

第1章 人体的内环境与稳态

无论是在冰天雪地的边防线上巡逻的战士，还是在炼钢炉前挥汗如雨工人，体温都是 37°C 左右，这是为什么？大量出汗或严重腹泻时，需要及时补充含盐的水，比如喝电解质饮料，这又是为什么？

在外界环境发生剧烈变化的情况下，人体仍能通过自身的调节作用，维持内环境的相对稳定，从而使体内的细胞拥有稳定而适宜的存活条件。



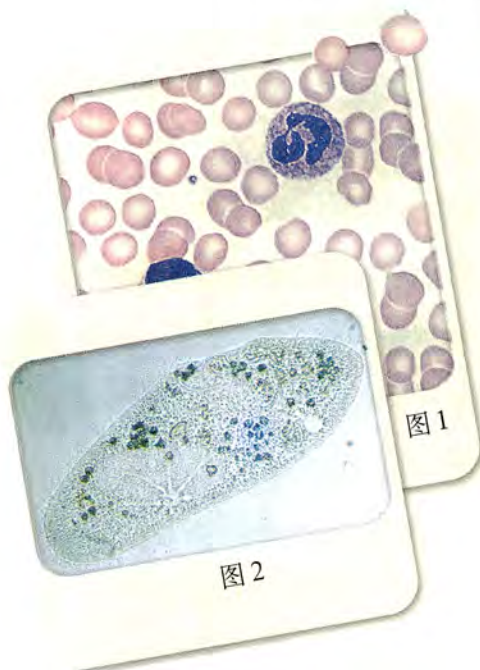
无论春夏秋冬，风云变幻，它却总是轻波微澜。稳态是生命系统的特征，也是机体存活的条件。它让每一个细胞分享，又靠所有细胞共建。

第1节 细胞生活的环境

问题探讨

讨论:

1. 图1和图2中各是什么细胞? 请说出细胞的名称。
2. 它们分别生活在什么样的环境中? 两者的生活环境有何异同?



本节聚焦

- 什么是内环境?
- 内环境具有哪些理化特性?
- 人体细胞如何与外界环境进行物质交换?

相关信息

成年男性体内含水量大约是体重的60%,成年女性体内含水量大约是体重的50%。出生一天的婴儿,体内含水量大约是体重的79%。

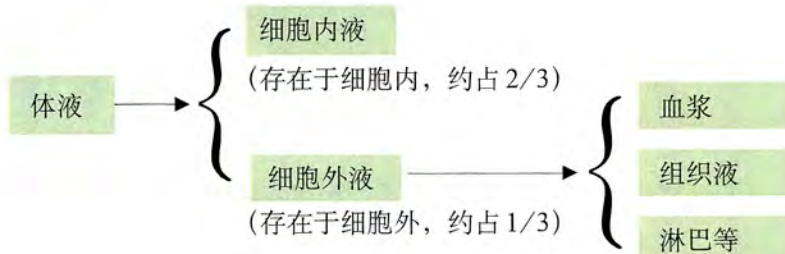
所有的生命系统都存在于一定的环境中,与环境之间不断进行着物质和能量的交换。细胞作为最基本的生命系统,也是如此。

生活在水中的单细胞生物(如草履虫),可以直接从水里获取生存所必需的养料和氧,并把废物直接排入水中。这些单细胞生物只能在水环境中生活,如果水体干涸,它们就会休眠或者死亡。

组成我们躯体的绝大多数细胞没有直接与外界环境接触,不能直接与外界环境进行物质交换。这些细胞直接生活的环境是什么呢?

