

免疫系统

Immune System

四川大学组织学与胚胎学教研室



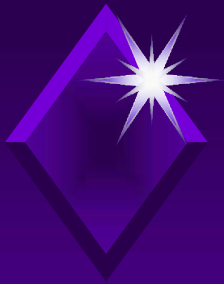
一、概况

(一) 功能:

免疫防御 - 识别外来抗原 (病原微生物、
异体细胞、异体大分子等)

免疫监视 - 识别、清除体内变异的细胞
(肿瘤、病毒感染细胞)

免疫稳定 - 识别、清除衰老、死亡细胞



(二) 组成:

淋巴器官

分布于结缔组织中的淋巴组织

血液中的淋巴细胞



1. 淋巴器官 lymphoid organs, LO

- 中枢淋巴器官 central LO:

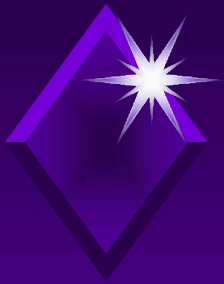




- **周围淋巴器官 peripheral LO:**

淋巴结、脾、扁桃体

受抗原刺激增殖，参加免疫反应。



2. 结缔组织中的淋巴组织 lymphoid tissue

消化管道和呼吸道粘膜中丰富，
参加免疫反应。



3. 血液和淋巴中的* T & B – 淋巴细胞

- 可移动的成分

- * 巨噬细胞

- * 抗原呈递细胞



人体的三道防线:

- 消化、呼吸管道粘膜中的淋巴组织
- 淋巴结 - 位于淋巴管途中 - “滤器”
- 脾 - 血循环途中



二、免疫细胞

1. 淋巴细胞 Lymphocytes

(1) T-lymphocyte - 来自于胸腺

亚型:

- 细胞毒性T cytotoxic T cell, Tc
- 辅助T helper T cell, Th
- 抑制T suppressor T cell, Ts



细胞免疫反应 cellular IR:

T- cells 攻击抗原，如：病毒、移植物、
肿瘤细胞

通过两个途径：

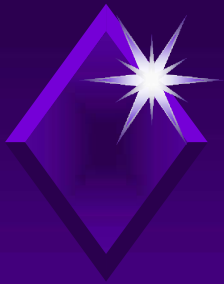
- * 释放细胞毒性物质，如穿孔素 (perforins)
- * 分泌颗粒酶 (granzyme)，诱发靶细胞
凋亡



(2) B-lymphocyte - 来自骨髓

体液免疫反应 humoral IR

**B-淋巴细胞的效应细胞是浆细胞，分泌
抗体与相应抗原结合，从而清除抗原。**



(3) NK 细胞 (Nature killer cells)

可直接杀伤病毒感染细胞和肿瘤细胞，
不需要抗原呈递细胞的帮助。

2. 抗原呈递细胞 Antigen presenting cell

- * 起源于骨髓

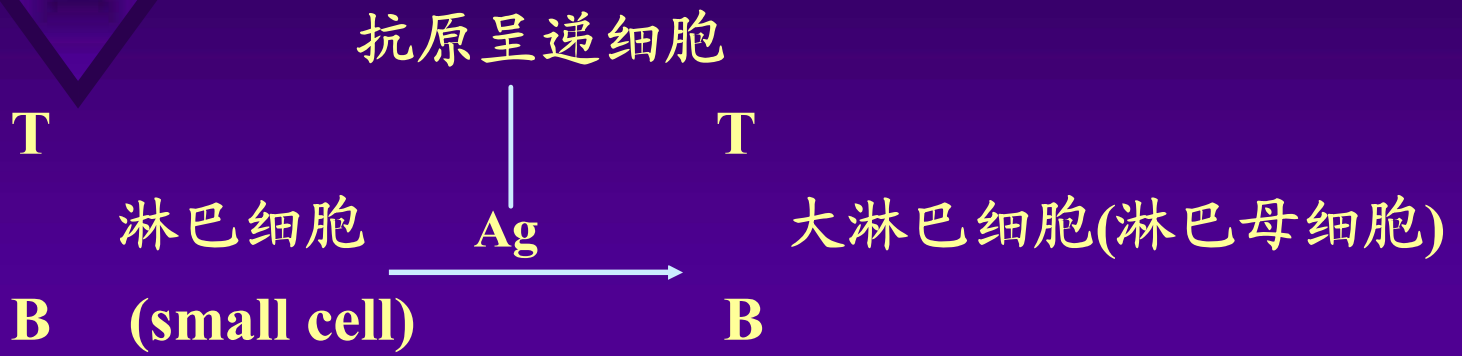
- * 捕捉、处理抗原后，再交给T淋巴细胞

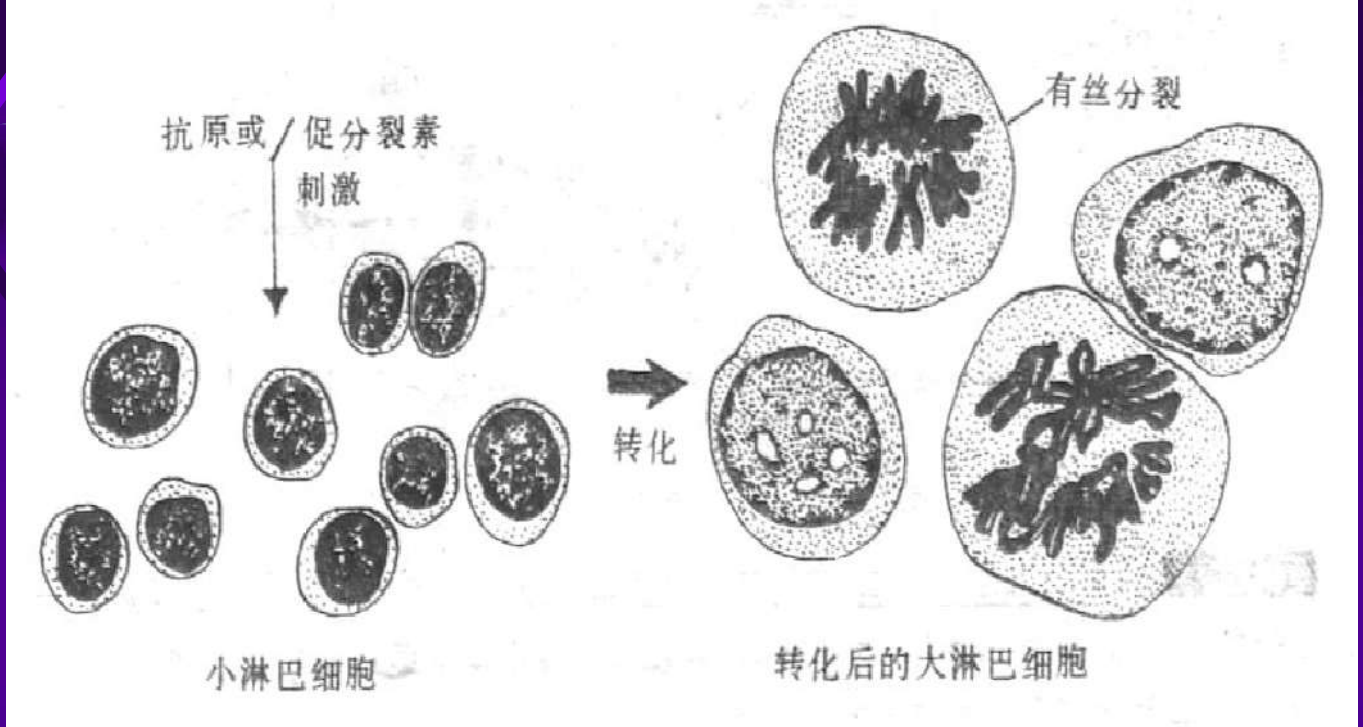
(只能识别小分子肽)

- * 细胞类型:

巨噬细胞、交错突细胞（淋巴器官、组织中）、滤泡树突状细胞（淋巴小结）、郎格罕细胞（表皮）、微皱褶细胞（小肠）

3. 淋巴细胞识别抗原后的变化





lymphoblast: *大,核淡染;*丰富的嗜碱性胞质
淋巴细胞转化 transformation



4. 记忆细胞 memory cells (T&B):

静息状态 - 再次遇到同样抗原 - 迅速转化
增殖 - 形成大量效应细胞 - 免疫反应更强大 - 保持免疫力



三、淋巴组织 Lymphoid tissue

1. 结构

- * 网状细胞和网状纤维形成网状支架
- * 网孔中充满大量细胞

T & B lymphocytes

plasma cells

macrophages

antigen presenting cells

2. 功能： 参加免疫反应

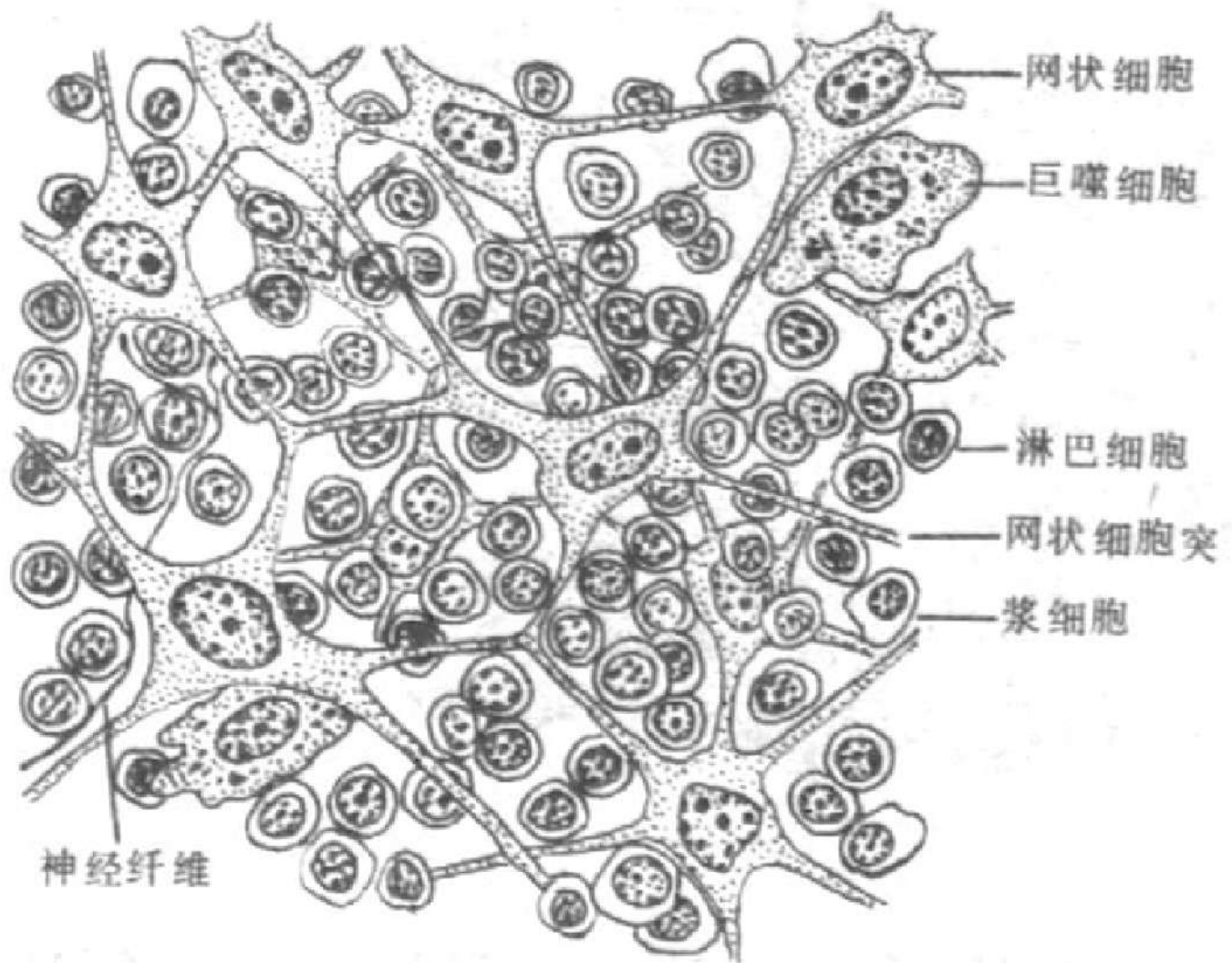


图 9-5 淋巴组织模式图



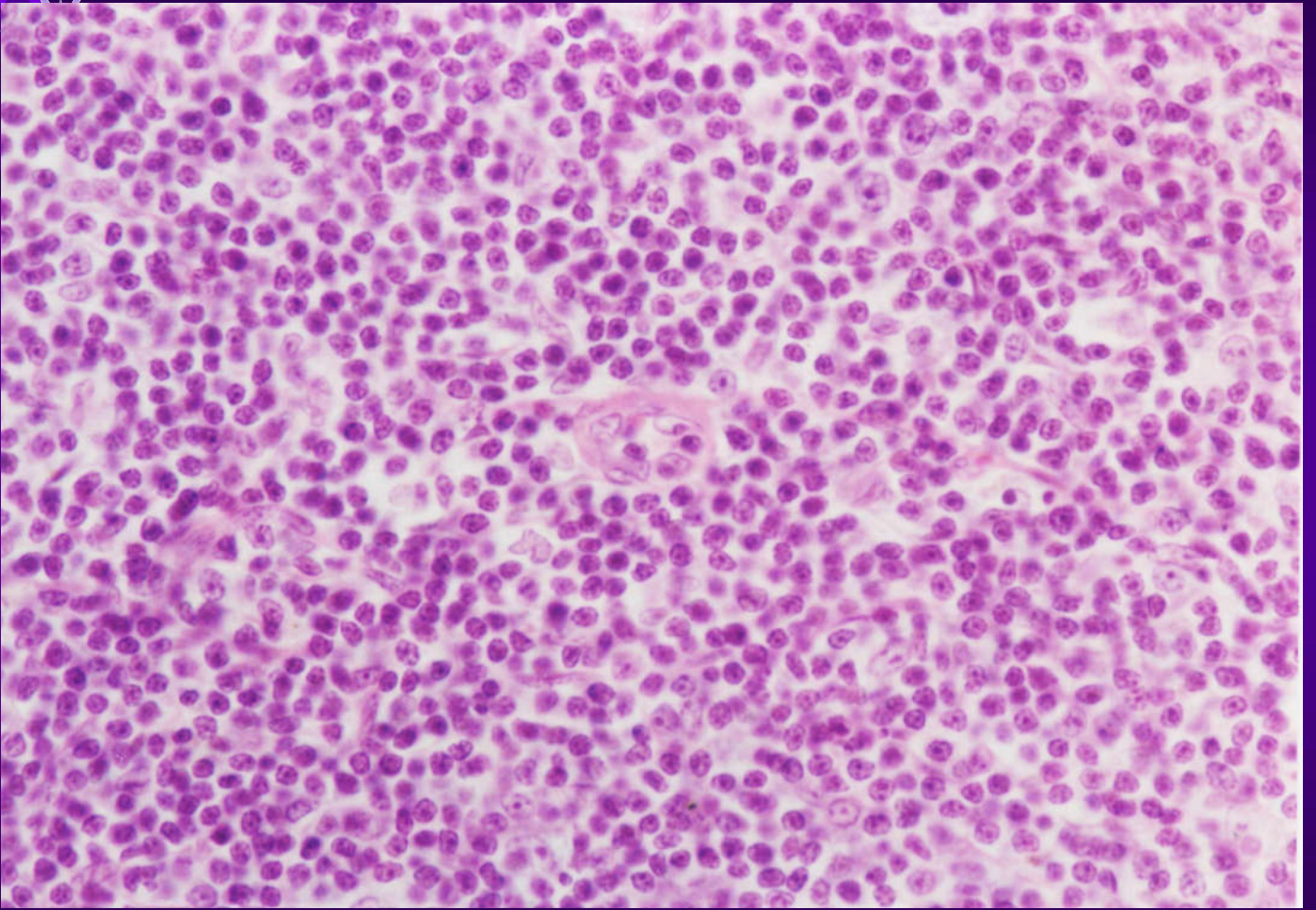
3. 类型

弥散淋巴组织

淋巴小结

(1) 弥散淋巴组织 **diffuse lymphoid tissue**

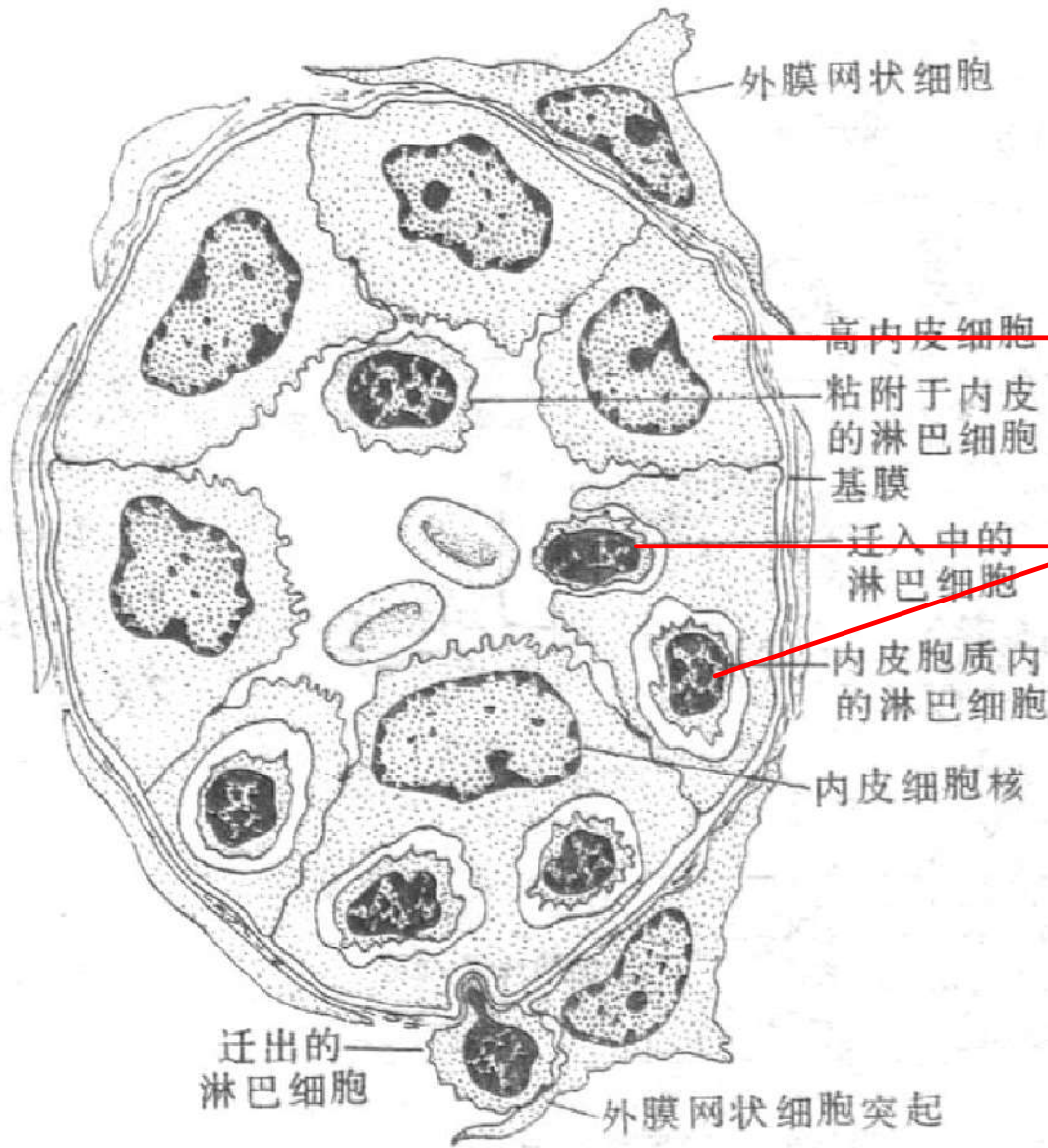
- * 不规则，无明显界限
- * 淋巴细胞排列疏松
- * 不同部位淋巴细胞类型不同





