



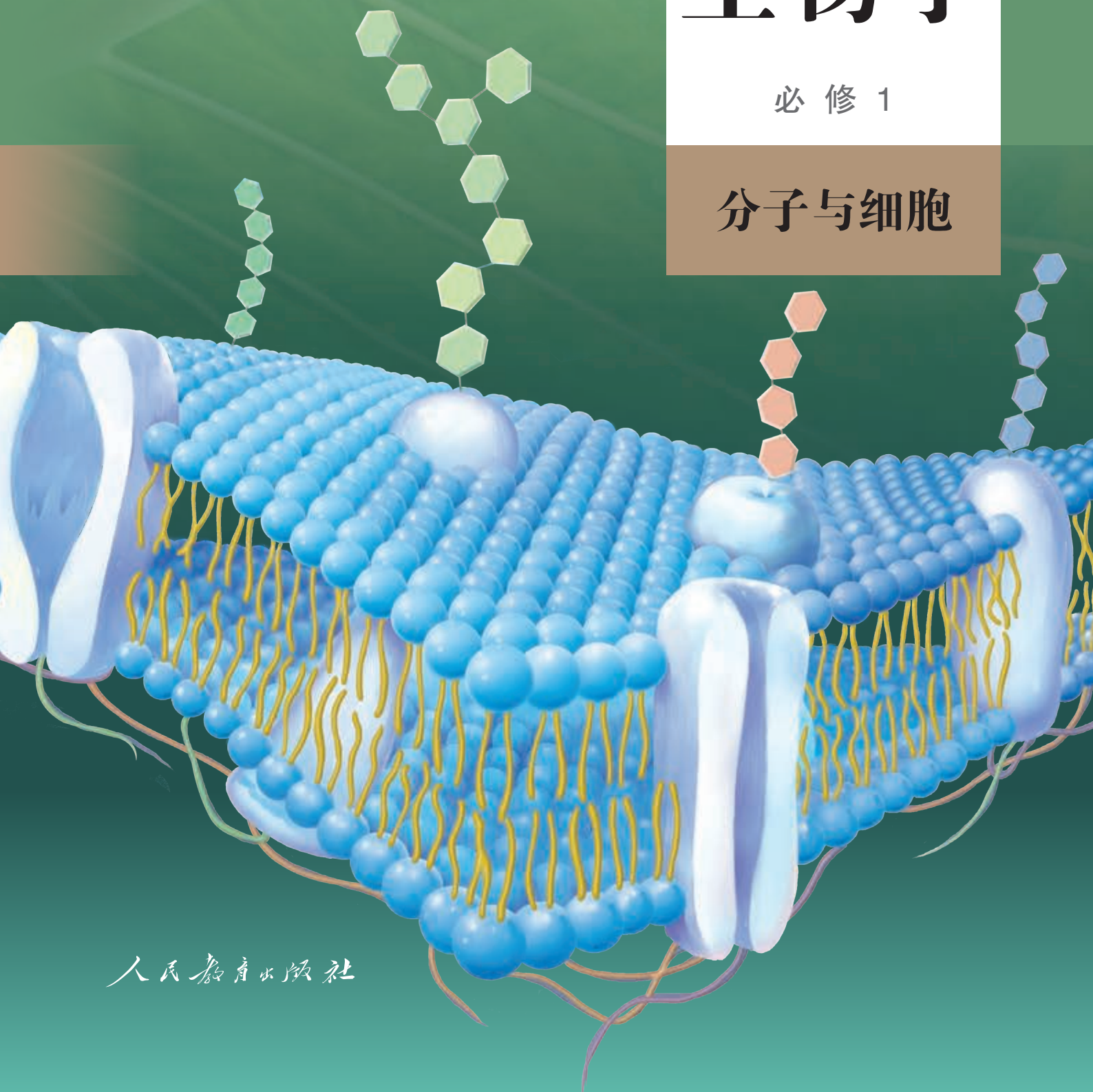
全国优秀教材一等奖

普通高中教科书

生物学

必修 1

分子与细胞



人民教育出版社

第 2 节

细胞的分化

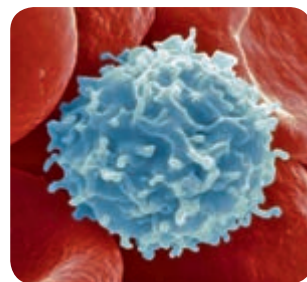
问题探讨

在人体内，红细胞的寿命为 120 d 左右，白细胞的寿命为 5~7 d。这些血细胞都是失去分裂能力的细胞。

白血病患者血液中出现大量的异常白细胞，而正常的血细胞明显减少。通过骨髓移植可以有效地治疗白血病。

讨论

1. 为什么健康人的血细胞数量不会随着血细胞的死亡而减少？
2. 骨髓与血细胞的形成有什么关系？



正常白细胞(放大 2 000 倍)

◎ 本节聚焦

- 什么是细胞分化？
- 细胞分化的生物学意义是什么？
- 怎样理解细胞的全能性？

多细胞生物体从小长大，不仅有细胞数量的增加，还有细胞在结构和功能上的分化。即使在成熟的个体中，仍有一些细胞具有产生不同种类的新细胞的能力。

细胞分化及其意义

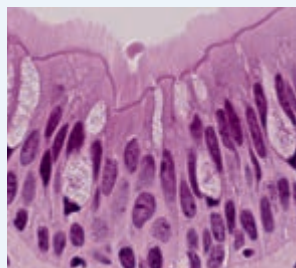
在胚胎发育的早期，各个细胞彼此相似。通过细胞的有丝分裂，细胞的数量越来越多。与此同时，这些细胞又逐渐向不同的方向变化。

思考 · 讨论

