

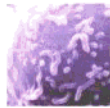
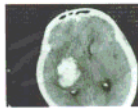
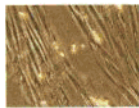
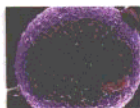
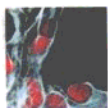
青少年科普图书馆
QINGSHAONIANKEPUTUSHUGUAN

青少年

应该知道的 干细胞

华春 编著

它是医学界的“万用细胞”，它未被充分分化是不成熟的细胞群体，它具有自我更新和分化的潜能，也具有再生各种组织器官和人体的潜能，是人体细胞的潜力股，用途广泛，涉及医学中的各个领域。



团结出版社

青少年科普图书馆丛书编委会

全国人大常委会副委员长、民革中央主席周铁农特为本丛书作序

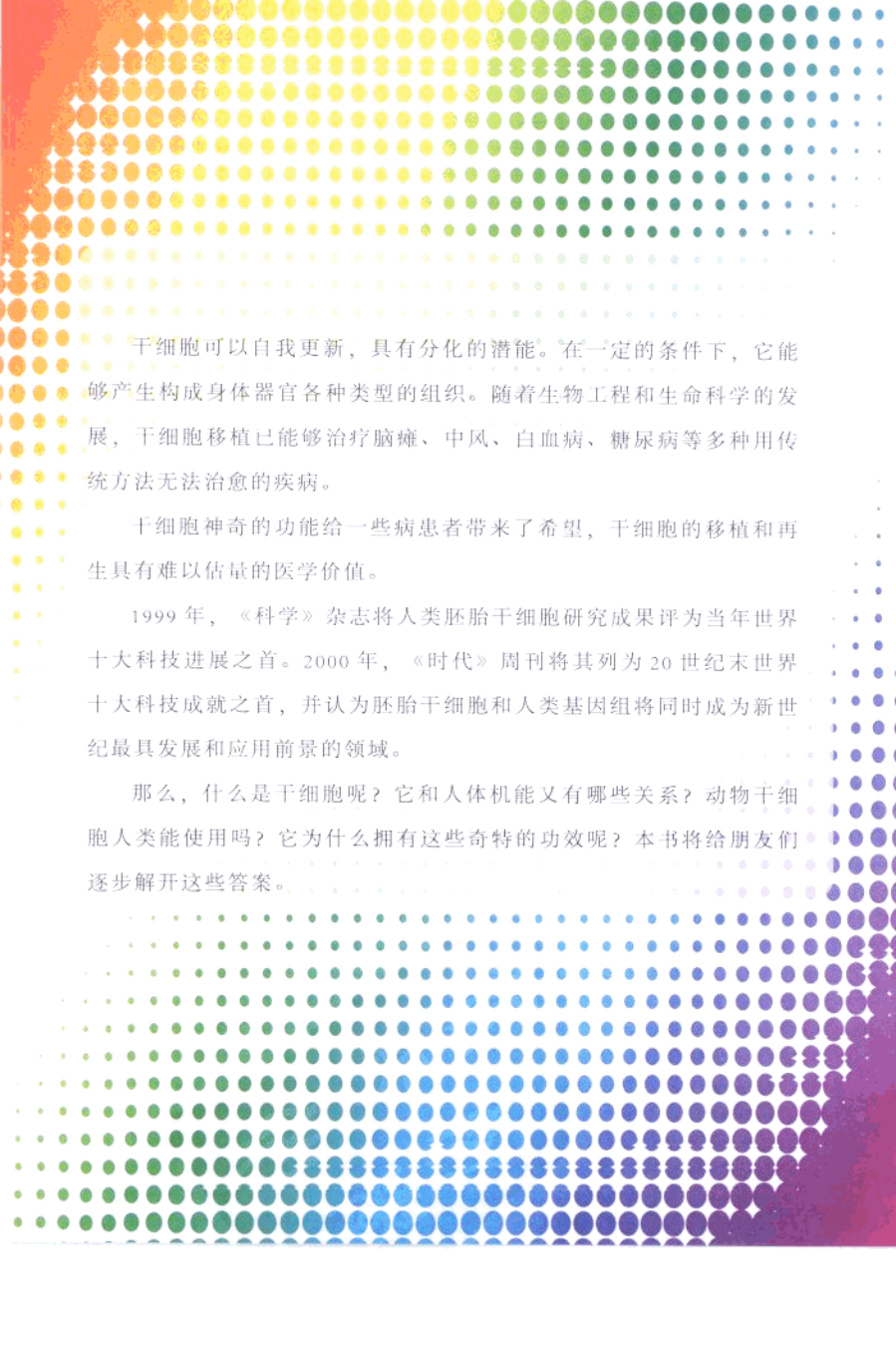
- 顾 问：谢克昌 中国科协副主席、中国工程院院士
- 主 任：修福金 全国政协副主席、民革中央副主席
- 副 主 任：吴先宁 民革中央宣传部部长
- 王大可 团结出版社社长兼总编辑
- 梁光玉 团结出版社常务副社长
- 唐得阳 团结出版社常务副总编辑
- 徐先玲 北京林静轩图书有限公司董事长