毛细血管后微静脉 postcapillary venule:

*高内皮 *与淋巴细胞再循环有关



内皮细胞

淋巴细胞

毛细血管
后微静脉



(2) 淋巴小结 lymphoid nodule

球形、卵圆形小体

以B-cells为主

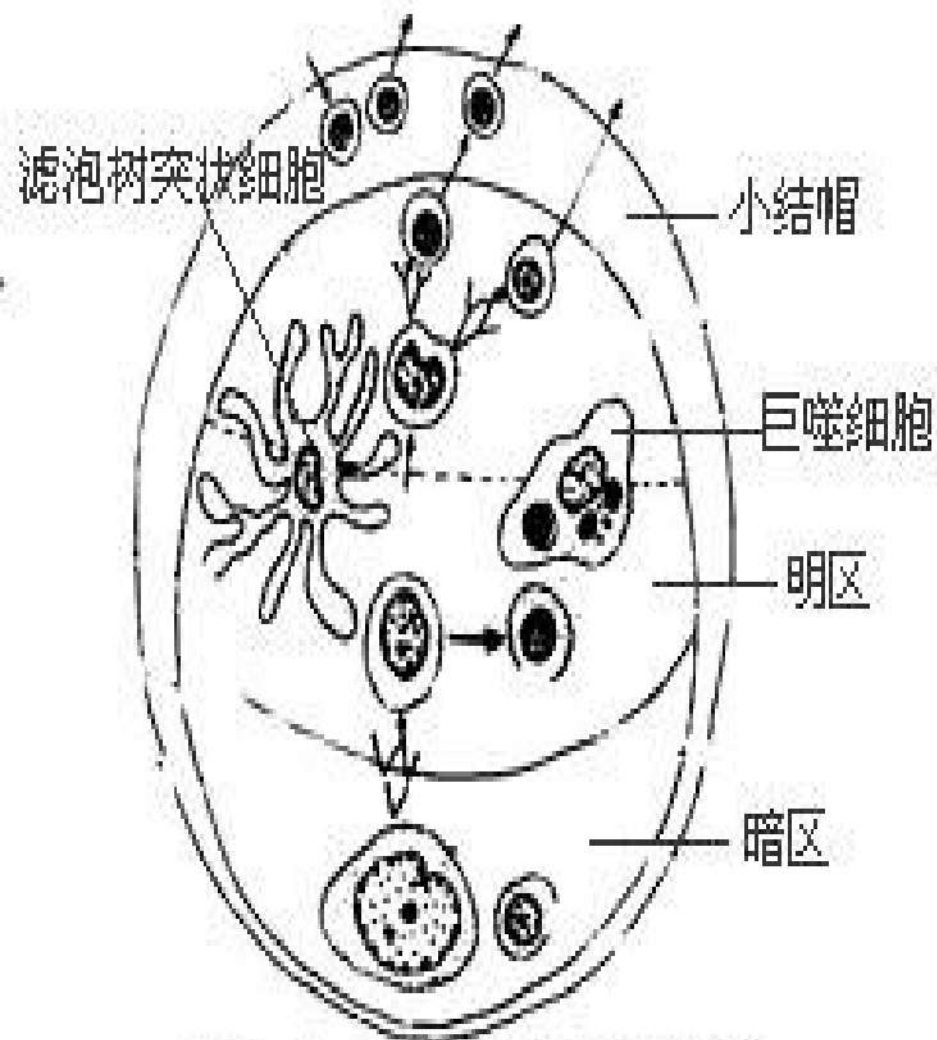


图10-2 淋巴小结结构示意图

← 帽 cap

★ 明区

★ 暗区

★
+
★ 生发中心
germinal
center

次级淋巴小结



典型的淋巴小结

- **germinal center (生发中心):**

- **dark zone: 大淋巴细胞**

- **light zone: 中等大小的淋巴细胞**

- **cap (小结帽):**

- **小淋巴细胞: * 浆细胞前体细胞**

- *** memory B lymphocytes**

- *** 是一个可变的结构 (无菌室中)**



四、淋巴器官 lymphoid organs

淋巴结

脾

扁桃体

胸腺

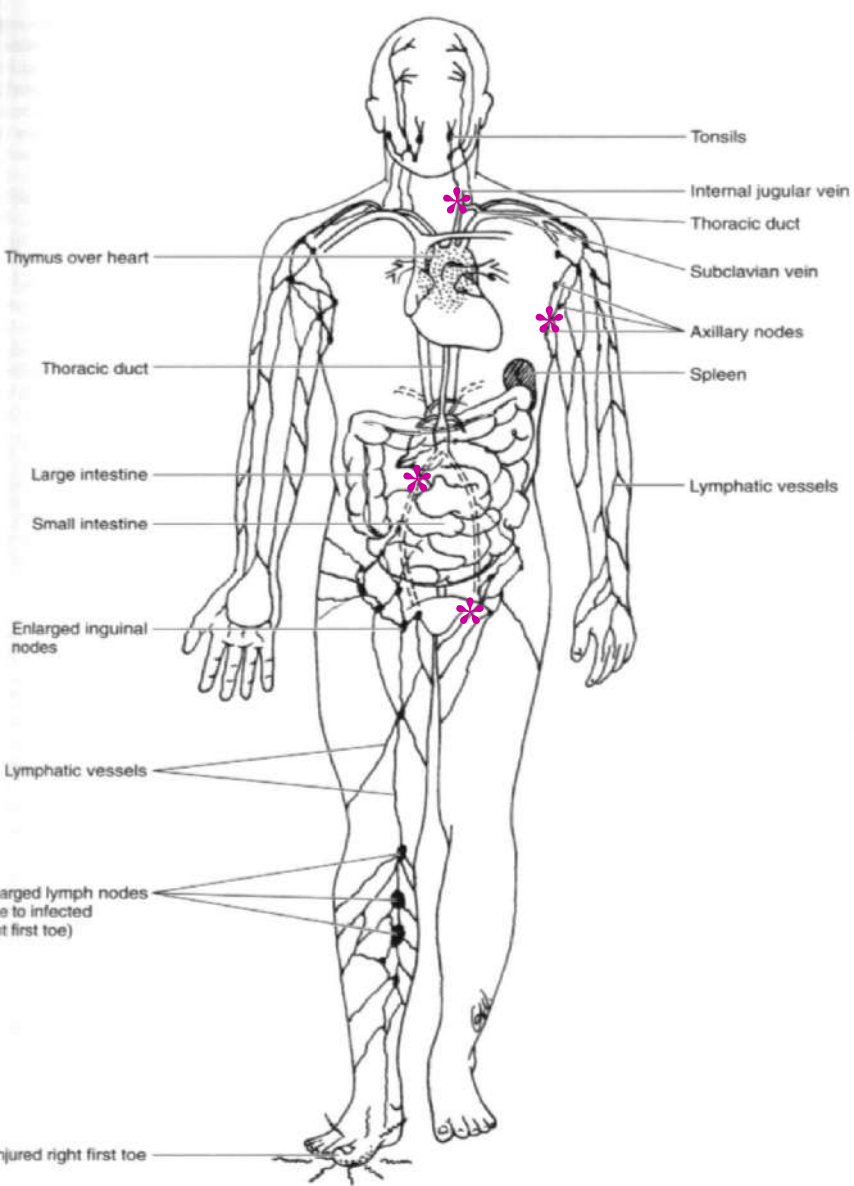


(一) 淋巴结 lymph node

1. 分布

沿着淋巴管分布，以颈部、腋下、肠系膜、腹股沟和脊柱前区为多

- 过滤器



* 颈部

* 腋下

* 腹股沟

* 肠系膜

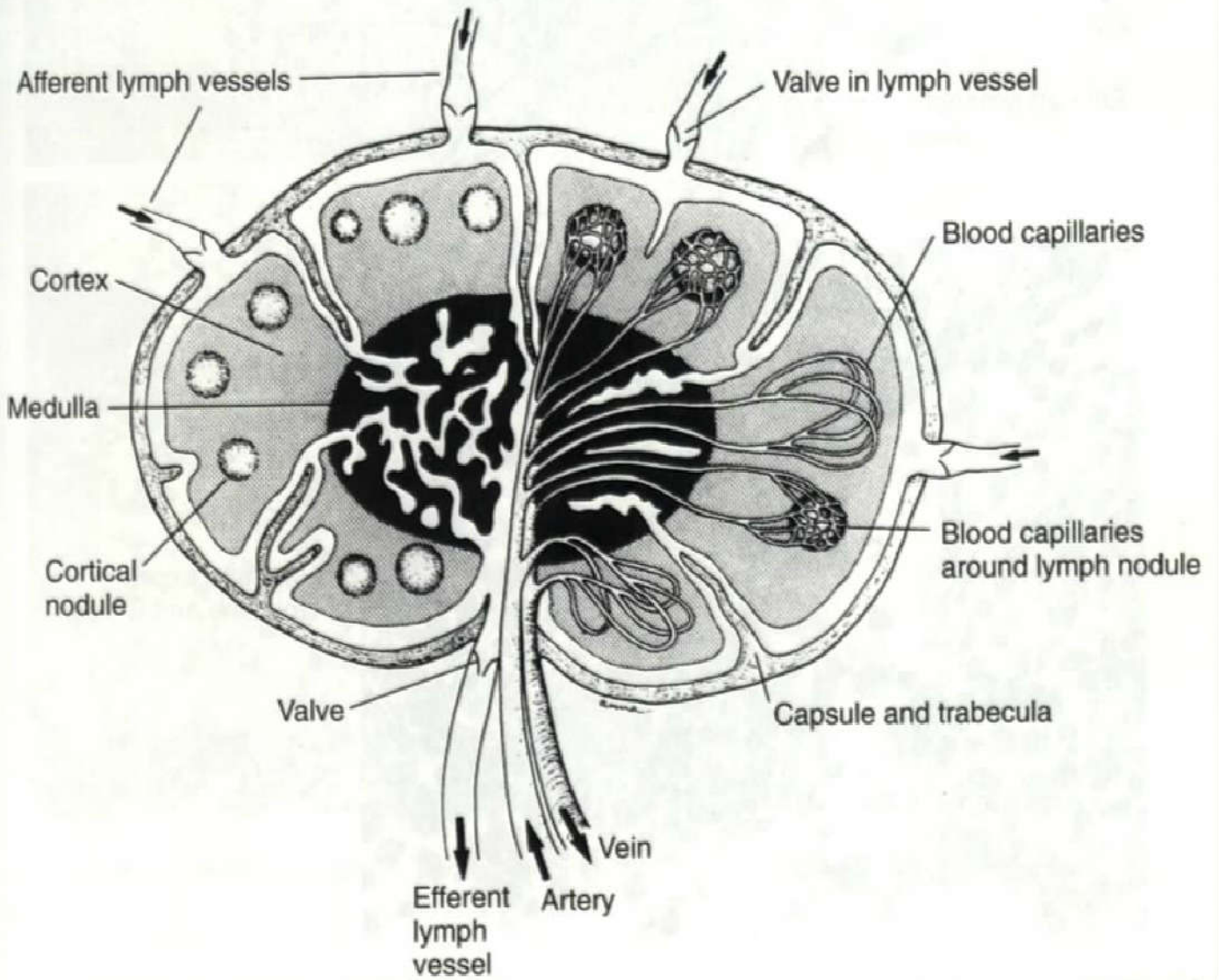
* 脊柱前区

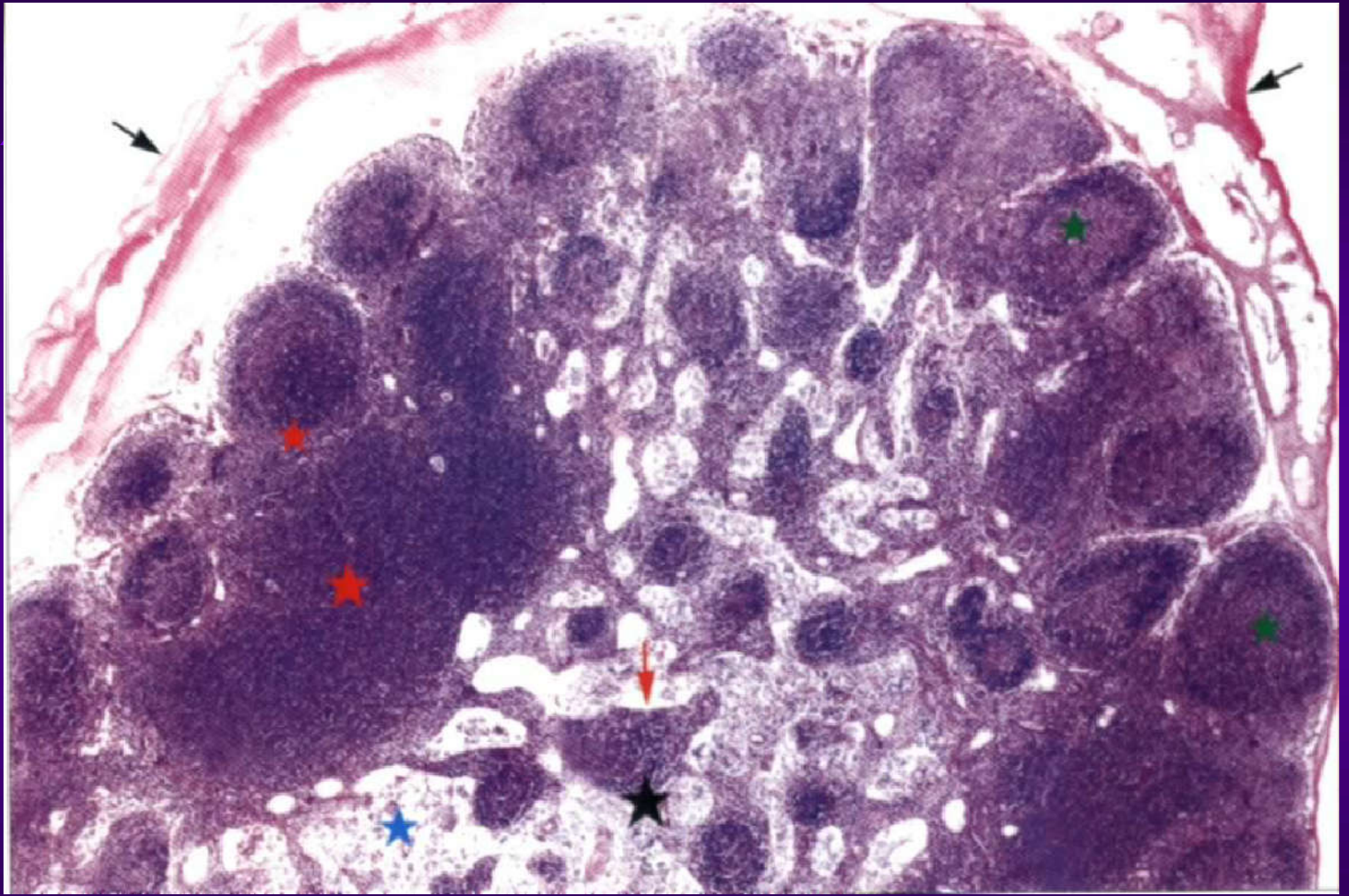


2. 结构

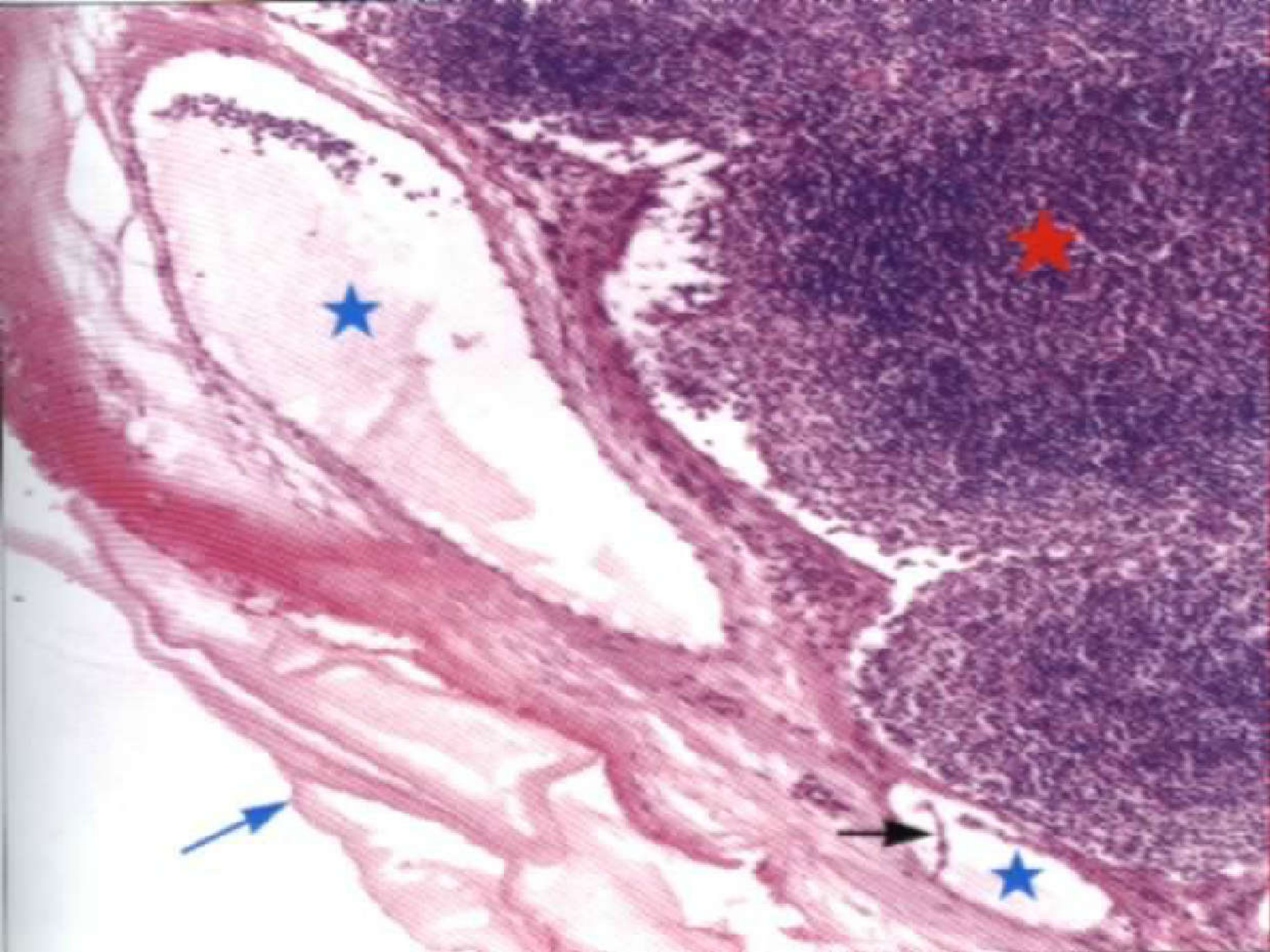
- 肾形，豆形
- 致密结缔组织被膜，伸入实质形成小梁，成为支架结构。
- 输入（凸面）和输出淋巴管（门部）
- 实质：淋巴组织分成皮质和髓质两部分

