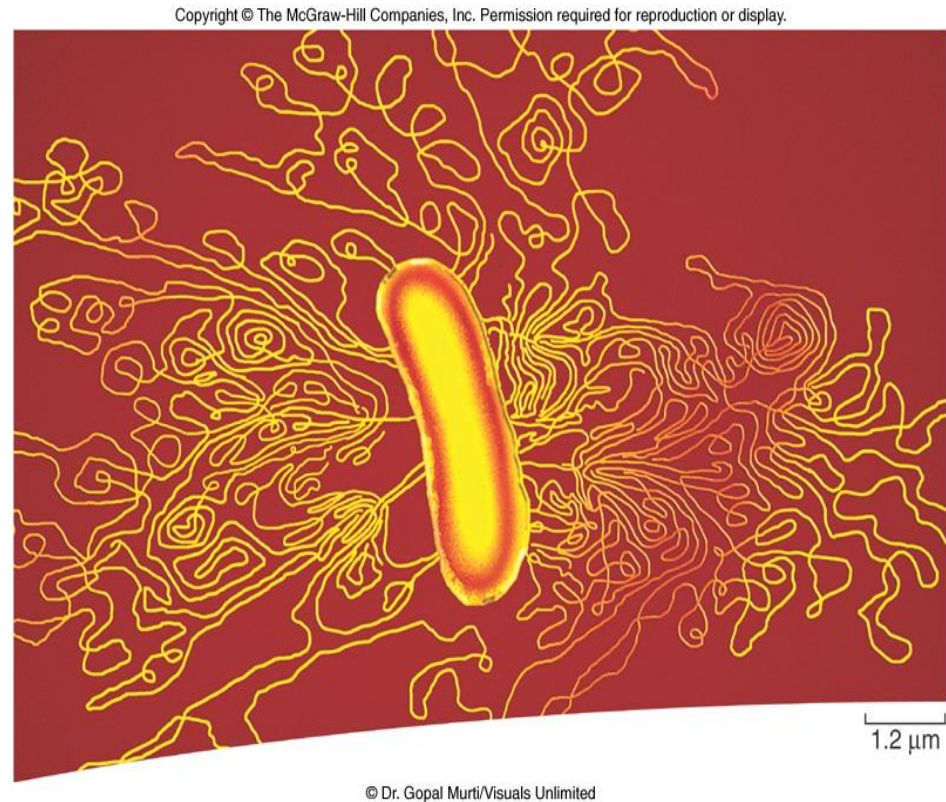
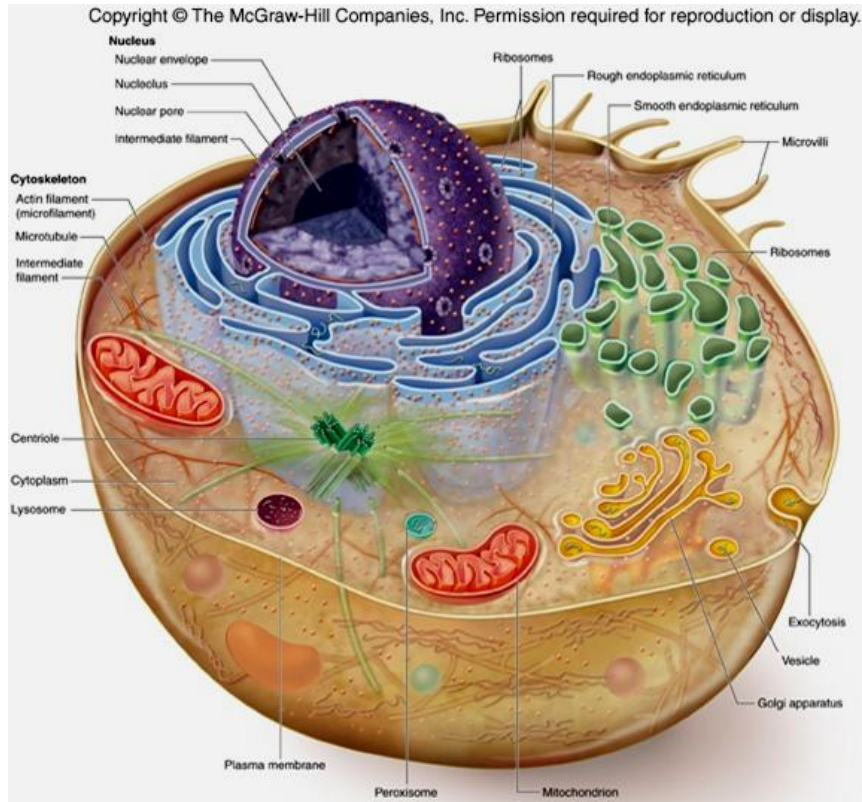
