

# 第五章

## 免疫与运动

exercise and immunity

主讲：郝选明教授

华南师范大学



# 主要内容

---

吉祥

一、 免疫学基础

二、 运动与免疫

三、 运动免疫调理



# 第五章 免疫与运动

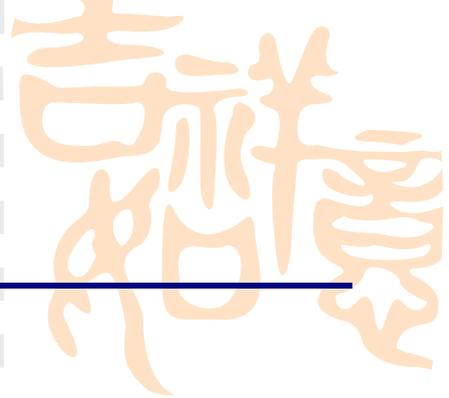
---

吉祥

## 第一节 免疫学基础



# 免疫学基础



◆ 特异性和非特异性免疫

❖ 抗原和抗体

◆ 免疫器官、免疫细胞和免疫分子

☒ 免疫应答



概念

# 免疫概述

∞ 免疫 (immunity)

原始概念：源于拉丁语，意指免除瘟疫。

现代概念：是机体识别和排除抗原异物，维持机体生理平衡和稳定的功能。



1、特异性免疫  
(specific immunity)



2、非特异性免疫  
(nonspecific immunity)



吉祥

# 一、特异性和非特异性免疫

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

# 非特异性免疫 (nonspecific immunity)

是人类在种系进化和个体发育过程中逐渐形成的防御功能,是机体抵御微生物侵袭的第一道防线。在个体出生时即具备,故又称天然免疫、先天性免疫 (natural immunity) 或固有免疫 (innate immunity)。

- **特点:** ①生来就有; ②能遗传给后代; ③具有种的差异; ④作用无针对性; ⑤是特异性免疫的基础。

# 特异性免疫 (specific immunity)

- 是个体出生后，在生活过程中接触病原微生物等特定抗原后产生的免疫，仅针对该特定抗原发生反应。又称适应性免疫 (adaptive immunity) 或获得性免疫 (acquired immunity)。
- 特点：①出生后才形成； ②可被动转移；
- ③有明显的针对性（特异性）；
- ④建立在非特异性免疫的基础上，又促进非特异性免疫。

吉祥

## 二、抗原与抗体

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

## 概念

### ☞ 抗原 (antigen)

- 即抵抗的原因。特指细菌、病毒、微生物等病原体，刺激机体产生抗体的物质。

### ☞ 抗体 (antibody)

- 是机体受抗原刺激而产生的特异性糖蛋白，亦称免疫球蛋白(immunoglobulin, Ig). 主要包括IgA、IgG、IgM、IgD和IgE。其中IgG的含量最高。

吉祥

### 三、免疫系统概述

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

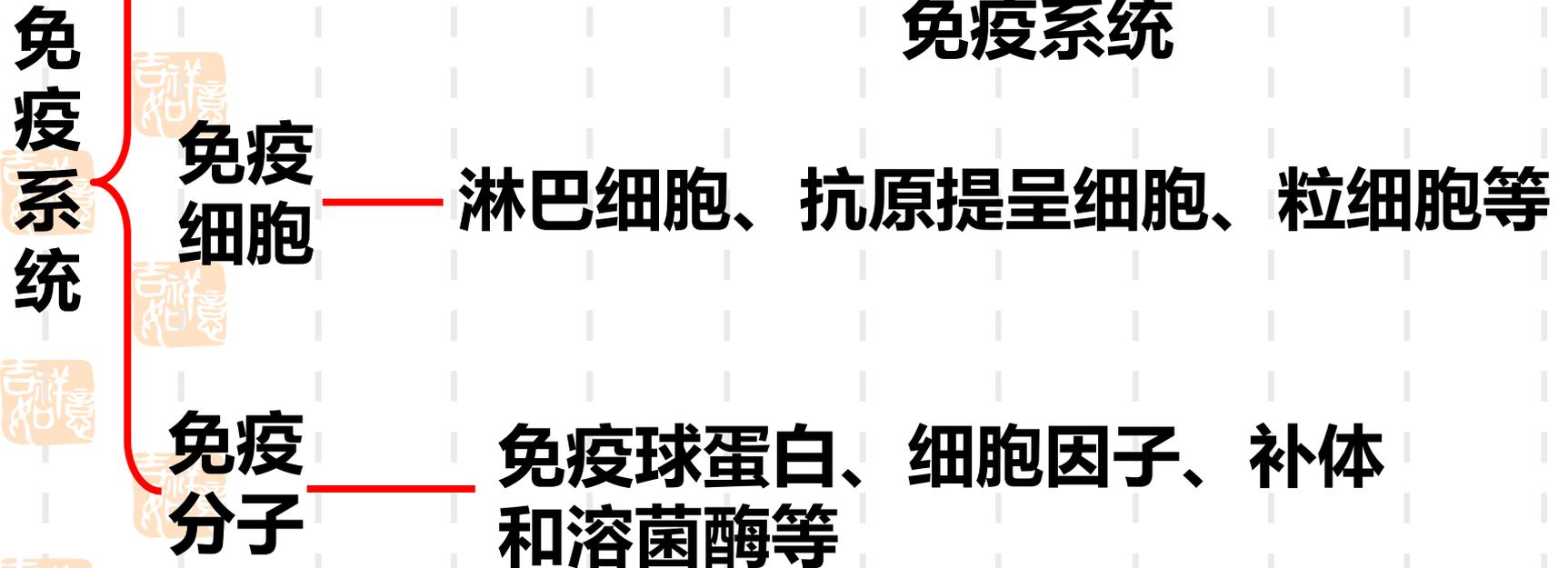
吉祥

概念

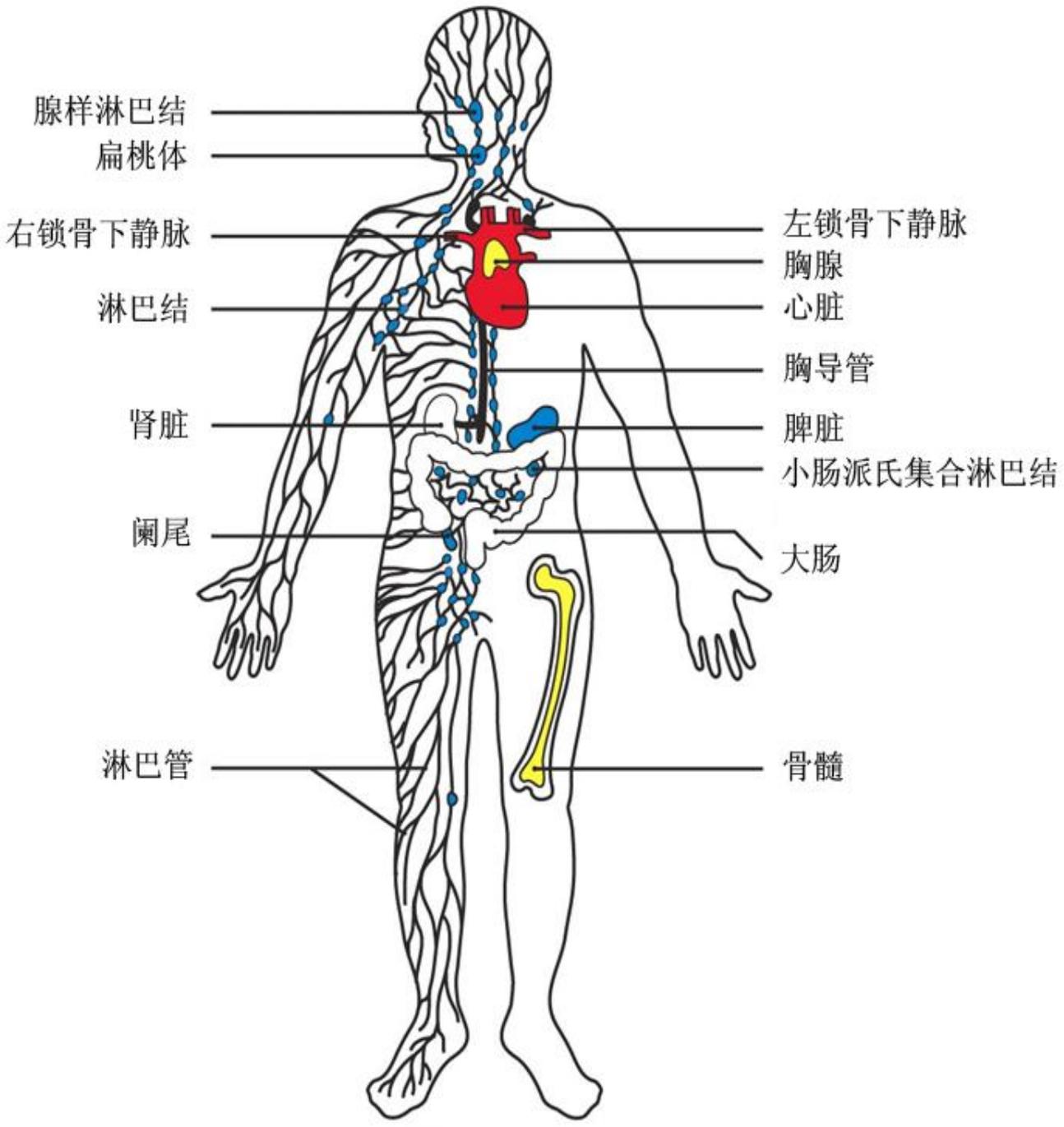
## 免疫系统 (immune system)

是机体执行免疫应答及免疫功能的一个重要系统。  
由免疫器官、免疫组织、免疫细胞和免疫分子组成。

# 免疫系统的组成

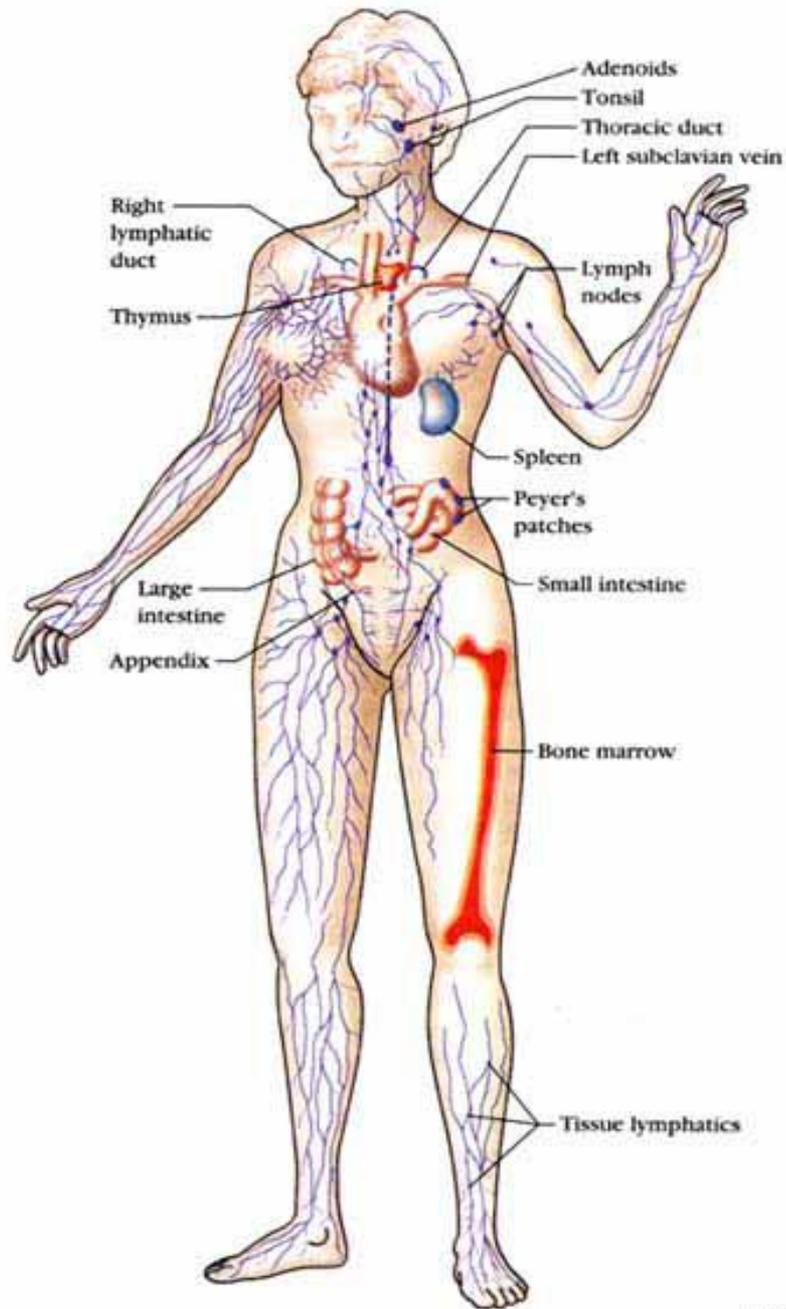


# 人体的免疫器官和组织



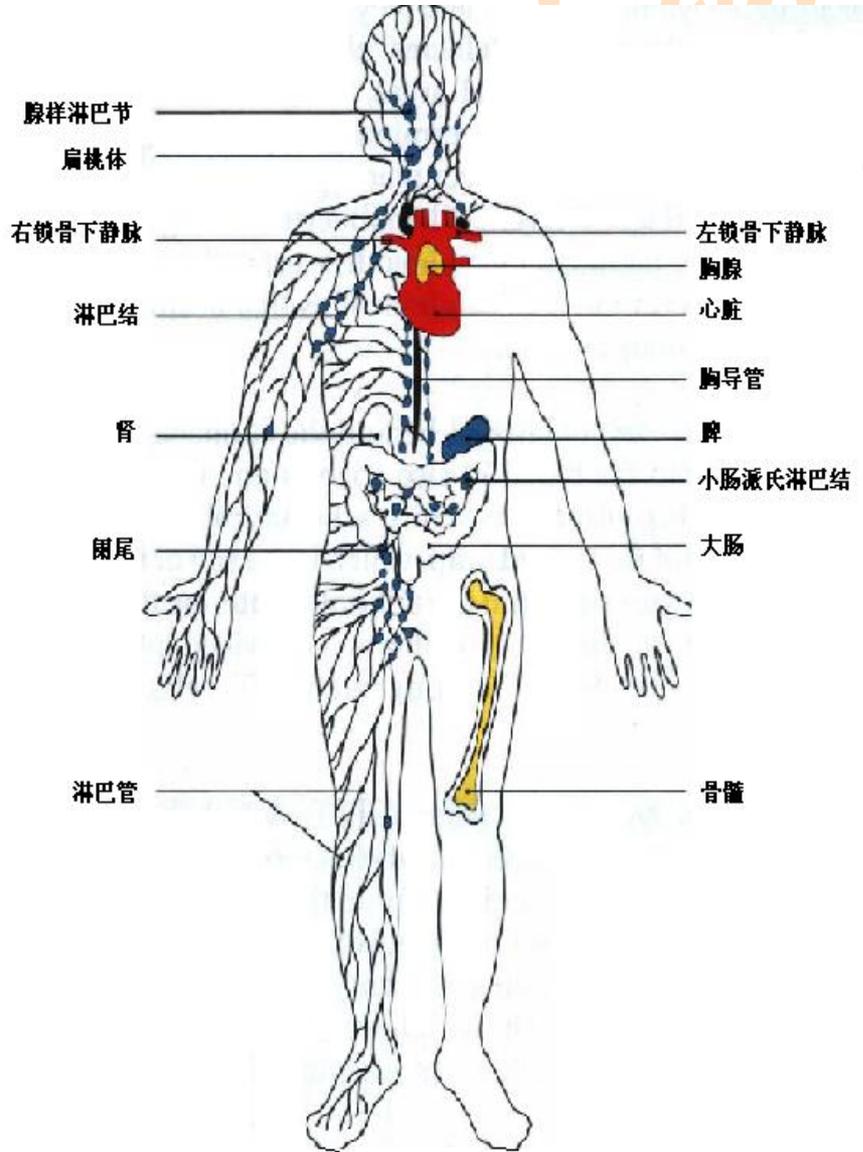
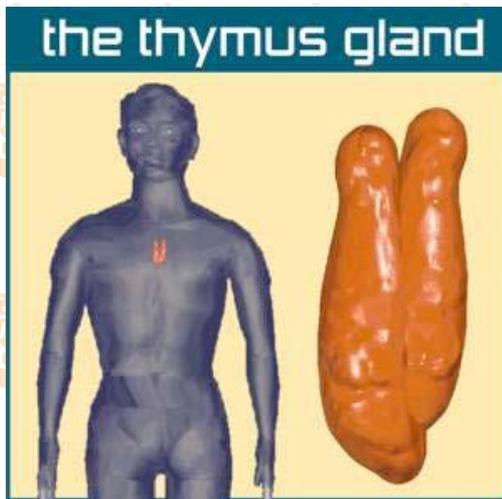
# 骨髓 (bone marrow)