体内细胞生活在细胞外液中

《红楼梦》中有句话:“女人是水做的。”其实,不论男性还是女性,体内都含有大量以水为基础的液体,这些液体统称为体液(body fluid)。体液中除含有大量的水以外,还含有许多离子和化合物。



说到体液，你首先想到的可能是血液。其实，血液并不全是体液，这是因为血液中既有液体部分——血浆(plasma)，也有大量的血细胞。血浆是血细胞直接生活的环境。

动脉中的血浆沿动脉流入毛细血管的动脉端，其中的许多物质会透过毛细血管壁进入组织液(tissue fluid)。组织液是存在于组织细胞间隙的液体，又叫细胞间隙液。绝大多数组织的细胞都浸浴在组织液中，与组织液进行物质交换，因此，组织液是体内绝大多数细胞直接生活的环境。

组织液为组织细胞提供营养物质，细胞的代谢产物也透过细胞膜进入组织液。组织液中包括细胞代谢产物在内的各种物质，大部分能够被毛细血管的静脉端重新吸收，进入血浆；小部分被毛细淋巴管吸收，成为淋巴液，也叫淋巴(lymph)(图1-1)。毛细淋巴管内的淋巴汇集到淋巴管中，经过淋巴循环由左右锁骨下静脉汇入血浆中，进入心脏，参与全身的血液循环。淋巴中混悬着大量的淋巴细胞和吞噬细胞等，可以协助机体抵御疾病，对这些细胞来说，淋巴就是它们直接生活的环境。

► 相关信息

手和脚有时会磨出“水泡”。“水泡”中的液体主要是组织液。

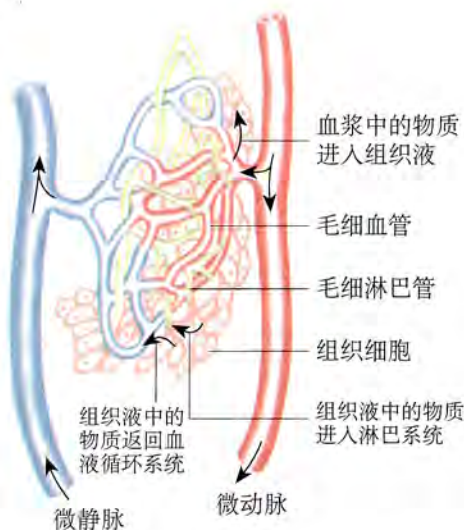


图1-1 组织液、血浆、淋巴液之间的关系

思考与讨论

1. 为什么说细胞外液是细胞直接生活的环境?
2. 组织液、血浆和淋巴有什么异同?
3. 组织液、血浆和淋巴之间有什么内在联系? 能不能说全身的细胞外液是一个有机的整体?

血浆、组织液和淋巴通过动态的有机联系，共同构成机体内细胞生活的直接环境。为了区别于个体生活的外界环境，人们把这个由细胞外液构成的液体环境叫做内环境(internal environment)。

假如将你身体的一个细胞或一块组织拿到体外，如果不提供特殊的环境条件，它很快就会死亡。而在内环境中，体内细胞却能正常地生活。

内环境与外界环境有哪些差别呢?

细胞外液的成分

细胞外液中含有哪些化学成分呢？下面以血浆的化学成分为例来进行探讨。



资料分析

血浆的化学组成

科学家用化学分析的方法，测得人体血浆化学组成的平均值如下：

成 分	含量 (%)	成 分	含量 (%)
水	90.7	卵磷脂	0.2
血清白蛋白	4.4	胆固醇	0.22
血清球蛋白	2.1	Na ⁺	0.38
纤维蛋白原	0.4	K ⁺	0.02
氨基酸氮	0.005	Ca ²⁺	0.01
尿素氮	0.012	Mg ²⁺	0.003 5
其他非蛋白氮	0.025	Fe ²⁺	0.000 1
葡萄糖	0.08	Cl ⁻	0.36
乳酸	0.025	HPO ₄ ²⁻	0.01
各种脂肪酸	0.38	SO ₄ ²⁻	0.001
脂肪	0.14	HCO ₃ ⁻	0.17