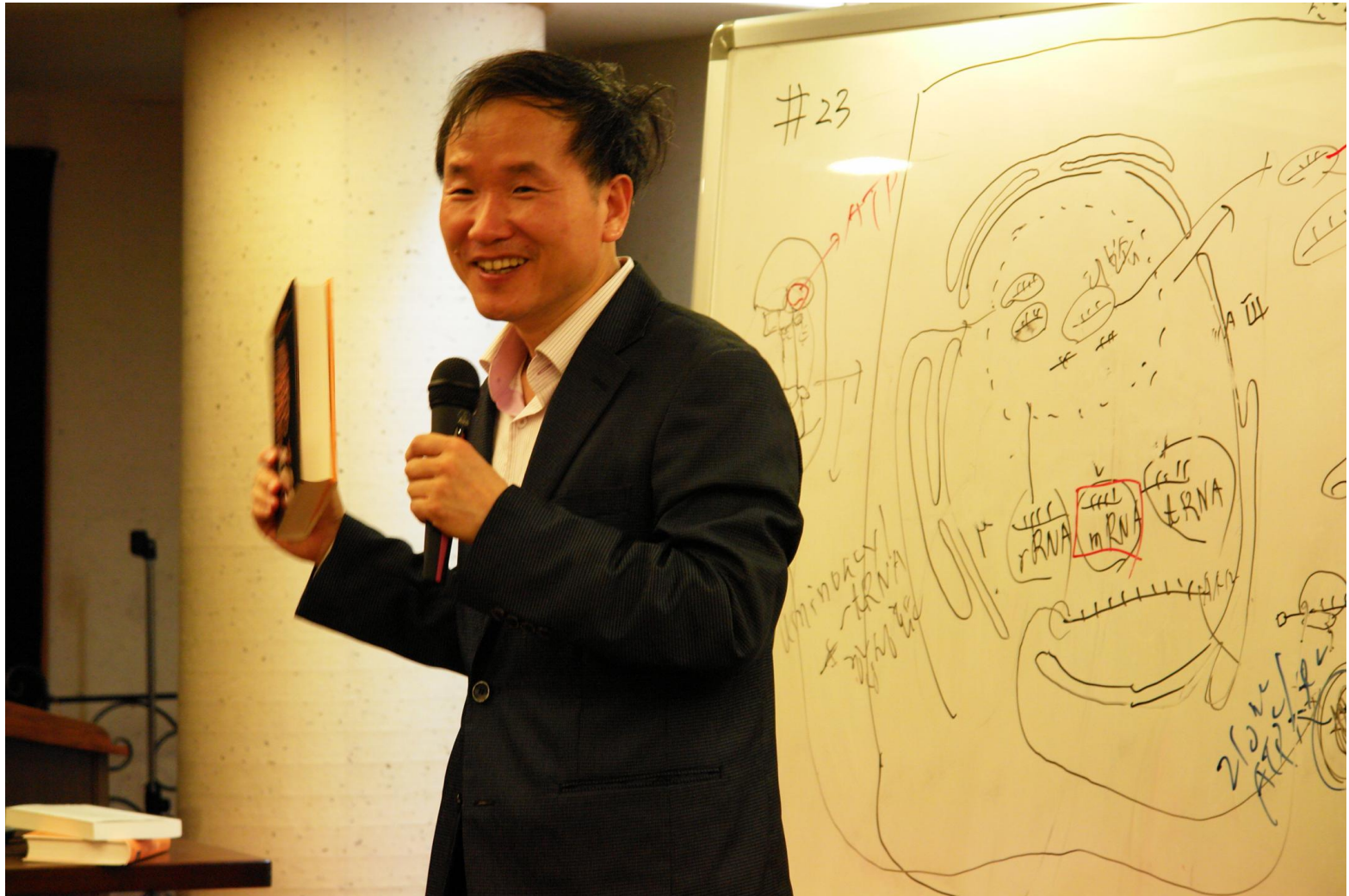


