

现代生物学导论

细胞 1 (书上第三章第一节、第二节)

闫永彬
Yong-Bin YAN, Ph.D.
清华大学 生命科学学院



1

生命的基本单位—细胞

- 一、细胞是生命的基本单位
- 二、细胞的基本共性
- 三、原核细胞与真核细胞
- 四、真核细胞的结构与功能
- 五、细胞的生命活动



2

• 3.1 细胞的发现和细胞学说

细胞的发现与显微镜的发明
1590, 荷兰詹森父子(Janssen)

In 1665, 英国胡克(Robert Hooke) a network of tiny boxlike compartments that reminded him of a honeycomb. He called them “*cellulae*”, a Latin term meaning little room. Then the present-day term, **cell**.



3

• 3.1 细胞的发现和细胞学说

荷兰人安东尼·冯·列文虎克
(Anthony Von Leeuwenhoek)



“Animalcules” in a drop of pond water seen by Leeuwenhoek

日本宇田川榕庵1834《植学启原》
中国李善兰1858《植物学》



4

细胞学说



德国施莱登 1938年发表“植物发生论”(Beiträge zur Phylogenesis).

德国施旺 1838年提出了“细胞学说”(Cell Theory)这个术语; 1939年发表了“关于动植物结构和生长一致性的显微研究”(Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen)

德国魏尔肖 R. Virchow 1855提出“一切细胞来源于细胞”(omnis cellula e cellula)



5

细胞学说的三个原则:

1. All organisms are composed of one or more cells.

所有生物都是由一个或多个细胞组成的

2. The cell is basic unit of structure and function for all organisms.

细胞是生命的结构和功能单位

3. All cells arise only from preexisting cells by division.

细胞只能由业已存在的细胞经分裂产生



6

巴斯德的极盛时代 (1822-1895)

- 物理教授-化学教授-生物学家
- 喜欢酒: 酒石酸的同分异构体、葡萄酒和啤酒(酵母、乳酸杆菌)、
- 养医生、鸡霍乱
- 败血症
- 炭疽病、狂犬病疫苗(1885)
- 并不是疾病细菌学说的第一人, 但是强大的科学证据和灭活疫苗让细菌学说挽救了商业和医学
- 普法战争“科学虽没有国界, 但科学家却有自己的祖国”



7




4

2

非细胞形态的生命体—病毒

病毒已发现3 000余种 (含40 000亚种) 包括:

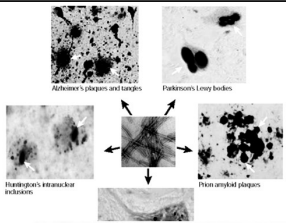
- 真病毒 (virus): DNA或RNA与蛋白质构成的核酸-蛋白质复合物
- 类病毒 (viroid): 感染性的RNA构成, 发现约20余种
- 朊病毒 (prion): 仅由有感染性的蛋白质构成

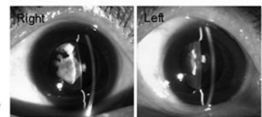

ZHU-SLS
YAN


9

了解

- A protein virus?
- Examples of propagation of phenotypic changes by transmission of protein misfolding have been found in animal models, yeast and other fungi.










ZHU-SLS
YAN

12

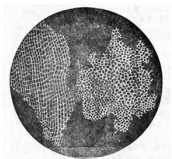
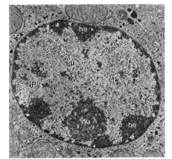
3.2 显微镜的发明打开了微观世界的大门 (书3.5)