注：非蛋白氮是非蛋白质类含氮化合物的总称，是蛋白质代谢的产物，包括尿素、肌酸、肌酐、氨基酸、多肽、胆红素和氨等。

讨论：

1. 如何将表中物质按化学性质进行归类？
2. 除表中所列成分外，血浆中还可能含有哪些物质？
3. 在组成血浆的离子中，哪些离子的含

量较多？它们可能起什么作用？

4. HCO₃⁻、HPO₄²⁻可能起什么作用？

5. 任选其中一种成分，分析它的来源和去路，并说明这与人体的哪些系统有关。

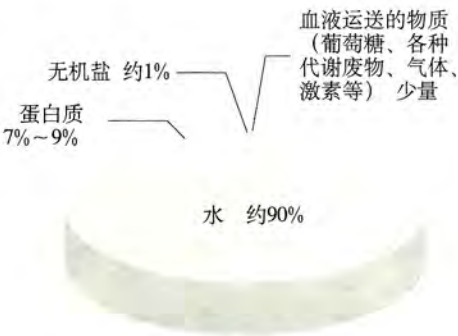


图 1-2 血浆的主要成分

研究表明，血浆中约 90% 为水；其余 10% 分别是：无机盐（约 1%），蛋白质（7%~9%），以及血液运送的物质——各种营养物质（如葡萄糖）、各种代谢废物、气体、激素等（图 1-2）。组织液、淋巴的成分和含量与血浆相近，但又不完全相同，最主要的差别在于血浆中含有较多的蛋白质，而组织液和淋巴中蛋白质含量很少。概括地说，细胞外液本质上是一种盐溶液，类似于海水。这在一定程度上反映了生命起源于海洋。

细胞外液的渗透压和酸碱度

你已经知道,将红细胞放在清水或浓度很低的溶液中,细胞会由于吸水过多而破裂;将红细胞放在浓度较高的溶液中,细胞会由于失水过多而死亡。此外,在过酸、过碱或温度过高、过低的条件下,细胞也不能正常生活。

在细胞外液中细胞会出现这种情况吗?

这就要分析细胞外液的理化特性。渗透压、酸碱度和温度是细胞外液理化性质的三个主要方面。

所谓溶液渗透压,简单地说,是指溶液中溶质微粒对水的吸引力。溶液渗透压的大小取决于单位体积溶液中溶质微粒的数目:溶质微粒越多,即溶液浓度越高,对水的吸引力越大,溶液渗透压越高;反过来,溶质微粒越少,即溶液浓度越低,溶液渗透压越低。血浆渗透压的大小主要与无机盐、蛋白质的含量有关。在组成细胞外液的各种无机盐离子中,含量上占有明显优势的是 Na^+ 和 Cl^- ,细胞外液渗透压的90%以上来源于 Na^+ 和 Cl^- 。在 $37\text{ }^\circ\text{C}$ 时,人的血浆渗透压约为 770 kPa ,相当于细胞内液的渗透压。

正常人的血浆近中性,pH为 $7.35\sim 7.45$ 。血浆的pH之所以能够保持稳定,与它含有 HCO_3^- 、 HPO_4^{2-} 等离子有关。

人体细胞外液的温度一般维持在 $37\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。

内环境是细胞与外界环境进行物质交换的媒介

细胞作为一个开放系统,可以直接与内环境进行物质交换:不断获取进行生命活动所需要的物质,同时又不断排出代谢产生的废物,从而维持细胞正常的生命活动(图1-3)。

内环境又是如何与外界环境进行物质交换的呢?



生理盐水的浓度是多少?为什么医院里给病人输液时必须使用生理盐水?

学科交叉 与化学的联系

溶液酸碱度(pH)是指溶液中自由氢离子浓度的负对数,即 $\text{pH}=-\lg[\text{H}^+]$ 。

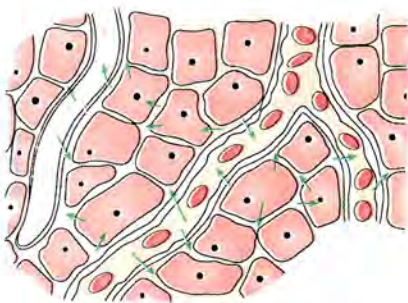


图1-3 细胞直接与内环境进行物质交换



思考与讨论

结合初中学过的人体消化、呼吸、循环、排泄等知识,和同学讨论以下问题:

1. 维持渗透压的 Na^+ 和 Cl^- 以及葡萄糖、氨基酸等物质是经过哪些途径进入内环境的?

2. 参与维持pH的 HCO_3^- 是怎样形成的?这与体内哪些系统的活动有关?

3. 细胞外液的温度能够保持稳定的根本原因

是什么?试推测哪些器官和系统参与了体温的维持?