# 137억년 우주의 진화

## 제11강 DNA (2)



박문호 박사님의 <137억년 우주의 진화> 제11강 내용을 요약 정리한 것입니다. 인용된 자료는 박사님이 전달해 주신 것을 중심으로 구성하였으며, 강의 시 세부적으로 언급되지 않은 그림에 대해서는 관련 교재를 참조하여 보충설명을 하였습니다. 혹시 잘못된 내용이 있을 경우 F/Back해 주시면 감사 드리겠습니다.



**DNA는 상당히 중요한 부분이므로 오늘도 DNA와 RNA에 대한 세부 내용을 한번 더 반복하여 깊이 공부하도록 하겠습니다.**





# DNA와 관련한 핵심 기억사항

DNA와 관련해서..... DNA의 복제, 전사, 번역 그리고 RNA의 세 가지 종류, 그리고 그것이 어떻게 합성되는가? 등에 대한 그림은 잠을 자다가 일어나서도 곧바로 그려낼 수 있을 정도로 자기 지식화가 되어야 합니다.

## DNA의 복제.전사.번역의 개념

- ① 복제(Replication) : DNA의 정보 전체를 복사하여 새로운 DNA를 만드는 과정  
DNA중합효소에 의해 핵 속에서 이뤄짐
- ② 전사(Transcription) : DNA의 원본 정보를 읽어 RNA로 베끼는 과정으로 RNA중합효소에 의해 핵 속에서 이뤄짐
- ③ 번역(Translation) : DNA에서 옮겨온 RNA의 정보를 읽어 단백질을 합성하는 과정으로 세포질의 리보솜에서 이뤄짐

## RNA의 세가지 종류와 합성 과정

- ① rRNA(ribosomal RNA) : 리보솜 구조의 일부를 형성하며 단백질의 합성에 참여  
- RNA중합효소 I에 의해 전사 됨
- ② mRNA(messenger RNA) : 전사를 통해 DNA의 유전 정보를 옮겨적은 청사진의 역할  
이 정보를 기준으로 단백질을 합성 - RNA중합효소 II에 의해 전사 됨
- ③ tRNA(transport RNA) : mRNA 코돈에 대응하는 안티코돈을 가지며 아미노산을 연결하여 단백질 합성에 참여 - RNA중합효소 III에 의해 전사 됨