委 员：

- 李 松 美国特洛伊工学院物理学博士
- 叶 鹏 美国康奈尔大学化学博士
- 姚经文 北京理工大学环境工程博士后
- 黄德军 兰州大学生物学博士
- 吕江宁 MIT(麻省理工)地球物理学博士
- 张学伟 Syracuse university 地质学博士
- 罗 攀 香港中文大学人类学博士
- 蔡三协 香港中文大学医学院医学博士
- 王 妍 香港中文大学医学院医学博士

执行主编：王 俊 唐得阳

特邀编辑：张汉平



干细胞可以自我更新，具有分化的潜能。在一定的条件下，它能够产生构成身体器官各种类型的组织。随着生物工程和生命科学的发展，干细胞移植已能够治疗脑瘫、中风、白血病、糖尿病等多种用传统方法无法治愈的疾病。

干细胞神奇的功能给一些病患者带来了希望，干细胞的移植和再生具有难以估量的医学价值。

1999 年，《科学》杂志将人类胚胎干细胞研究成果评为当年世界十大科技进展之首。2000 年，《时代》周刊将其列为 20 世纪末世界十大科技成就之首，并认为胚胎干细胞和人类基因组将同时成为新世纪最具发展和应用前景的领域。

那么，什么是干细胞呢？它和人体机能又有哪些关系？动物干细胞人类能使用吗？它为什么拥有这些奇特的功效呢？本书将给朋友们逐步解开这些答案。

序 言

莽莽苍苍的山川大地，茫茫无际的宇宙星空，人类生活在一个充满神奇变化的大千世界中。面对异彩纷呈的自然现象，古往今来曾引发多少人的惊诧和探索。它是科学家研究的课题，更是充满了幻想和好奇的青少年渴望了解的知识。为了帮助广大青少年系统、全面、准确、深入地学习和掌握有关自然科学的基础知识，用科学发展观引领他们爱科学、学科学、用科学，团结出版社按照国家确定的学生科普知识标准，编辑出版了《青少年科普图书馆》大型丛书，应该说这是一个很有意义、值得支持和推广的出版工程。

加强科普教育和科普读物出版工作，是加快国家建设和发展的需要。中共十七大提出要把我们的国家建设成为富强、民主、文明、和谐的社会主义现代化国家，要在2020年实现全面建设小康社会的目标，必须坚持以经济建设为中心。为加快国家发展，要抓紧时机，实施科教兴国、人才强国和可持续发展的三大战略。把科教兴国战略放在第一位，就是要充分发挥科学技术作为第一生产力的作用，认真落实国家中长期科学和技术发展规划纲要，依靠科技进步，建设创新型国家；要着眼于长远，努力培养新一代创新人才，提高劳动者素质，增强创新能力。大量优秀的科普读物的出版发行正是科学的教育和普及的基础性工作，是科教兴国、人才强国的文化基础工程。

加强科普教育和科普读物出版工作，同时也是我们社会文化建设的需要。中共十七大强调“弘扬科学精神，普及科学知识”，是“建设和谐文化，培养文明风尚”的重要内容，特别提出要重视城乡、区域文化协调发展，着力