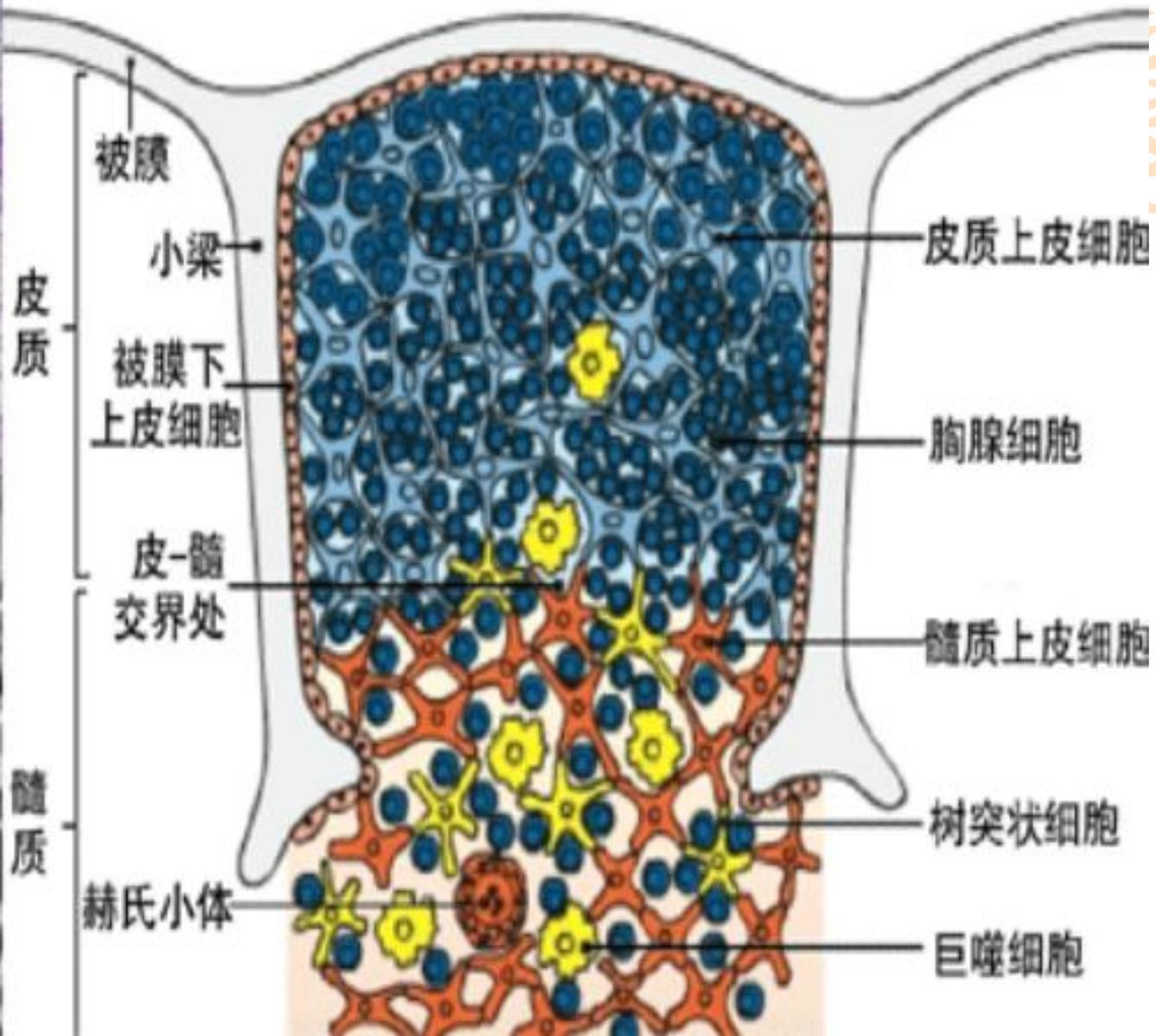
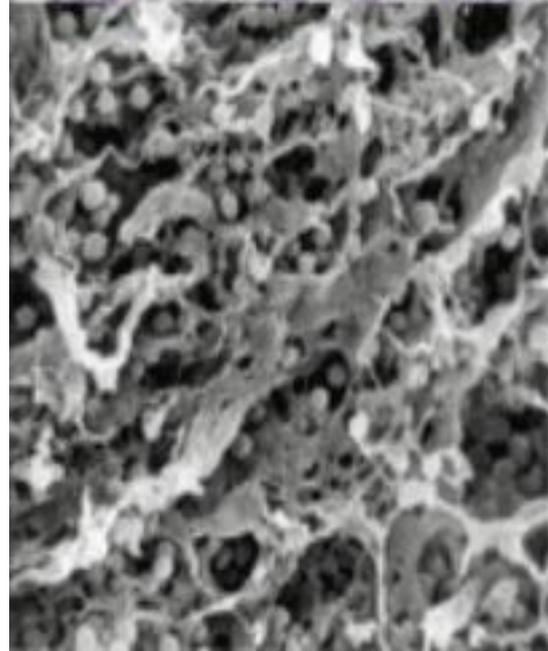
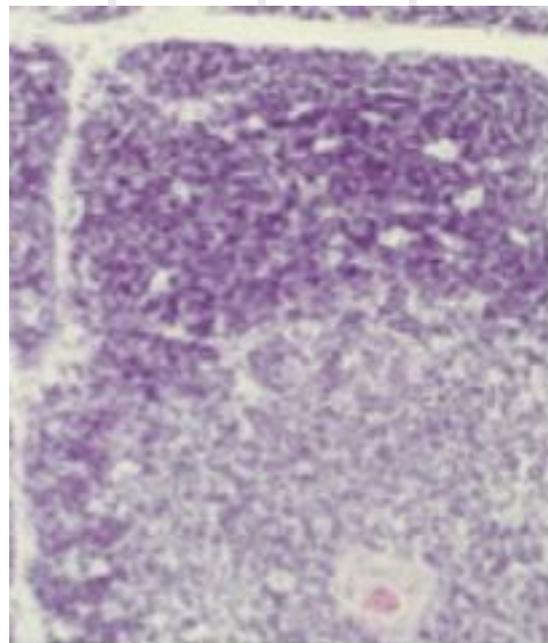
- ❁ 造血器官
- ❁ 各种免疫细胞的发源地
- ❁ 人类和哺乳动物B细胞发育、分化、成熟的场所
- ❁ 免疫应答发生的场所



# 胸腺 (thymus)

- ❖ 位于前纵隔、胸骨后、心脏的上方
- ❖ 新生儿胸腺相对较大，至青春期达**30-40克**，此后胸腺开始萎缩。

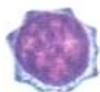
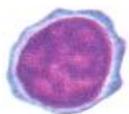




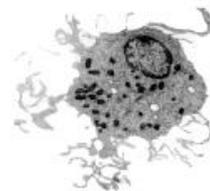
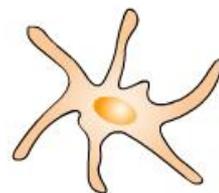
# 免疫细胞

泛指所有参加免疫应答或与免疫应答有关的细胞及其前身。

主要包括造血干细胞，淋巴细胞，抗原提呈细胞、粒细胞、肥大细胞等，其中淋巴细胞在免疫应答中起主要作用。



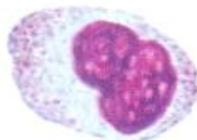
淋巴细胞 (T、B细胞)



树突状细胞



NK细胞



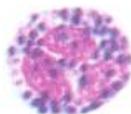
单核细胞/巨噬细胞



中性粒细胞



嗜酸性粒细胞



嗜碱性粒细胞



肥大细胞



红细胞

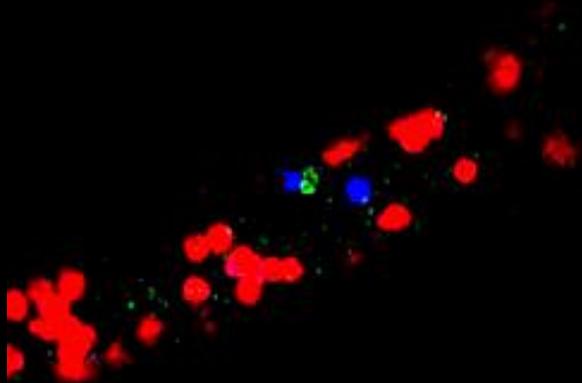


血小板

## 免疫细胞种类

## 运动对T细胞亚群的影响

### 运动强度对T细胞亚群影响明显



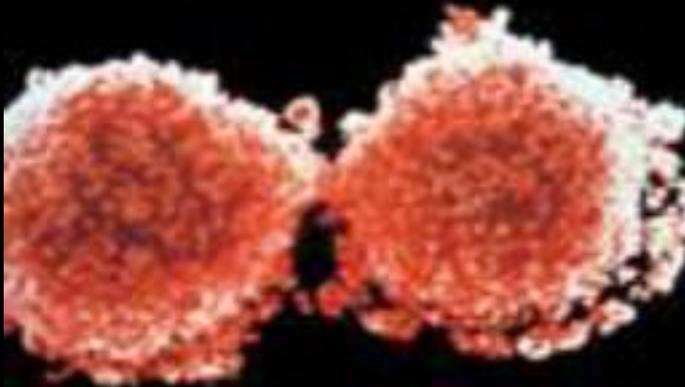
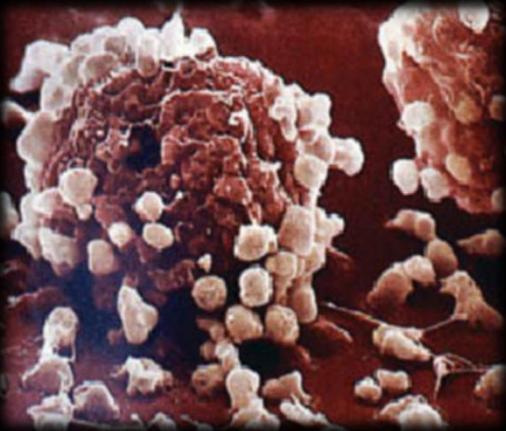
血细胞(红色)  
CD4 T cells (绿色)  
CD8 T cells (蓝色)

运动类型	功能变化
适宜运动	CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup> (1.5-2.0) ↑ 免疫功能增强
长时间力竭运动	CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup> ↓ Th1/Th2 ↓ 免疫功能抑制

## 运动对B细胞的影响

B细胞能够合成免疫球蛋白(Ig)与抗原结合，可中和病毒、毒素，介导炎症反应。

运动类型	功能变化
中等强度运动	血清、肠Ig水平 
大强度运动	血清、唾液Ig水平 

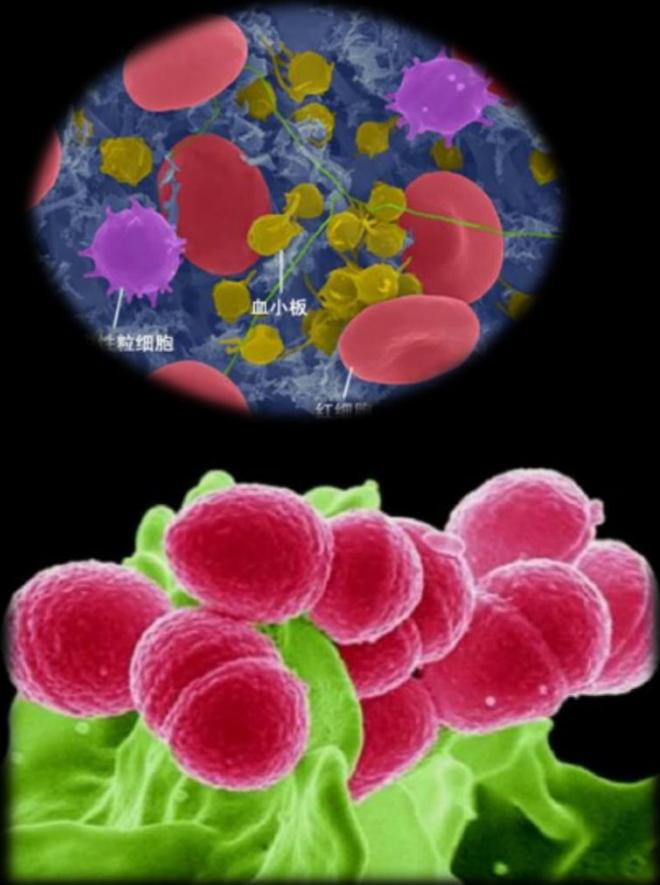


## 运动对中性粒细胞的影响

中性粒细胞能吞噬、消化细菌及机体本身的坏死组织和衰老的红细胞。细胞数显著减少时，机体发生感染的机会明显增高。

急性运动中/后，中性粒细胞被快速募集入血，可增加为安静时4倍。激烈长时运动后6h后仍高于安静值。中等强度运动后1h回到基础水平。

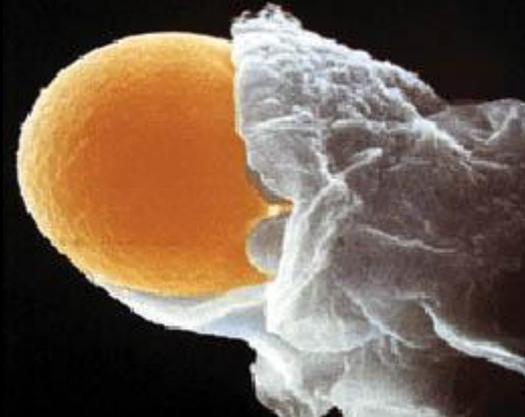
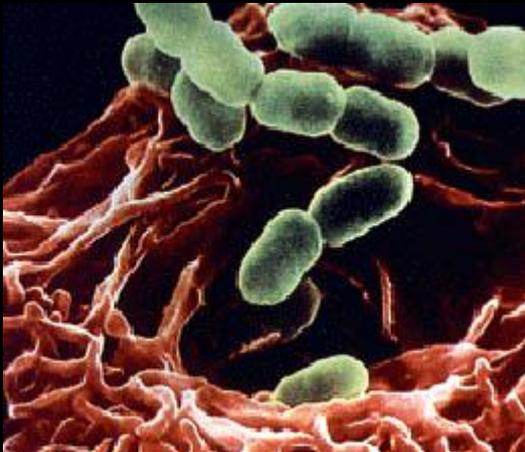
图为人中性粒细胞吞噬化脓性链球菌。



## 运动对巨噬细胞的影响

巨噬细胞是人体清道夫，其触须能够抓住入侵微生物以及老化血细胞并将其吞噬。还能分泌化学物质诱导免疫细胞涌向外来物入侵地点。

图为巨噬细胞正在吞噬大肠杆菌和一个死亡的红血球。



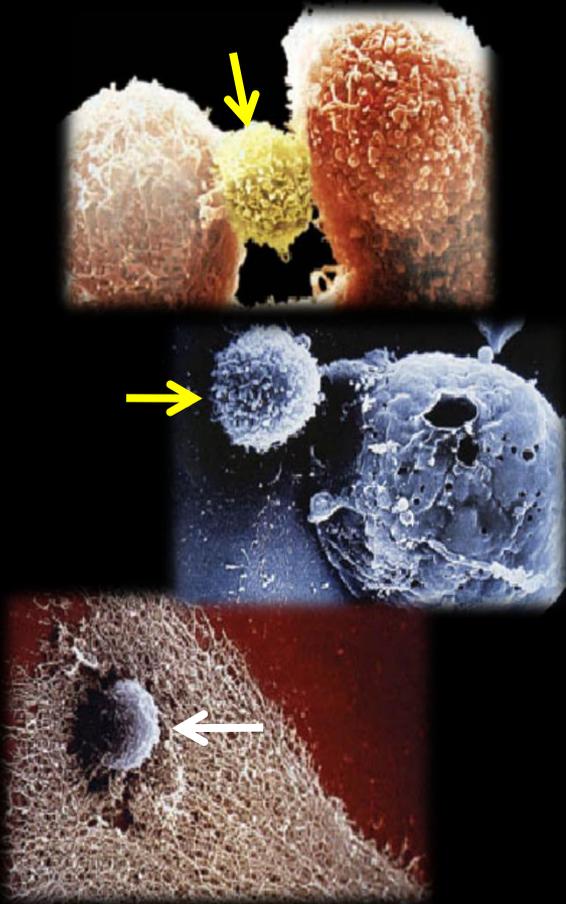
运动类型	功能变化
急性运动	趋化性、黏附性、吞噬作用、抗肿瘤活性  抗原提呈作用 
长期训练	吞噬活性 

## 运动对NK细胞的影响

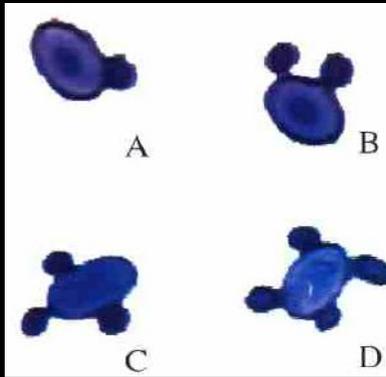
癌症最大的克星是NK细胞。NK细胞能抵抗/消灭各种各样的癌细胞。

运动强度是影响运动过程中NK细胞变化的关键因素。长期有氧运动可提高外周血NK细胞的数量和活性。高强度和力竭运动中，强度运动越大，外周血NK细胞数量和功能的下降就越明显。

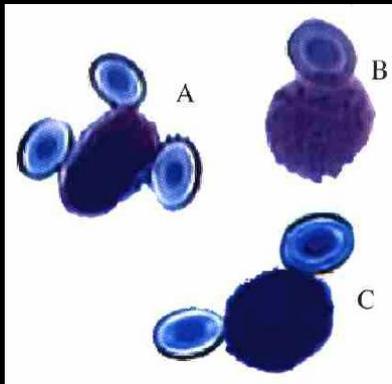
图为NK细胞将癌细胞上穿破一个洞，癌细胞将在很短的时间内死亡。癌细胞死亡后化为纤维，而NK细胞则恢复原状继续寻找敌人。