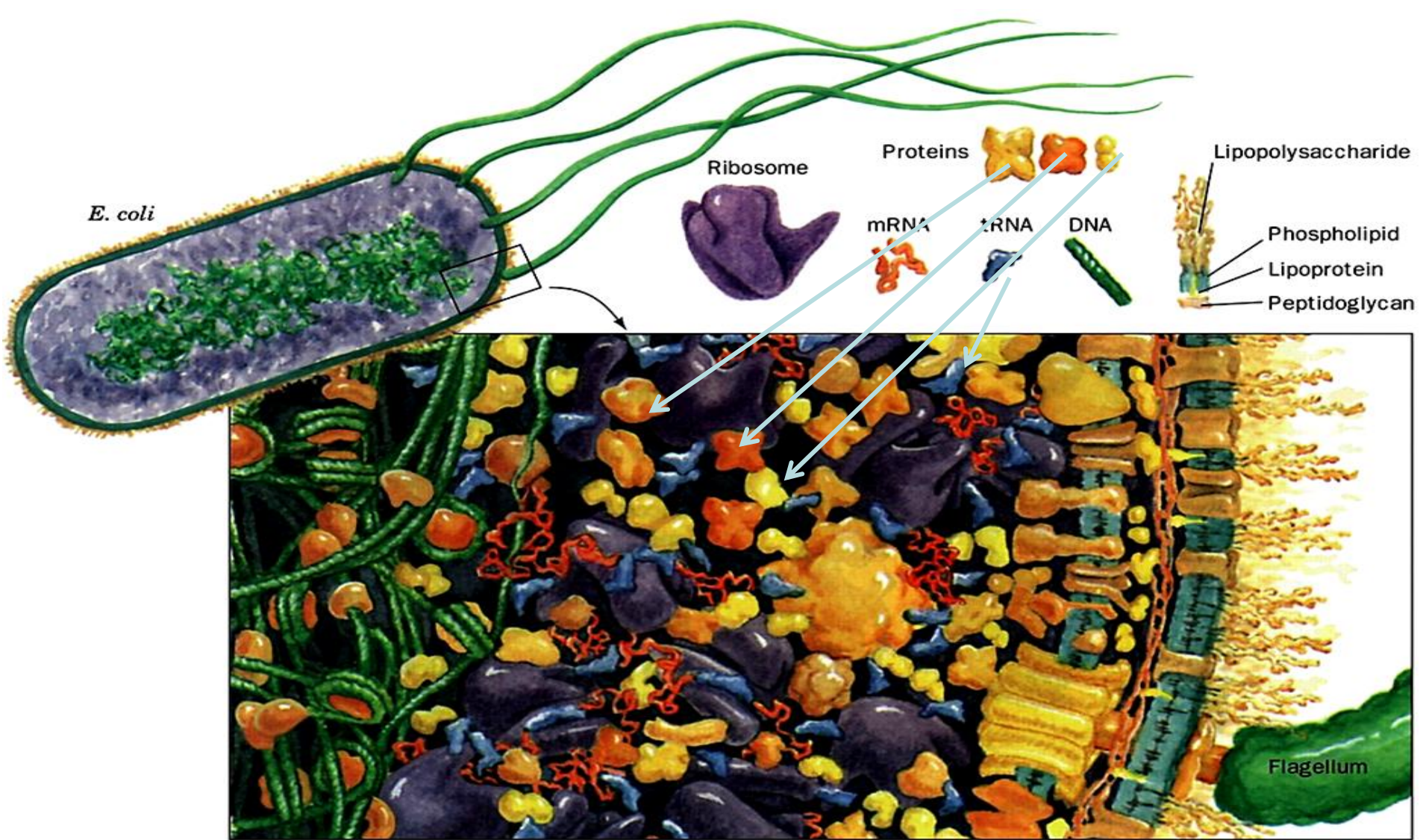


## 세가지 RNA중 어떤 것이 가장 많은가 ?

RNA는 아데닌(A), 구아닌(G), 시토신(C), 우라실(U)의 네가지 염기로 구성되는데 이 세가지 RNA 중 염기의 수를 기준으로 볼 때 **rRNA가 약 80%로 가장 많습니다.** (아래의 표 참조)  
 왜냐하면 rRNA는 바로 리보솜을 만드는 구성요소인데, 세포에는 리보솜이 무수히 많기 때문 입니다. 세균세포 하나에는 리보솜이 20여 만개, 진핵세포에는 적어도 백만개 단위로 존재하는 것으로 알려져 있습니다. 진핵세포 직경이 약  $50\mu\text{m}$ 라 볼 때 그 안에 리보솜이 백만개 이상 존재한다면 세포내에는 리보솜과 이들이 만들어 내는 단백질로 꽉 들어차다고 보면 됩니다.

TABLE 4.2 RNA molecules in *E. coli*

Type	Relative amount (%)	Sedimentation coefficient (S)	Mass (kd)	Number of nucleotides
Ribosomal RNA (rRNA)	80	23	$1.2 \times 10^3$	3700
		16	$0.55 \times 10^3$	1700
		5	$3.6 \times 10^1$	120
Transfer RNA (tRNA)	15	4	$2.5 \times 10^1$	75
Messenger RNA (mRNA)	5		Heterogeneous	



우리의 세포 안을 들여다 보면 그림과 같이 리보솜과 DNA, RNA 그리고 이들이 합성하는 단백질들이 득실득실하게 가득 들어찬 것을 알 수 있습니다.