丰富农村和边远地区的精神文化生活，为青少年健康成长创造良好的文化环境。

有关科普教育和科普读物出版发行工作，多年来得到中央和地方各级政府部门和相关社会团体的广泛支持。2002年6月29日，《中华人民共和国科学技术普及法》正式颁布实施，标志着我国科普事业进入法制建设和发展的轨道。为持续开展群众性、社会性科普活动，中国科协决定从2005年起，将每年9月第三周的公休日定为全国科普日。自2003年以来，为支持老少边穷地区文化事业发展，由国家文化部、财政部共同实施送书下乡工程。2009年2月，中国科协等单位五年内在全国城乡建千所科普图书室的活动举行了启动仪式。多年来有关政府部门和社会团体坚持不懈的送书下乡活动，推动了科普工作在全国，特别是在农村、边远地区和广大青少年中的开展，丰富了他们的精神文化生活，提升了他们的科学文化素质。

贯彻中共十七大精神，适应国家建设的发展需要，特别是广大农村、边远地区发展的需要，以及青少年健康成长的需要，像《青少年科普图书馆》丛书这样一类科普读物的大量出版，符合广大青少年探究自然科学的阅读兴趣和求知欲望，相信一定会得到青少年朋友的欢迎和喜爱。希望有更多更好的青少年科普读物出版，为青少年的健康成长，为提高全民族的科学文化素质，促进国家的现代化建设和文化大繁荣作出新的贡献。

周殊农
2009.7.15

目录

第一章 干细胞基础篇

第一节 “万用细胞”——干细胞	2
1. 干细胞的研究历史	2
2. 干细胞的特点	6
3. 干细胞的分化路径	7
4. 干细胞的分类	9
5. 人体干细胞的奥秘	12
6. 干细胞技术的发展	14
第二节 生命的起源——胚胎干细胞	18
1. 研究胚胎干细胞的历史	18
2. 胚胎干细胞的特征	21
3. 胚胎干细胞的分化	24
4. 胚胎干细胞的培养	25
5. 胚胎干细胞的分离建系	26
6. 胚胎干细胞的应用前景	28
第三节 干细胞疗法	33
1. 如何获取干细胞	33
2. 干细胞修补人体的三大突破	35
3. 干细胞神奇的功能	39
4. 干细胞与血管性、自身免疫性疾病	43
5. 干细胞的移植疗程	46
6. 干细胞与肿瘤、心脏治疗	47

第二章 干细胞分类探索篇

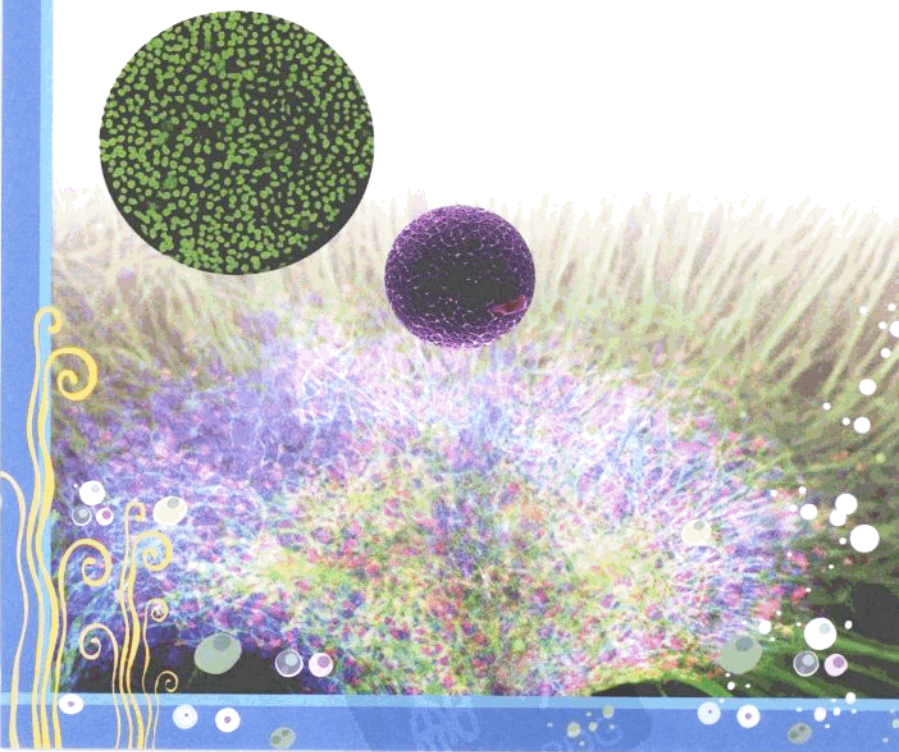
第一节 爱的无私奉献——造血干细胞	52
1. 造血干细胞的形态特征	52
2. 造血干细胞的分布	54
3. 造血干细胞的四大特征	56
4. 造血干细胞移植的类型	58
5. 造血干细胞移植的功能	62
6. 捐献造血干细胞会影响健康吗?	65
第二节 修复工程师——神经干细胞	66
1. 神经干细胞的特点	66
2. 神经干细胞的分布	68
3. 神经细胞的结构	72
4. 神经元之间相互作用的方式	76
5. 细胞的分化机制	79
6. 神经干细胞的生物学特性	80
7. 神经干细胞移植的功能	81
8. 神经干细胞的应用与展望	83
第三节 自我修复——间充质干细胞	86
1. 间充质干细胞概述	86
2. 间充质干细胞的生物学特性	89
3. 间充质干细胞移植疗法	91
4. 间充质干细胞的神奇功能	92
5. 间充质干细胞的应用和展望	93
第四节 脐血和干细胞	94
1. 什么是脐带血	94
2. 为什么选择用脐带制造干细胞	97
第五节 皮肤干细胞	98
1. 皮肤干细胞的分类、定位	98
2. 皮肤干细胞在临床上的表现	102