## 运动对红细胞的影响



红细胞粘附致敏酵母



红细胞粘附肿瘤细胞

红细胞能够黏附免疫复合物、细菌和肿瘤，将其带至肝、脾巨噬细胞处，利于巨噬细胞吞噬。

红细胞还能释放过氧化物酶、氧化酶等，杀伤黏附在其表面的微生物。

## 运动对红细胞的影响

运动类型	免疫粘附功能变化	
安静	—	运动与否无显著差异
适宜运动	↑	免疫功能增强，利于抗衰老
一次性 力竭运动	RBC-C3bRR RBC-ICR	红细胞免疫功能下降 机体处于免疫抑制状态
高住低练	↓	红细胞免疫活性降低



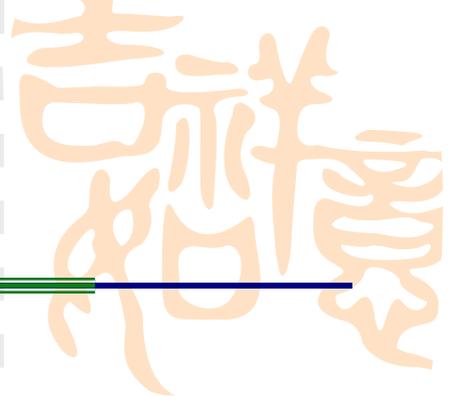
## 免疫分子

包括抗体、补体与细胞因子等。

**补体(complement, C):**指人与动物血清中正常存在的、与免疫有关的、并可具有酶活性的一组球蛋白。主要包括**C3**和**C4**等。

补体系统的生物学作用为溶菌、杀菌、细胞毒作用、调理作用、免疫粘附作用、中和及溶解病毒以及炎症介质作用。

# 细胞因子 (cytokine)



主要由淋巴细胞与单核-巨噬细胞所产生，习惯上称前者为淋巴因子（**lymphokine**），后者为单核因子（**monokine**），实际上其它免疫细胞与非免疫细胞也可以产生，故统称为细胞因子。

主要的细胞因子有：白细胞介素、B细胞刺激因子、淋巴毒素、肿瘤坏死因子、干扰素、集落刺激因子、转移因子等。



吉祥

# 四、免疫应答

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

## 免疫应答 (immune response)

抗原性物质进入机体后所激发的免疫细胞活化、分化和效应的过程称作免疫应答，也称为免疫反应。

包括由**B细胞**介导的体液免疫应答以及由**T细胞**介导的细胞免疫应答。

## （一）体液免疫

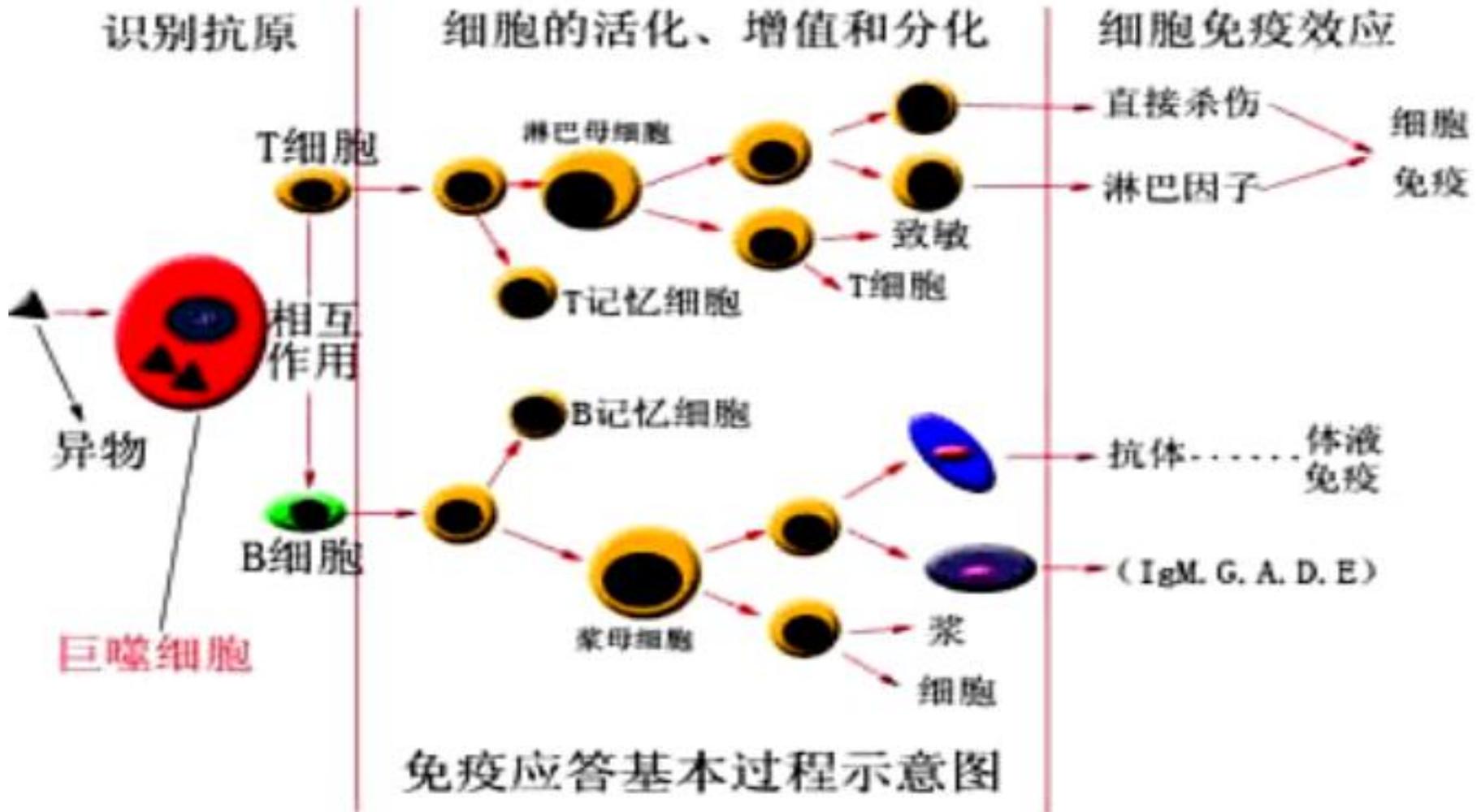
体液免疫是指B细胞接受抗原刺激后，分成为浆细胞和记忆细胞。浆细胞分泌抗体所发挥的特异性免疫效应。

## （二）细胞免疫

指T细胞在接受抗原刺激后形成效应T细胞和记忆细胞。效应T细胞与靶细胞特异性结合，导致靶细胞破裂死亡的免疫反应。

# 免疫应答过程

吉祥慶



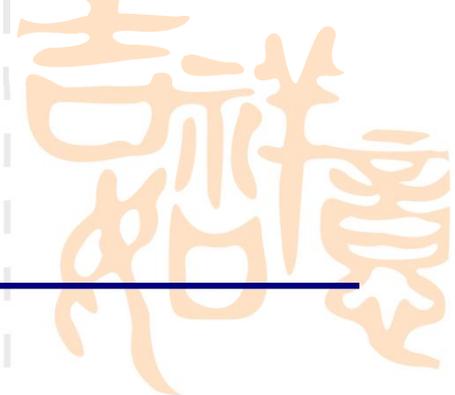
# 体液免疫和细胞免疫的关系



项目	体液免疫	细胞免疫
作用对象	抗原	靶细胞
产生效应细胞	浆细胞	效应细胞毒T细胞
产生效应方式	效应B细胞产生抗体与抗原结合	效应细胞毒T细胞与靶细胞接触，使靶细胞破裂
相互关系	相互配合，共同发挥作用	



# 免疫系统的三大功能



功能

正常表现

免疫防御

抗感染

(immunologic defense)

免疫稳定

消除炎症或衰老细胞

(immunologic homeostasis)

免疫监视

防止正常细胞突变

(immunologic surveillance)



# 免疫系统的功能：

功能	生理性反应(有利)	病理性反应(有害)
免疫防御	清除病原微生物及其他抗原	超敏反应 免疫缺陷病
免疫自稳	清除损伤细胞或衰老的细胞	自身免疫病
免疫监视	清除突变或畸变的恶性细胞	恶性肿瘤

# 第五章 免疫与运动

---

吉祥

## 第二节 运动与免疫



# 运动与免疫功能

田 “OPEN WINDOW”理论

田 “J”型曲线理论

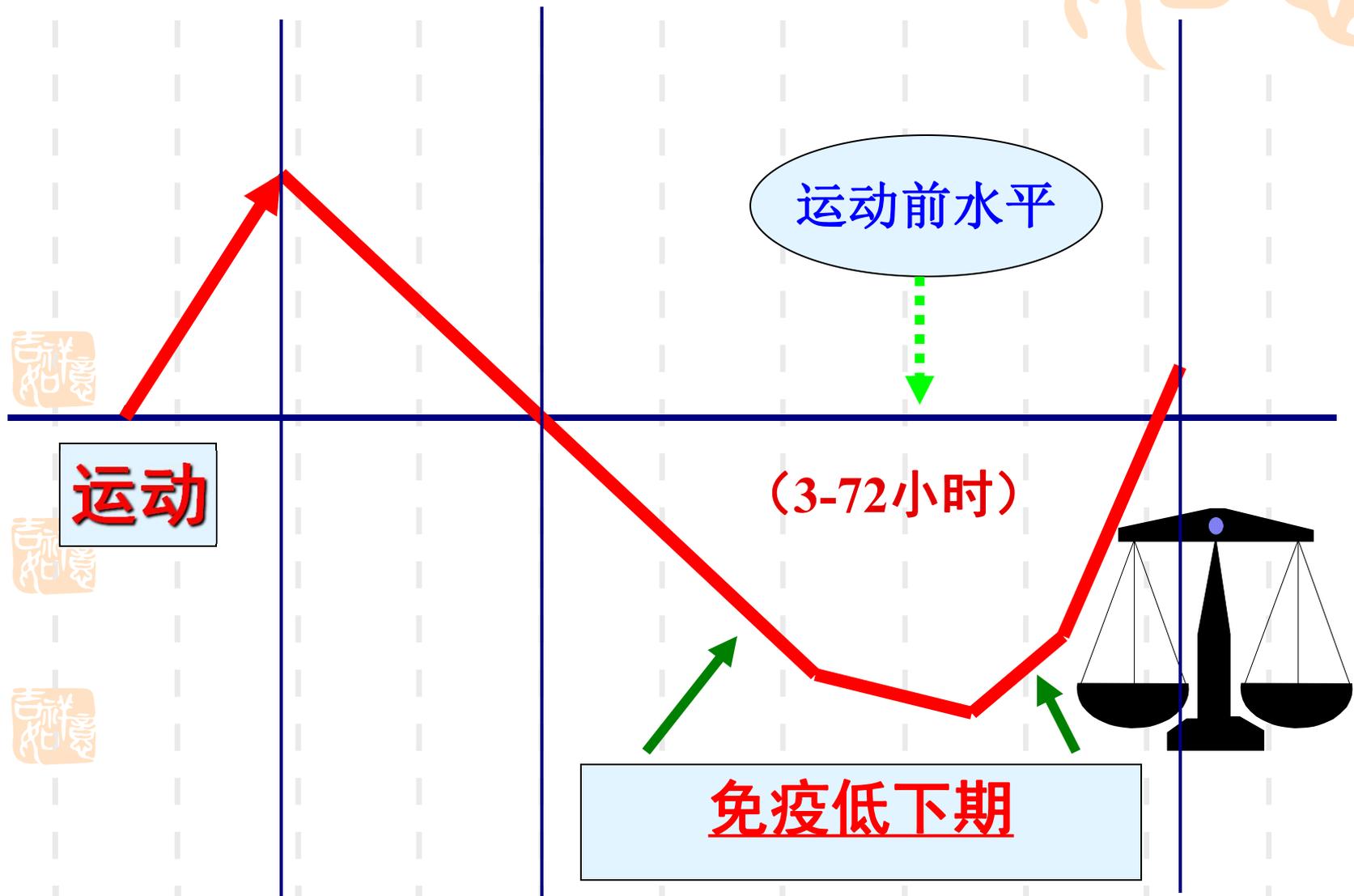
田 免疫机能对运动的应答与适应



# (一) “开窗”理论模式

- ❁ 大强度急性运动时，应激激素的急剧升高以及血流动力学发生的急剧变化，导致**淋巴细胞**等免疫细胞快速动员入血，急剧升高，比例发生明显改变。
- ❁ 大强度运动后，淋巴细胞**浓度**下降，**增殖分化**能力及**活性**降低，**免疫球蛋白**含量及功能也受到影响，出现**免疫低下期**，表现为对疾病的易感率升高。
- ❁ 故一般形象地将这段免疫低下期称为“开窗”期，意为“免疫系统被打开了窗户，病原体可较自由地进入”。故此段期间运动员**易感率明显上升**。

# “OPEN WINDOW” 理论

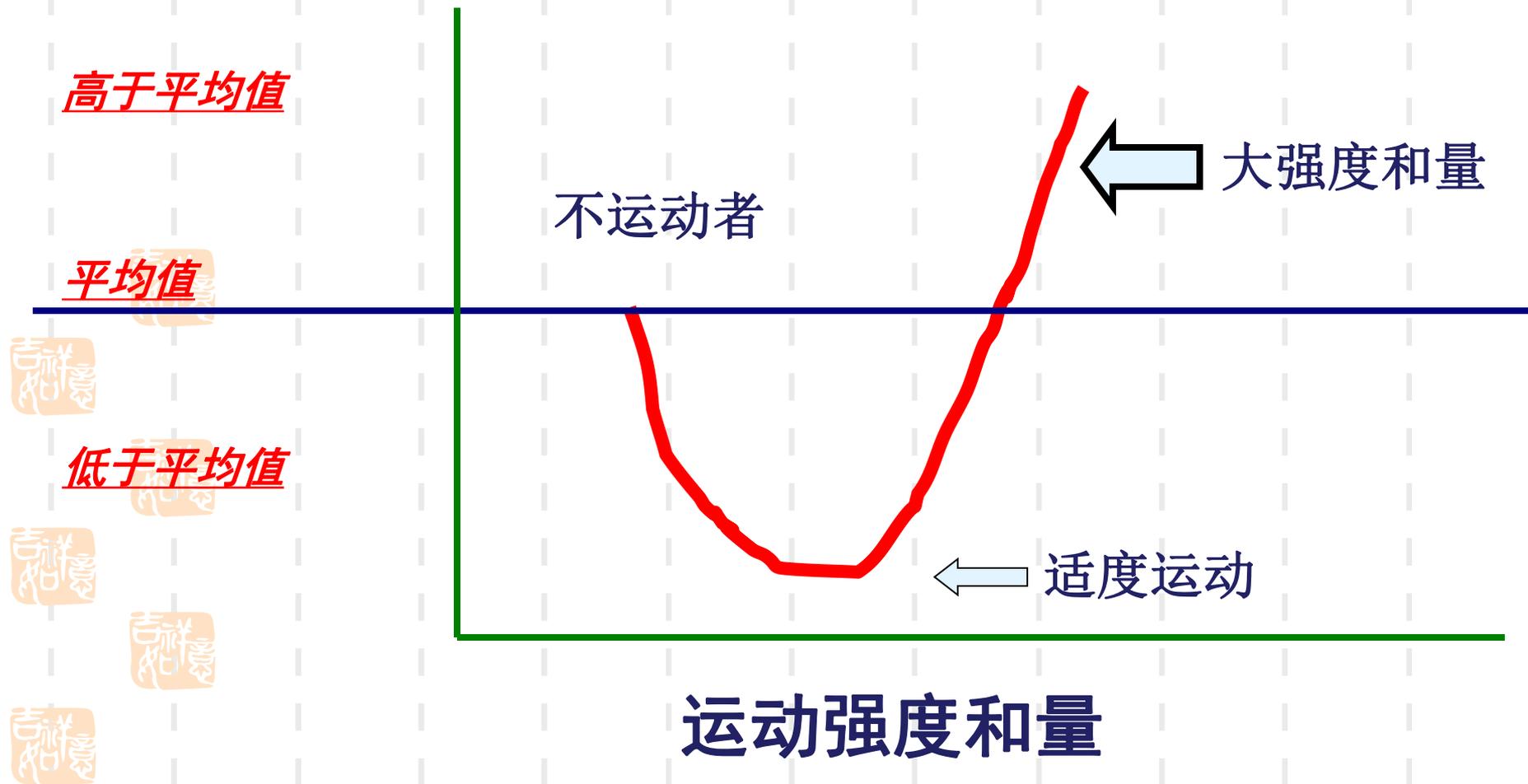


## (二) “J”型曲线模式

◆ 在研究了运动强度与上呼吸道感染率之间的关系后发现:若以正常不运动者的上呼吸道感染率作为参照,适宜中等负荷的经常性身体运动可明显降低上呼吸道感染率,而大强度运动训练则会使之明显升高。三者相比,形成一条类似“J”字形的曲线。

◆ 人体的免疫功能与运动量、运动负荷和持续时间等有密切关系。

# 上呼吸道感染率与运动



# 适中运动与抗感染能力

- ◆ 经常从事适中运动者比静坐工作者患上呼吸道感染的风险明显要低。
- ◆ **Nieman DC**等人研究中，每天快走**35~45**分钟，每周**5**天，**12~15**周。结果表明：活动者患感冒天数只占到对照组一半左右。
- ◆ 在一项为期**1**年的流行病学研究观察到，定期进行适中运动者与不定期进行中度到剧烈运动者相比，前者患上呼吸道感染的比率降低了**23%**。