4. 体内细胞产生的代谢废物,如尿素和 CO_2 是怎样从内环境排到体外的?

5. 通过以上讨论,是否增进了你对本章首页题诗的理解?

通过讨论可以看出,内环境与外界环境的物质交换过程,需要体内各个器官、系统的参与,同时,细胞和内环境之间也是相互影响、相互作用的。细胞不仅依赖于内环境,也参与了内环境的形成和维持。



技能训练

构建人体细胞与外界环境的物质交换模型

联系必修1所学过的细胞内物质的输入和输出的内容,以及初中所学过的消化、呼吸、循环、泌尿系统等知识,尝试以图解或计算机制

作演示文稿、flash动画等不同形式,用模式化的方法模拟和展示人体细胞与内环境、内环境与外界环境进行物质交换的大致过程。



练习

一、基础题

1. 人体的体液是指:

- A. 细胞外液和消化液;
- B. 细胞内液和血液;
- C. 细胞内液和细胞外液;
- D. 血浆、组织液、淋巴。

答 []

2. 下列选项中,与其他三个选项的含义都有很大差别的一项是:

- A. 细胞外液;
- B. 细胞内液;
- C. 血浆、淋巴、组织液;
- D. 内环境。

答 []

3. 下列物质中,不属于人体内环境组成成分的是:

- A. 钙离子;
- B. 呼吸酶;
- C. 葡萄糖;
- D. 血浆蛋白。

答 []

4. 毛细血管壁细胞和毛细淋巴管壁细胞的直接生活环境是由哪些细胞外液构成的?

二、拓展题

右图表示人体内的细胞与外界环境之间进行

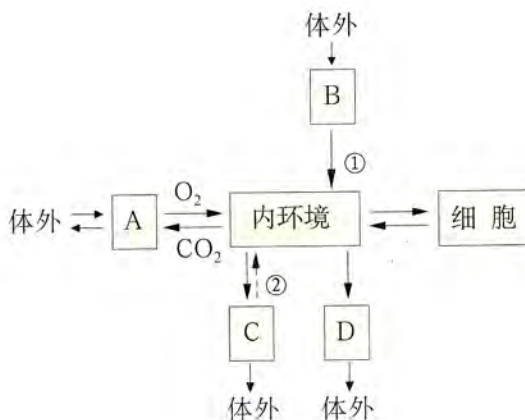
物质交换的过程。A、B、C、D表示直接与内环境进行物质交换的四种器官,①②是有关的生理过程。据图回答:

(1) 内环境与A交换气体必须通过的结构是_____。

(2) B内的营养物质通过①过程进入内环境,①表示的过程是_____。

(3) ②过程表示_____作用。

(4) D表示_____。



第2节 内环境稳态的重要性

问题探讨



在进行常规体检时，通常要做血液生化六项的检查，以了解肝功能、肾功能、血糖、血脂等是否正常。左图是某人的血液生化六项检查的化验单。

讨论：

1. 为什么血浆的生化指标能反映机体的健康状况？
2. 每种成分的参考值（即正常值）都有一个变化范围，这说明什么？
3. 从化验单上可以看出哪几种成分超出正常范围？这可能会对人体造成什么不利影响？

随着外界环境因素的变化和体内细胞代谢活动的进行，内环境的各种化学成分和理化性质在不断发生变化。内环境会因此而剧烈变动吗？

内环境的动态变化

我们可以通过下面的体温测定活动来了解内环境动态变化的特点。

本节聚焦

- 什么是内环境稳态？
- 内环境稳态的重要意义是什么？
- 稳态调节的机制是什么？



调查

体温的日变化规律

课前完成家庭成员一日内体温（腋窝温度，精确到小数点后一位）变化调查表。

成员	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00	睡前	平均温度
母亲								
父亲								
自己								

思考以下问题，得出结果和结论。

1. 不同家庭成员的体温完全一致吗？这说明了什么？
2. 和其他同学交流调查结果，比较班级中
- 同一年龄同一性别同学的体温数据，可以得出什么结论？
3. 将体温变化情况与当地实际气温日变化大致情况进行对比，结果如何？