第六节 成体干细胞	105
1. 什么是成体干细胞	105
2. 成体干细胞的研究历史	107
3. 成体干细胞的特征	108
4. 成体干细胞能治疗哪些疾病	109
第七节 真正的致癌凶手——癌症干细胞	113
1. 癌症干细胞概述	113
2. 什么是癌前病变	116

第三章 细胞与干细胞基础知识篇

第一节 细胞	118
1. 什么是细胞	118
2. 细胞的结构与组成	120
3. 什么是细胞膜	122
4. 什么是细胞质	124
5. 什么是细胞核	126
6. 原核细胞和真核细胞	128
7. 细胞周期	130
8. 什么是细胞骨架	134
第二节 细胞的凋亡与分化	139
1. 最后的时光——细胞的凋亡	139
2. 细胞凋亡的过程	140
3. 细胞的分化与分裂	142
4. 细胞分化与基因表达	143
5. 细胞的分化和癌变	144
6. 干细胞与癌细胞的共通点	145
7. 癌细胞的 7 项新知识	147
第三节 干细胞与疾病治疗	148
1. 干细胞治疗心血管疾病	148
2. 干细胞治疗脊髓损伤	148

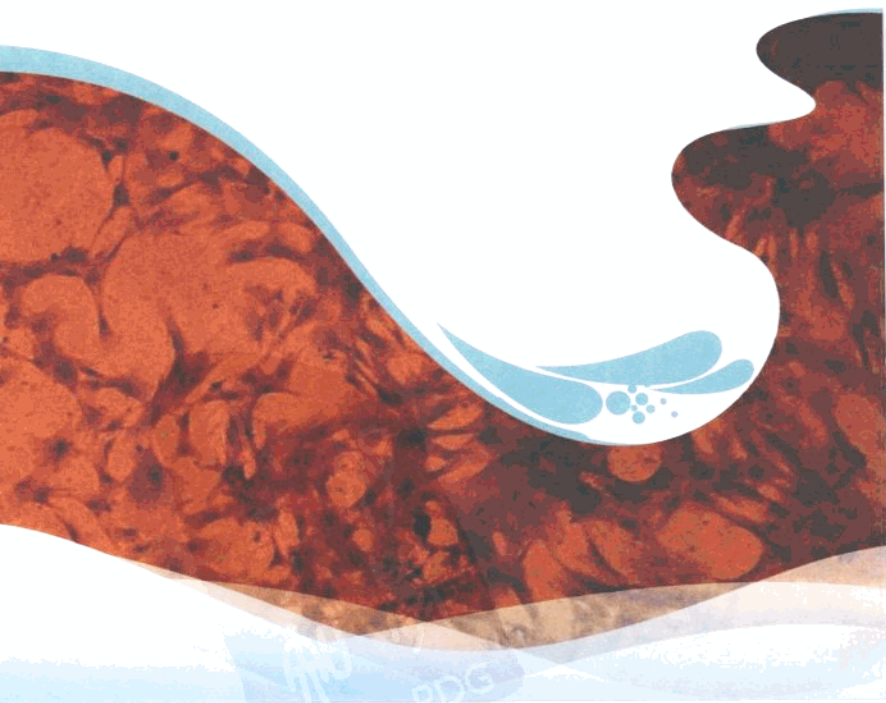
3. 干细胞治疗运动神经元疾病	150
4. 干细胞治疗帕金森综合征	151
5. 造血干细胞治疗胰腺癌	156
6. 干细胞移植治疗肝脏疾病	158
7. 干细胞治疗小儿脑瘫	160
8. 干细胞治疗心脏病	161
9. 干细胞治疗股骨头坏死	162
10. 干细胞治疗心肌梗塞	163
11. 干细胞治疗糖尿病足	166
附录 干细胞研究发展编年小史	170