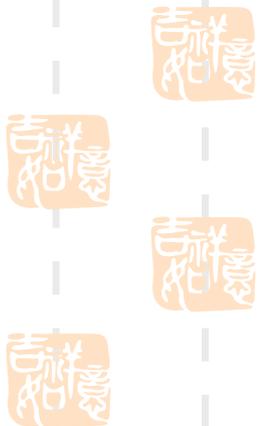
适中运动能够增强机体对各种感染性疾病的抵抗力，提高免疫功能，降低患病风险，防止各种慢性病的发生和发展，而且这种抵抗力是非特异性的。



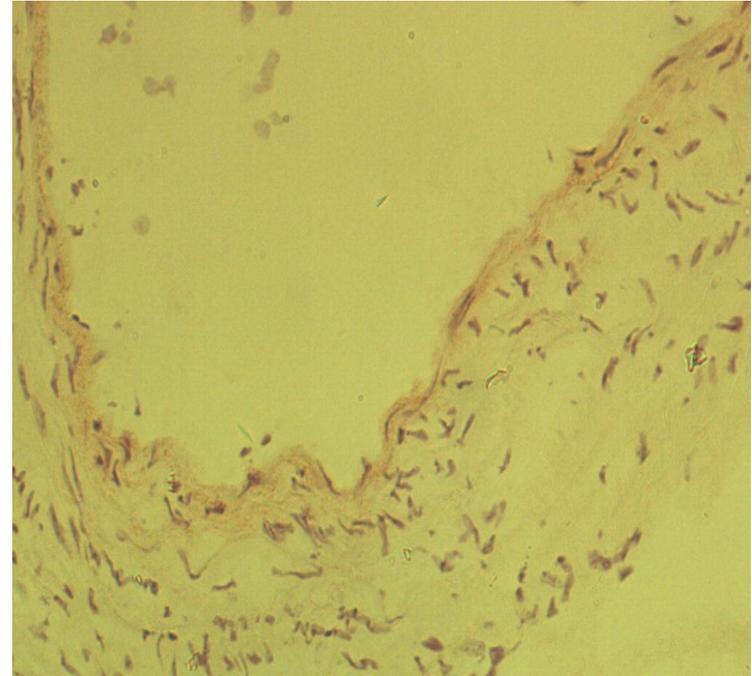
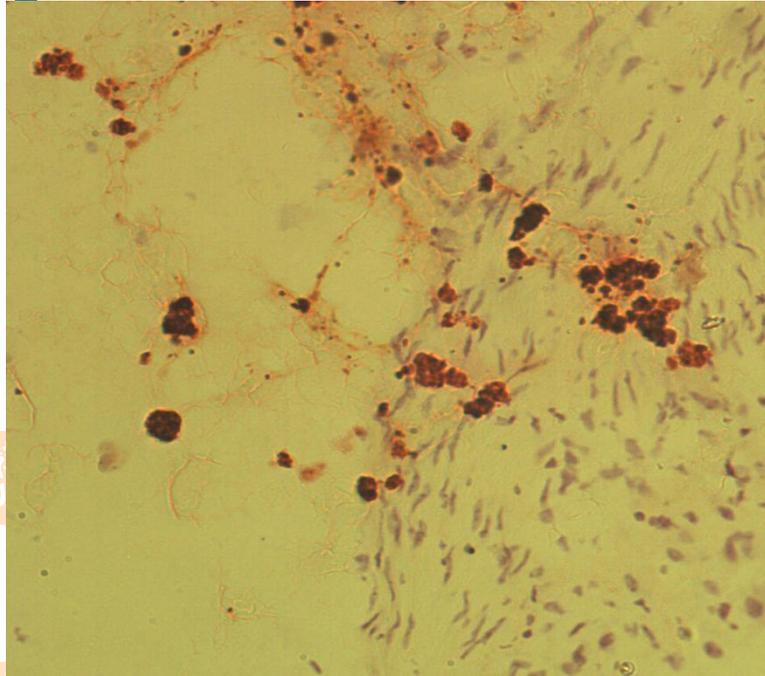
# 运动提高免疫功能的抗炎机制

❁ 动脉粥样硬化、癌症、糖尿病等慢性疾病，都是因为机体长期处于慢性炎症状态而渐进性地发展。

❁ 如果运动能够提高机体的抗炎能力，那么就可为运动干预慢性病的发生发展提供重要的实验支持。



# 有氧运动对apoE基因缺陷小鼠 动脉粥样硬化斑块面积的影响

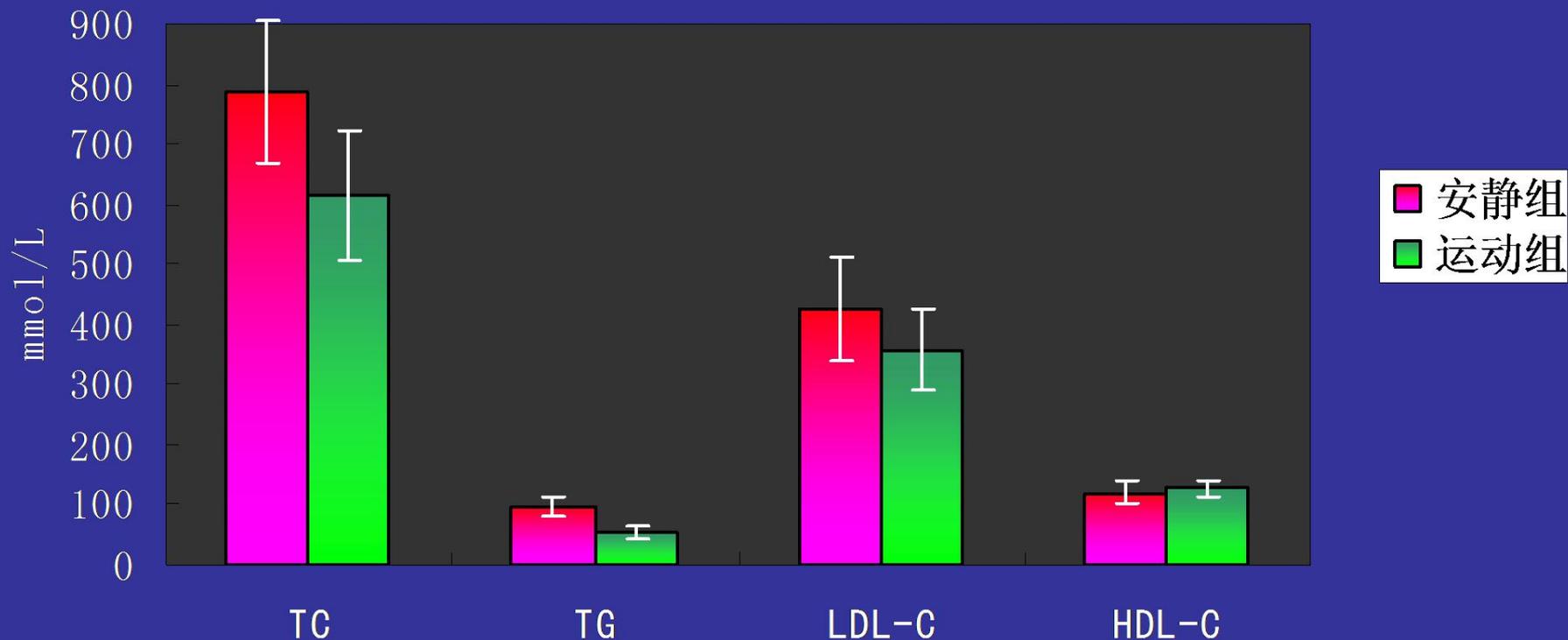


■ 安静组和运动组主动脉根部油红O染色(40x)

# 有氧运动对血脂水平的影响

吉祥如意

两组血脂水平的比较



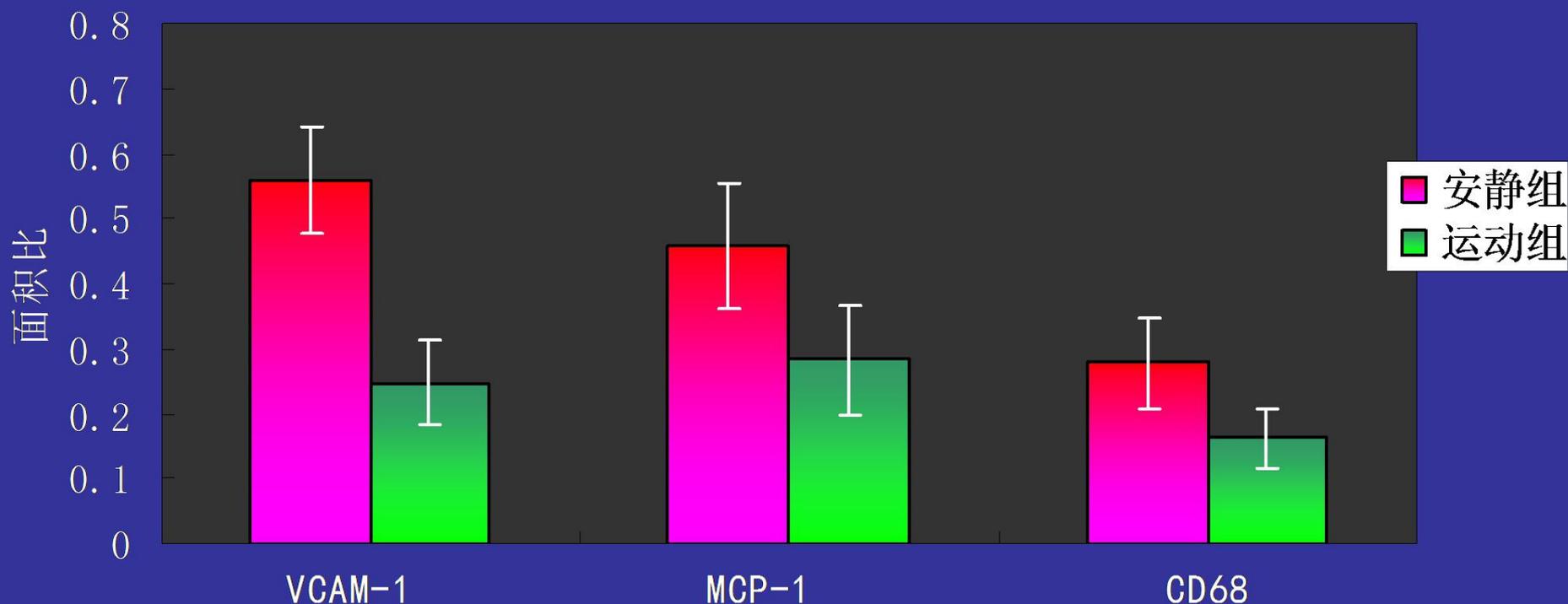
结果显示，10周有氧运动可显著下调apoE基因缺陷小鼠血清TC、TG和LDL-C的水平，HDL-C无显著性差异。

吉祥如意

# 有氧运动对主动脉壁炎症因子及巨噬细胞浸润的影响

吉祥慶

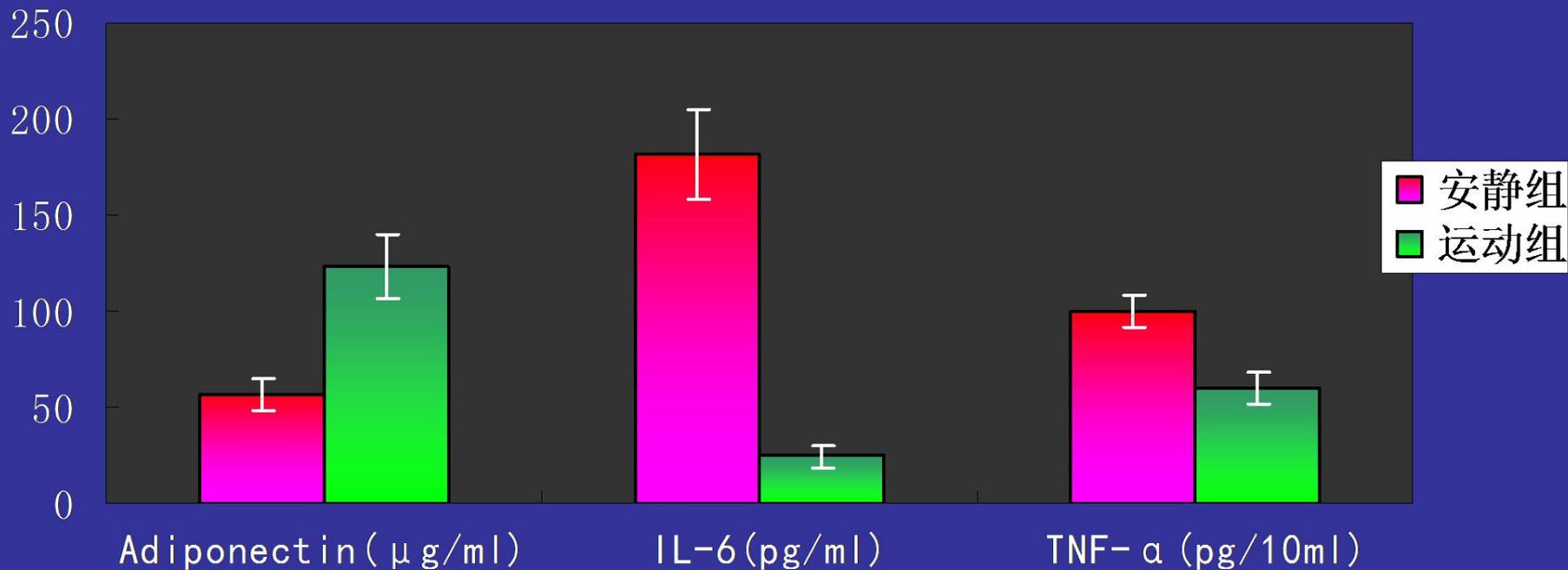
两组血管壁炎症因子及巨噬细胞标志比较



有氧运动使血管细胞粘附分子-1 (VCAM-1)、单核细胞趋化蛋白-1 (MCP-1)、巨噬细胞表面分子CD68的表达显著下降。

# 有氧运动对血清相关因子的影响

两组血清相关因子比较



- 运动组apoE基因缺陷小鼠血清脂联素水平极显著高于安静组 ( $P < 0.01$ )，IL-6水平极显著低于安静组 ( $P < 0.01$ )，TNF- $\alpha$ 水平极显著低于安静组 ( $P < 0.01$ )。

# 运动抗炎作用的机制

- ◆ 长期有规律的运动能防治与慢性低水平全身性炎症相关的疾病。
- ◆ 长期运动的这种效应可能归于每次运动带来的抗炎效应，而这种效应部分是由**IL-6**介导的。**IL-6**能上调抗炎细胞因子的水平，同时能下调促炎性细胞因子的水平。**IL-6**还能加强体内的脂解作用和脂肪的氧化。
- ◆ 运动的抗炎作用能改善**TNF- $\alpha$** 导致的胰岛素等的抵抗。

