4.10）

# Quantitative Analysis of Microstructural Components in Human Coronary Arteries

Jiang Zonglai and He Guangchi (Department of Anatomy, Third Military Medical College)

The anterior interventricular and the circumflex branches of the left coronary artery, right coronary artery, the internal thoracic artery (ITA) and the great saphenous vein are excised from 7 human adults. The paraffin slices prepared are stained with different methods in order to reveal elastin, collagen and smooth muscle within the vascular wall respectively. They are scanned with a microspectrophotometer and the relative contents of the 3 tissue components are measured. The results show: no statistical significant difference is found between the right and left coronary arteries ($P>0.05$). ITA contains elastin a relatively higher than the other two ($P<0.01$). The coronary arteries present the higher ratio of collagen/elastin ($P<0.01$), by which the coronary arteries may by made suitable for the functional needs of the heart.

**Key words:** Arteries/AH; Collagen; Plastic tissus; Muscle, Smooth; Aortocoronary bypass; Biomechanics; Histocytochemistry

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net