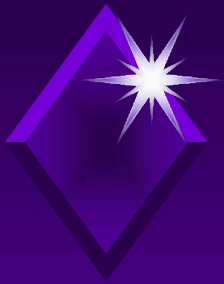
Lymph node





lymph node



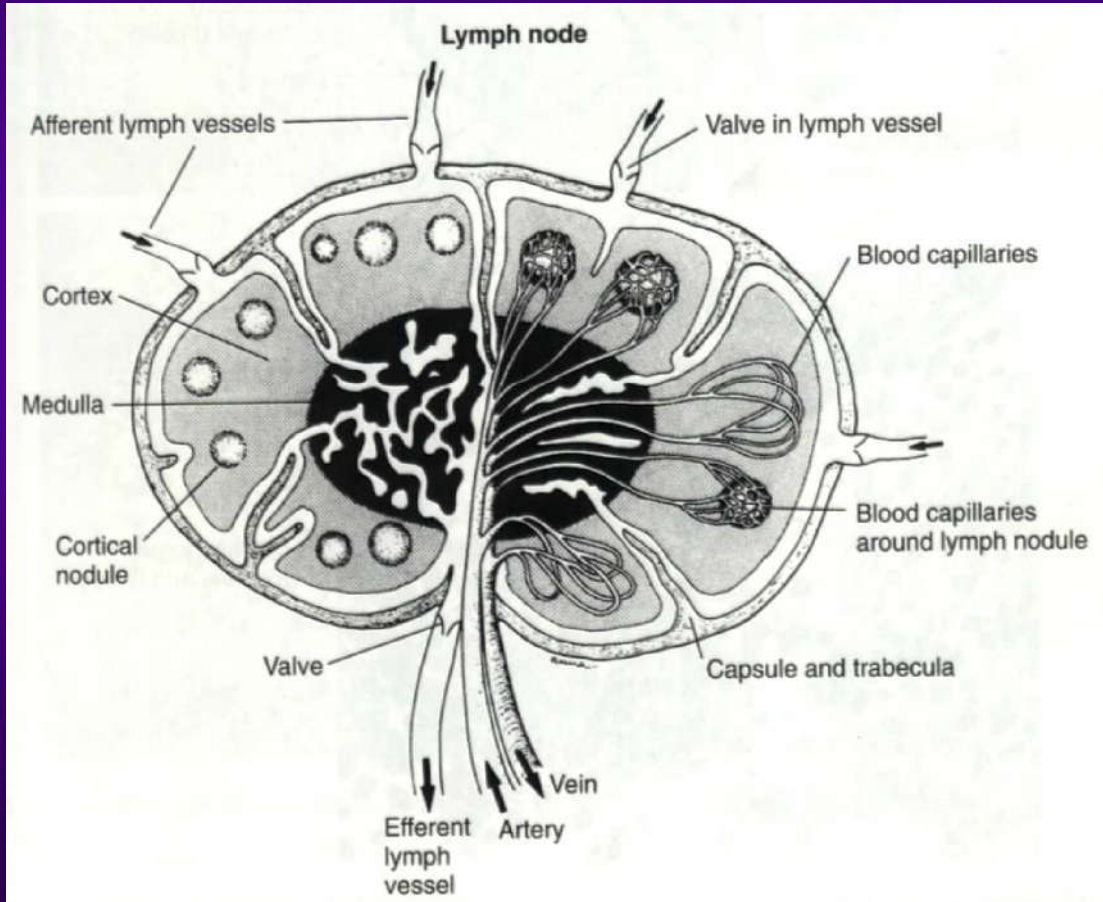


(1) 皮质

- 皮质淋巴窦
- 淋巴小结
- 副皮质区



■ 皮质淋巴窦 (Cortical lymph sinus)
被膜下窦 (Subcapsular sinus)
小梁周窦 (Trabecular sinus)



内皮

星形内皮细胞

充满淋巴，有
大量巨噬细胞
- 过滤

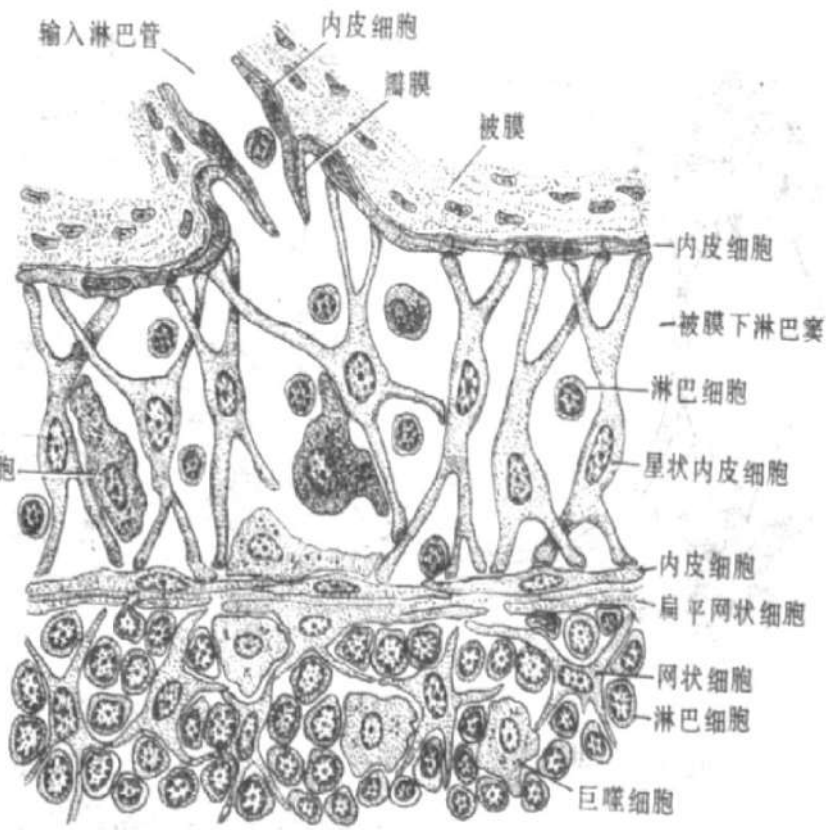


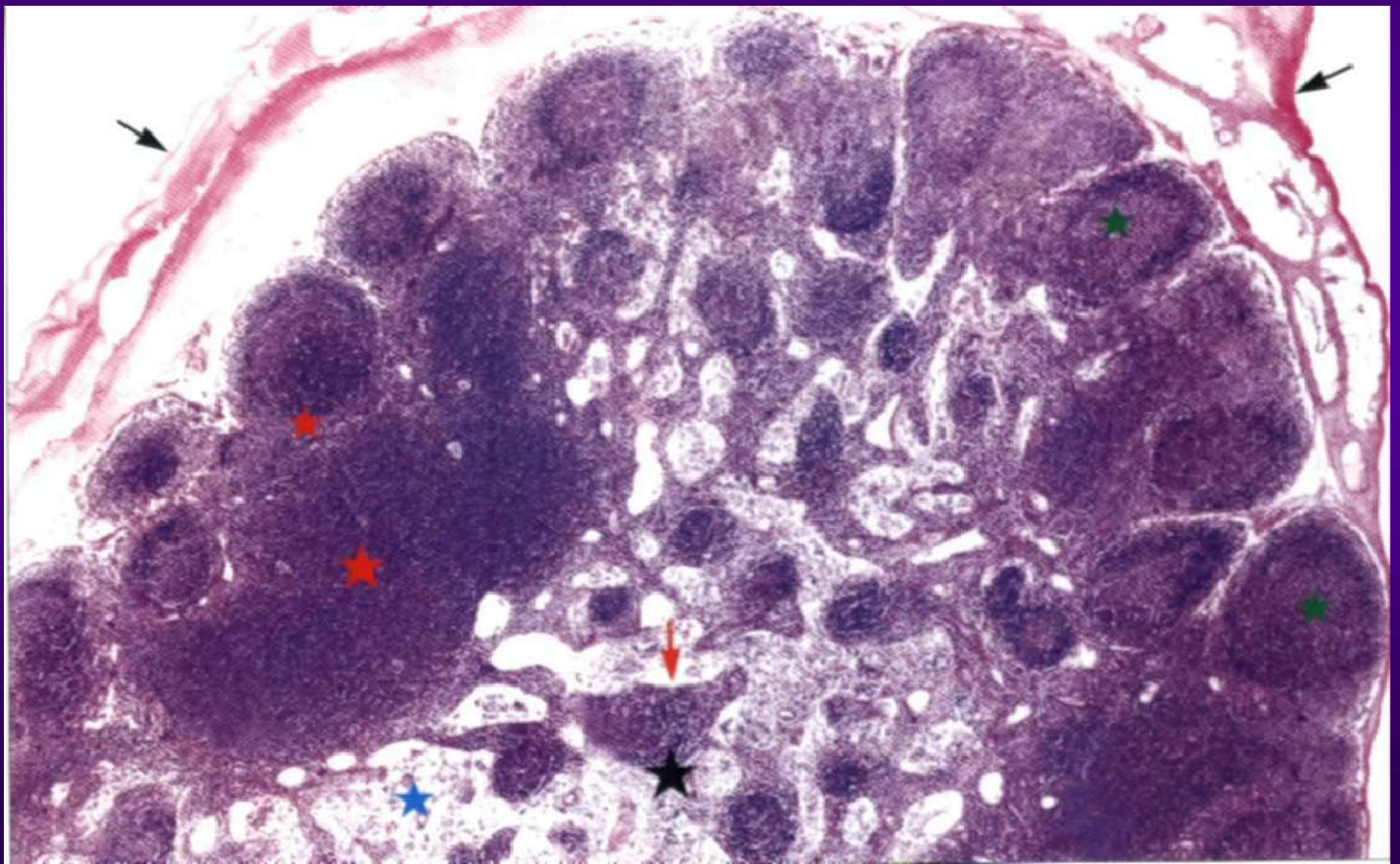
图 9-15 被膜下淋巴窦结构模式图

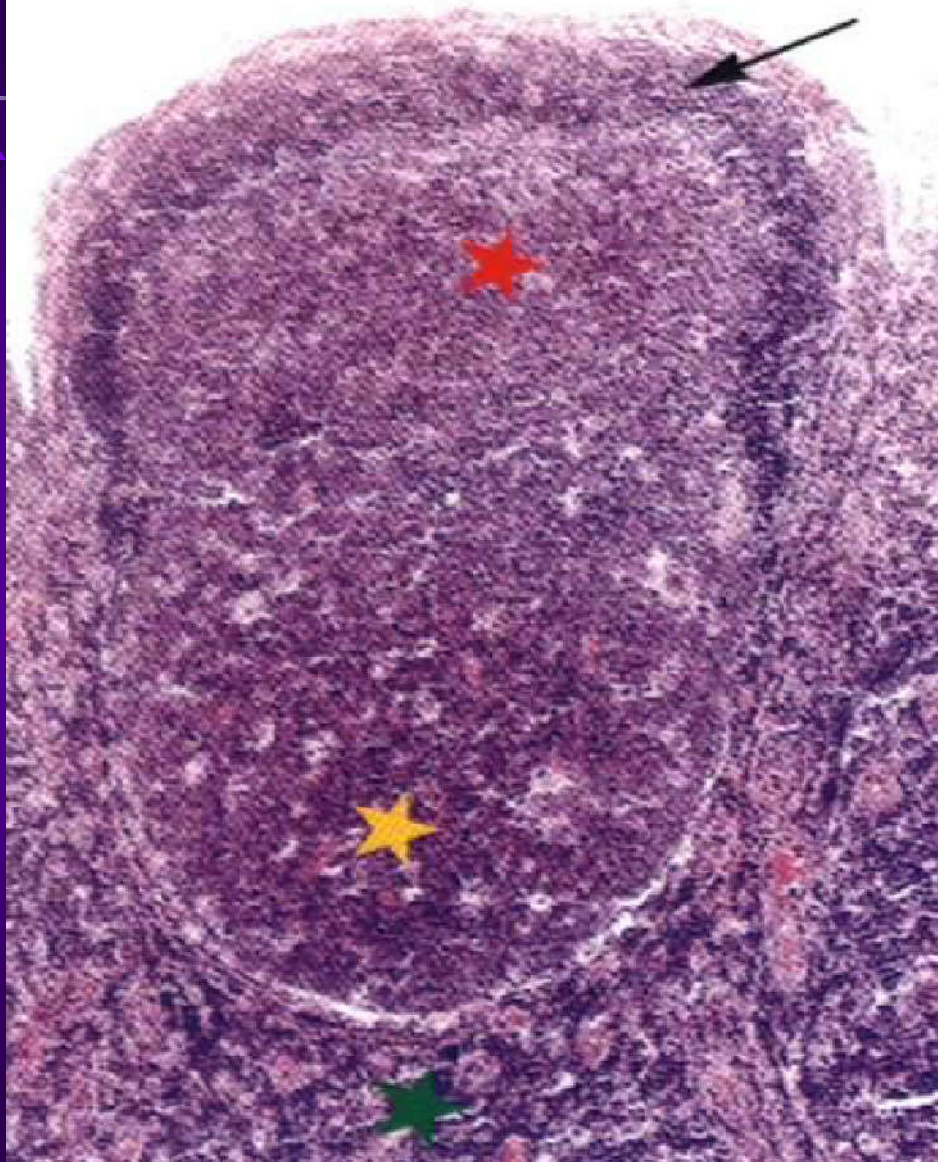
被膜下窦

■ 淋巴小结 lymphoid nodule

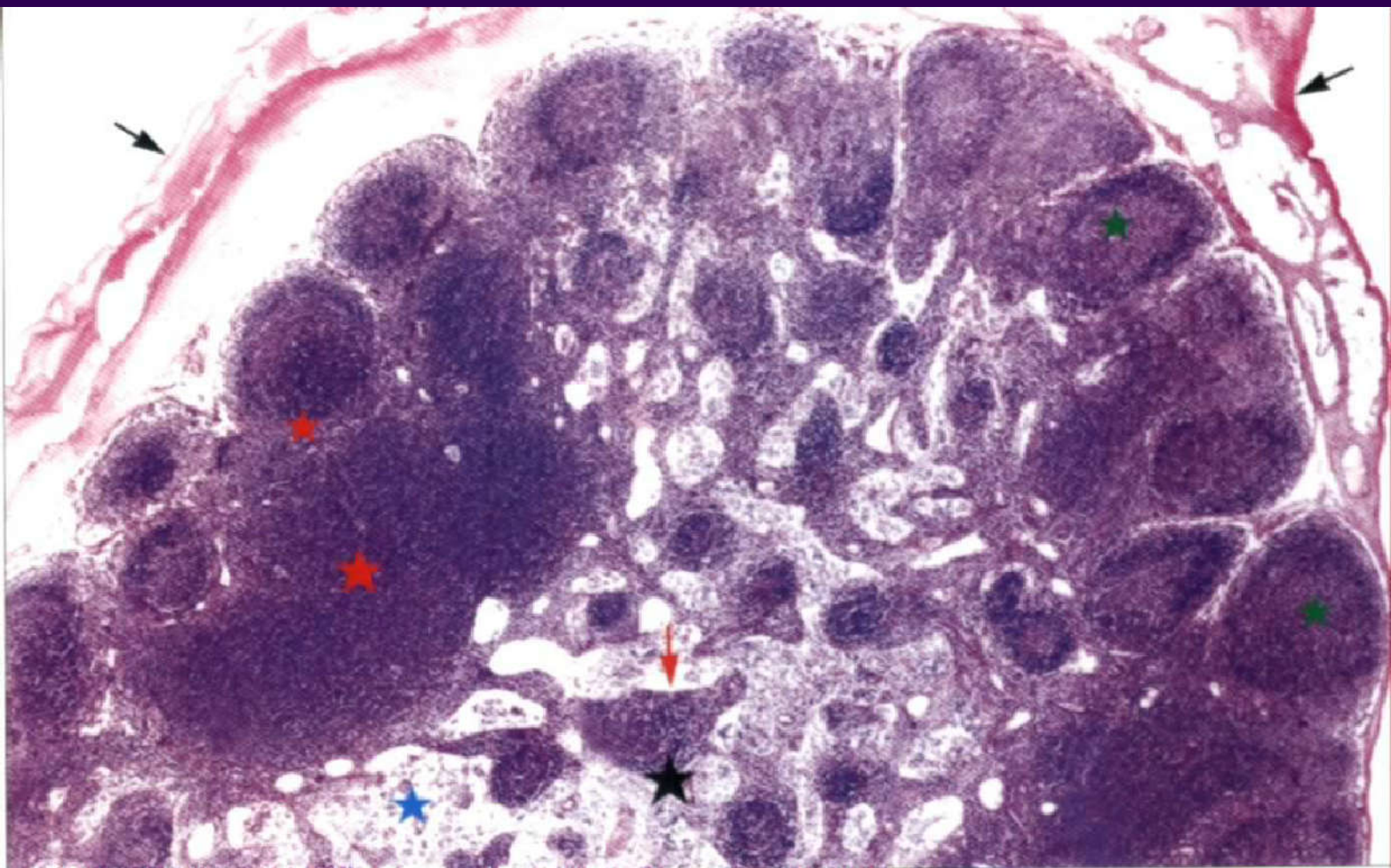
浅层皮质

B-淋巴细胞





淋巴小结





- **副皮质区 paracortical zone**

- * 弥散淋巴组织，以T-淋巴细胞为主 -

- 胸腺依赖区

- * 毛细血管后微静脉 **postcapillary venule**

- 与淋巴细胞再循环有关



■ 淋巴细胞再循环

recirculation of lymphocytes

淋巴细胞 $\xrightarrow{\text{胸导管}}$ 血液 \longrightarrow 毛细血管后微静脉
(LO,LT,其它组织中, T & B-记忆细胞)