青少年应该知道的**干细胞**
Qingshaonien Yinggai Zhidao de

第一章

干细胞基础篇



第一章 干细胞基础篇

第一节 “万用细胞”——干细胞

干细胞是目前细胞工程研究中最活跃的领域，随着基础研究、应用研究的进一步深化，这项技术将会在相当程度上引发医学领域的重大变革，它已成为 21 世纪生命科学领域的一个热点。

所谓“干细胞”，是一种未充分分化，尚不成熟的细胞。

干细胞是一类具有自我更新和分化潜能的细胞，尤其是在早期胚胎发育过程中，它可以产生构成身体器官各种类型的组织，生物学家又将它称为“全能性细胞”。

人类很多疾病诸如心肌梗塞、糖尿病、帕金森综合征等，都和细胞（如脑细胞、心肌细胞、胰岛细胞）的死亡有关。干细胞技术最显著的作用就是，能再造一种全新的、正常的甚至更年轻的细胞、组织或器官，用以治疗诸如脑瘫、中风、白血病、心肌梗塞、糖尿病、帕金森综合征等多种用传统方法难以治愈的疾病，具有不可估量的医学价值，给人们带来了希望。

1. 干细胞的研究历史

干细胞的研究开始于 20 世纪 60 年代，加拿大科学家——恩尼斯特·莫科洛克和詹姆士·堤尔通过研究发现并命名了造血干细胞。

1959 年美国首次报道了通过体外受精的动物。

20 世纪 60 年代，科学家通过对几个近亲的小鼠睾丸畸胎瘤的研究，发现其来源于胚胎生殖细胞，这一工作确立了胚胎癌细胞是一种干细胞。

1968 年，爱德公地兹和伯维斯特在体外获得了第一个人卵子。

20 世纪 70 年代，畸胎瘤干细胞被注入小鼠胚泡产生杂合小鼠。科学家还将培养的干细胞作为了胚胎发育的模型，虽然它染色体的数目属于异常。

1978 年，世界上第一个试管婴儿——路易斯·布朗在英国诞生。

1981 年，埃文、考夫曼和马丁从小鼠胚泡内细胞群分离出了小鼠胚胎干细胞。他们建立了小鼠胚胎干细胞体外培养的条件。由这些细胞产生的细胞系有正常的二倍型，像原生殖细胞一样产生 3 个胚层的衍生物。将胚胎干细胞注入这个小鼠，其能诱导形成畸胎瘤。

1984~1988 年，安德鲁斯等人从人睾丸畸胎瘤细胞中产生出多能的、可鉴定的（克隆化的）细胞，称之为胚胎癌细胞。克隆的人胚胎癌细胞在视黄酸的作用下，分化形成神经元样细胞和其他类型的细胞。

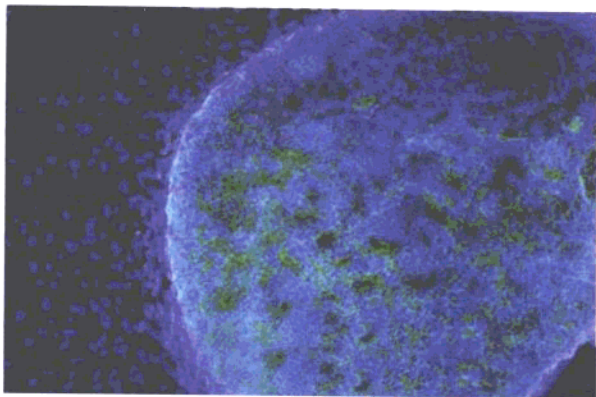
1989 年，佩拉等分离了一个人胚胎癌细胞系，这个细胞系能产生出 3 个胚层的组织。这些细胞是非整倍体的（比正常细胞染色体多或少），他们在体外的分化潜能是有限的。