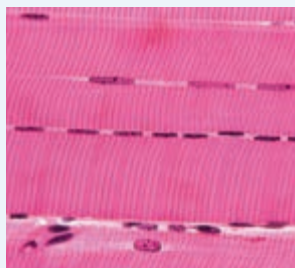
比较构成人体组织的细胞

构成人体的器官有四种组织，分别是上皮组织、肌肉组织、结缔组织和神经组织，

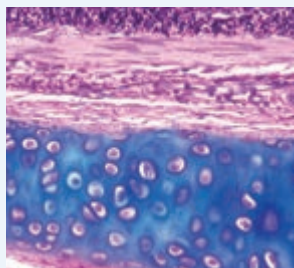
这些组织又是由一些相似的细胞所构成，下图为构成这些组织的一些细胞。



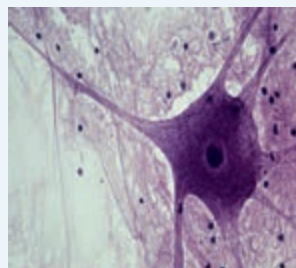
上皮细胞



骨骼肌细胞



软骨细胞



神经细胞

讨论

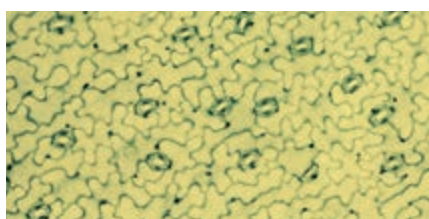
1. 这些细胞在形态、结构和功能上有什么不同？
2. 这些细胞都源自早期胚胎中一群彼

此相似的细胞，正常情况下，它们还能恢复成早期胚胎细胞吗？就这四种组织来说，一种组织的细胞会不会转变成其他组织的细胞？

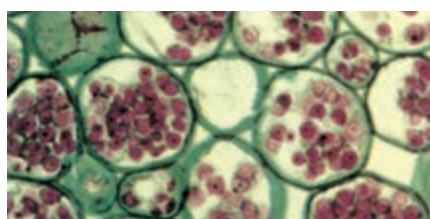
与动物一样，同一个植物体中也存在各不相同的细胞。例如，叶肉细胞的细胞质中有大量的叶绿体，能够进行光合作用；表皮细胞的细胞质中没有叶绿体，但在细胞壁上形成明显的角质层，具有保护功能；储藏细胞没有叶绿体，也没有角质层，细胞中储藏着许多营养物质（图6-5）。追根溯源，同一植物体的这些细胞也都来自一群彼此相似的早期胚细胞。