## 세포내 구성성분

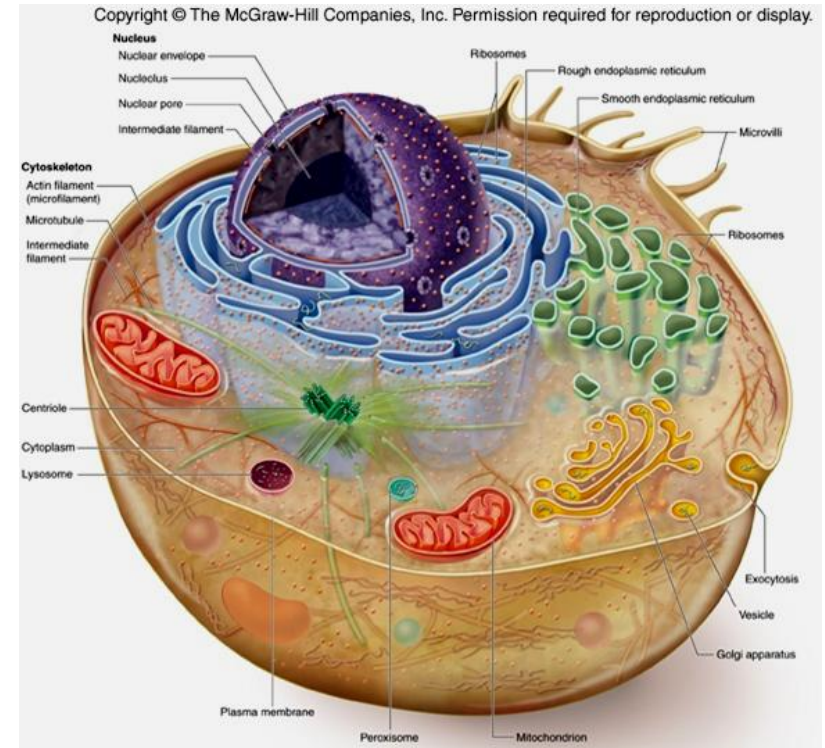


초록:리보솜, 빨강: 단백질, 파랑: tRNA

## 생명현상에서 어디에 에너지가 가장 많이 쓰이나 ?

생명현상에서 전체 에너지를 공급해 주는 것이 ATP인데, 먼저 그 ATP가 초당 얼마나 어디에 쓰이는가를 알 필요가 있습니다. 공부를 하는데 있어 전체를 한번에 파악할 수 있는 Top-down 방식의 개념이 매우 중요합니다.

ATP가 쓰이는 곳을 살펴보면 DNA 또는 RNA 합성에는 초당 6만~ 8만개의 ATP가 쓰이는데 비해 **단백질을 합성할 때 사용되어지는 ATP는 세포 하나당 무려 210만개/sec나 되어, ATP의 대부분이 단백질 합성에 사용된다는 것을 항상 염두에 두어야 합니다.** 이러한 ATP가 미토콘드리아에서 생산된다는 것은 지난 강의에서 공부하였습니다.