$\xrightarrow{\text{再进入}}$ 淋巴组织、淋巴器官中

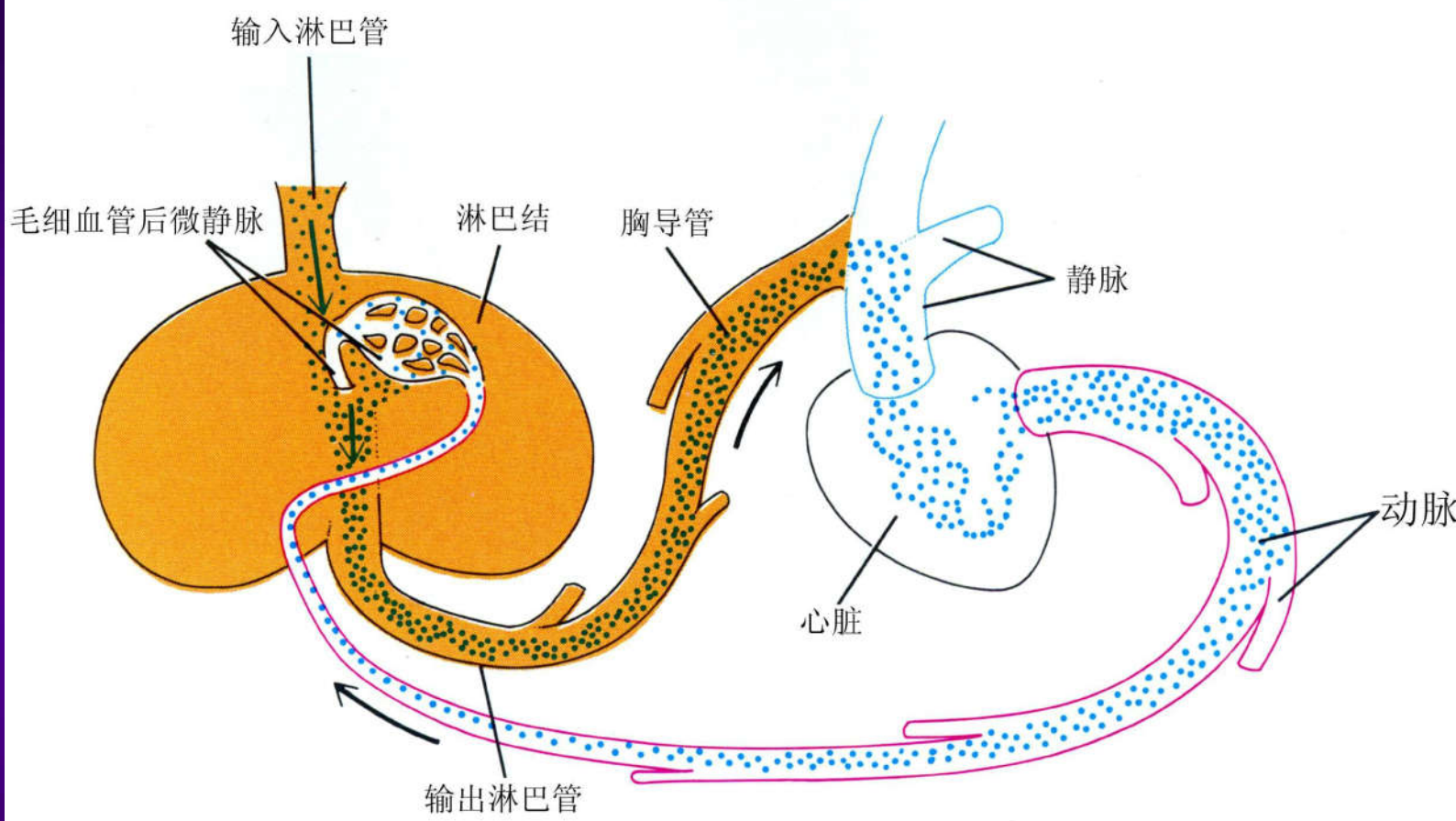
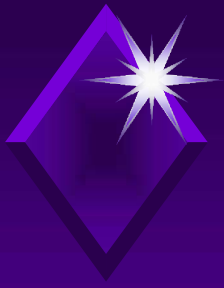


图9-12 淋巴细胞再循环模式图

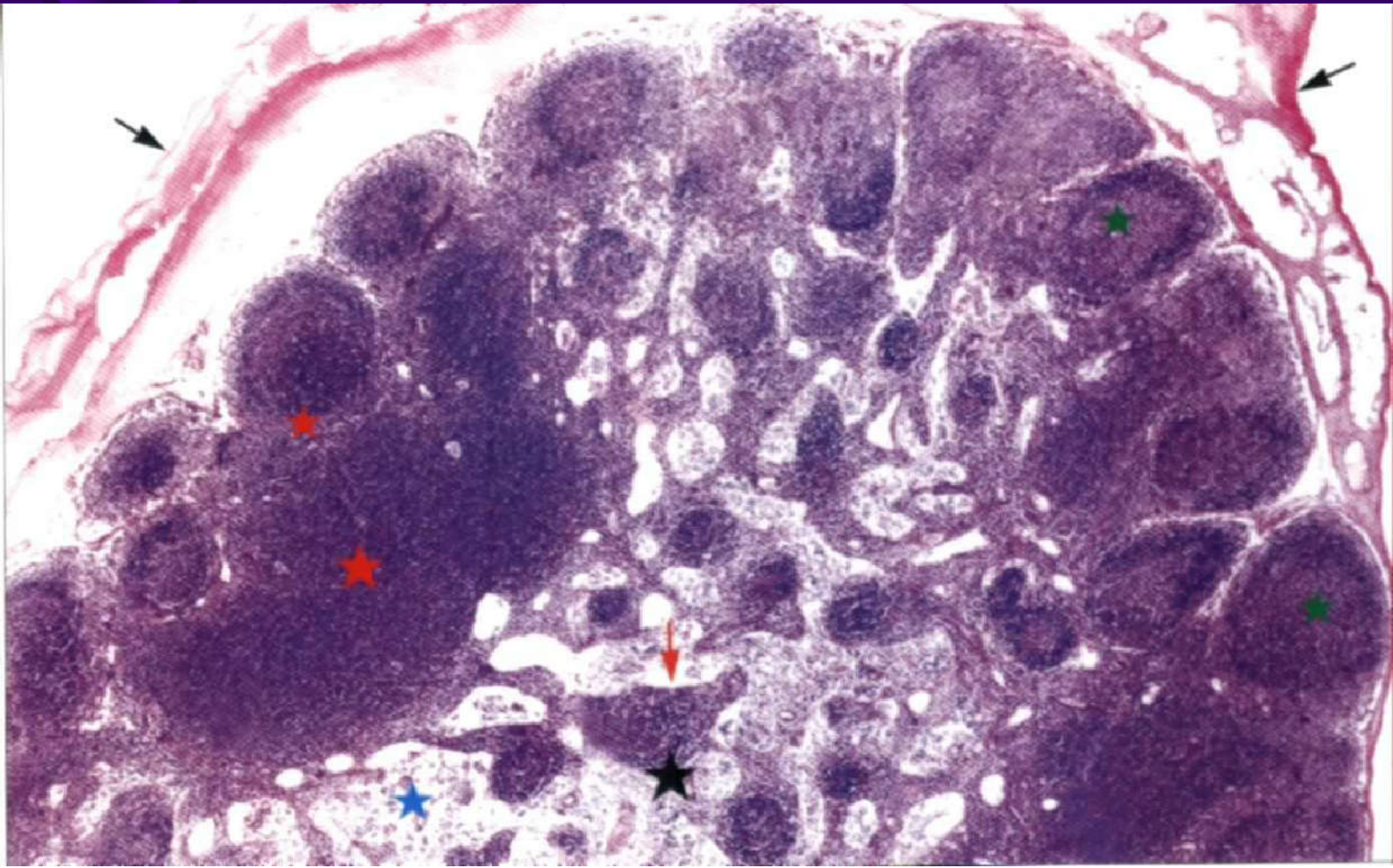
recirculation of lymphocytes

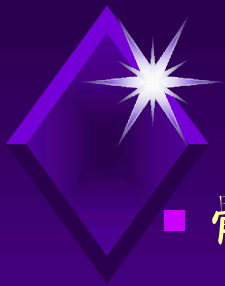


淋巴细胞再循环的意义:

- *加强机体各部分间的联系;
- *记忆细胞使第二次免疫反应更迅速、更强、更持久;
- *机体有效的监视机制。

(2) 髓质 medulla



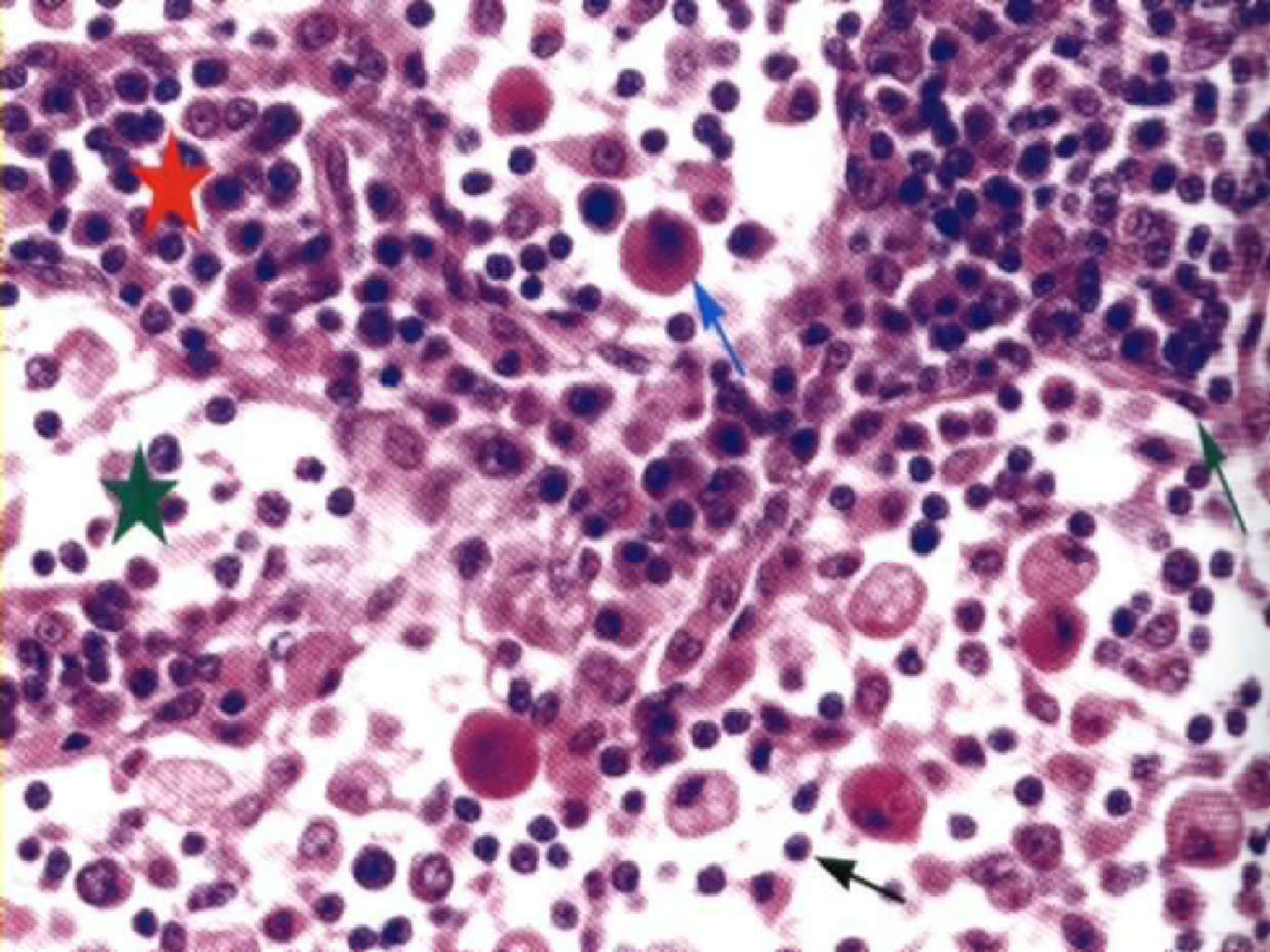


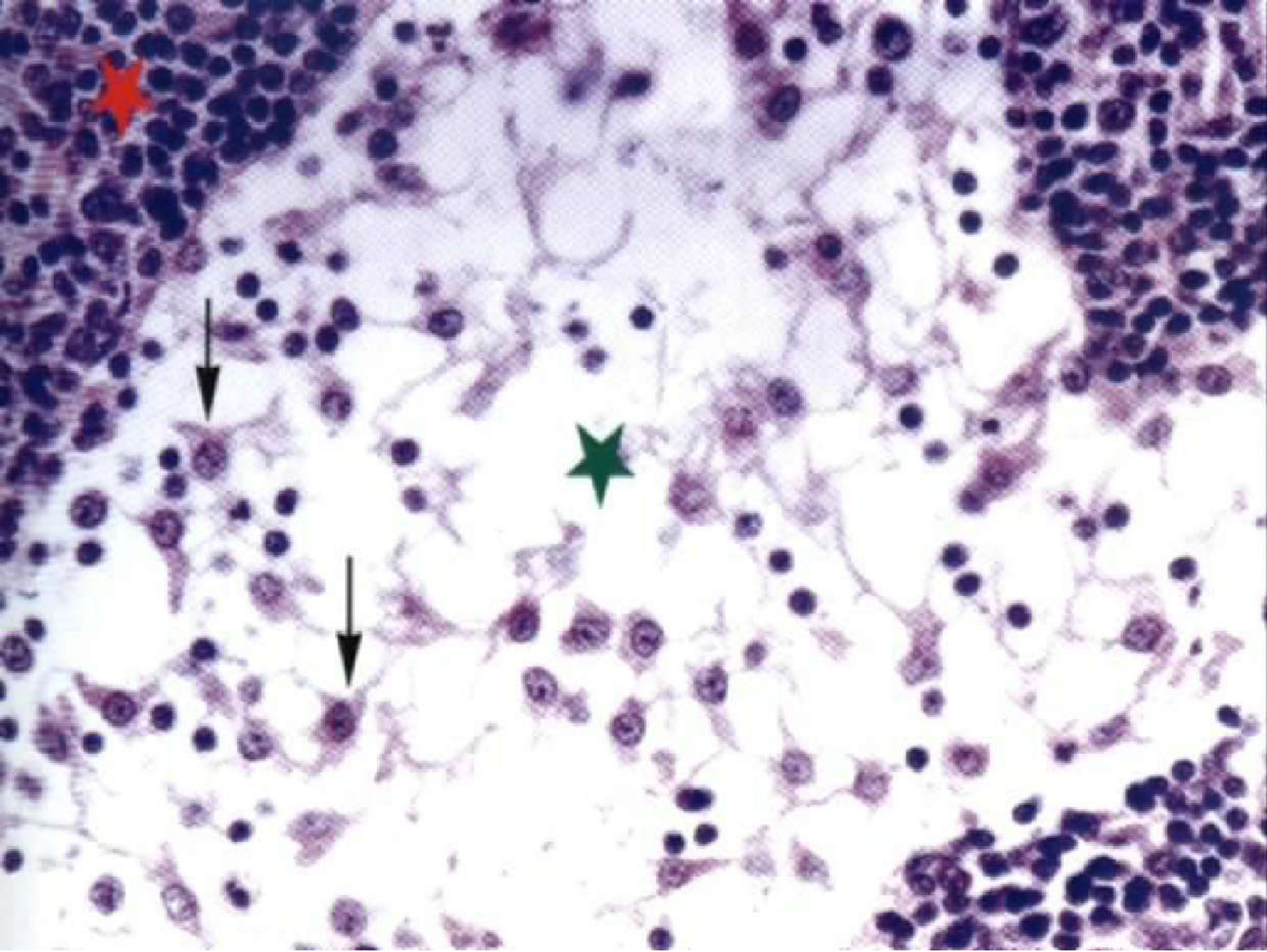
- **髓索 medullary cords:**

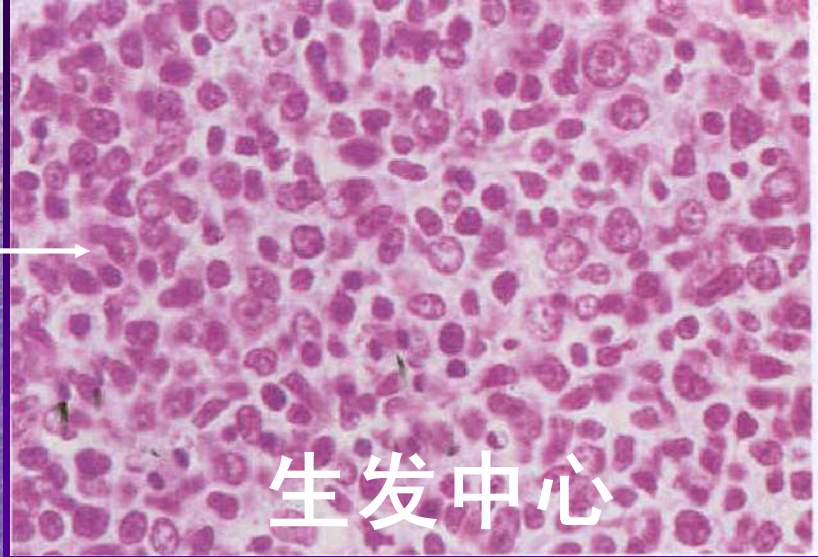
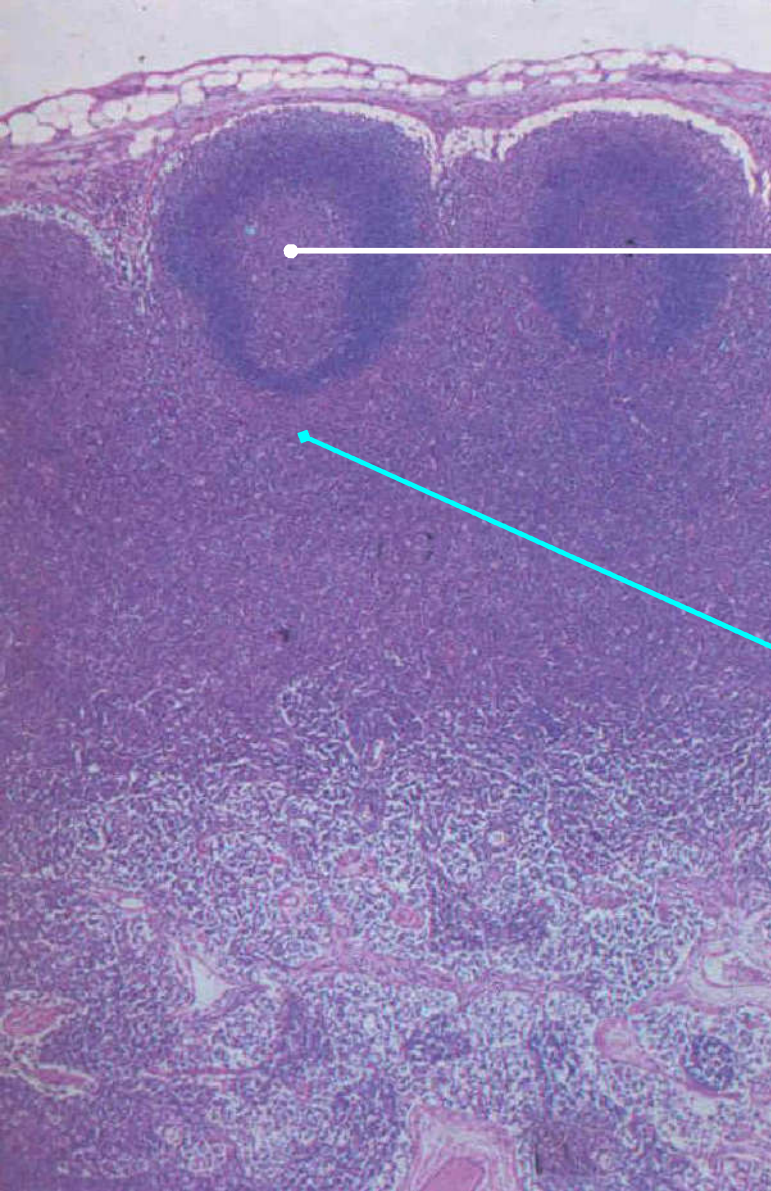
索状淋巴组织，B-淋巴细胞为主，还有T-淋巴细胞，浆细胞，巨噬细胞等。

- **髓窦 medullary sinus:**

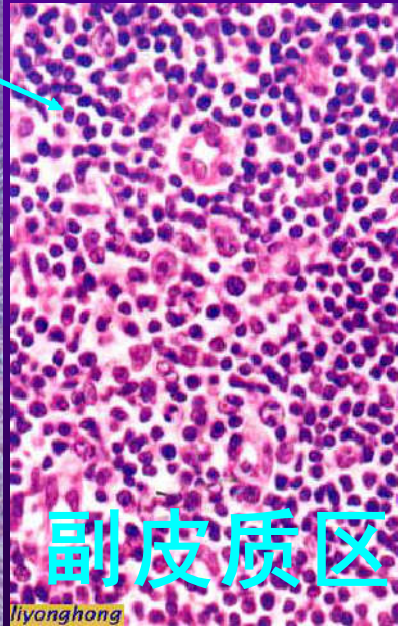
形状很不规则，结构、功能与皮质淋巴窦相似。





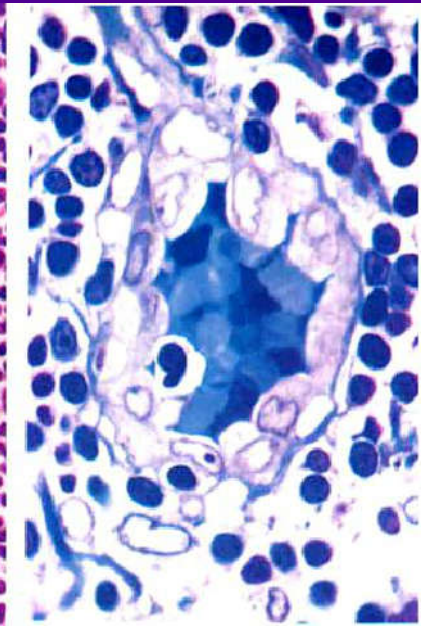


生发中心



副皮质区

liyonghong





3. 功能

- 过滤淋巴：约99%的抗原和其他杂质被清除掉（macrophages）。
- 参加免疫反应：T & B淋巴细胞分别参加细胞或体液免疫反应。



? 淋巴细胞在哪里过滤?

输入淋巴管 - 皮质淋巴窦 - 髓窦 - 输出淋巴管

淋巴窦

? 抗原和杂质被谁清除?

巨噬细胞



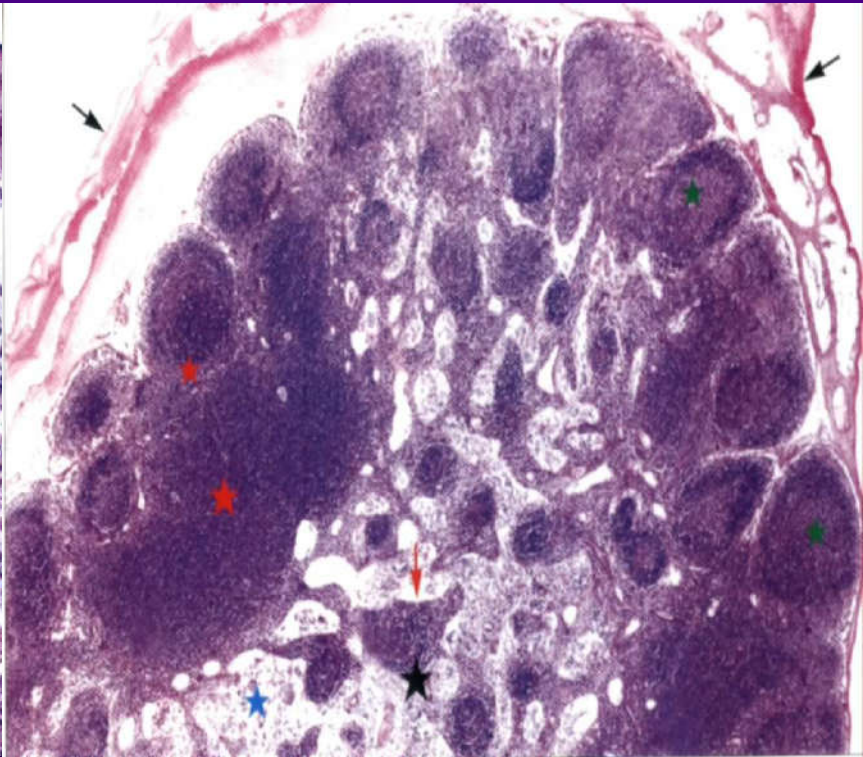
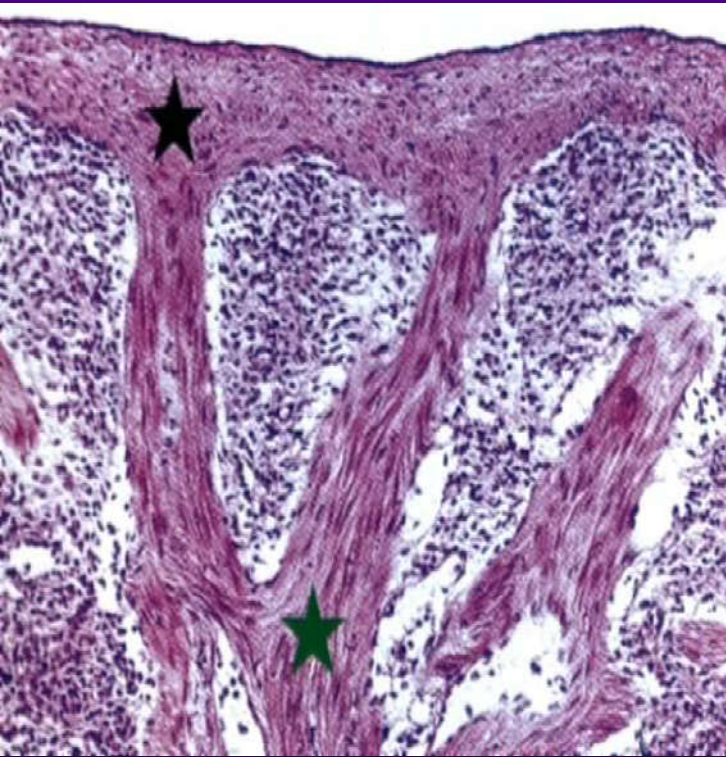
(二) 脾 - 最大的淋巴器官

1. 结构



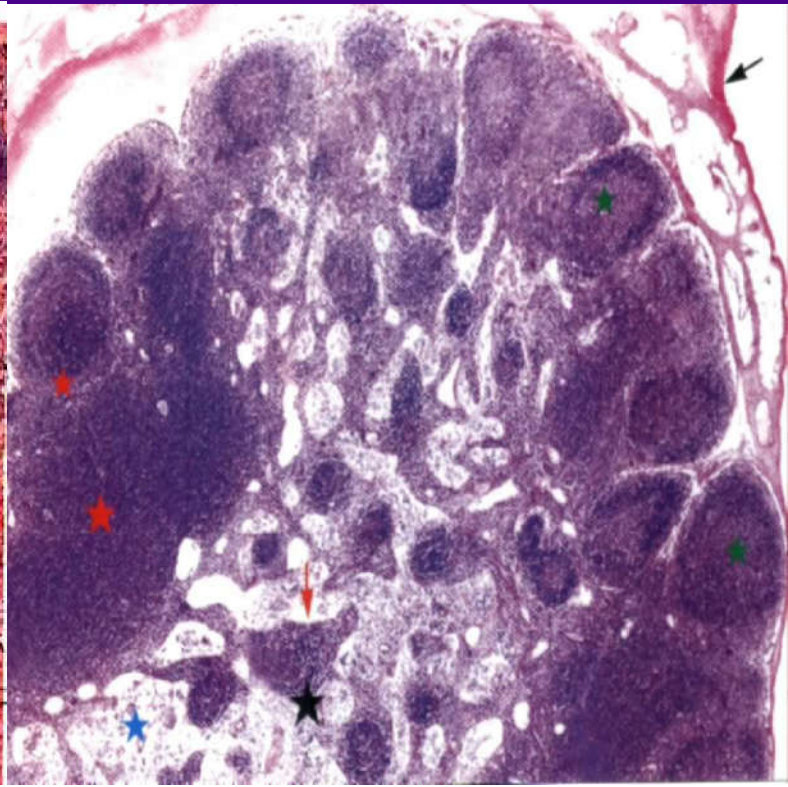
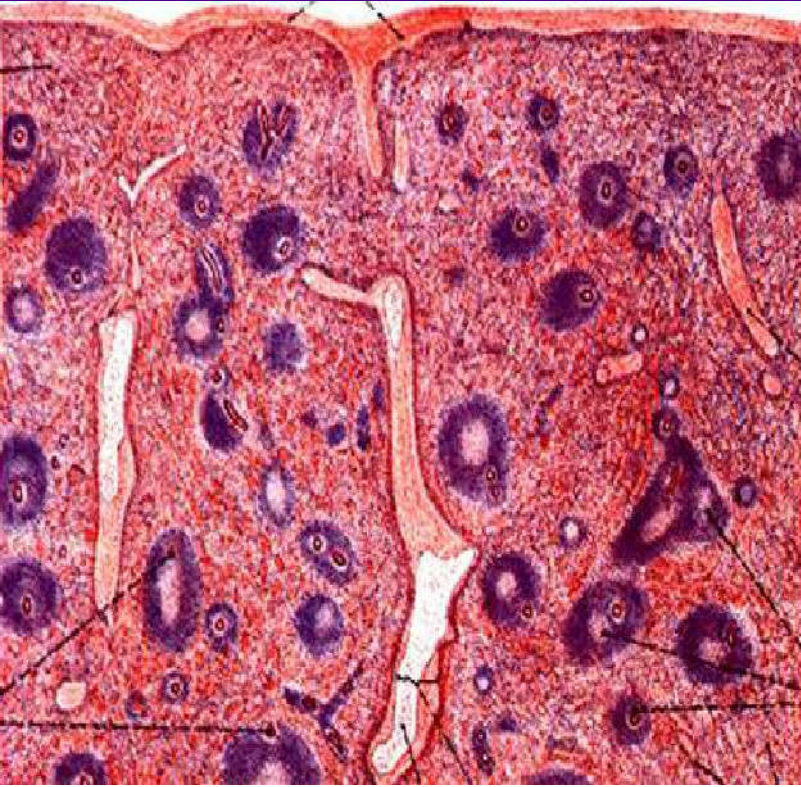
与淋巴结比较 -