光学显微镜 透射电子显微镜 扫描电子显微镜


ZHU-SLS
YAN

11

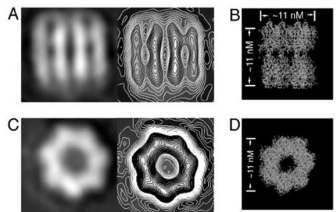



光学显微镜 电子显微镜
可见光: 300-700 nm 电子束: 0.01-0.9 nm



ZHU-SLS
YAN

12

电子显微镜结合三维重构技术是结构生物学研究的重要手段之一




Wu et al., PNAS, 2003, 100: 2082-7


ZHU-SLS
YAN

13


冷冻电镜: 物理背景的生物学家获得2017年诺贝尔化学奖

The Nobel Prize in Chemistry 2017



© Nobel Media AB. Enriched
Prize share: 1/3


在他们从事各自的研究工作的前20年的时间里, 冷冻电镜是一个非常小众的研究领域, 全世界从事相关工作的课题组不超过10个


ZHU-SLS
YAN

14

超高分辨率显微镜

- 由于光学衍射极限的存在, 传统的远场光学显微镜无法对200纳米尺度内的生命活动进行观察
- 应用传统的电子显微镜(EM)可以达到纳米量级的分辨率
- 超高分辨显微镜打破了光学衍射极限, 将分辨率提高至数十纳米级别, 实现了对细胞内动力学行为纳米尺度的无损、实时成像。


ZHU-SLS
YAN

15

2014年诺贝尔化学奖



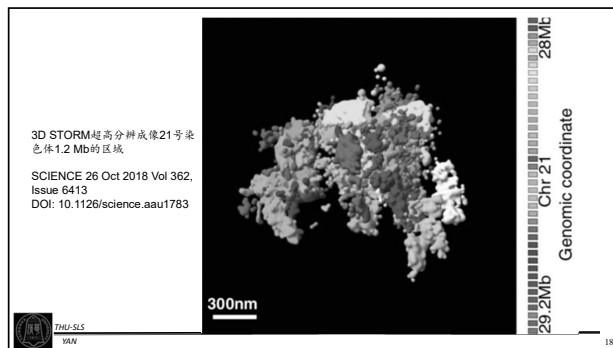
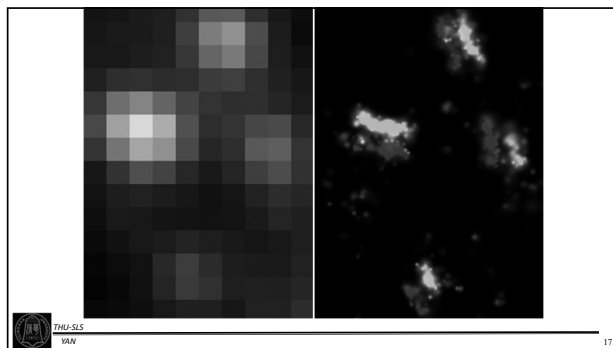
Eric Betzig Stefan W. Hell William E. Moerner
HHMI Max-Planck Stanford




2010, 北京大学生物动态光学成像中心


ZHU-SLS
YAN

16



3.3 细胞是生命的基本单位

- 细胞是生命的基本结构单位

人卵细胞: 100um
红细胞: 5um
肝细胞: 20um

- 细胞是生命活动的功能单位，一切代谢活动均以细胞为基础

细胞生命活动：

以物质代谢为基础；

以能量代谢（ATP）为动力；

以信息调控为机制

• 细胞是生殖和遗传的基础与桥梁；具有相同的遗传语言

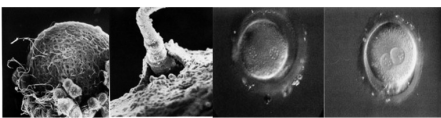


非常狭窄的遗传桥梁，
惟妙惟肖的表现特征

THU-SLS
WAN

21

• 细胞是生物体生长发育的基础



精子+卵→受精卵→6周胚胎→11周胚胎→12周胚胎→4月胚胎

- 细胞是生命起源的归宿，是生物进化的起点；
- 没有细胞就没有完整生命（病毒的生命活动离不开细胞）

非细胞形态的生命体——病毒

病毒已发现3 000余种（含40 000亚种）包括：
真病毒（virus）：DNA或RNA与蛋白质构成的
核酸-蛋白质复合物
类病毒（viroid）：感染性的RNA构成，发现
约20余种
朊病毒（prion）？：仅由有感染性的蛋白质构成

brief communications

Amyloid fibrils from muscle myoglobin

Even an ordinary globular protein can assume a rogues' gallery if conditions are right

For a number of proteins, such as in a subgroup of amyloid diseases, it is well established that β -sheets are the key to the fibrillogenic process. In particular, it has been proposed that amyloid fibrils are formed by the sequential addition of monomers to an oligomeric nucleus, a different mechanism from that seen in pathological conditions such as Alzheimer's and Huntington's disease [1].