# 运动性免疫抑制

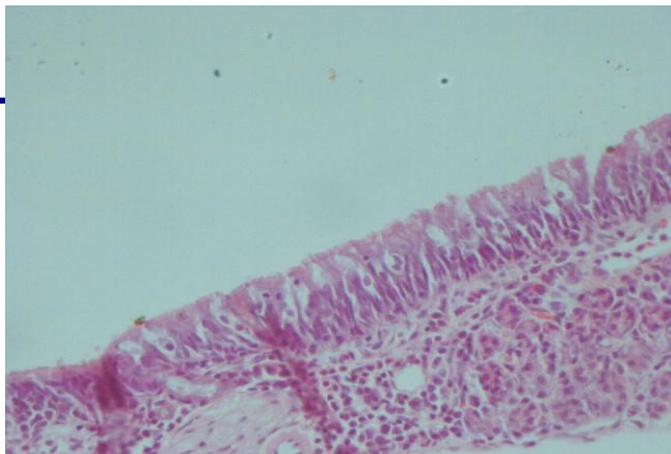
- 指大负荷运动后，由于过度负荷导致机体免疫机能下降的现象。

# 递增负荷运动中免疫系统结构 与功能的动态变化

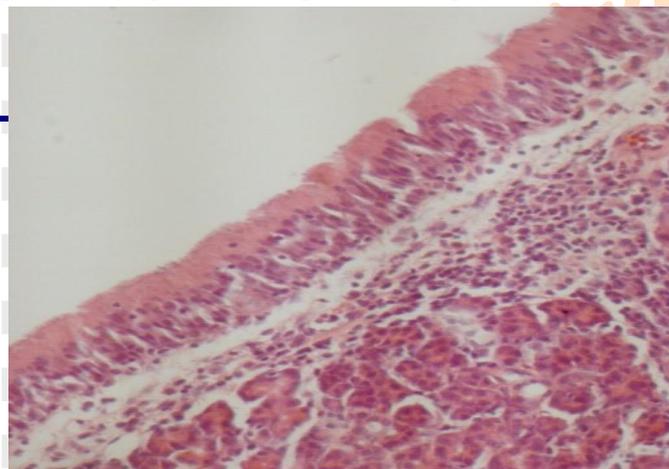


# 鼻腔粘膜结构的变化

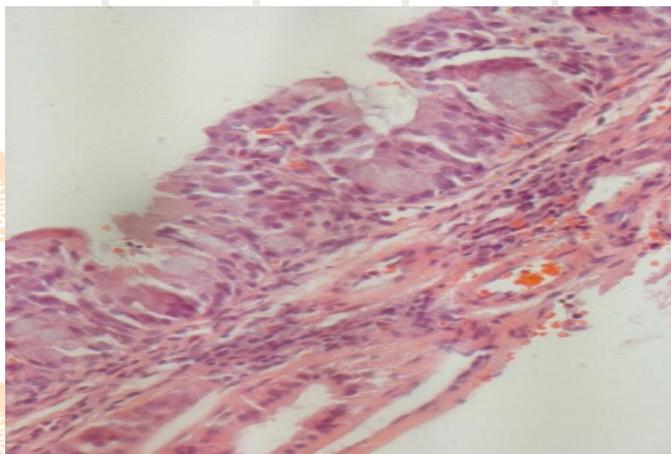
WK0



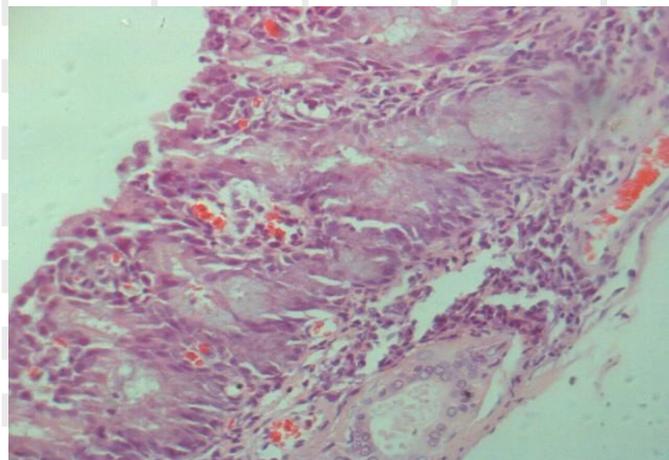
WK2



WK4



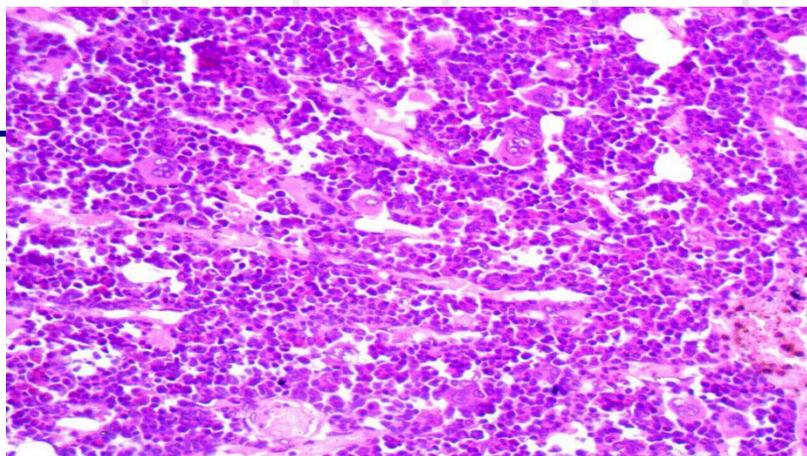
WK6



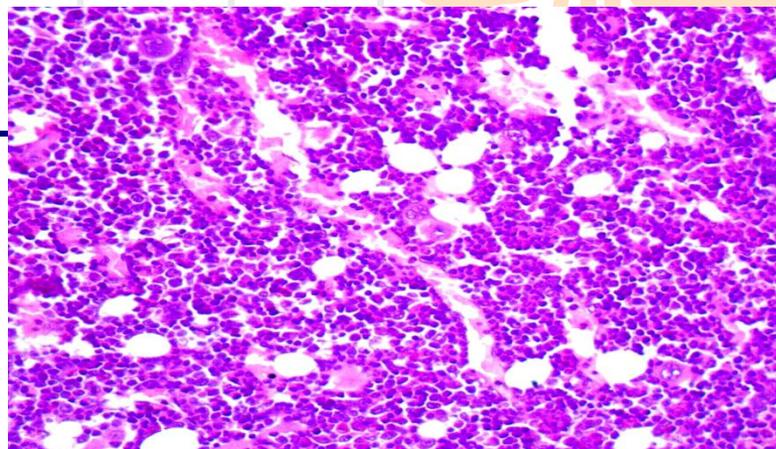
随着运动训练的进行，粘膜结构呈现进行性破坏。上皮脱落、间质水肿、炎性细胞浸润、腺体增生等结构变化。尤其是训练后期的第6周，粘膜表层结构的完整性受到极大的破坏。

# 骨髓结构的变化

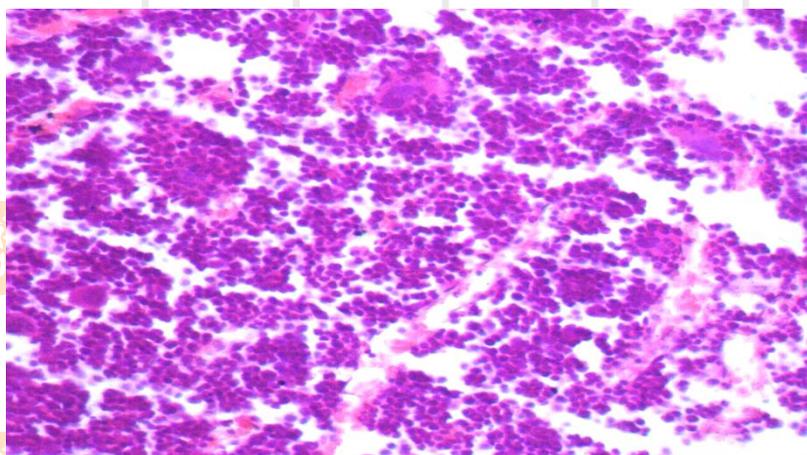
WK0



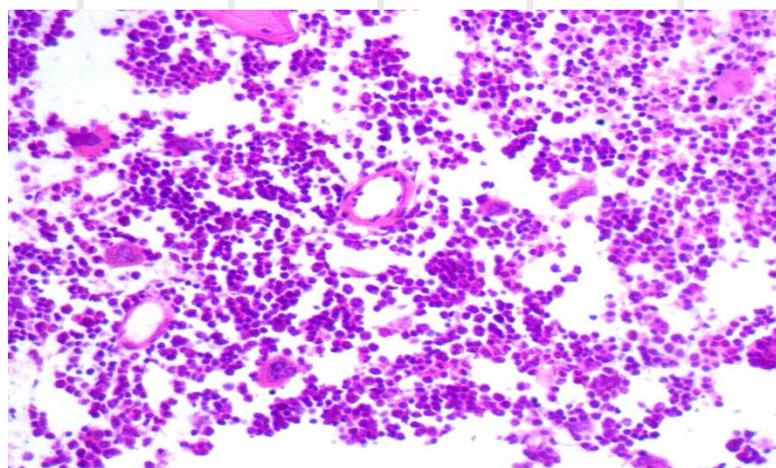
WK2



WK4

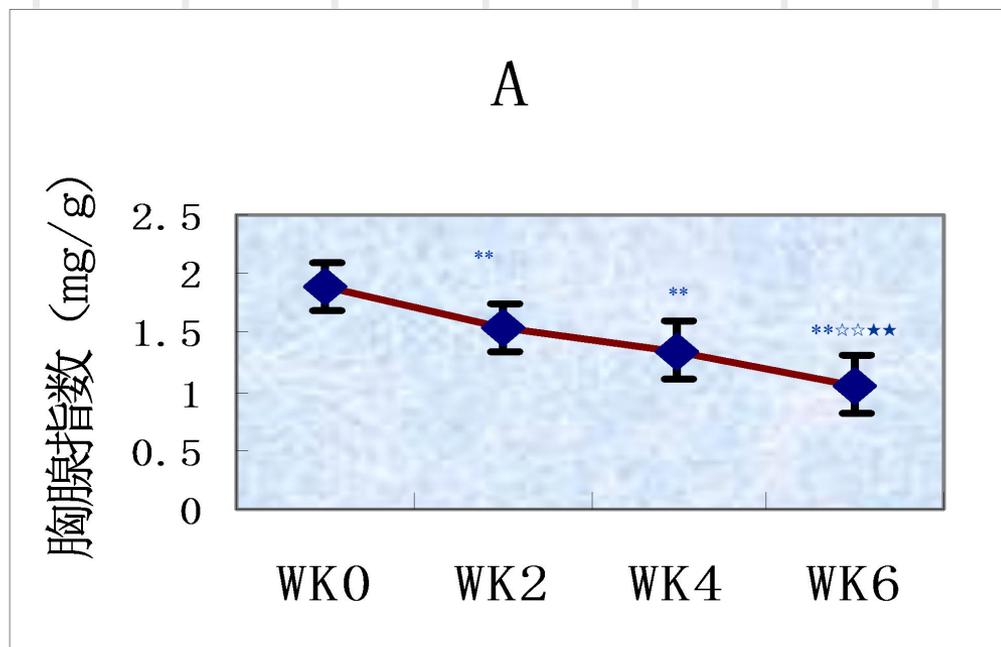


WK6



- **WK0** 大鼠骨髓造血组织结构完整，造血细胞丰富，细胞群分布均匀；
- **WK2** 骨髓结构轻微破坏，空泡增多，开始出现部分网络状断裂现象；
- **WK4** 骨髓结构破坏加重，网络状断裂现象非常明显，细胞出现部分融合，有空腔出现；
- **WK6** 骨髓结构破坏进一步加重，融合现象非常明显，功能区紊乱，空腔非常明显，细胞密度明显减小，细胞区域明显减少。

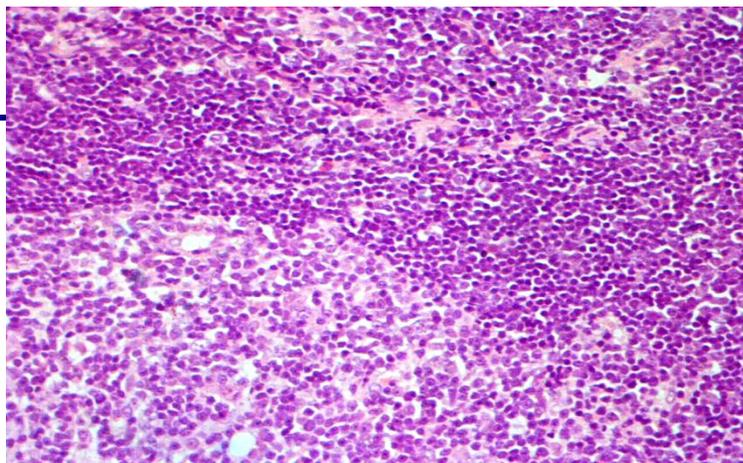
# 胸腺指数变化



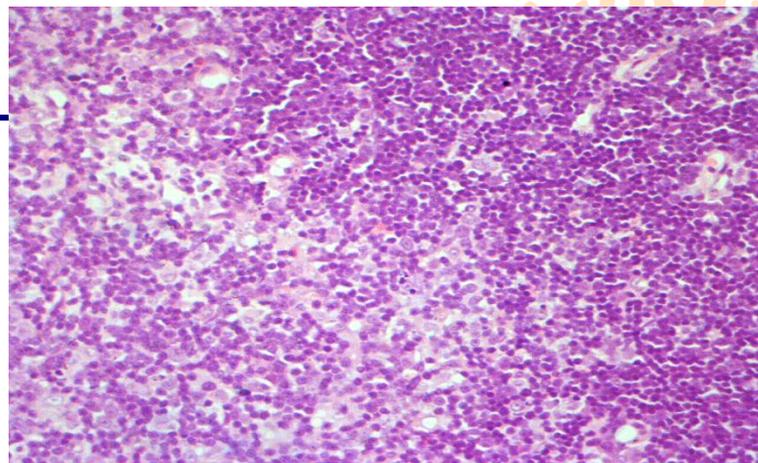
■ 各周胸腺指数呈下降趋势。**WK2**与**WK0**相比较显著性下降( $P<0.01$ ),  
第**4**周和第**6**周又显著下降, 与**WK0**有显著性差异 ( $P<0.01$ )。

# 胸腺结构的变化

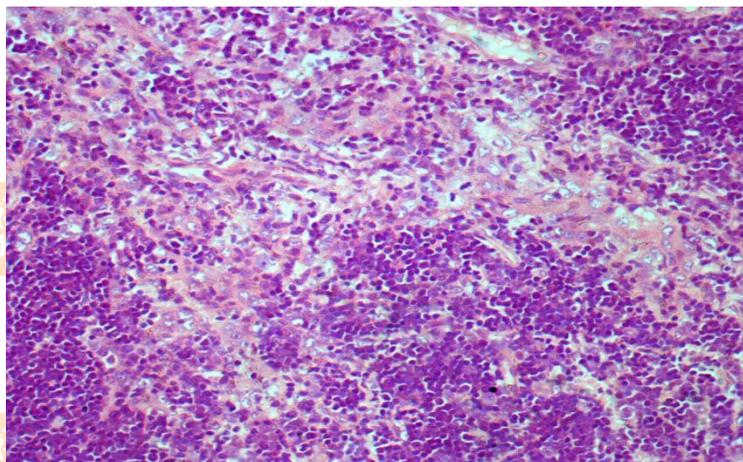
WK0



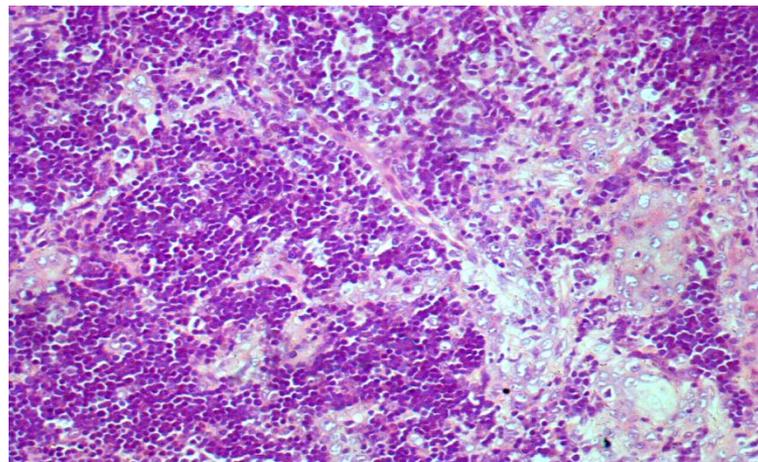
WK2



WK4

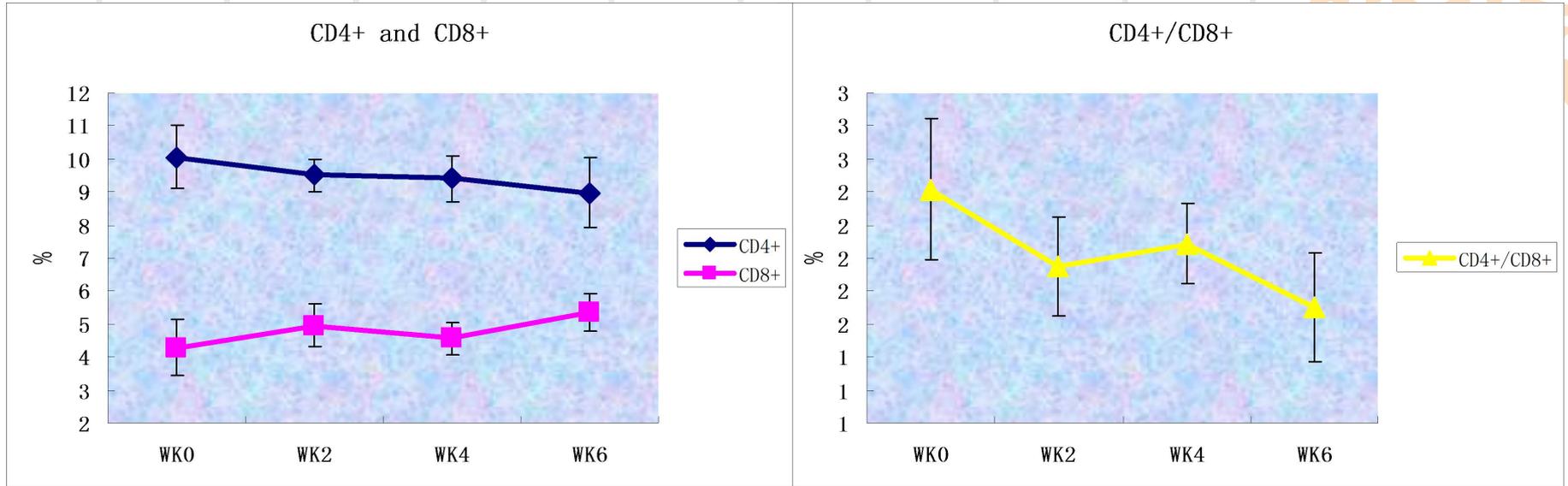


WK6



- **WK0**组皮质与髓质界线清晰，皮质内胸腺淋巴细胞数量丰富，皮质与髓质界线清晰；
- **WK2**周皮质厚度变薄，皮质内胸腺淋巴细胞数量减少，皮髓质界线不很清晰；
- **WK4**周皮质内细胞数减少，皮质与髓质界线有交叉现象，界线不清楚；
- **WK6**周皮质内细胞数减少明显，网状上皮细胞显得稀疏，皮髓质界线交叉现象更加明显，界线模糊，结构破坏严重。

# CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>的变化



CD4<sup>+</sup>、CD8<sup>+</sup>是T淋巴细胞两个不同的功能亚群。CD4<sup>+</sup>是辅助性T细胞，在机体的免疫过程中起到辅助和诱导作用，而CD8<sup>+</sup>则起抑制作用。维持CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>比值的平衡是机体免疫系统正常的关键。