(1) 被膜和小梁: 结缔组织, 富含平滑肌和弹性纤维



(2) 实质：淋巴组织

*白髓 *红髓 & *边缘区





① 白髓 white pulp

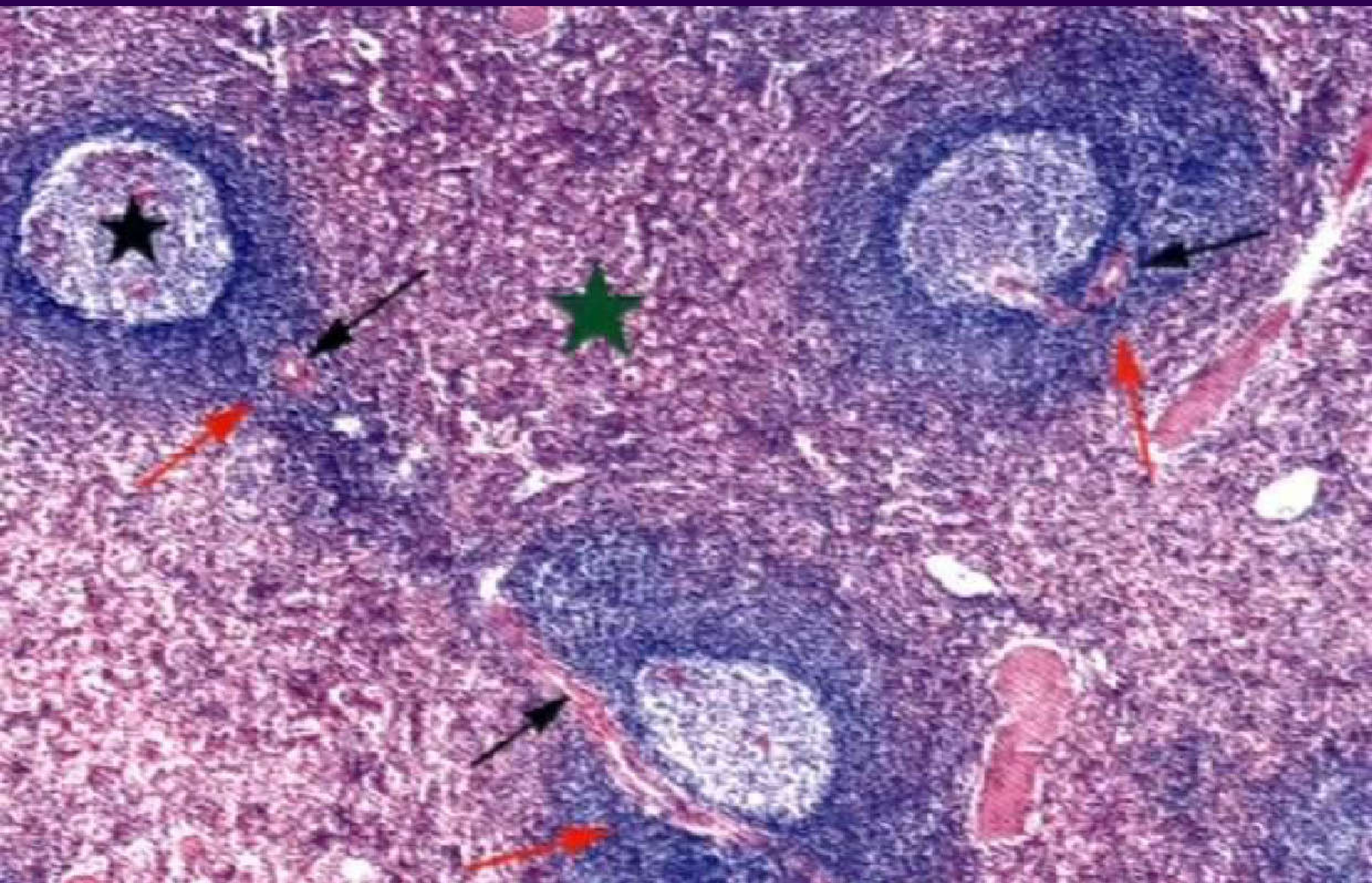
- 动脉周围淋巴鞘

periarterial lymphatic sheath

（ 中央动脉 central artery
T- 淋巴细胞

* 胸腺依赖区 thymus dependent area

- 淋巴小结 （ B- 淋巴细胞 ）



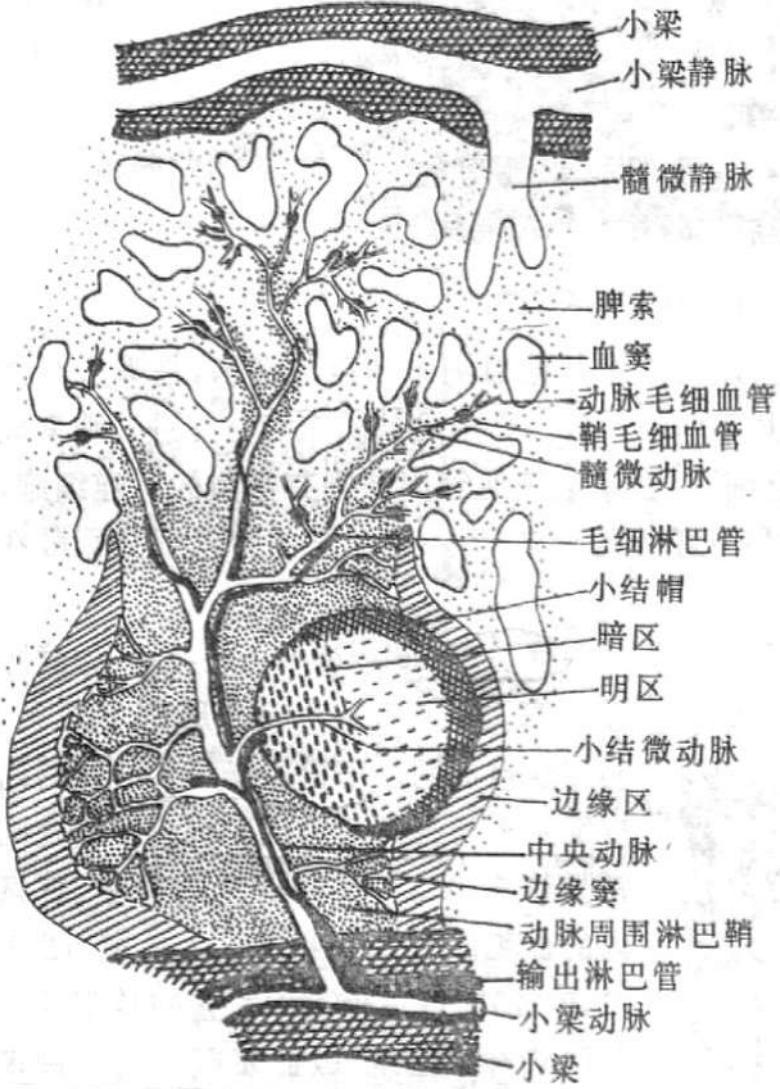
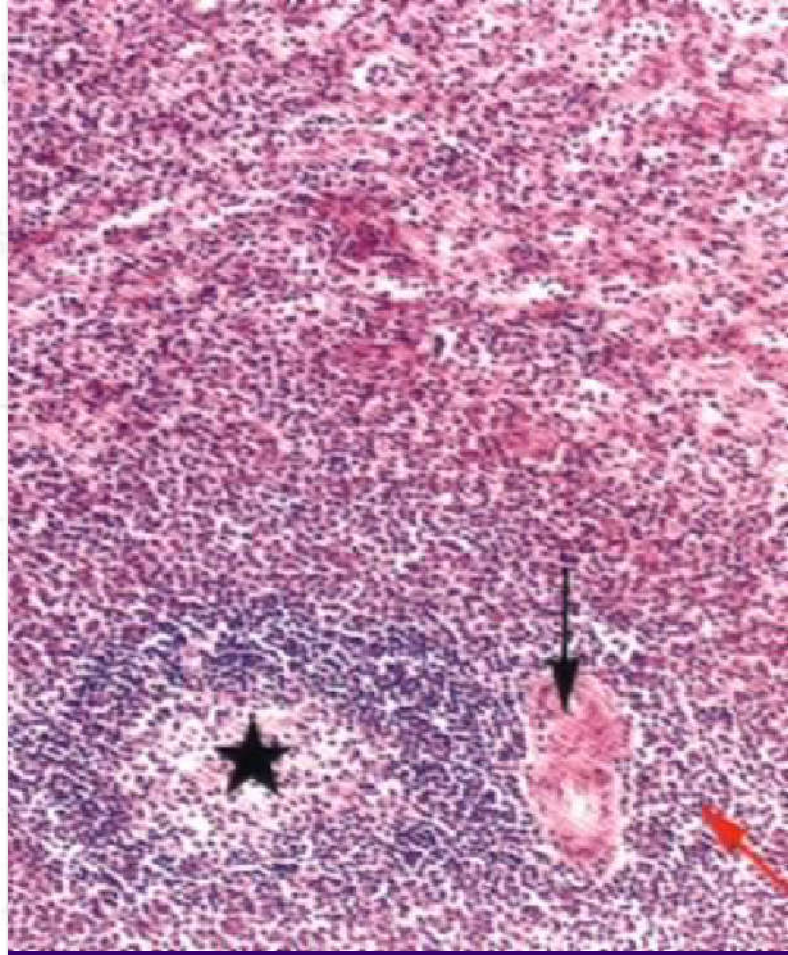