This view implies existence of such a nucleation step, even if the nucleation is assisted by a preformed oligomer. We have now shown that a specific form of myoglobin can assume a nucleation role in amyloid formation.

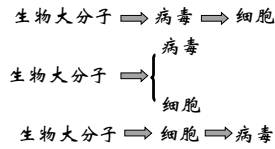
Myoglobin (Mb), but not a denatured and highly reduced derivative of myoglobin, was found to be a nucleator for amyloid formation in vitro [2]. It was also found that Mb is a component and highly ordered subunit of amyloid fibrils [3].

Myoglobin is a monomer (17 kDa) with a heme prosthetic group. It is known that Mb is a dimeric, native myoglobin binds an element of each monomer, and this may be important for the nucleation of amyloid formation. However, monomeric Mb is not active in the process of amyloid formation in the absence of a heme prosthetic group. This is evident for the presence of more numerous conformations in native Mb than in denatured Mb.

We found that incubation of myoglobin in the presence of urea, which is known to break the conditions under which the native fold is kinetically observed, resulted in the

log₁₀(amyloid mass)
 10
 8
 6
 4
 2
 0
 -2
 -4
 -6
 -8
 -10
 -12
 -14
 -16
 -18
 -20
 -22
 -24
 -26
 -28
 -30
 -32
 -34
 -36
 -38
 -40
 -42
 -44
 -46
 -48
 -50
 -52
 -54
 -56
 -58
 -60
 -62
 -64
 -66
 -68
 -70
 -72
 -74
 -76
 -78
 -80
 -82
 -84
 -86
 -88
 -90
 -92
 -94
 -96
 -98
 -100
 -102
 -104
 -106
 -108
 -110
 -112
 -114
 -116
 -118
 -120
 -122
 -124
 -126
 -128
 -130
 -132
 -134
 -136
 -138
 -140
 -142
 -144
 -146
 -148
 -150
 -152
 -154
 -156
 -158
 -160
 -162
 -164
 -166
 -168
 -170
 -172
 -174
 -176
 -178
 -180
 -182
 -184
 -186
 -188
 -190
 -192
 -194
 -196
 -198
 -200
 -202
 -204
 -206
 -208
 -210
 -212
 -214
 -216
 -218
 -220
 -222
 -224
 -226
 -228
 -230
 -232
 -234
 -236
 -238
 -240
 -242
 -244
 -246
 -248
 -250
 -252
 -254
 -256
 -258
 -260
 -262
 -264
 -266
 -268
 -270
 -272
 -274
 -276
 -278
 -280
 -282
 -284
 -286
 -288
 -290
 -292
 -294
 -296
 -298
 -300
 -302
 -304
 -306
 -308
 -310
 -312
 -314
 -316
 -318
 -320
 -322
 -324
 -326
 -328
 -330
 -332
 -334
 -336
 -338
 -340
 -342
 -344
 -346
 -348
 -350
 -352
 -354
 -356
 -358
 -360
 -362
 -364
 -366
 -368
 -370
 -372
 -374
 -376
 -378
 -380
 -382
 -384
 -386
 -388
 -390
 -392
 -394
 -396
 -398
 -400
 -402
 -404
 -406
 -408
 -410
 -412
 -414
 -416
 -418
 -420
 -422
 -424
 -426
 -428
 -430
 -432
 -434
 -436
 -438
 -440
 -442
 -444
 -446
 -448
 -450
 -452
 -454
 -456
 -458
 -460
 -462
 -464
 -466
 -468
 -470
 -472
 -474
 -476
 -478
 -480
 -482
 -484
 -486
 -488
 -490
 -492
 -494
 -496
 -498
 -500
 -502
 -504
 -506
 -508
 -510
 -512
 -514
 -516
 -518
 -520
 -522
 -524
 -526
 -528
 -530
 -532
 -534
 -536
 -538
 -540
 -542
 -544
 -546
 -548
 -550
 -552
 -554
 -556
 -558
 -560
 -562
 -564
 -566
 -568
 -570
 -572
 -574
 -576
 -578
 -580
 -582
 -584
 -586
 -588
 -590
 -592
 -594
 -596
 -598
 -600
 -602
 -604
 -606
 -608
 -610
 -612
 -614
 -616
 -618
 -620
 -622
 -624
 -626
 -628
 -630
 -632
 -634
 -636
 -638
 -640
 -642
 -644
 -646
 -648
 -650
 -652
 -654
 -656
 -658
 -660
 -662
 -664
 -666
 -668
 -670
 -672
 -674
 -676
 -678
 -680
 -682
 -684
 -686
 -688
 -690
 -692
 -694
 -696
 -698
 -700
 -702
 -704
 -706
 -708
 -710
 -712
 -714
 -716
 -718
 -720
 -722
 -724
 -726
 -728
 -730
 -732
 -734
 -736
 -738
 -740
 -742
 -744
 -746
 -748
 -750
 -752
 -754
 -756
 -758
 -760
 -762
 -764
 -766
 -768
 -770
 -772
 -774
 -776
 -778
 -780
 -782
 -784
 -786
 -788
 -790
 -792
 -794
 -796
 -798
 -800
 -802
 -804
 -806
 -808
 -810
 -812
 -814
 -816
 -818
 -820
 -822
 -824
 -826
 -828
 -830
 -832
 -834
 -836
 -838
 -840
 -842
 -844
 -846
 -848
 -850
 -852
 -854
 -856
 -858
 -860
 -862
 -864
 -866
 -868
 -870
 -872
 -874
 -876
 -878
 -880
 -882
 -884
 -886
 -888
 -890
 -892
 -894
 -896
 -898
 -900
 -9