知识链接

关于体温是如何调节的，请看本书第2章第3节。

可以看出，正常情况下，不同人的体温，会因年龄、性别等的不同而存在着微小的差异；同一个人的体温在一日内也有变化，但一般不超过 1°C 。尽管周围的气温波动范围较大，但健康人的体温始终接近 37°C 。

像体温的变化情况一样，健康人的内环境的每一种成分和理化性质都处于动态平衡中。这种动态平衡是通过机体的调节作用实现的。生理学家把正常机体通过调节作用，使各个器官、系统协调活动，共同维持内环境的相对稳定状态叫做稳态（homeostasis）。

稳态是怎样实现的呢？

对稳态调节机制的认识

人体各器官、系统协调一致地正常运行，是维持内环境稳态的基础（图1-4）。如果某种器官的功能出现障碍，就会引起稳态失调。例如，肾脏是形成尿液的器官，当发生肾功能衰竭时，就会出现尿毒症，最终会引起死亡。

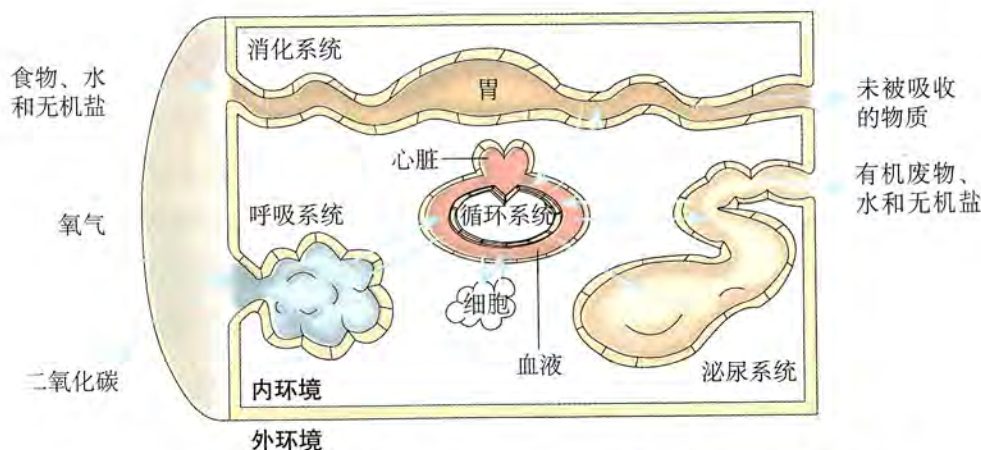


图1-4 内环境稳态与消化、呼吸、循环、泌尿系统的功能联系示意图

机体内各个器官、系统，为什么能保持协调一致呢？

最初，法国生理学家贝尔纳（C. Bernard, 1813—1878）曾推测，内环境的恒定主要依赖于神经系统的调节。后来，美国生理学家坎农（W. B. Cannon, 1871—1945）提出了稳态维持机制的经典解释：内环境稳态是在神经调节和体液调节的共同作用下，通过机体各种器官、系统分工合作、协调统一而实现的。

免疫系统曾一直被认为是机体的防御系统。随着分子生物学的发展，人们发现，免疫系统也起着重要的调节作用：它能发现并清除异物、外来病原微生物等引起内环境波动的因素。

目前普遍认为,神经—体液—免疫调节网络是机体维持稳态的主要调节机制。

内环境的稳态会不会出现失调的情形呢?



思考与讨论


1. 你有过发高烧的经历吗? 谈谈高烧最严重时的感受。体温过高时为什么要采取物理降温或药物降温的措施?

2. 大量出汗或严重腹泻后,如果只喝水,不补充盐,内环境的渗透压会出现什么变化? 这

会带来怎样的后果?

3. 有人到青藏高原后会出现头痛、乏力、心跳加快甚至血压升高等症状,为什么? 这说明外界环境与内环境稳态之间有什么关系?