图 9-19 脾血液通路模式图

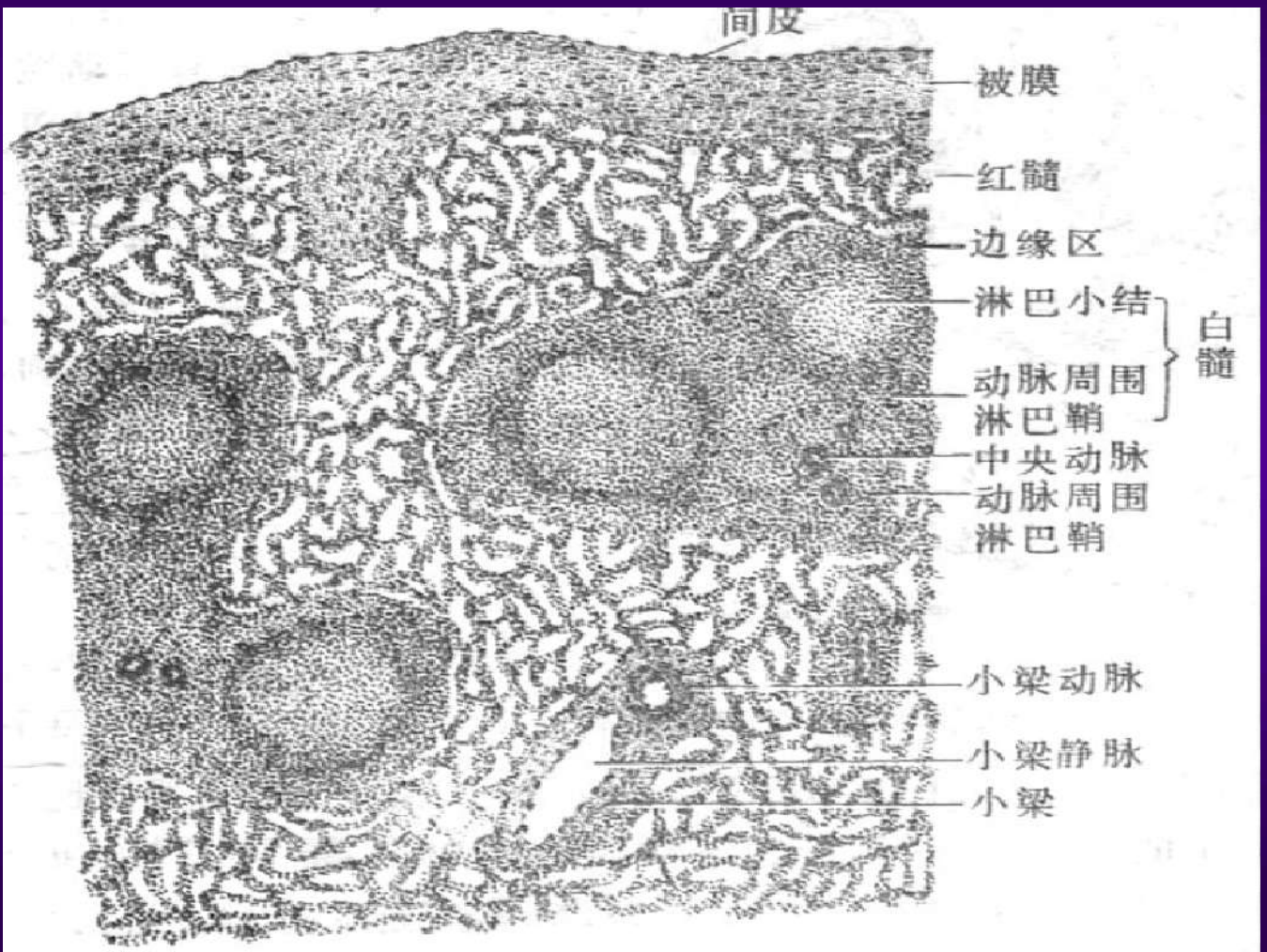


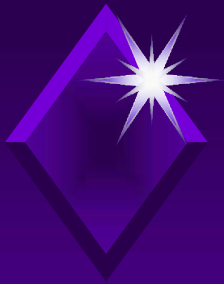


② 边缘区 marginal zone

- 位于白髓与红髓之间
- 血窦，疏松淋巴组织（T & B-cells），
活跃的巨噬细胞
- 是脾内首先接触抗原，发生免疫反应的地方

③ 红髓 red pulp





脾索 splenic cord

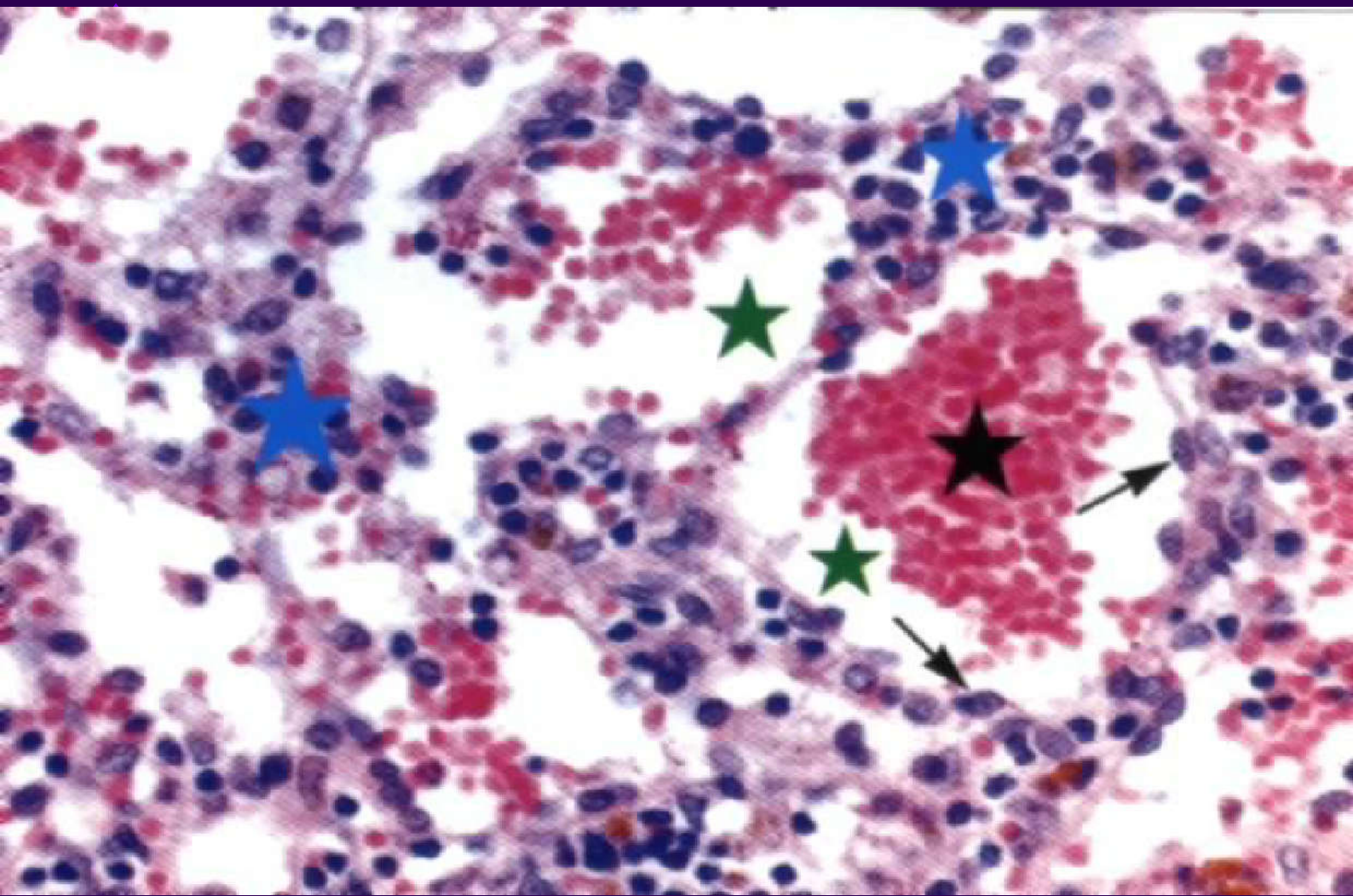
脾窦 splenic sinus

■脾索：

网状细胞，巨噬细胞，

T & B lymphocytes，浆细胞

& 血细胞（RBC）



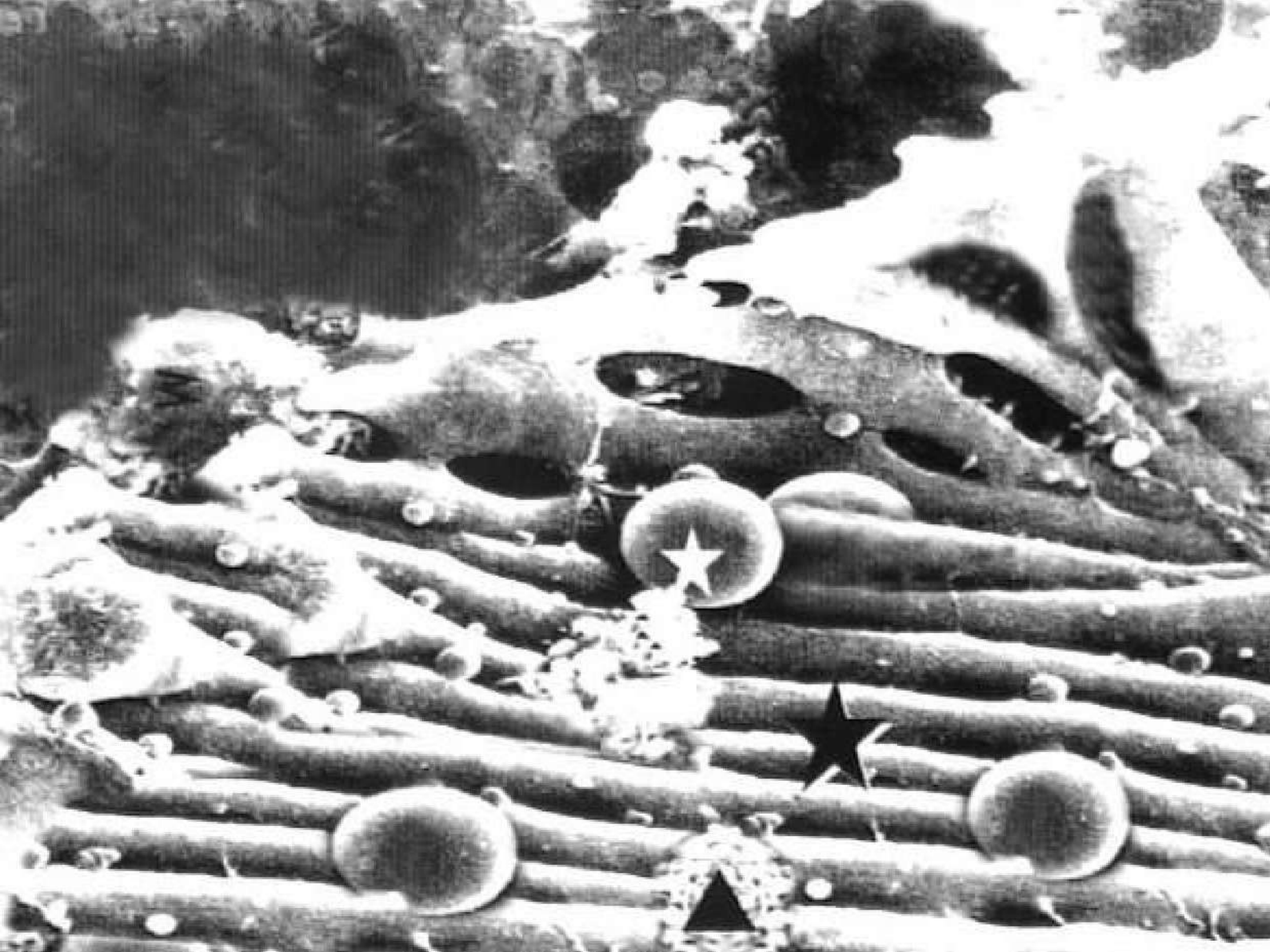


■脾窦 —— 特殊的毛细血管

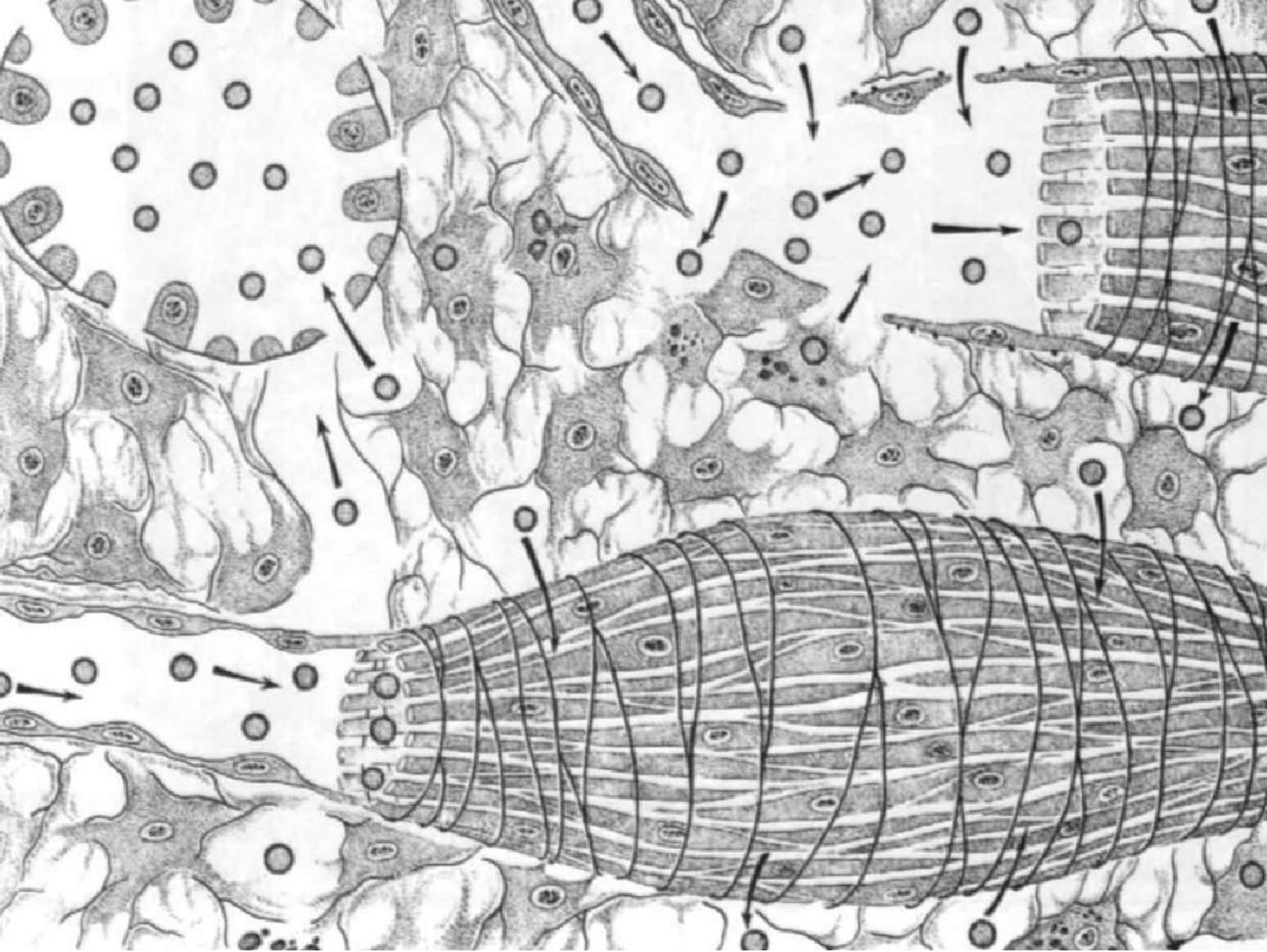
- * 腔大，不规则；

- * 杆状内皮

内皮细胞间的间隙大，血细胞可以自由进入脾索。







(3) 脾血循环

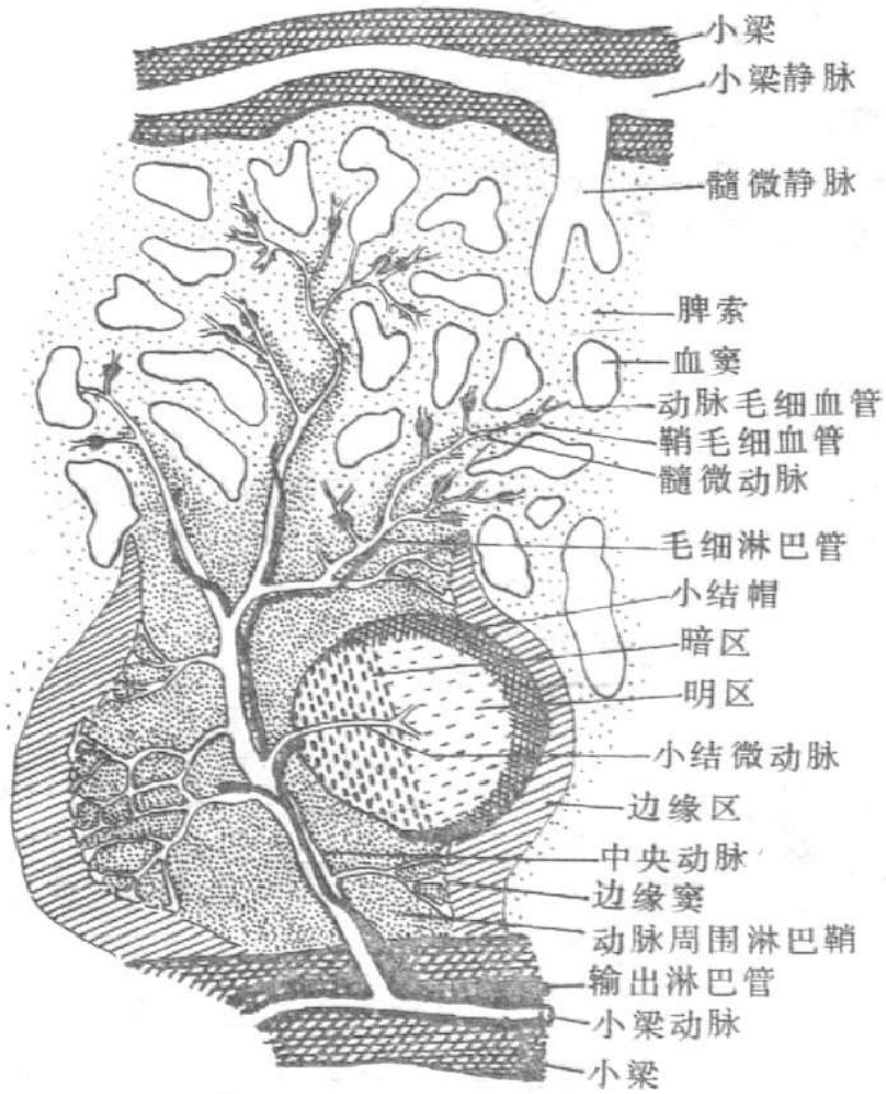
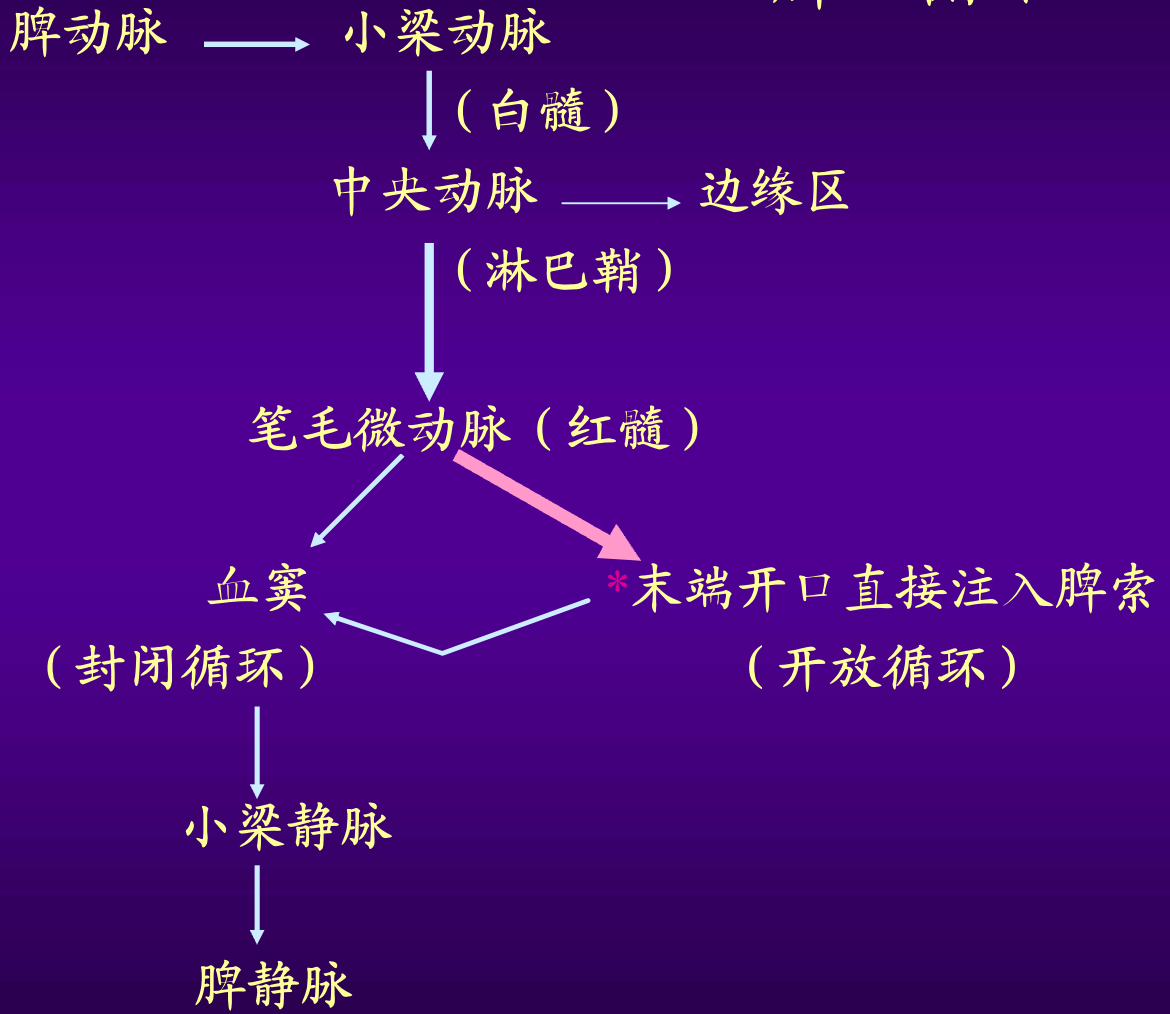
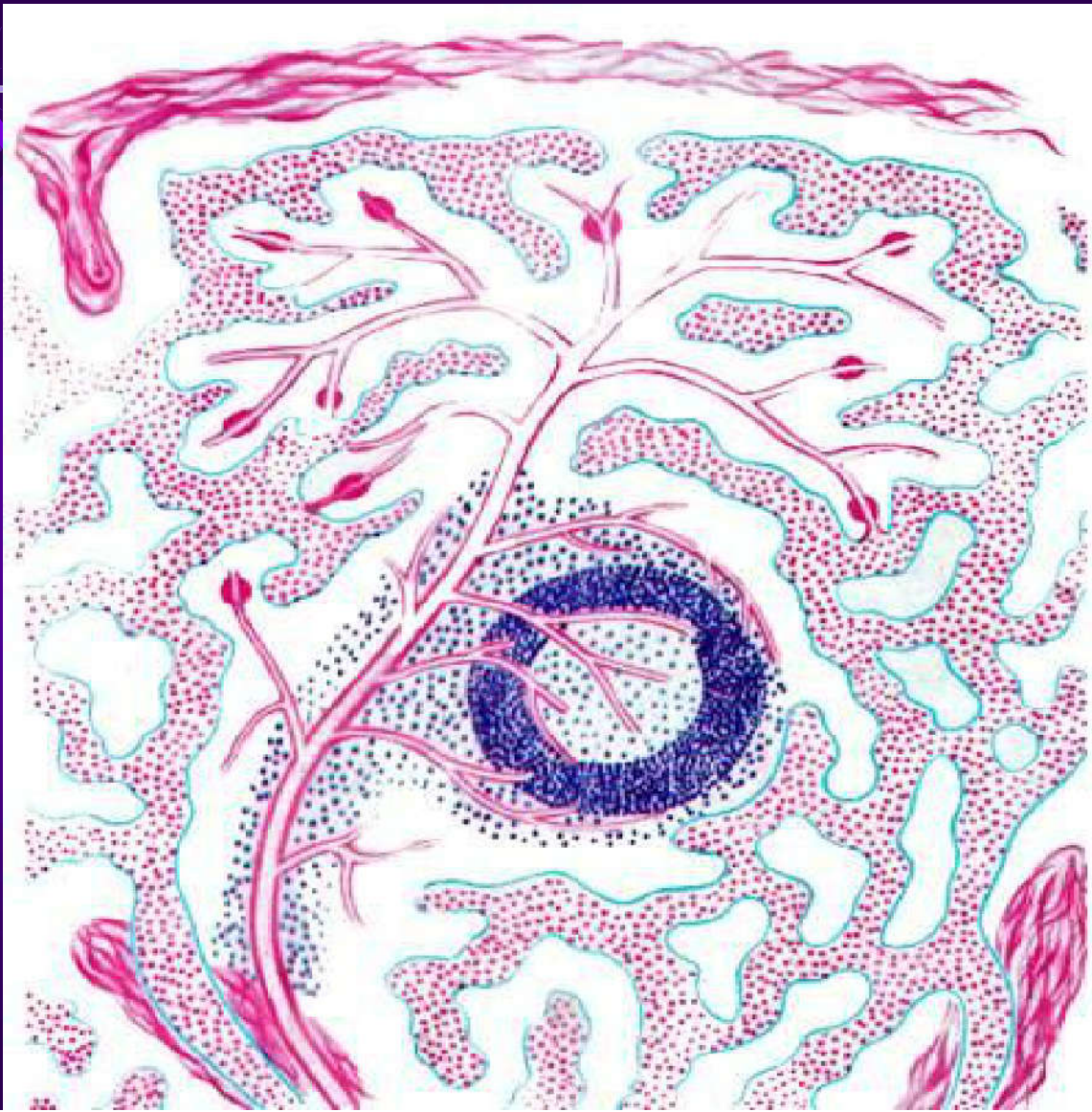