病毒与细胞在起源与进化中的关系



第三种观点越来越具有说服力



YAN

25

为什么说细胞是生命活动的基本单位？

- 细胞是生命的基本结构单位，所有生物都是由细胞组成的；
- 细胞是生命活动的功能单位，一切代谢活动均以细胞为基础；
- 细胞是生殖和遗传的基础与桥梁；具有相同的遗传语言；
- 细胞是生物体生长发育的基础；
- 形状与大小各异的细胞是生物进化的结果
- 没有完整的细胞就没有完整的生命（病毒的生命活动离不开细胞）



YAN

26

3.4 细胞的基本共性

- ① 所有细胞表面均具有由磷脂双分子层与镶嵌蛋白质构成的细胞膜体系；
- ② 所有的细胞都有由两种核酸（DNA与RNA）与蛋白质分子构成的遗传信息复制与表达体系。虽然病毒以其中一种核酸作为遗传信息的载体，但病毒的复制过程往往离不开两种核酸的参与；
- ③ 所有的细胞都具有作为蛋白质合成的机器的核糖体；
- ④ 细胞具有自我复制的能力，能够产生更多的细胞；而且所有细胞都以一分为二的方式进行分裂增殖。遗传物质在分裂前复制加倍，在分裂时均匀地分配到两个子细胞内；



YAN

27

- ⑤ 细胞具有遗传程序和使用遗传程序的方法；
- ⑥ 细胞是高度复杂和有组织的；
- ⑦ 细胞获得并利用能量，如植物吸收太阳光，动物摄取糖，然后再转化成不同形式的能量加以利用；
- ⑧ 细胞执行不同的化学反应，如新陈代谢活动；
- ⑨ 细胞参与许多机械活动，如物质的运输；
- ⑩ 细胞能够对外界的刺激做出反应，如营养、光照、激素生长因子、逆境因素等。