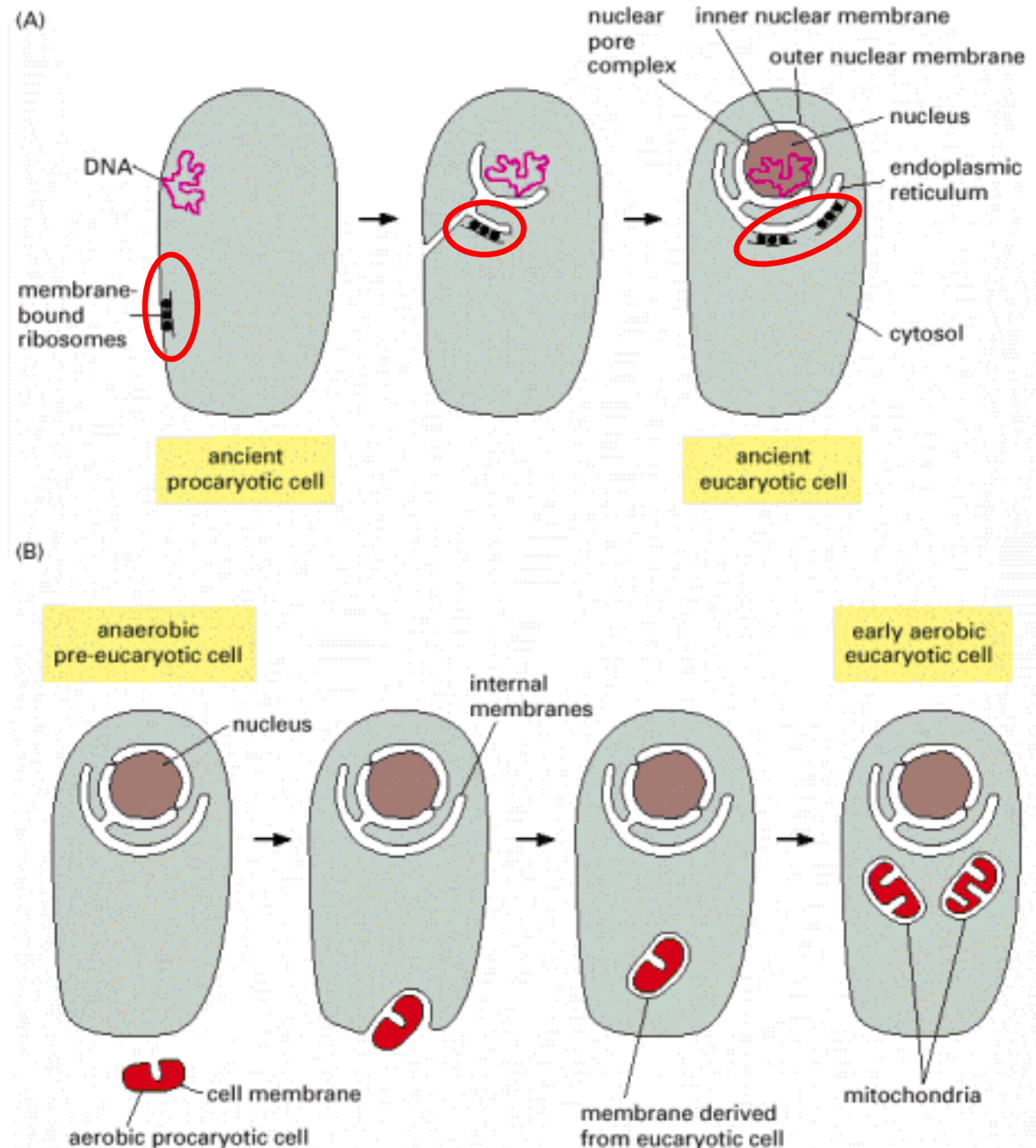
	세포당 분자수	초당 합성되는 분자수	합성에 필요한 ATP/sec
DNA	1	0.00083	6만
RNA	1,5000	12.5	6만 5천
다당류	39,000	32.5	6만 5천
지질	1천 500백만	12,500	8만 7천
<b>단백질</b>	<b>1백 7십만</b>	<b>1,400</b>	<b>2백 10만</b>