1994 年，通过体外授精和病人捐献的人胚泡正处于原核期。胚泡内细胞群在培养中得以保存，其周边有滋养层细胞聚集，胚胎干细胞的样细胞位于中央。



畸胎瘤是早期干细胞研究的良好标本

干细胞



胚胎干细胞的培养

1998 年美国有两个小组分别培养出了人的多能干细胞。

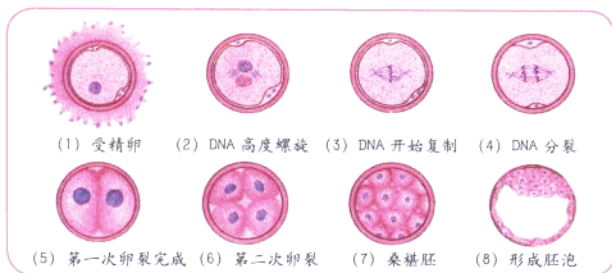
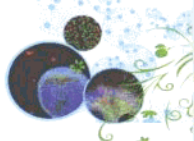
2000 年，由佩拉、托森邦梭领导的新加坡和澳大利亚科学家从治疗不育症的夫妇捐赠的胚泡内细胞群中分离得到了人胚胎干细胞。这些细胞体外增殖，保持正常的核型，自发分化形成来源于三个胚层的体细胞系。

2003 年，科学家建立了人类皮肤细胞与兔子卵细胞种间融合的方法，这为人胚胎干细胞的研究提供了新的途径。

2004 年，美国马萨诸塞州高级细胞技术公司报道了克隆小鼠的干细胞可以通过形成细小血管的心肌细胞，修复心衰小鼠的心肌损伤。这是首次显示克隆干细胞在活体动物体内修复受损的组织。

美国《科学》杂志在 1999 年将干细胞研究列为世界十大科学成就的第一，排在人类基因组测序和克隆技术之前。

新加坡国立大学医院和中央医院通过脐带血干细胞移植手术，

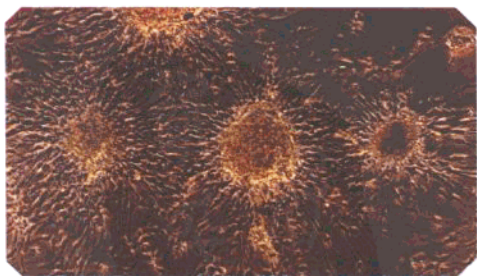


受精卵发育形成胚泡

根治了一名因家族遗传而患上严重地中海贫血症的男童，这是世界上第一例移植非亲属脐带血干细胞而使患者痊愈的经典医学案例。

同胚胎干细胞相比，成人身体上的干细胞只能发育成 20 多种组织器官，而胚胎干细胞则能发育成几乎所有的组织器官。但是，如果从胚胎中提取干细胞，胚胎就会死亡。因此，伦理道德问题就成为了当前胚胎干细胞研究领域的最大问题之一。

美国政府明确反对破坏新的胚胎来获取胚胎干细胞，美国众议院甚至提出全面禁止胚胎干细胞克隆研究的法案。美国的一些科学家则对此提出了尖锐的批评，他们认为将干细胞用于医学研究，在



众多精子分别游向 4 个卵子，
精子和卵子可以自然融合形成受精卵，不需要人工干预



干细胞

减轻患者痛苦方面很有潜力，如果浪费这样一个绝好的机会，结果将是悲剧性的。

我国的干细胞研究和应用已经具备了一定的基础，早在 20 世纪 60 年代就开始了骨髓干细胞移植方面的研究，目前研究和应用得最多的是造血干细胞。1992 年，我国内地第一个骨髓移植非亲属提供者登记组在北京成立，“中华骨髓库”也正式接受捐赠。2002 年，在北京建立了脐带血干细胞库。