图 9-19 脾血液通路模式图

脾血循环







3. 功能

(1) 滤血

红细胞平均寿命 120 天，衰老的红细胞在脾内被清除。



? 红细胞在哪里过滤？

! **splenic cords**

? 谁执行清除衰老红细胞的功能？

! **macrophages**

* 脾功能亢进 —— 贫血症



(2) 造血

(3) 免疫应答: T, B淋巴细胞, 巨噬细胞



(三) 胸腺 thymus

中枢淋巴器官，位于胸骨后。

1. 结构

- (1) 被膜：薄层CT，伸入实质形成小叶间隔。
- (2) 实质：皮质和髓质，小叶的髓质连续

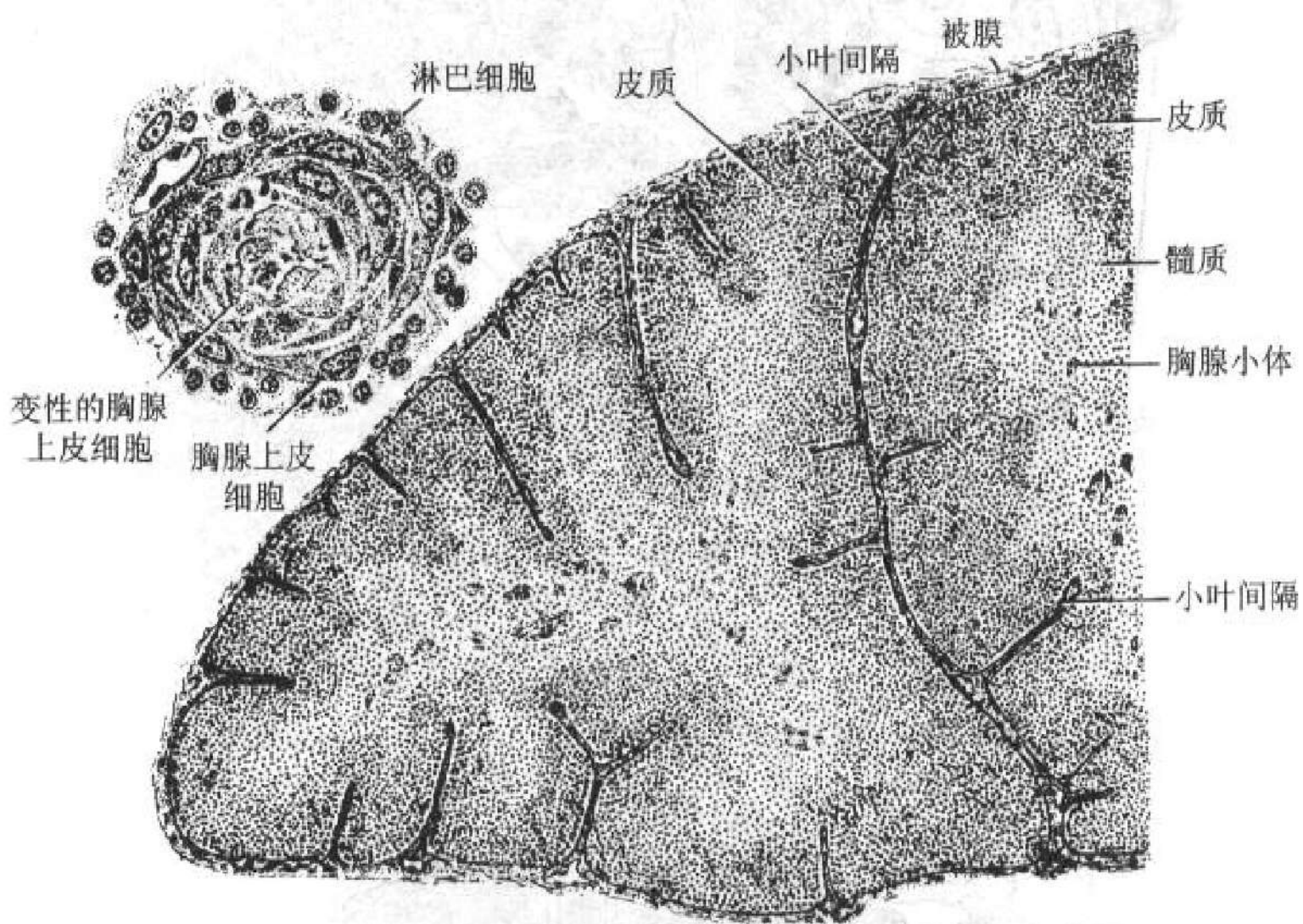


图 12-3 小儿胸腺

实质由大量细胞组成

■ 胸腺上皮细胞

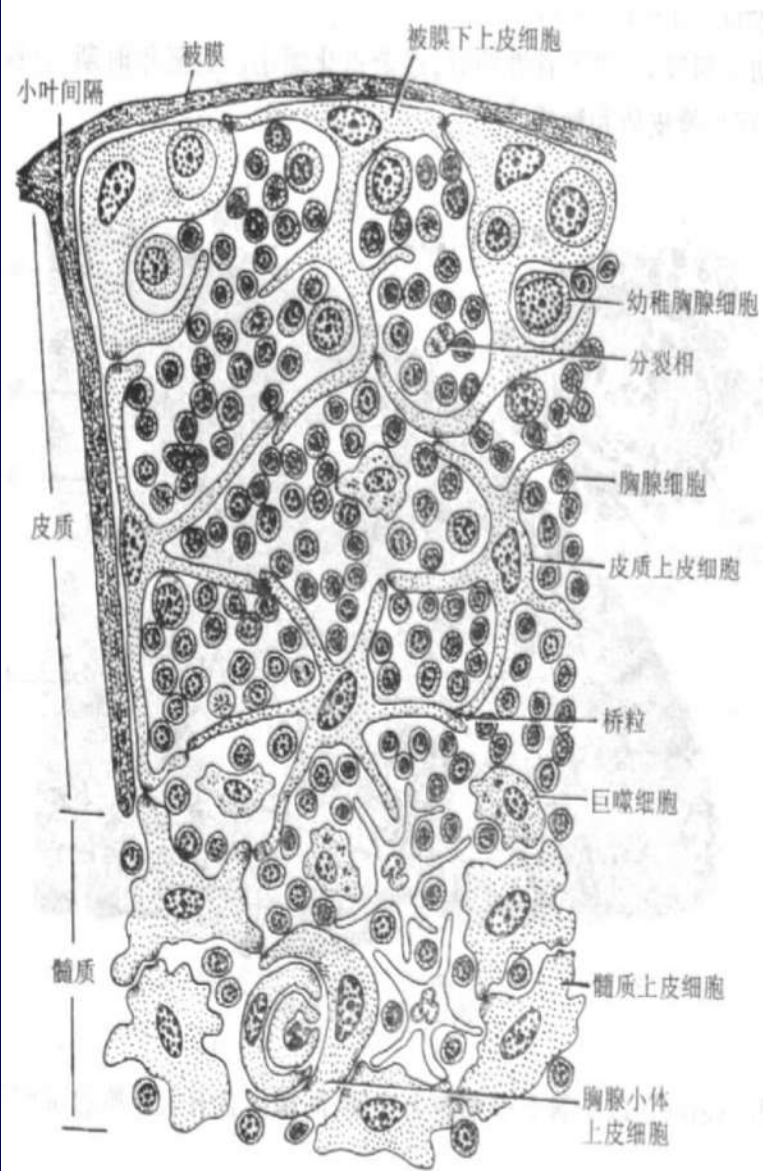
星形，有突起，相邻突起间有桥粒连接。

被膜下的上皮细胞 — 哺育细胞

分泌胸腺激素：

胸腺素

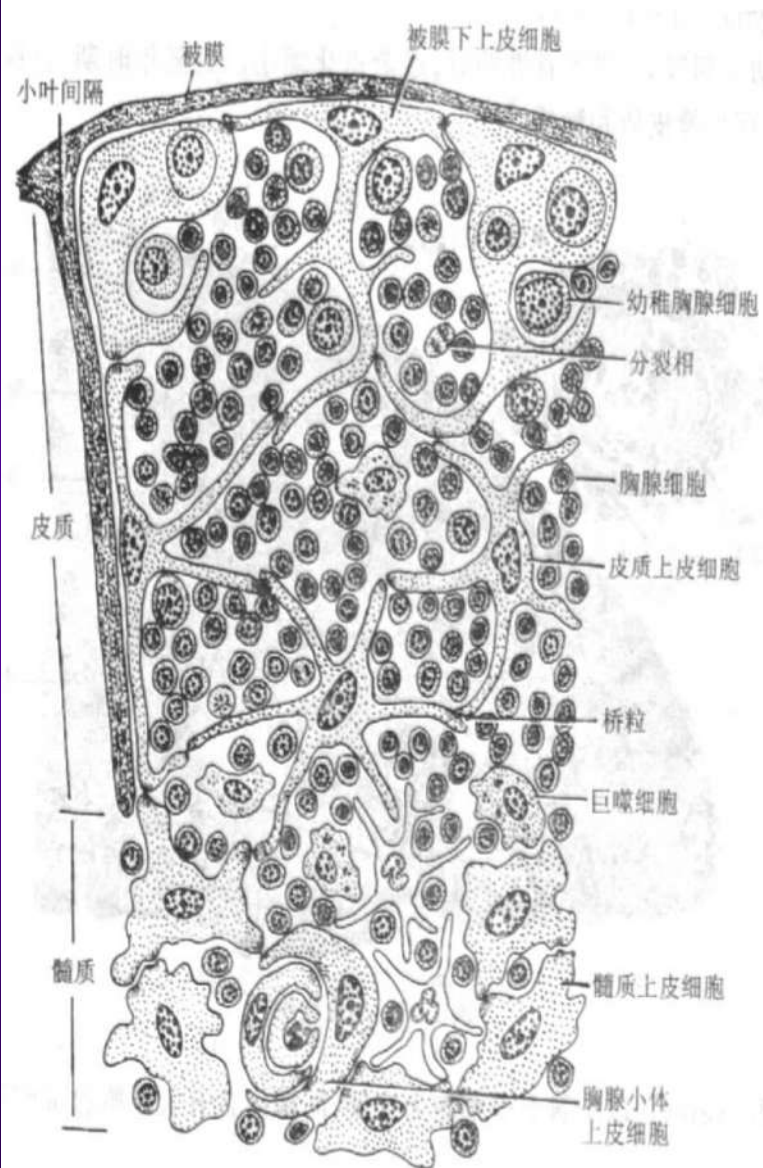
胸腺生成素



■ 胸腺细胞 thymocyte - T淋巴细胞

处于不同分化阶段：
前胸腺细胞、普通胸腺细胞、成熟胸腺细胞

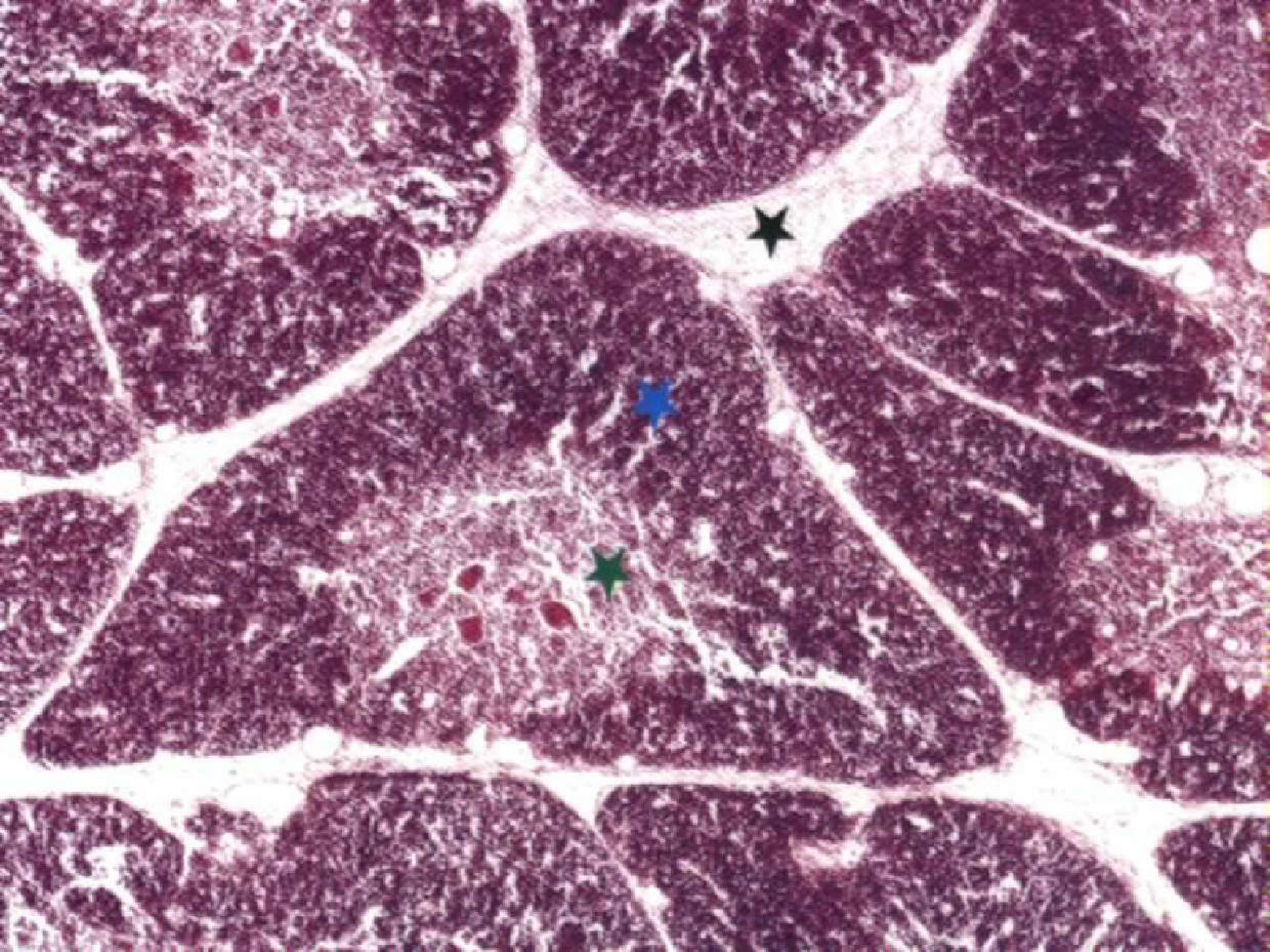
■ 巨噬细胞：与上皮细胞等一起构成胸腺细胞发育的微环境，清除选择淘汰的胸腺细胞。

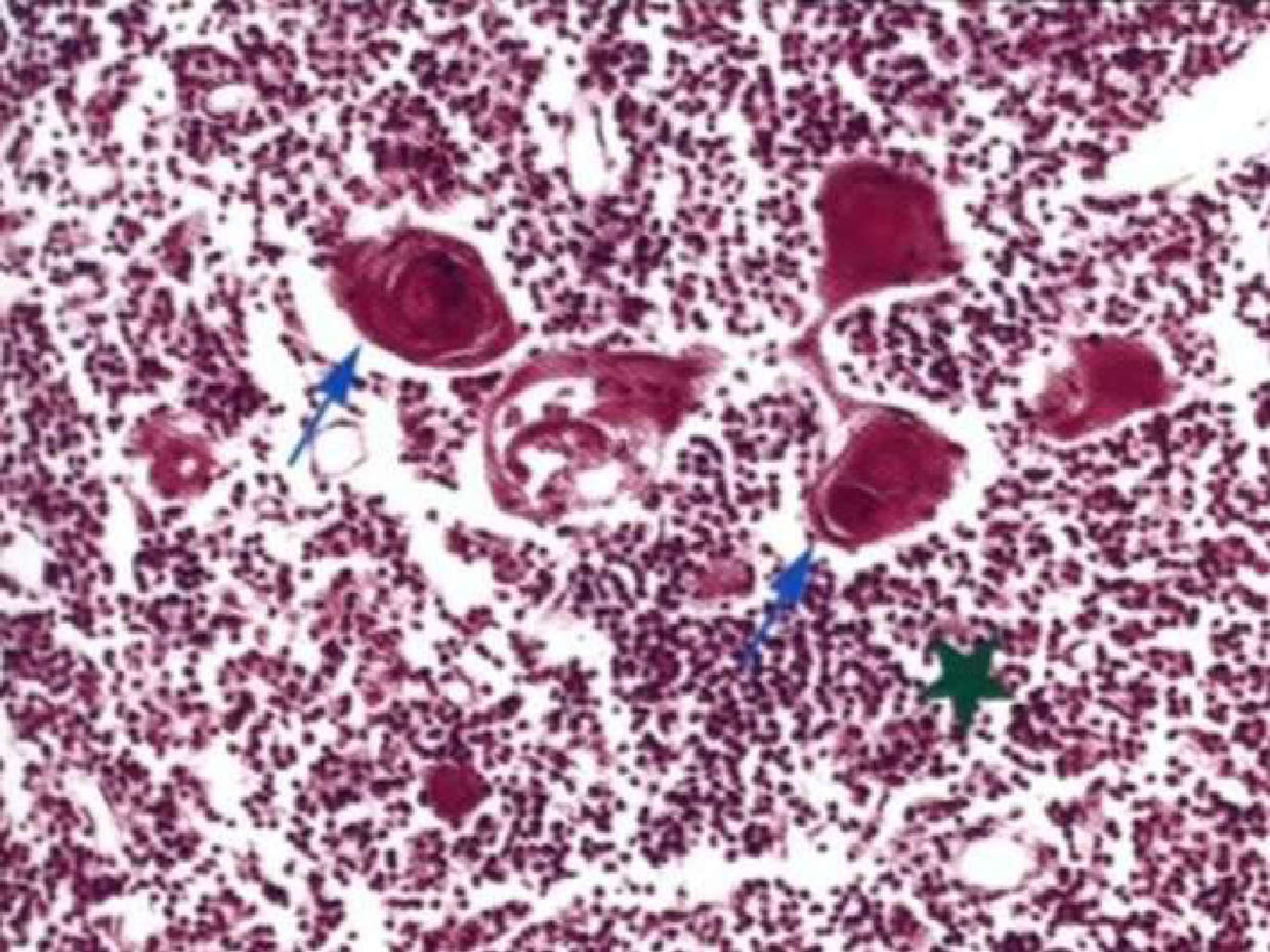




- 皮质：
 - * 胸腺上皮细胞
 - * 密集的胸腺细胞

- 髓质：
 - * 胸腺上皮细胞
 - * 少量成熟的胸腺细胞
 - * 胸腺小体 **thymic corpuscle**
嗜酸性，胸腺上皮细胞同心圆排列而成；功能不清，但与T细胞成熟有关。







- **血胸腺屏障 Blood-thymus barrier**

存在于皮质的毛细血管与周围胸腺组织之间。大分子物质（抗原、药物等）不能进入胸腺皮质，维持内环境稳定。

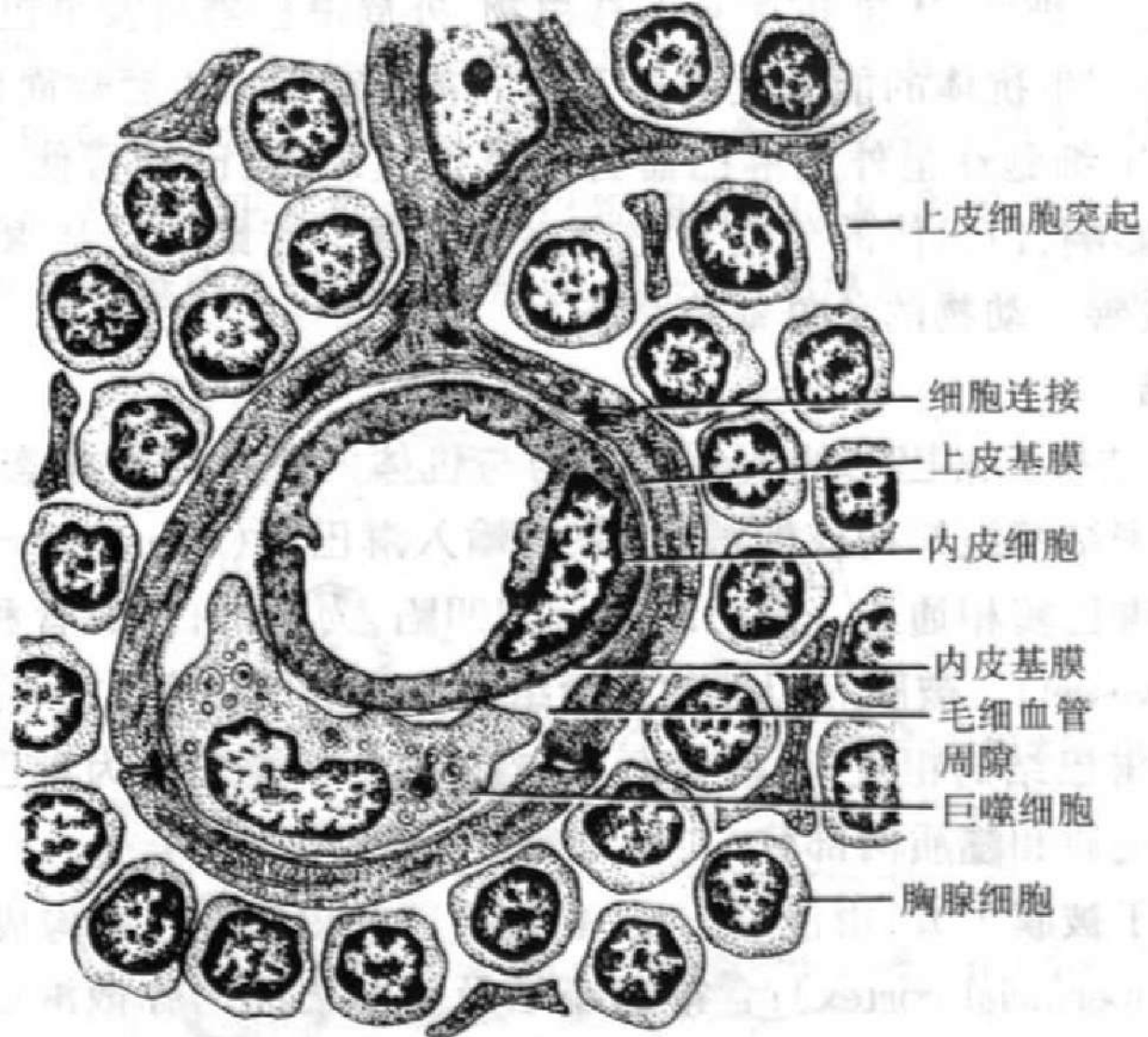


图 12-5 血-胸腺屏障结构模式图



组成:

内皮细胞 (连续毛细血管)

内皮基膜 (完整)

血管周隙 (macrophages)

上皮基膜

胸腺上皮细胞 (连续)



2. 功能

骨髓干细胞 $\xrightarrow{\text{经血流}}$ 胸腺皮质 $\xrightarrow{\text{胸腺激素}}$

增殖、分化 \longrightarrow 成熟的胸腺细胞

$\xrightarrow{\text{经毛细血管后微静脉}}$ 胸腺依赖区

新生小鼠切除胸腺 - 缺乏T细胞