人体维持稳态的调节能力是有一定限度的。当外界环境的变化过于剧烈,或人体自身的调节功能出现障碍时,内环境的稳态就会遭到破坏。

 **与社会的联系** 夏天使用空调可以帮助你摆脱酷热的煎熬,但是长时间使用容易引起“空调病”。请你从内环境稳态失调的角度,分析“空调病”的原因。

内环境稳态的重要意义

细胞的代谢过程是由细胞内众多复杂的化学反应组成的,完成这些反应需要各种物质和条件。例如,细胞代谢需要依靠氧化分解葡萄糖来提供能量,只有血糖含量和血液中的含氧量保持在正常范围内,才能为这一反应提供充足的反应物。细胞代谢的进行离不开酶,酶的活性又受温度、pH 等因素的影响。只有温度、pH 等都在适宜的范围内,酶才能正常地发挥催化作用。由此可见,内环境稳态是机体进行正常生命活动的必要条件。



实验

生物体维持 pH 稳定的机制

细胞代谢会产生许多酸性物质,如碳酸等;人和动物吃的食物消化吸收后经代谢会产生一些酸性或碱性物质。这些酸性或碱性物

质进入内环境,会使 pH 发生偏移,但一般情况下,机体能使 pH 稳定在一定范围内,这是为什么呢?

目的要求

通过比较自来水、缓冲液（如 Na_2HPO_4 、 KH_2PO_4 等的溶液，在加入酸或碱时，能使 pH 的变化减弱）和生物材料在加入酸或碱后 pH 的变化，推测生物体是如何维持 pH 稳定的。

材料用具

4 副防护手套、50 mL 烧杯 1 个、50 mL 量筒 1 个、彩色铅笔、pH 计或万用 pH 试纸、镊子 1 把、自来水、物质的量浓度为 0.1 mol/L 的 HCl（盛于滴瓶中）、物质的量浓度为 0.1 mol/L 的 NaOH（盛于滴瓶中）、生物材料（肝匀浆、马铃薯匀浆、用 5 倍的水稀释的鸡蛋清、黄瓜匀浆）、pH=7 的磷酸缓冲液。

方法步骤

1. 以 4 人为一组。在记录本中，画一个如下表所示的记录表。

2. 将 25 mL 自来水倒入 50 mL 烧杯中。

3. 用 pH 计或 pH 试纸测试起始的 pH，并作记录。

4. 一次加一滴 0.1 mol/L HCl，然后轻轻摇动。加入 5 滴后再测 pH。重复这一步骤直到加入了 30 滴为止。将 pH 测定结果记入表中。

注意：盐酸有腐蚀性。应避免它与皮肤和眼睛接触，也不要入口。若有酸洒落或溅出，要立即用水冲洗 15 min，并告诉老师。

不同实验材料 pH 变化记录表

	加入 0.1 mol/L HCl							加入 0.1 mol/L NaOH						
	加入不同数量液滴后的 pH							加入不同数量液滴后的 pH						
	0	5	10	15	20	25	30	0	5	10	15	20	25	30
自来水														
缓冲液														
生物材料 1														
生物材料 2														

5. 充分冲洗烧杯并向其中倒入 25 mL 自来水。测定并记录起始的 pH。再如步骤 4，一滴一滴地加入 0.1 mol/L 的 NaOH，测定并记录 pH。

注意：氢氧化钠也有腐蚀性，注意事项同前。

6. 充分冲洗烧杯，用缓冲液代替自来水，重复步骤 2 至步骤 5，记录结果。

7. 充分冲洗烧杯，选两种生物材料分别代替自来水，重复步骤 2 至步骤 5，记录结果。

8. 根据所得数据，以酸或碱的滴数为横轴，以 pH 为纵轴，画出自来水 pH 变化的曲线。以实线表示加入酸后 pH 的变化，虚线表示加入碱后的变化。再用其他颜色的线条分别表示生物

材料、缓冲液 pH 的变化情况，也同样以实线和虚线分别表示加入酸、碱后的变化。

结论

根据实验结果，说出不同实验材料 pH 变化的特点。

讨论：

1. 就加入 HCl 或 NaOH 后 pH 的变化来说，生物材料是更像自来水还是更像缓冲液？

2. 分析缓冲液的 pH 变化情况为什么与自来水的不同。

3. 尝试对生物材料维持 pH 稳定的机制进行解释。



练习

一、基础题

1. 下列有关稳态的叙述中, 正确的是:

A. 稳态是机体通过消化、呼吸、循环、泌尿这四个系统的协调活动来维持的;

B. 稳态是机体在神经系统的调节下, 通过各器官、系统的协调活动来共同维持的;

C. 在正常情况下, 内环境的各项理化性质是保持不变的;

D. 在正常情况下, 内环境的各项理化性质经常处于变动之中, 但都保持在适宜的范围内。

答 []

2. 当内环境的稳态遭到破坏时, 必将引起:

A. 酶促反应速率的加快; B. 渗透压下降;

C. 细胞代谢紊乱; D. 糖尿病。

答 []

3. 关于内环境稳态调节机制的现代观点是:

A. 神经调节;

B. 体液调节;

C. 神经—体液调节;

D. 神经—体液—免疫调节。

答 []

4. 为什么说内环境的稳态是人体进行正常生命活动的必要条件?

二、拓展题

有一位科学家进行了以下实验: 用高浓度的糖溶液饲喂一只动物, 在接下来的 3 h 内, 每隔 30 min 检查该动物血液中葡萄糖的浓度。结果如下表所示。

食用糖后的时间 / min	血液中葡萄糖的浓度 / $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$
0	0.75
30	1.25
60	1.10
90	0.90
120	0.75
150	0.75
180	0.75

请利用表中数据绘制血液中糖的浓度随时间推移而变化的曲线图, 并尝试解释血糖浓度为什么会出现这样的变化。



科学史话

稳态概念的提出和发展

1857年, 法国著名生理学家贝尔纳提出: 动物的生活需要两个环境——机体细胞生活的内环境和整个有机体生活的外环境。由组织液、血浆、淋巴构成的内环境是稳定的, 这是生命能独立和自由存在的首要条件。



贝尔纳

1926年, 美国生理学家坎农提出稳态的概念: 稳态不是恒定不变, 而是一种动态的平衡。内环境的任何变化, 都会引起机体自动调节组织和器官的活动, 使内环境的变化限制在狭小的范围内。



坎农

近几十年来, 生物科学飞速发展, 使

人们能更详细地揭示稳态的机制。现在认为,机体的调节系统主要有三个,即神经系统、内分泌系统和免疫系统,三者具有共同的“语言”——信息分子。这三大调节系统互相联系,形成完整的调节网络,共同维持机体的稳态。

随着科学的发展,稳态概念也在不断发展。人们发现,许多生命活动都有类似

于内环境稳态的特性。例如,在分子水平上,存在基因表达的稳态;在器官水平上,存在心脏活动(血压、心率)的稳态等;在宏观水平上,种群数量的消长存在稳态现象,最大的生态系统——生物圈也存在稳态。可见在生命系统的各个层次上,都普遍存在着稳态现象。稳态已经成为生物学的一大基本概念。

本章小结

人体细胞生活在由组织液、血浆、淋巴等细胞外液共同构成的液体环境——内环境中。内环境中含有水、无机盐、各种营养物质和代谢废物等,具有一定的渗透压、酸碱度和温度。内环境不仅是细胞生存的直接环境,而且是细胞与外界环境进行物质交换的媒介。内环境的各种理化性质总是在不断变化,但正常情况下,借助机体的调节作用,这种变化保持在一定范围内。生理学家把正常机体通过自身的调节作用,使各个器官、系统协调活动,共同维持内环境的相对稳定状态叫做稳态。内环境的稳态是机体进行生命活动的必要条件。稳态的实现,是机体在神经—体液—免疫调节下,各器官、系统协调活动的结果。

稳态概念源于对内环境的研究,后来逐渐发展成为适用于整个生物科学的基本概念。这从一个侧面反映出生物科学从分析走向综合、由分支走向统一的发展趋势。

每一个人的健康都与内环境的稳态有关。学习有关内环境稳态的知识,有助于养成自我保健的意识和习惯,还可以运用这方面的知识关爱家人和亲友。

自我检测

一、概念检测

1. 判断

- (1) 体液是指细胞外液。 ()
- (2) 体内细胞通过内环境可以与外界环境进行物质交换。 ()
- (3) 内环境稳态是指内环境的成分和理化性质恒定不变。 ()
- (4) 免疫系统既是机体的防御系统,也是维持稳态的调节系统。 ()