叶肉细胞



表皮细胞



储藏细胞

▲ 图 6-5 植物体的不同细胞

在个体发育中，由一个或一种细胞增殖产生的后代，在形态、结构和生理功能上发生稳定性差异的过程，叫作细胞分化（cell differentiation）。细胞分化是一种持久性的变化，一般来说，分化的细胞将一直保持分化后的状态，直到死亡。

细胞分化是生物界普遍存在的生命现象，它是生物个体发育的基础。多细胞生物体在生长发育过程中，如果仅有细胞的增殖，而没有细胞的分化，就不可能形成具有特定形态、结构和功能的组织和器官，生物体也就不可能正常发育。细胞分化使多细胞生物体中的细胞趋向专门化，有利于提高生物体各种生理功能的效率。

就一个个体来说，各种细胞具有完全相同的遗传信息，但形态、结构和功能却有很大差异，这是怎么回事呢？原来，这是细胞中的基因选择性表达的结果，即在个体发育过程中，不同种类的细胞中遗传信息的表达情况不同。例如，在红细胞中，与血红蛋白合成有关的基因处于活动状态，与抗体合成有关的基因则处于关闭状态；在B细胞（一种免疫细胞）中则相反。

想象空间

想一想，现代社会如果没有职业分工，社会的运转状况会是怎样的？你个人的生活会与现在有什么不同？

细胞的全能性

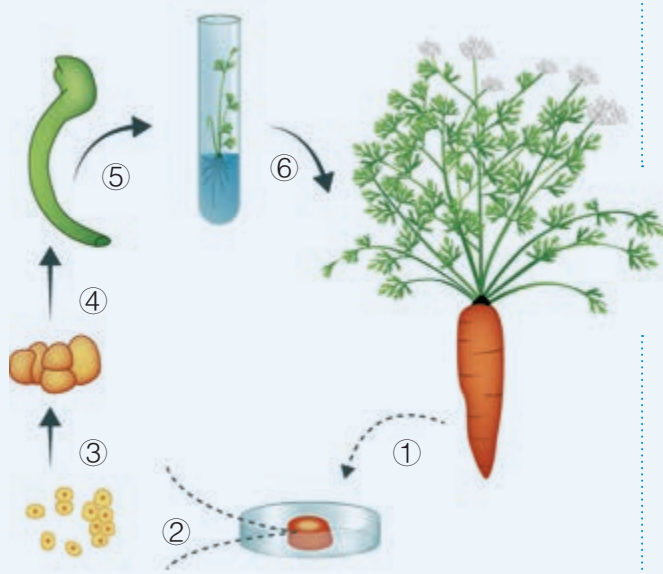
早期胚胎通过细胞分裂和分化逐渐发育，形成各种组织和器官。如果给予一定的条件，这些组织和器官中高度分化的细胞，能不能像早期胚胎那样，再分化成其他细胞呢？

思考·讨论

细胞的全能性

阅读下面的资料。

资料1 1958年，美国科学家斯图尔德（F. C. Steward）取胡萝卜韧皮部的一些细胞，放入含有植物激素、无机盐和糖类等物质的培养液中培养，结果这些细胞旺盛地分裂和生长，形成一个细胞团块，继而分化出根、茎和叶，移栽到花盆后，长成了一株新的植株。