但是关于胚胎干细胞的研究，目前我国还没有明确的法律规定。

2. 干细胞的特点

通常，在细胞分化的过程中，细胞往往由于高度分化而完全失去再分裂的能力，最终导致衰老而死亡。

而机体在发展适应过程中为了弥补这一不足，保留了一部分未分化的原始细胞，这就是人们所说的干细胞。

通常干细胞有以下几个特点：

其一，干细胞本身不是处于分化途径的终端。

其二，干细胞能无限地增殖分裂。

其三，干细胞可连续分裂几代，也可在较长时间内处于静止状态。

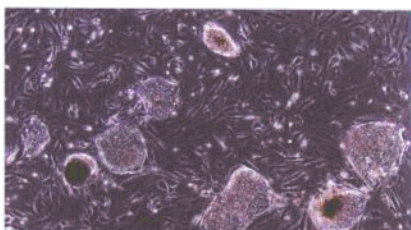
其四，干细胞通过两种方式生长：一种是对称分裂——形成两个相同的干细胞；另一种是非对称分裂——由于细胞质中的调节分化蛋白不均匀地分配，使得一个子细胞不可逆地走向分化的终端，成为功能专一的分化细胞。而另一个保持亲代的特征，仍作为干细胞保留下来。分化细胞的数目受分化前干细胞的数目和分裂次数控制。

可以说，干细胞是具有很多潜能和自我更新特点的、增殖速度较缓慢的细胞。

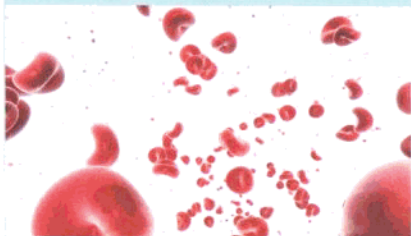
3. 干细胞的分化路径

由于用途十分广泛，干细胞被赋予了“全能”的荣誉。那么，干细胞究竟能够分化成什么，怎样进行分化，走哪条路到达分化终点，这些过程又是由哪些因素决定的呢？

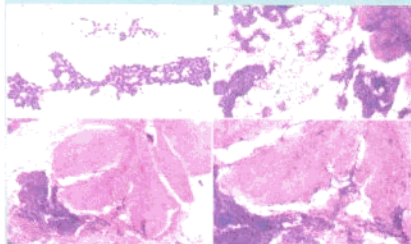
传统观点认为细胞在进行分化时，路径和目的地是统一的，是由细胞信号通路决定的。然而来自《自然》杂志的一项新的研究报告表明，干细胞分化路径是通过基因的选择性行为形成的一系列分化网络路径，但分化终点却是相对固定的。研究人员用了一个形象的比喻：就如同山上的一块石头能够通过无限可能的路径下山，但是最终只能到达同一个山谷。



神经细胞



红细胞



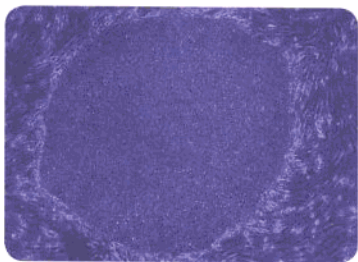
上皮细胞

干细胞能分化成不同的组织细胞

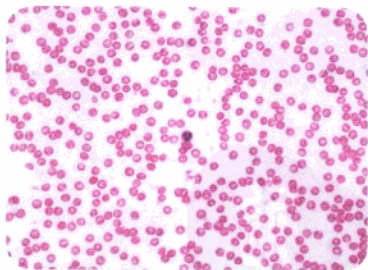
干细胞

科学家通过详细研究，造血干细胞是分化成白细胞前体还是红细胞前体的各种相关因素，从而得出了结论：细胞的特性决定了其分化目的。

首先他们通过检验典型的血液干细胞群，发现了一种普遍存在于干细胞中的细胞标记 Sca-1 蛋白，该蛋白在每个细胞中的浓度都不尽相同，甚至有 1000 倍之多的差距。有人认为 Sca-1 蛋白含量低的细胞就会进行自动分化。然而当研究人员根据蛋白含量将细胞分为高、中、低三个种类并进行培养研究时发现，不同类型的细胞派生的细胞群落通过 9 天或 9 天以上的培养，蛋白含量将趋于相同。



造血干细胞



红细胞

这些细胞的分化方向也相同吗？然而，人们进一步的研究证明它们在分化过程中是明显不同的。研究表明，在红细胞生成素的刺激下，Sca-1 蛋白含量低的血液干细胞分化成红细胞前体的机会比 Sca-1 蛋白含量高的干细胞高 7 倍。相反，干细胞在粒细胞——巨噬

细胞刺激因子（一种白细胞生成刺激因子）的作用下，那些 Sca-1 蛋白含量高的干细胞更容易变成白细胞。