2. 选择

- (1) 下面不能构成人体内环境的是：
A. 淋巴； B. 细胞外液；
C. 血浆； D. 细胞内液。
- 答 []
- (2) 在下列物质中，属于人体内环境组成成分的是：

- ①血红蛋白 ②葡萄糖 ③二氧化碳
④钠离子 ⑤血浆蛋白
- A. ①②③; B. ①④⑤;
C. ①③④; D. ②③④⑤。

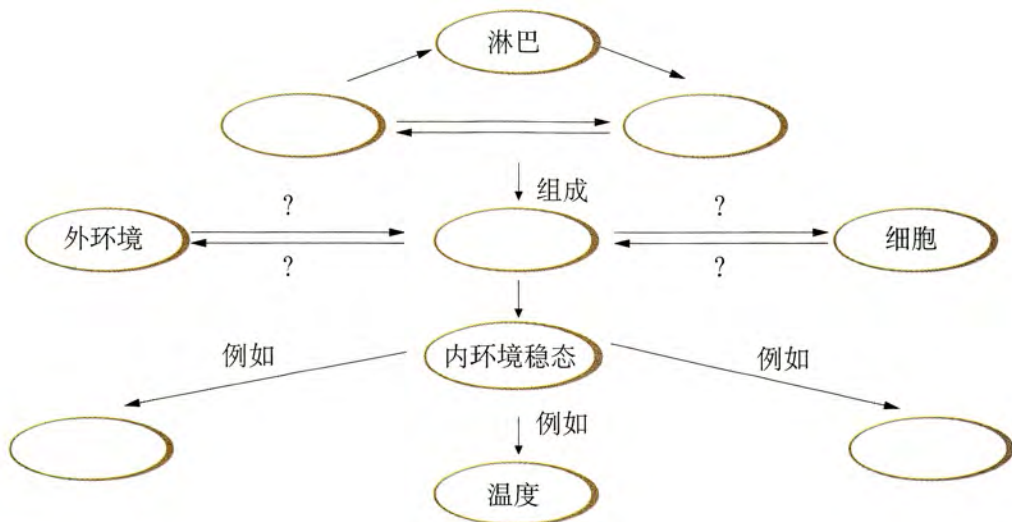
答[]

- (3) 血浆中的水来自：
A. 组织液；
B. 组织液、消化道；
C. 淋巴、组织液；
D. 消化道、组织液、淋巴。

答[]

3. 画概念图

在下图空白框和问号处填写适当的名词。



二、知识迁移

医生建议：老年人每天早晨起床后，应饮一杯水，以降低血液黏稠度，预防脑溢血的发生；平常生活中，应注意定时饮水，不要等渴了再喝水，因为口渴表明内环境已经缺水了。

(1) 水对于人体的生命活动具有哪些重要作用？

(2) 喝水多，尿就多；喝水少，尿就少。这一现象说明什么问题？

三、技能应用

19世纪流行这样一种理论：动物血液中的糖都是直接从食物中来的。血液中糖的多少取决于所吃糖的多少。为了检验这种理论，贝尔纳用狗做了以下实验。他用糖和肉分别喂狗，几天之后，发现它们的血液中都有大量的糖分。这种现象引起了他的深思。进一步实验和研究终于促使他提出内环境及其恒定的概念。请针对贝尔纳的实验，回答下列问题：

(1) 贝尔纳观察到的实验现象是否支持当时流行的理论？

(2) 如何解释这种实验现象？

四、思维拓展

2003年10月15日，我国神舟5号载人飞船成功发射并顺利返回，航天员杨利伟胜利完成任务。太空环境是一个高真空环境，人必须穿上特制的航天服，乘坐专门设计的载人航天器，才能在太空中安全地生活和工作。这是因为航天器和航天服都具备生命保障系统，为宇航员提供了一个类似于地面的环境。请搜集有关资料，分析这套生命保障系统中有哪些是为维持内环境的稳态设计的。



航天员杨利伟走出飞船