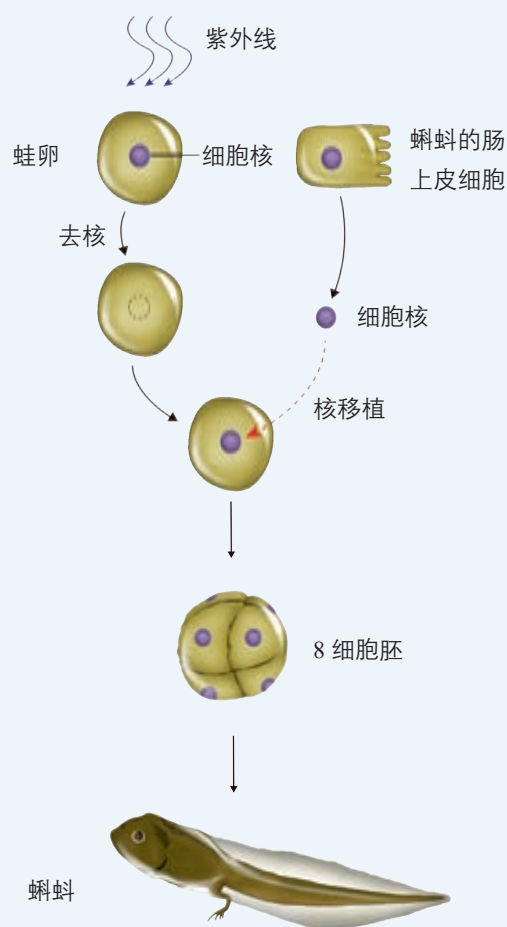


胡萝卜经组织培养产生完整植株示意图
(①~⑥表示操作顺序)

讨论

1. 从资料1中可以得出什么结论？
2. 如果将胡萝卜韧皮部细胞换成其他已高度分化的植物细胞，在适宜的条件下，这些细胞也能形成新的植株吗？

资料2 科学家曾用非洲爪蟾的蝌蚪做实验，将它的肠上皮细胞的核移植到去核的卵细胞中，结果获得了新的个体。



非洲爪蟾的核移植示意图

3. 将肠上皮细胞单独培养能获得新的个体吗？与资料1中的实验相比，你能从资料2中的实验得出什么结论？

实验表明，高度分化的植物细胞仍然具有发育成完整植株的能力，这就是细胞的全能性。细胞的全能性（totipotency）是指细胞经分裂和分化后，仍具有产生完整有机体或分化成其他各种细胞的潜能和特性。当然，那些没有分化的细胞，如受精卵、动物和人体的早期胚胎细胞、植物体的分生组织细胞也具有全能性。现在人们可以利用植物细胞的全能性，通过植物组织培养的方法，快速繁殖花卉和蔬菜等作物，培养微型观赏植株（图6-6），拯救濒危物种。想一想，与传统的杂交技术相比，植物的组织培养具有哪些优点？

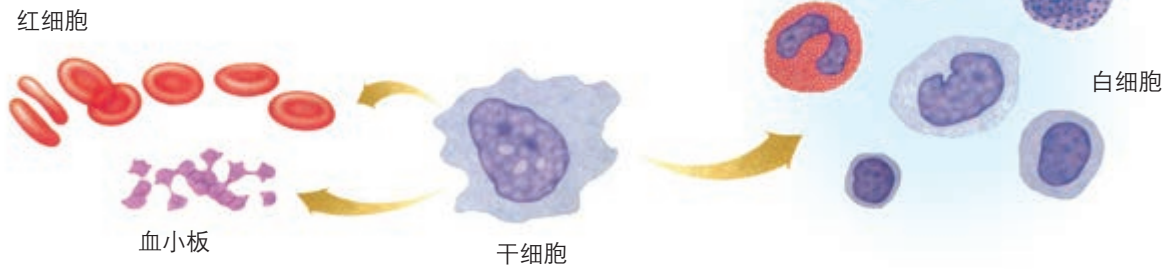


▲ 图 6-6 经组织培养得到的微型观赏植株

同植物组织培养相比，在动物中做类似的实验要复杂和困难得多。除前面介绍的非洲爪蟾实验外，1996年诞生的克隆羊“多莉”，我国科学家于2017年获得的世界上首批体细胞克隆猴“中中”和“华华”，就是将体细胞移植到去核的卵细胞中培育成的，这说明已分化的动物体细胞的细胞核是具有全能性的。但是，到目前为止，人们还没有成功地将单个已分化的动物体细胞培养成新的个体。

为什么已分化的动物体细胞的细胞核具有全能性？

动物和人体内仍保留着少数具有分裂和分化能力的细胞，这些细胞叫作干细胞（stem cell）。人的骨髓中有许多造血干细胞，它们能够通过增殖和分化，不断产生红细胞、白细胞和血小板，补充到血液中去（图6-7）。脐带血中含有大量的干细胞，可以培养并分化成人体的各种血细胞。目前，脐带血干细胞可以用于治疗血液系统疾病。