随训练进行，CD4<sup>+</sup>细胞逐步下降，CD8<sup>+</sup>细胞逐步上升，CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>比值逐步下降，表明机体的细胞免疫功能明显受损。

# T细胞功能的变化

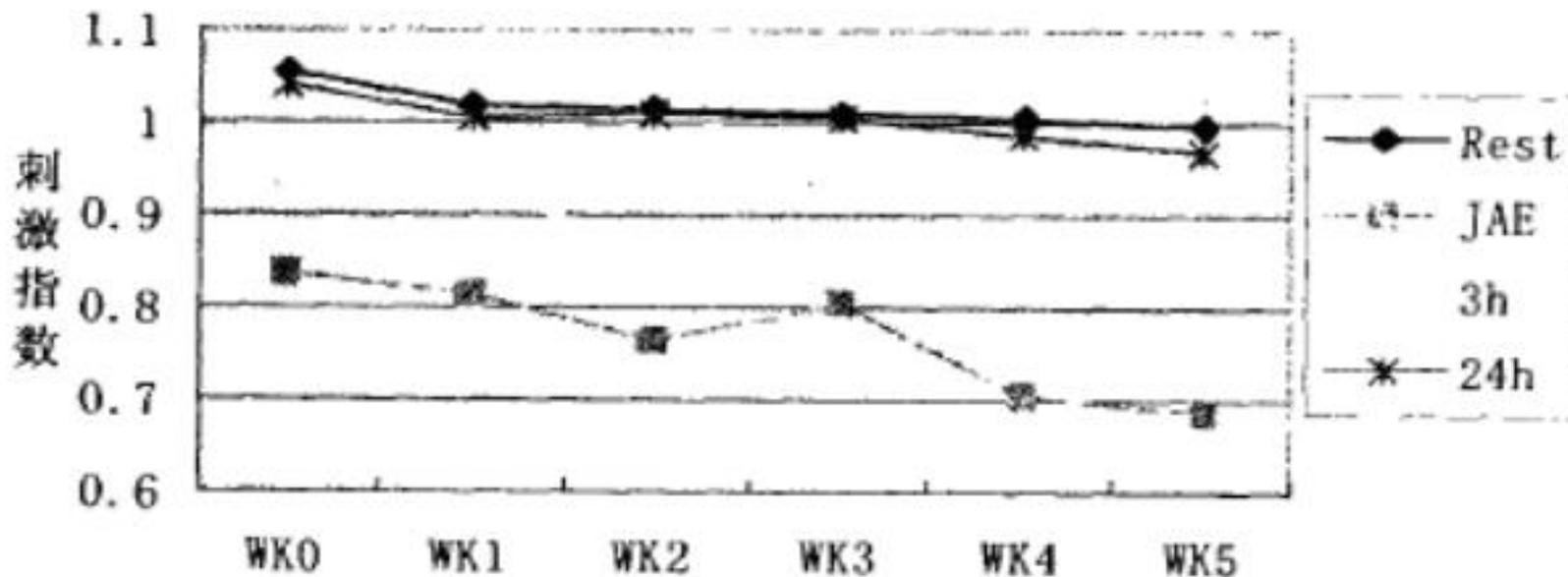
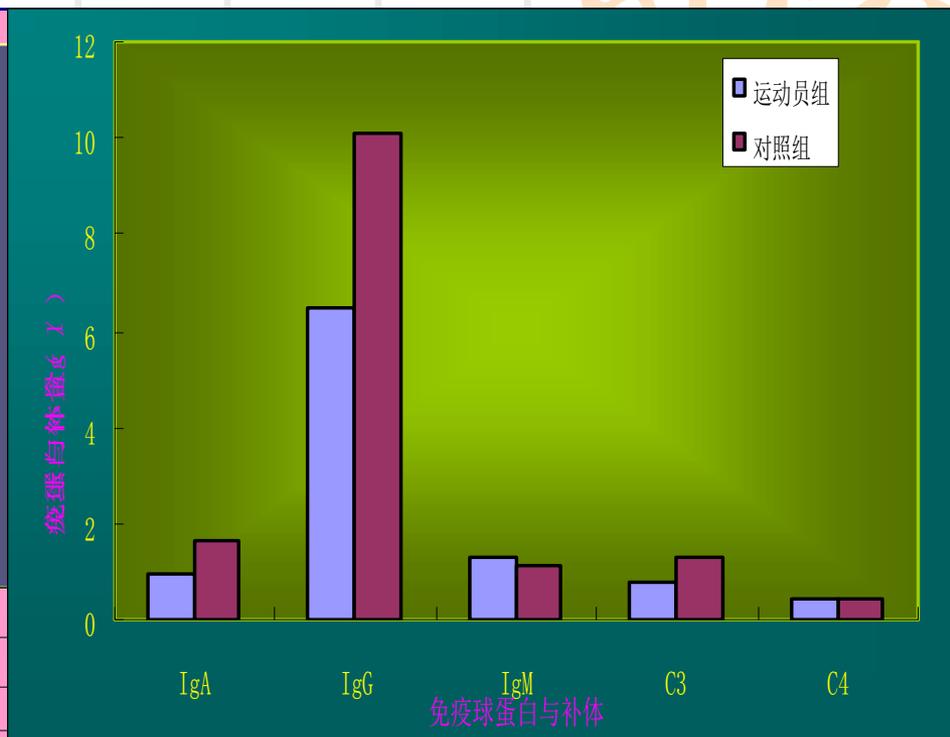
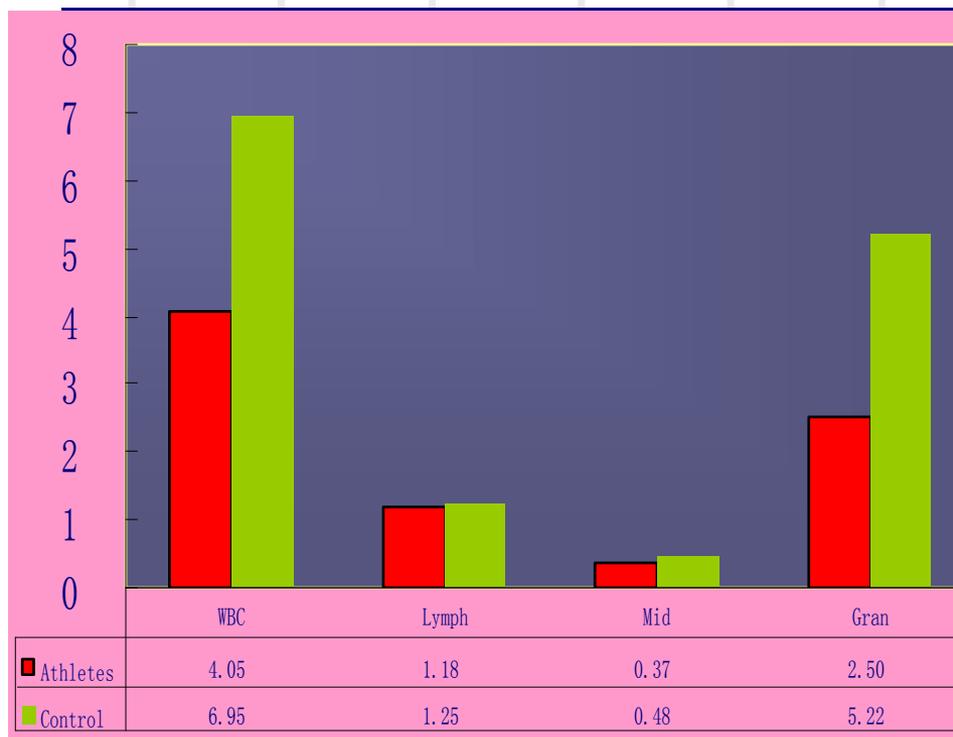


图3 T淋巴细胞刺激指数随训练进程的变化

淋巴细胞增殖实验是在丝裂原刺激下，观察淋巴细胞增殖分化情况，可直接反映T淋巴细胞的功能状态。

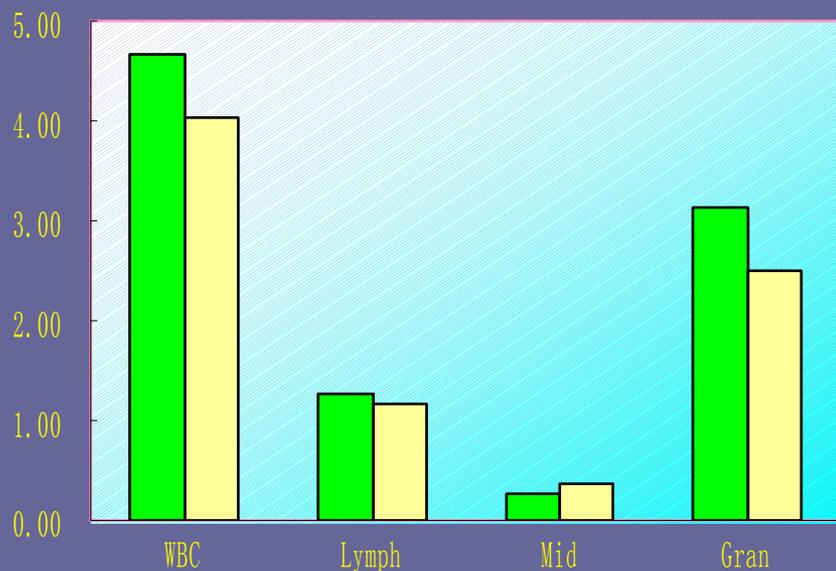
从上图可见，随训练进行，T淋巴细胞的功能逐步降低。表明运动训练对T细胞功能起着明显的抑制作用。

# 运动员与对照组白细胞、免疫球蛋白与补体的比较

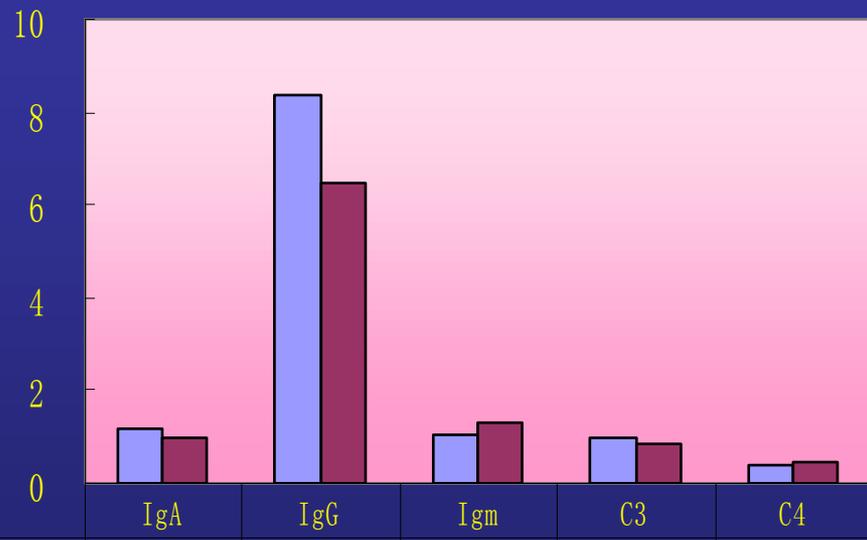


运动员组的白细胞总数不足对照组值的60%，中性粒细胞甚至不足50%。IgG仅占对照组的64%，IgA仅占61%，C3仅占63%。

# 两个月训练后白细胞、免疫球蛋白与补体的比较



Initial	4.68	1.27	0.26	3.15
After 2 M	4.05	1.18	0.37	2.50



Initial	1.17	8.37	1.04	0.96	0.36
After 2 M	0.98	6.45	1.33	0.82	0.43

冬训两个月后，白细胞总数下降13%，淋巴细胞下降7%，中性粒细胞下降30%，IgA下降16% IgG下降23%，C<sub>3</sub>下降15%。结果表明优秀耐力运动员的免疫机能较之常人明显要低，而且证实大强度耐力训练的确会明显影响免疫机能。

可见，长期的大强度运动训练可以发生比较强烈的免疫抑制现象，表现出比较明显的免疫机能低下状态。



上述结果总体表明：

长期的大强度运动训练可以发生比较强烈的免疫抑制现象，表现出比较明显的免疫机能低下状态。

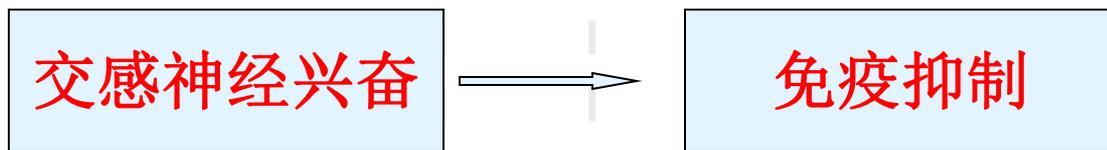
吉祥

# 运动性免疫抑制现象 的可能机理

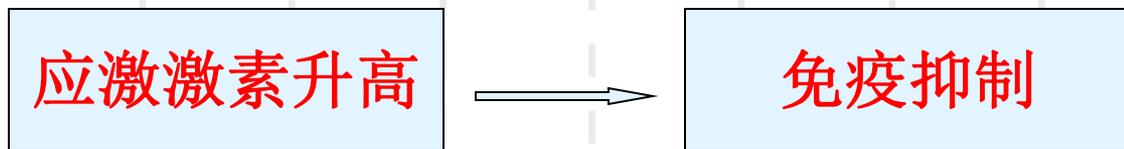


# 运动性免疫低下机理探析

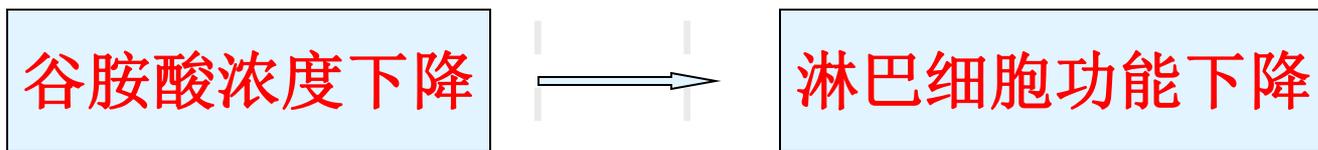
## 1、受运动时交感神经兴奋的影响



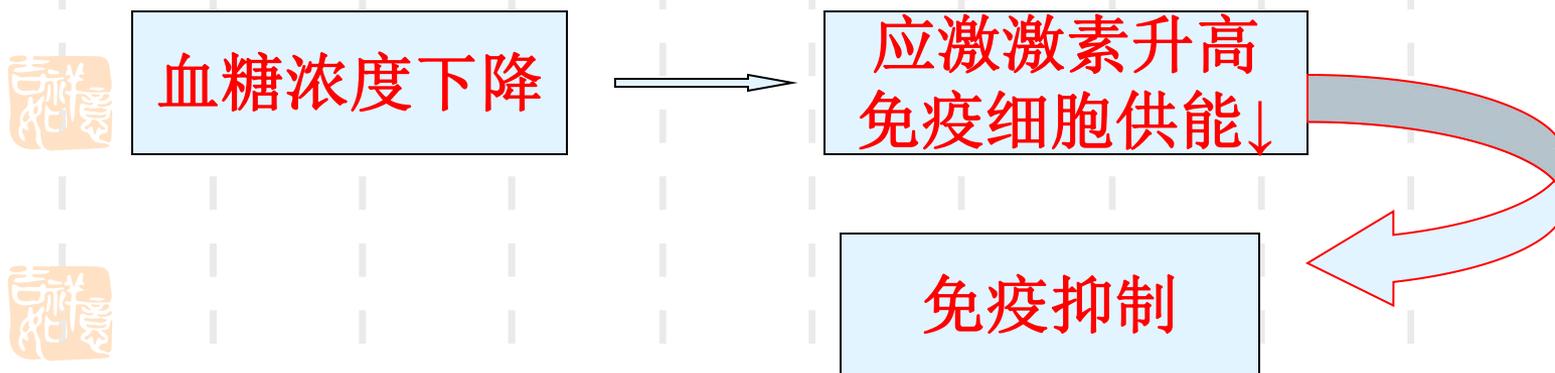
## 2、受运动时应激激素分泌的影响



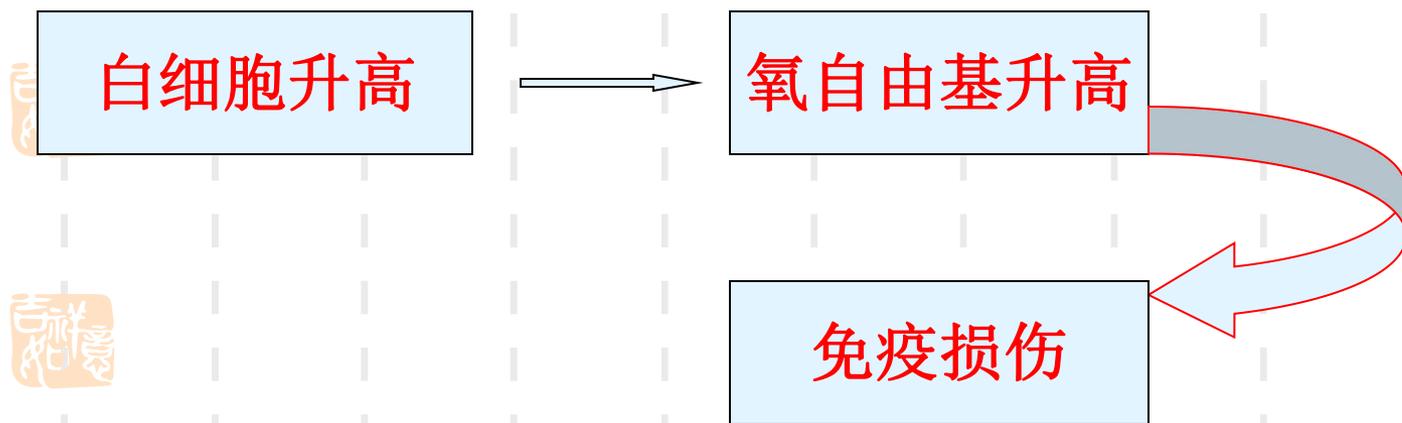
### 3、受运动时谷胺酸浓度下降的影响



### 4、受运动时血糖浓度下降的影响



## 5、受运动时氧自由基升高的影响



# 运动性免疫抑制的调理

竞技运动本身就标志着人类向自然、向自身极限的挑战。从一定意义上讲，这个过程需要付出一定的健康代价。因此，虽则已经发现运动训练可以导致明显的免疫抑制现象，但运动训练并不会因之中止。