YAN

28

3.5 原核细胞（procaryotic cell）与真核细胞（eucaryotic cell）

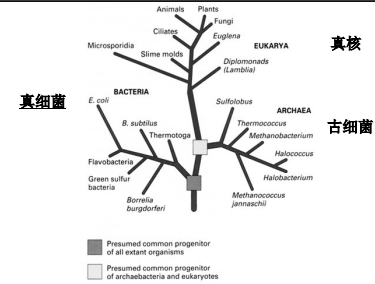
原核细胞

- ◆ 古细菌（archaeobacteria）与真细菌（eubacteria）
- ◆ 遗传的信息量小，遗传信息载体仅由一个环状DNA构成
- ◆ 细胞内没有核膜和具有专门结构与功能分化的细胞器
- ◆ 古细菌形态结构与遗传结构装置和原核细胞相似，但分子进化特征更接近真核细胞



YAN

29

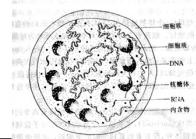


YAN

30

最小最简单的细胞—支原体（mycoplast genitalium）

- ◆ 迄今发现的能独立生活的最小基因组：482 genes, 其中minimal essential gene: 256
- ◆ 大小0.1~0.3 μm , 仅为细菌的十分之一



YAN

31

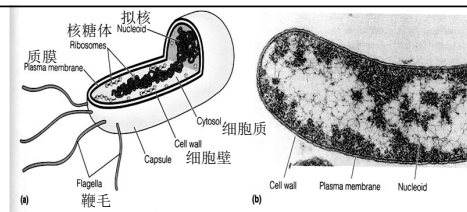


Figure 4-3 Structure of a Typical Bacterial Cell. (a) A three-dimensional model showing the components of a typical bacterium. (b) An electron micrograph of a bacterial cell with several of the same components labeled. Notice that the nucleoid is simply a region within the cell, not a membrane-bounded compartment.



YAN

32

■真核细胞

◇真核细胞的基本结构体系

- ◇脂蛋白体系构成的生物膜系统
- ◇核酸-蛋白质复合体构成的遗传信息载体与表达系统
- ◇由特异的结构蛋白装配而成的细胞骨架和细胞质基质系统



ZHU-SLS
YAN

33

■复习：植物细胞-高中知识

◇动物细胞

http://open.163.com/movie/2013/11/M/9/M9DU4R4K9_M9DUAITM9.html

◇植物细胞

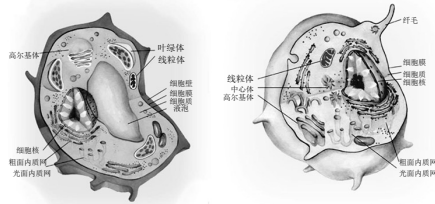
http://open.163.com/movie/2013/11/K/B/M9DU4R4K9_M9DUAPRKB.html



ZHU-SLS
YAN

34

植物细胞和动物细胞



- 细胞壁 (cell wall)
- 叶绿体 (chloroplast)
- 大液泡 (vacuole)
- 胞间连丝 (plasmodesmata)

植物特有的结构



ZHU-SLS
YAN

35

◇植物细胞与动物细胞的比较

特 征	动物细胞	植物细胞
有无质体 (叶绿体)	无, 异养营养	有, 自养营养
有无细胞壁	无	有 (纤维素和果胶)
有无大的中央液泡	无	有 (代谢调节作用)
细胞膜离子泵①	钠-钾ATP酶	质子ATP酶
营养吸收②	Na ⁺ 驱动共运转	H ⁺ 驱动共运转



ZHU-SLS
YAN

36

3.6真核细胞的结构与功能

✦真核细胞区域化 (Compartmentalization)

- ◆代谢有序性和自律性
- ◆细胞核——“中心调度室”, 细胞生命活动的控制中心
- ◆核糖体——蛋白质生产的机器
- ◆溶酶体——“回收车间”和“保卫处”
- ◆内质网——合成蛋白质、脂类和糖类的“生产车间”
- ◆高尔基体——生物大分子加工、包装的“加工车间”
- ◆线粒体和叶绿体——产能的“动力车间”
- ◆膜流——生产“流水线”和“传送带”
- ◆细胞骨架系统 (MF, MT, IF) ——支架、运输、运动



ZHU-SLS
YAN

37

homework !

见网络学堂~~~

下节课内容：代谢 (书第四章)



ZHU-SLS
YAN

38