▲ 图 6-7 骨髓中造血干细胞分化出各种血细胞

与社会的联系 人体许多疾病或意外伤害，都是由组织或器官受到损伤而引起的。如果能够体外保存和培养各种干细胞，使之形成组织或器官，不就可以对受到损伤的组织或器官进行修复或更换了吗？这正是许多科学家目前研究的课题，但任务艰巨，难度极大。有兴趣的同学可以查阅相关资料，了解干细胞研究的新进展。

一、概念检测

1. 判断下列有关细胞分化与细胞全能性关系的表述是否正确。

- (1) 受精卵没有分化, 所以没有全能性。()
 (2) 细胞的分化程度越高, 表现出来的全能性就越弱。()

2. 将自体骨髓干细胞植入胰腺组织后可分化为“胰岛样”细胞, 以替代损伤的胰岛 B 细胞, 达到治疗糖尿病的目的。下列叙述正确的是 ()

- A. 骨髓干细胞与“胰岛样”细胞的基因组不同, 基因表达情况不同
 B. “胰岛样”细胞与胰岛 B 细胞基因组成不同, 基因表达情况相同
 C. 骨髓干细胞与“胰岛样”细胞基因组成相同, 基因表达情况也相同
 D. 骨髓干细胞与胰岛 B 细胞的基因组成相同, 基因表达情况不同

3. 在一个多细胞的生物体内, 存在着各种在形态、结构和生理功能上具有差异的细胞, 这是因为 ()

- A. 细胞发生了变异
 B. 不同细胞的基因不同
 C. 某些细胞失去了全能性
 D. 不同细胞中的基因选择性地表达

二、拓展应用

1. 植物组织培养的产业化发展十分迅猛, 许多企业运用植物组织培养技术大规模生产蔬菜、瓜果和花卉的组培苗, 获得可观的经济效益。同传统的生产方式相比, 用组织培养技术生产植物幼苗有什么优势呢? 你将来愿意从事这方面的工作吗?

2. 干细胞疗法让许多恶性疾病患者看到了希望, 但也有不少惨痛的教训。有兴趣的同学, 可以了解这方面的信息, 思考科学、技术和社会的关系。

STS 科学·技术·社会

骨髓移植和中华骨髓库

白血病是一类由骨髓造血干细胞恶性增殖引起的疾病。患者血液和骨髓中的白细胞及其前体细胞出现异常增殖和分化障碍, 成为白血病细胞。白血病细胞能够抑制骨髓的正常造血功能, 并侵入肝、脾等器官, 进而危及患者的生命。

1956年, 美国医学家唐纳尔·托马斯发现, 将正常人的骨髓移植到白血病患者体内, 可以治疗白血病。因为健康人的骨髓中含有造血干细胞, 造血干细胞可以分化为红细胞、白细胞和血小板等血细胞。

骨髓移植不仅需要技术, 更需要骨髓造血干细胞捐献者。捐献骨髓造血干细胞会不会影响自身健康呢? 不少人对此心存顾虑。其实, 骨髓造血干细胞具有很强的增殖能力。捐献造血干细胞可刺激骨髓加速造血, 一两周内, 血液中的血细胞就能恢复到原来的水

平, 因此, 捐献骨髓造血干细胞不会影响自身健康。

由于不同人造血干细胞的HLA(人类白细胞抗原)可能是各不相同的, 因此, 只有两个人的HLA配型相同时才能进行造血干细胞移植, 否则移植后会发生排斥反应。这就需要找到与患者配型相同的造血干细胞捐献者。为了方便白血病患者更好地找到配型相同的造血干细胞捐献者, 世界各国相继成立了骨髓库, 我国也于2001年正式成立了中国造血干细胞捐献者资料库(中华骨髓库)。截至2018年3月, 中华骨髓库志愿者入库数据已超过242万人份, 捐献造血干细胞人数突破6 000例, 许多白血病患者得到了救治。

中华骨髓库, 是中华儿女爱心的见证!