目前需要做的是，一方面注意利用免疫机能的变化信息调整训练，另则加强对免疫机能的保护。

目前国内外非常重视运动免疫调理措施的研究，以期在训练过程中尽可能保护免疫机能，在训练后促进免疫机能的尽快恢复。

# 一、营养调理

## (一) 糖的补充

### 1. 葡萄糖的补充

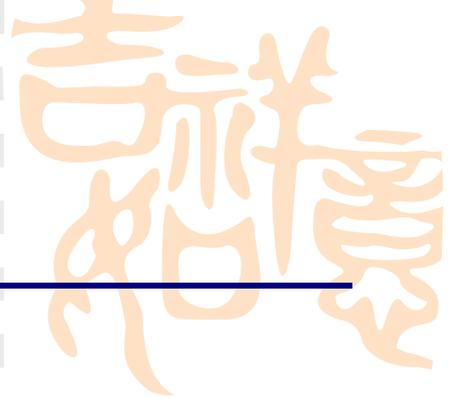
身体运动时，血糖不仅是骨骼肌收缩的重要能源，而且也是免疫细胞的重要能源物质。长时间运动训练过程导致血糖浓度降低后，会从两个方面对免疫机能形成抑制性效应。第一，通过加强糖皮质激素的分泌活动间接加强免疫抑制。第二，淋巴细胞、巨嗜细胞等免疫细胞能源不足而造成免疫机能降低。

# (一) 糖的补充

---

## 1. 葡萄糖的补充

身体运动时，血糖不仅是骨骼肌收缩的重要能源，而且也是免疫细胞的重要能源物质。长时间运动训练过程导致血糖浓度降低后，会从两个方面对免疫机能形成抑制性效应。第一，通过加强糖皮质激素的分泌活动间接加强免疫抑制。第二，淋巴细胞、巨嗜细胞等免疫细胞能源不足而造成免疫机能降低。



## 补充糖时应注意：

---

(1) 训练前：补充时间不宜距离开始训练的时间过近，以免引起胰岛素效应反而导致运动时血糖浓度降低；

(2) 运动中：宜少量多次，且浓度不宜过高；

(3) 运动后：补充时间应在训练后抓紧进行，以便既有利于升高血糖水平，促进免疫机能恢复，又有利于糖原的再合成。

同时，应注意鼓励运动员多进餐米饭、面条等淀粉类主食增加糖的摄入量。

## 2. 寡果糖（低聚果糖）的补充

低聚果糖又称蔗果低聚糖，是由1~3个果糖基通过 $\beta$  (2—1)糖苷键与蔗糖中的果糖基结合生成的蔗果三糖、蔗果四糖和蔗果五糖等的混合物。商品低聚果糖一般还含有少量蔗糖、果糖、葡萄糖。



低聚果糖最引人注目的生理特性是它能明显改善肠道内微生物种群比例，它是肠内双歧杆菌的活化增殖因子，可减少和抑制肠内腐败物质的产生，抑制有害细菌的生长，调节肠道内平衡；能促进微量元素铁、钙的吸收与利用，以防止骨质疏松症；可减少肝脏毒素，能在肠中生成抗癌的有机酸，有显著的防癌功能。



## 二、维生素调理

维生素又名维他命 (Vitamin)，是维持人体生命活动必须的一类有机物质，也是保持人体健康的重要活性物质。维生素在体内的含量很少，但作用很大。各种维生素的化学结构以及性质虽然不同，但它们却有着以下共同点：①维生素均以维生素原的形式存在于食物中；②维生素不是构成机体组织和细胞的组成成分，它也不会产生能量，它的作用主要是参与机体代谢的调节；③大多数的维生素，机体不能合成或合成量不足，不能满足机体的需要，必须经常通过食物中获得；④人体对维生素的需要量很小，日需要量常以毫克或微克计算，但一旦缺乏就会引发相应的维生素缺乏症，对人体健康造成损害。

## 1. 维生素A的免疫调理作用

维生素A有两种。一种是维生素A醇，是最初的维生素A形态（只存在于动物性食物中）。另一种是胡萝卜素，在体内转变为维生素A的预成物质，是维持体表皮肤和脏器粘膜健康的重要物质，也是人体免疫力的重要影响因素， $\beta$ -胡萝卜素不但可以转化为维生素A，发挥维生素A的作用，还具有维生素A所不具备的抗氧化作用。



维生素A对体液免疫和细胞免疫都有明显的促进作用：(1)提高抗体对抗原的应答反应和补体活性；(2)促进T淋巴细胞的增殖，成熟和退发型超敏反应；(3)增强巨噬细胞的吞噬作用和自然杀伤细胞的活性，并能抑制肿瘤细胞的生长。

维生素A对于维护粘膜表面的局部免疫功能有十分重要意义，被誉为“抗感染维生素”。VA缺乏会影响抗体的产生并导致抗体应答反应下降。抑制淋巴细胞的增殖，使体内T细胞成熟的数目下降。使机体的黏膜免疫系统机能减弱，使病原体易于侵入，引起呼吸、消化等部位上皮细胞角化变性，破坏其完整性，容易遭受细菌侵入，增加机体对呼吸道、肠道感染性疾病的易感性，引起感染。

## 2. 维生素C的免疫调理作用

维生素C又叫抗坏血酸，是一种强的有机酸。维生素C主要通过调节各种免疫细胞的生长和分化进程，影响细胞因子、趋化因子和活性氧的水平，在机体免疫反应中发挥重要作用。

维生素C能调节B细胞介导的免疫反应，在抗体类型转换中起重要作用，并通过降低细胞内活性氧ROS水平而直接改变B细胞的活性和功能，从而增强体液免疫。维生素C通过促进T细胞发育和提高T淋巴细胞亚群CD3、CD4、CD4/CD8比值，而增强机体的细胞免疫功能。

## 3. 维生素D的免疫调理作用

维生素D在免疫中的作用，是通过VDR 在大多数免疫细胞中的识别，和1, 25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> 对免疫细胞功能的活性证实的。由于多种细胞内均存在特异性维生素D受体(SVDH)，因此，1, 25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> 对免疫系统的影响是多方面的。包括：调节抗原递呈细胞的分化、淋巴细胞的增殖及细胞因子的分泌；能抑制巨噬细胞和树突状细胞产生白介素IL-12；下调主要组织相容性抗原(MHC)-II类分子及协同刺激分子如B7 的表达；直接抑制T细胞增殖及其分泌IL-2 和干扰素(IFN- $\gamma$ ) 的能力；还作用于辅助性T细胞从而间接抑制B细胞合成和分泌免疫球蛋白，增加抑制性细胞的活性等。

## 4. 维生素E的免疫调理作用

维生素E是脂溶性维生素，称生育酚，是一种延缓衰老的维生素，主要有 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 四种。高浓度的前列腺素E<sub>2</sub>能抑制细胞免疫，自由基能损害免疫细胞膜脂质部分，损害免疫细胞正常功能，维生素E通过减低前列腺素的合成和/或减少自由基的形成，增强机体的免疫功能。

适当剂量的VE对机体的体液免疫、细胞免疫、生殖和发育有明显的促进作用。VE能通过激活B淋巴细胞参与免疫球蛋白IgM到IgG生成的转化。经研究表明，补充VE增强免疫作用的最适剂量为200 mg/d。

## 5. 生物素的免疫调理作用

生物素，又名维生素B7或维生素H，是噻吩与尿素相结合的骈环化合物，带有一戊酸侧链，有 $\alpha$ ， $\beta$ 两种异构体。生物素在肝、肾、酵母、牛乳中含量较多，是生物体固定二氧化碳的重要因素。容易同鸡蛋白中一种蛋白质结合，大量食用生蛋白可阻碍生物素的吸收导致生物素缺乏，如脱毛、体重减轻、皮炎等。

生物素能提高胸腺、肠道淋巴结和脾的重量，增加胸腺、脾的DNA 含量和DNA 周转代谢率。当正常或超量添加生物素时，可促进免疫器官发育，提高其免疫器官质量指数。生物素缺乏将抑制免疫器官发育，降低免疫器官质量指数。



## 5. 维生素B6的免疫调理作用

维生素B6 缺乏会影响体液免疫应答和细胞免疫应答。维生素B6 缺乏可以改变淋巴细胞分化和成熟，降低迟发性过敏反应，直接损害抗体产生。补充维生素B6 能恢复这些功能，此外，人体研究表明：维生素B6 状态会影响肿瘤生长和疾病过程，HIV 病、尿毒症、类风湿性关节炎老年患者维生素B6 缺乏会伴有免疫功能改变。

维生素种类		主要食物来源	所需量
脂溶性维生素	维生素A	胡萝卜、肝脏、黄绿蔬菜、蛋类、奶类、鱼肝油等	成年男2000IU/d, 女1800IU/d
	维生素D	鱼肝油、肝脏、蛋黄、黄油、鱼等	成年人100~400IU/d
	维生素E	植物油、干果、柑橘、坚果、大豆、绿叶蔬菜、蛋、鳗鱼等	成年男10mg/d, 女8mg/d
水溶性维生素	维生素C	柑橘类、猕猴桃、酸枣、绿叶蔬菜、绿茶等	成年人60mg/d
	维生素B1	米糠、全麦、燕麦、花生、猪肉、西红柿、茄子、牛等	成年男1.0mg/d, 女0.8mg/d
	维生素B2	牛奶、肝脏、绿叶蔬菜、鱼类、蟹、蛋等	成人男1.4mg/d, 女1.1mg/d
	维生素B6	绿叶蔬菜、啤酒、麦芽、肝、黄豆、甘蓝、花生、核桃等	成年人1.6~2.2mg/d
	维生素B12	动物内脏、瘦肉、鱼、蛋、乳品、紫菜、南瓜等	成年男2.4ug/d, 女2.4ug/d

# 三、抗氧化剂调理

运动过程中增高的自由基水平不仅可以抑制免疫机能，而且是重要的致疲劳物质。机体组织中皆有自由基代谢发生，但并未对机体造成严重的损害。其原因是体内同时存在有消除氧自由基的防御系统，即由一些酶和非酶物质组成的抗氧化剂。包括：抗氧化酶有超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和谷胱甘肽过氧化酶(GSH -PX)。非酶抗氧化剂有维生素E、维生素C、 $\beta$ -胡萝卜素、谷胱甘肽等，它们可防止自由基的生成，或加速自由基的清除速率。因此，适量补充外源性抗氧化剂有助于提高机体的抗氧化能力，抵御自由基的损害，保护免疫机能。

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

---

外源性抗氧化剂分为三类：维生素类抗氧化剂（参见上述维生素补充）、微量元素类抗氧化剂和中草药类抗氧化剂。

维生素类抗氧化剂主要包括维生素E、维生素C、 $\beta$ -胡萝卜素等。

微量元素类抗氧化剂包括锌、铁、铜、锰、硒、碘等，它们是构成机体生命活动重要酶类和蛋白质的重要成份。

中草药类抗氧化剂包括单味中药和复方制剂，可分为补气药、补阳药、滋阴药和补血药等。

---

## 1. L-精氨酸的补充

精氨酸为非必需氨基酸，但在饥饿、损伤、应激及某些疾病状态下，则为必需氨基酸，故称为条件性必需氨基酸。精氨酸具有改善T细胞、巨噬细胞、自然杀伤细胞的功能，且是重要的抗氧化剂。



精氨酸能增加大鼠胸腺重量和胸腺细胞增殖，提高淋巴细胞的功能，并能促进去胸腺大鼠脾细胞的增殖。补充适量L-精氨酸可缓解胸腺和脾脏的萎缩，增加淋巴细胞增殖活性，增强B 细胞介导的体液免疫功能，促进脾脏的免疫功能和淋巴小结增生。国内外相关研究结果表明，在手术创伤、烧伤、应激状态等条件下造成免疫抑制时适当精氨酸，可增强机体的免疫防御及免疫调节，维持和保护肠道黏膜功能，有效提升免疫功能。

## 2.胡萝卜素的补充

$\beta$  -胡萝卜素是一种抗氧化剂，具有解毒作用与功效，是维护人体健康不可缺少的营养素。

$\beta$  -胡萝卜素与不具有维生素A原活性的类胡萝卜素能保护吞噬细胞免受自身氧化损伤，促进T、B 淋巴细胞的增殖，刺激效应T 细胞的功能，增强巨噬细胞、细胞毒性T 细胞和天然杀伤细胞杀伤肿瘤的能力，并促进细胞因子的生成。

---

(1)  $\beta$ -胡萝卜素是对抗自由基最有效的抗氧化剂之一，适量补充有助于免疫细胞对抗自由基的攻击。(2)  $\beta$ -胡萝卜素可转化为维生素A，有助于保持上皮细胞和器官内腔黏膜系统的完整性，从而维持正常的黏膜免疫功能。

(3)  $\beta$ -胡萝卜素具有强化免疫系统、增强机体抵抗力的功效。(4)  $\beta$ -胡萝卜素可预防癌症，降低口腔癌、乳癌、子宫颈癌、肺癌等发病几率，延缓衰老进程。

## 3. 谷氨酰胺的补充

谷氨酰胺是一个半必需氨基酸，但在体内含量较多，占游离氨基酸池的60%。它能维持氮平衡，特别是生长迅速细胞(如肠上皮细胞)的主要营养物质，被称为特殊性营养素，对肠黏膜屏障功能直接有关。它还是谷胱甘肽的前体，与抗氧化剂有关。



机体运动对谷氨酰胺代谢的影响与运动量、运动强度、运动时间及运动项目有关。从事短时间大强度的速度性、爆发性运动(如短跑、举重等)时，血浆谷氨酰胺水平保持不变或暂时性升高。从事持续时间长、强度较大且经常进行的耐力性运动(如划船、长跑、马拉松等)中，血浆谷氨酰胺浓度会发生显著降低。运动过程中骨骼肌释放谷氨酰胺减少，血浆中谷氨酰胺浓度下降，免疫细胞利用谷氨酰胺的速率受限，从而导致免疫功能降低。

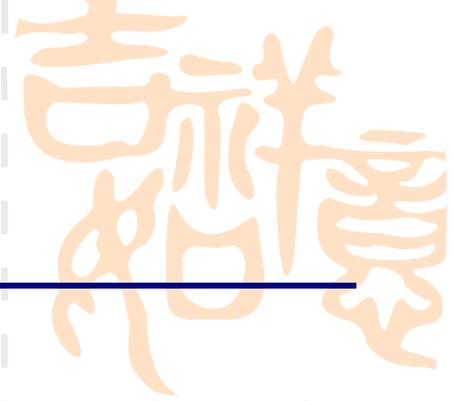


---

谷氨酰胺作为血液中和体内游离氨基酸池中含量最丰富的条件氨基酸，具有重要的保护免疫作用。谷氨酰胺是免疫细胞和小肠黏膜上皮细胞的重要能源物质。肠道作为人体重要的粘膜免疫器官，其细胞以很高的速率利用谷氨酰胺，说明谷氨酰胺在机体免疫中发挥着十分重要的作用。

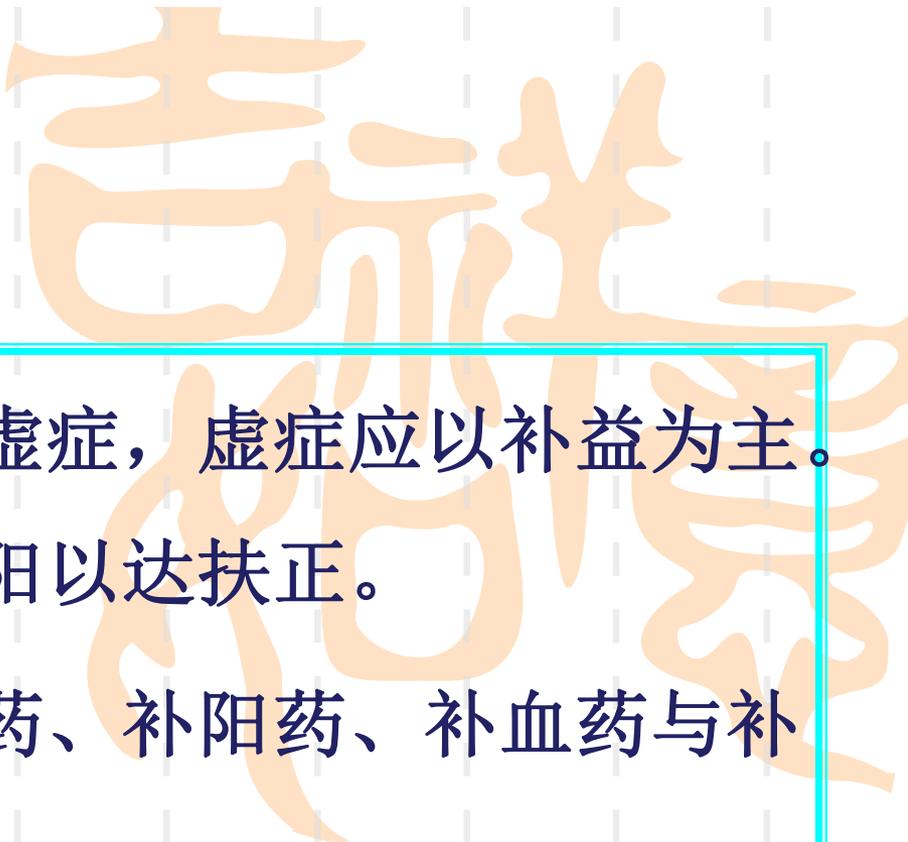


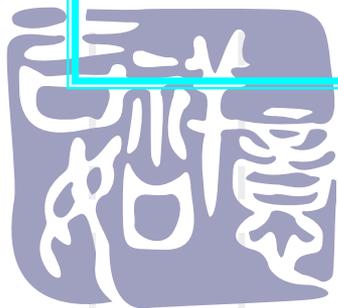
# 四、中医中药调理



中医理论认为，“正气存内，邪不可干”，“邪之所凑，其气必虚”。依中医理论，运动导致的免疫功能降低主要归因于正不压邪、阴阳失调所致。因此，对运动免疫进行调理的基本思路是扶正祛邪，调整阴阳。可利用补益法从补气、补血和补阳入手，扶持正气，提高免疫机能。



- 
- **中医认为：**免疫低下为虚症，虚症应以补益为主。补益就是补养气血、阴阳以达扶正。
  - **补益药使用原则：**补气药、补阳药、补血药与补阴药相须为用。



# 1. 单味中药的免疫调理作用

---

单味中药对免疫系统有双向调节作用。能增强免疫力的中药多集中在清热药与补虚药两大类。

## (1) 清热药

大青叶、板蓝根、穿心莲能增强小鼠白细胞对细菌的吞噬作用，增加正常小鼠外周T 淋巴细胞的百分比；长期服用青黛，原体液免疫低下的病人能恢复正常；黄芩、黄连、蒲公英、金银花、大蒜可促进淋巴细胞转化，青蒿能诱生干扰素。黄芩、黄连、丹皮等对变态反应有一定的抑制作用。鱼腥草能使体内备解素的浓度增加，从而提高非特异性免疫力来抵御病源侵袭。

## (2) 补虚药

人参、黄芪、灵芝、女贞、白术、熟地、白芍、枸杞子、鹿茸、补骨脂、天冬等能升高外周白细胞数，党参、黄芪、白术、淫羊藿、当归、刺五加、枸杞子等能增强网状内皮系统的吞噬功能。黄芪、女贞通过对抑制性T 细胞的抑制作用能增强辅助性细胞的功能。 人参、黄芪能增强NK 细胞的功能；人参、白芍、当归等能增强白细胞介素的释放。 黄芪能使正常人血中IgM、IgE、cAMP 显著增高，唾液sIgA 下降。

## 2. 中药组方（成方）的免疫调理作用

传统成方对免疫功能影响的研究主要集中于补虚类方剂。

补气方四君子汤、补血方四物汤、补阴方六味地黄汤及补阳方参附汤均能提高淋巴细胞转化率，四物汤还能促进刀豆蛋白A诱导的小鼠脾细胞数目增多，增强T 细胞功能，具有免疫激活作用。扶正逐毒丸能够提高免疫抑制小鼠CD4 细胞、CD8 细胞的比值，能够诱生TNF 和IL-2 及IL-8，从而调节免疫抑制小鼠的免疫功能。四君子汤、玉屏风散可能通过影响免疫器官、调控细胞因子IFN- $\gamma$  和IL-4 活性表达而调节机体免疫功能。薏苡仁汤加味可提高大强度运动小鼠的补体含量，可提高安静小鼠的免疫功能。

### 3. 中药中具有免疫调理作用的活性物质

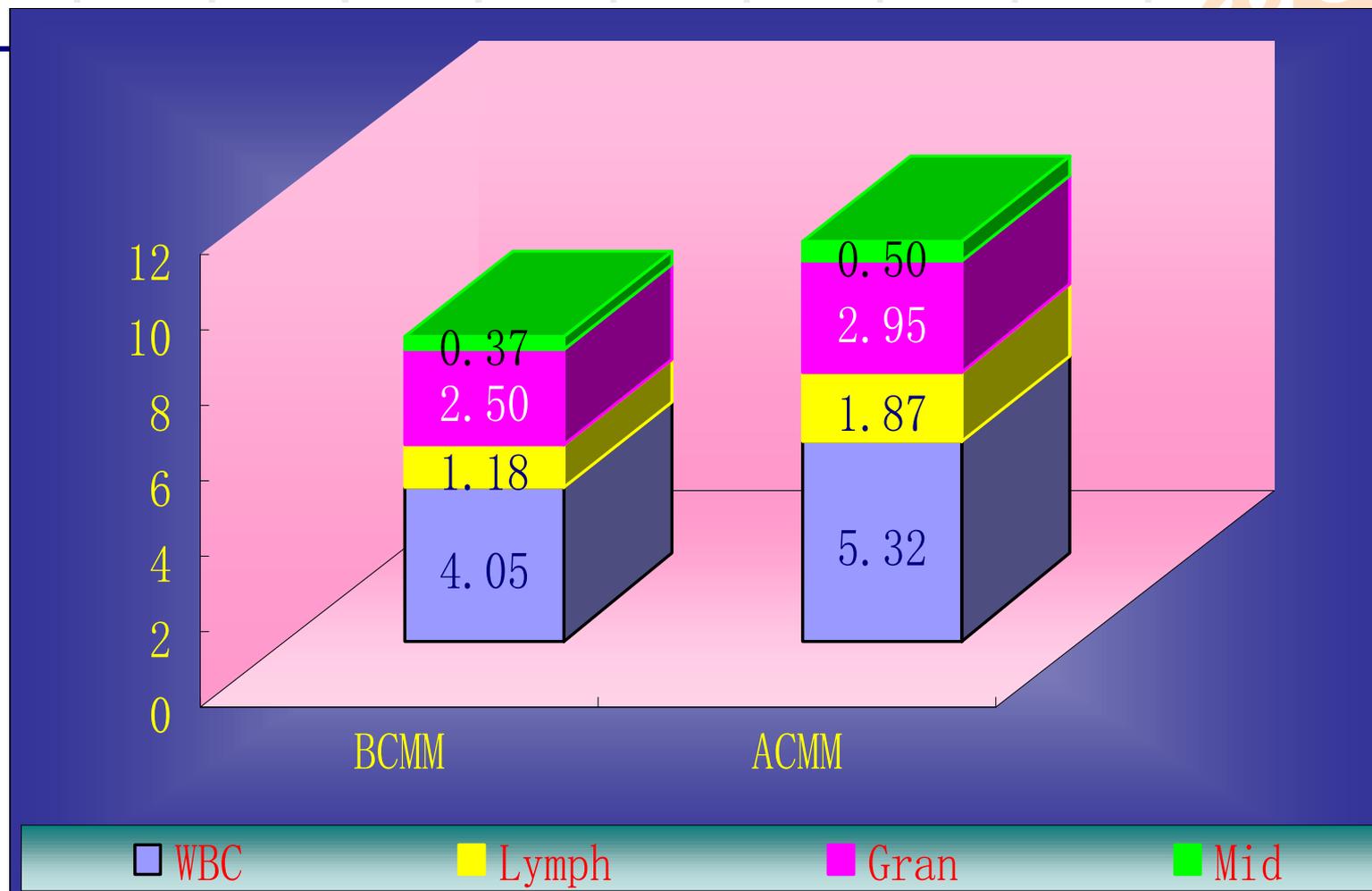
中药的有效成分与其药理作用密切相关。有效成分及其特有的药理功能是防治疾病的物质基础。现代中药化学研究表明，中药的免疫增强作用与下列活性物质有关。

(1) 多糖。多糖是许多中药的主要免疫活性物质，从中药中提取的多糖很多，如黄芪多糖、人参多糖、刺五加多糖、牛膝多糖等。

(2) 苷类。在苷类化合物中，黄芪苷、白芍总苷、淫羊藿苷、雷公藤苷、大豆皂苷等都有免疫增强作用。

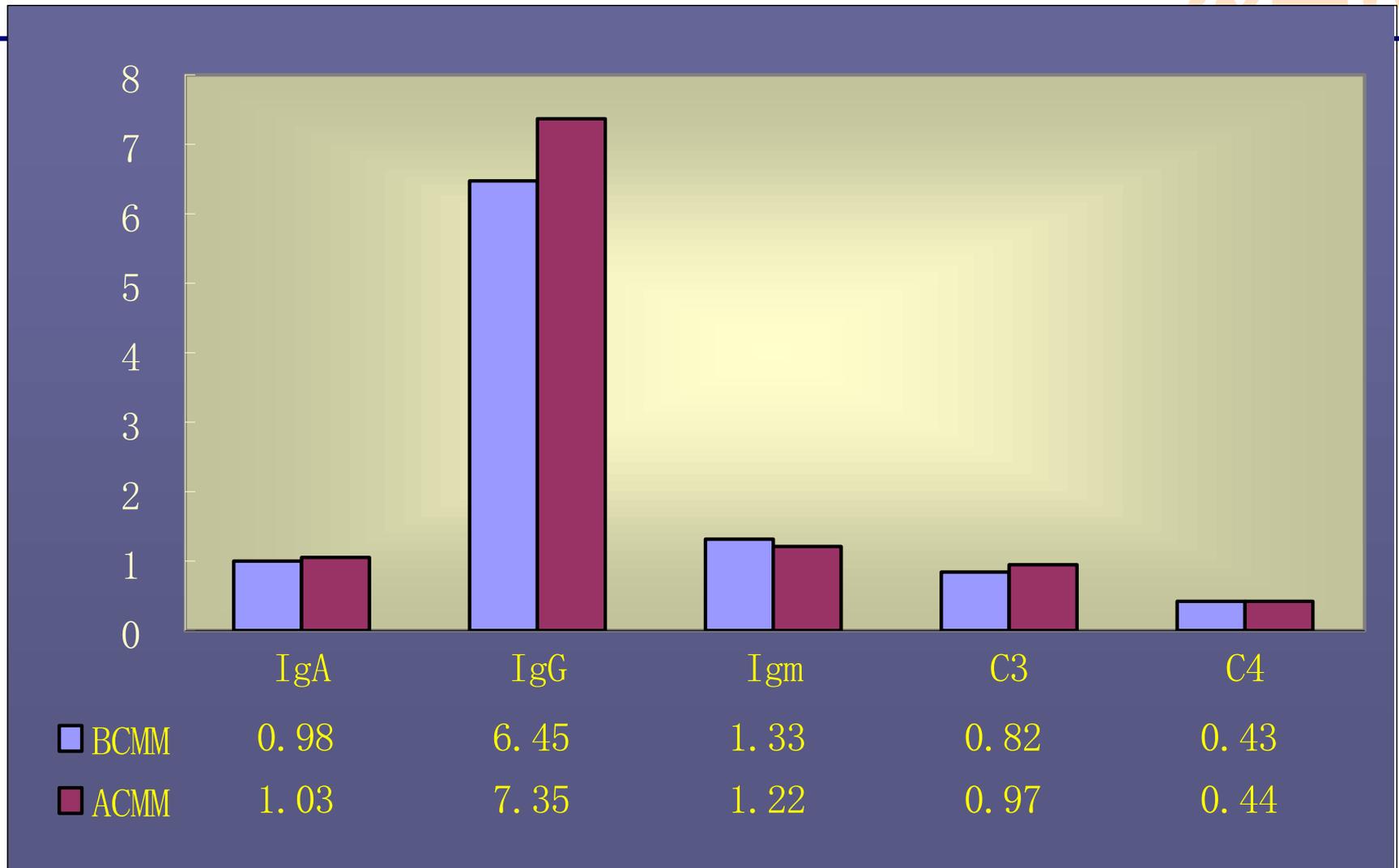
(3) 生物碱。有苦参碱、奎宁、棘豆生物总碱等。

# 中药调理前后WBC及其亚类比较



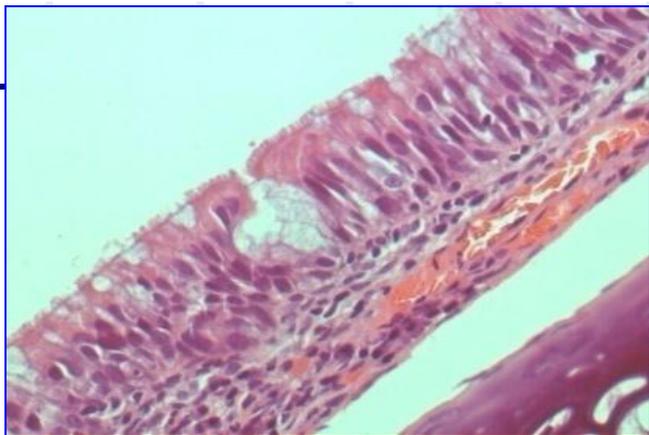
陕西省科学技术发展计划项目《我省优秀赛艇运动员体能测评分析》

# 中药调理前后免疫球蛋白与补体比较

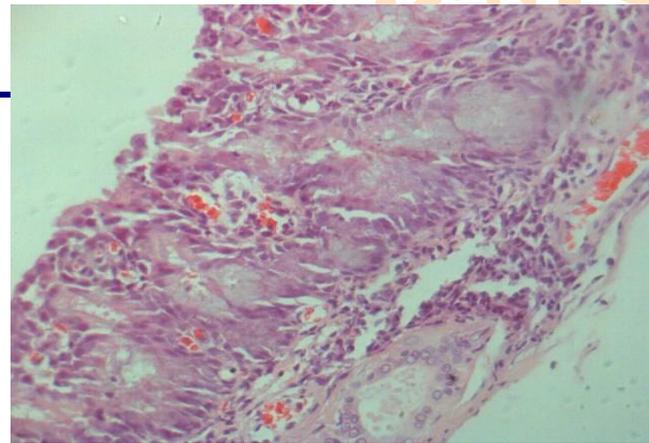


# 五、激光调理

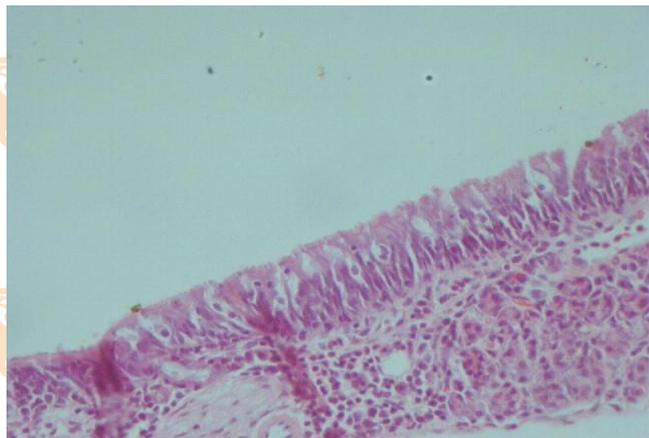
对照组  
粘膜结构



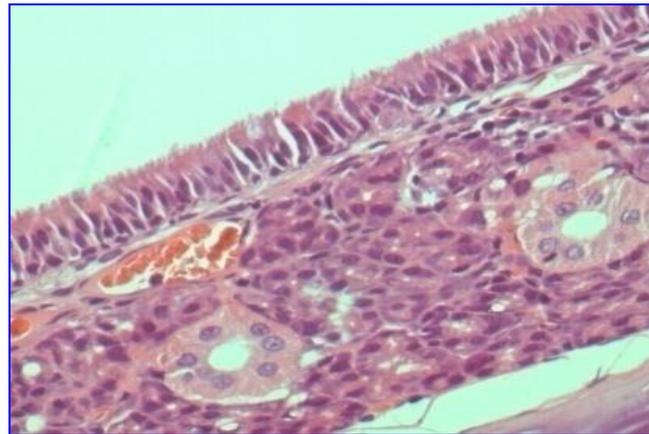
单纯训练  
6周末  
粘膜结构



训练 +  
低强度激光



训练 +  
高强度激光



连续6周递增负荷训练，对上呼吸道粘膜结构产生了极大破坏。激光照射对保护粘膜结构和功能具有非常特殊的作用。粘膜结构很少破坏。

## 六、自我保护调理

- (1) 将训练之外的生活和精神压力降低到最低限度。
- (2) 在饮食中应该按照“食物金字塔”的原则以及能量需求力求，进食多样化的平衡膳食。
- (3) 避免过度训练和慢性疲劳。
- (4) 生活要有规律，保证睡眠充足：生活规律破坏本身就可导致免疫机能下降。
- (5) 降体重的速度不宜过快：极可能导致负性免疫变化。

---

(6) 重大比赛之前，尽可能避免与病人接触，尽可能不到人多之处，减少感染机会。

(7) 运动员到异地参加比赛，尤其是冬季比赛时，有条件时建议接种流感疫苗。

(8) 如果轻微感冒，待症状消失后再进行大强度训练比较安全。感冒期间可进行轻度到中度活动。

(9) 感冒较重，兼有发烧、极端疲乏、肌肉疼痛以及淋巴结肿大等症状，应待彻底痊愈后再恢复大强度训练。

A misty mountain landscape with a large red text overlay. The scene shows a mountain range with dense green forests and rocky peaks, partially obscured by thick white mist. The text is centered in the upper half of the image.

**Thank you  
for your attention!**