## 세포의 진화 과정

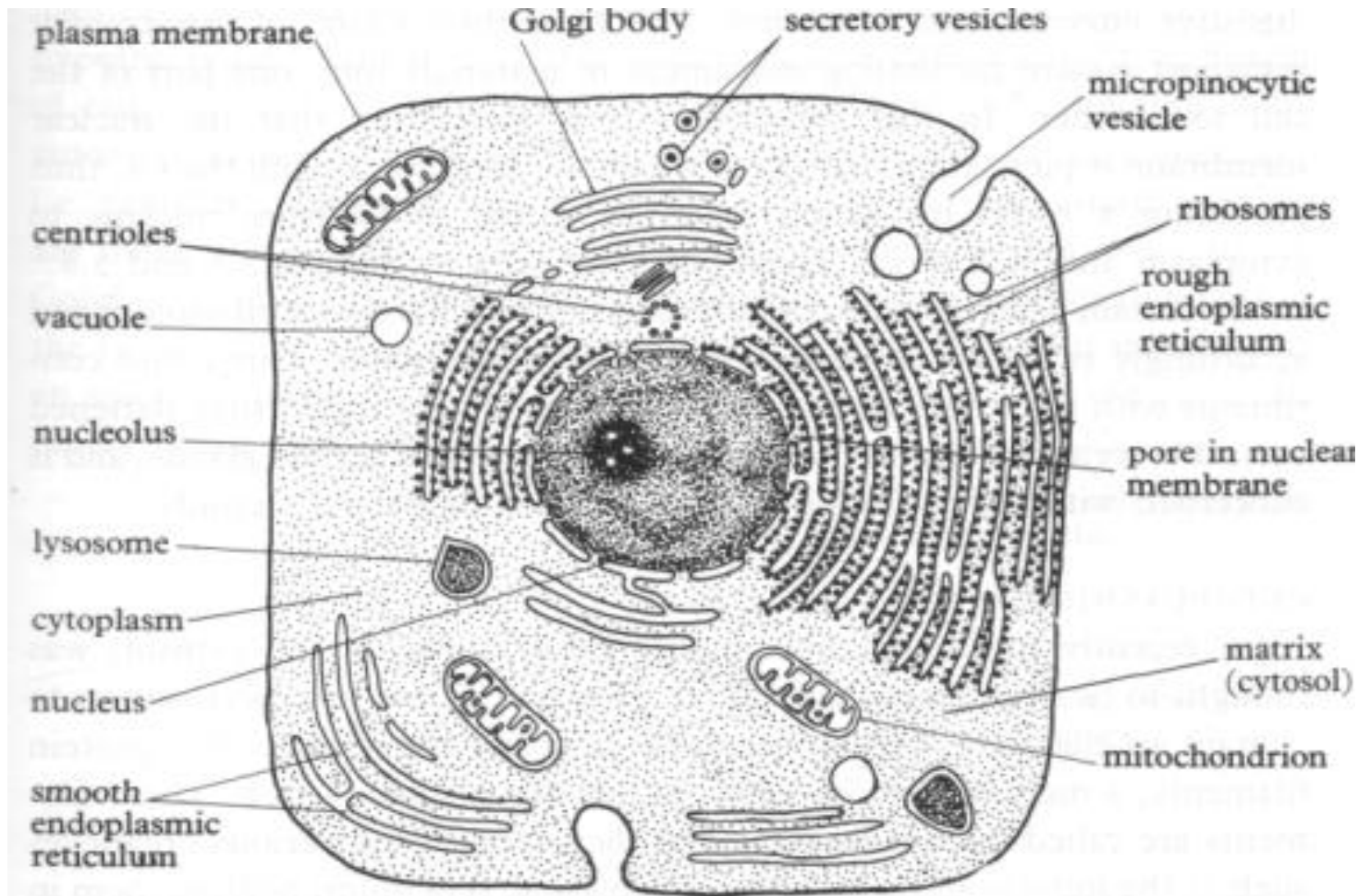
원시 원핵세포의 원형질막에 붙어있던 DNA와 리보솜은 막이 서서히 함입되면서 결국 DNA를 완전히 둘러싸는 덮개막을 형성하여 핵구획과 소포체로 진화하였고 막에 붙어있던 리보솜이 그대로 함께 이동하여 현재의 진핵세포 형태를 이루게 된 것이라고 추측하고 있습니다.

또한 미토콘드리아는 호기성 원핵세포가 더 큰 혐기성 진핵세포에 의해 잡아먹히는 진화의 과정을 거쳐 공생관계를 이루었을 것이라고 추측하고 있습니다.  
(세포공생설)



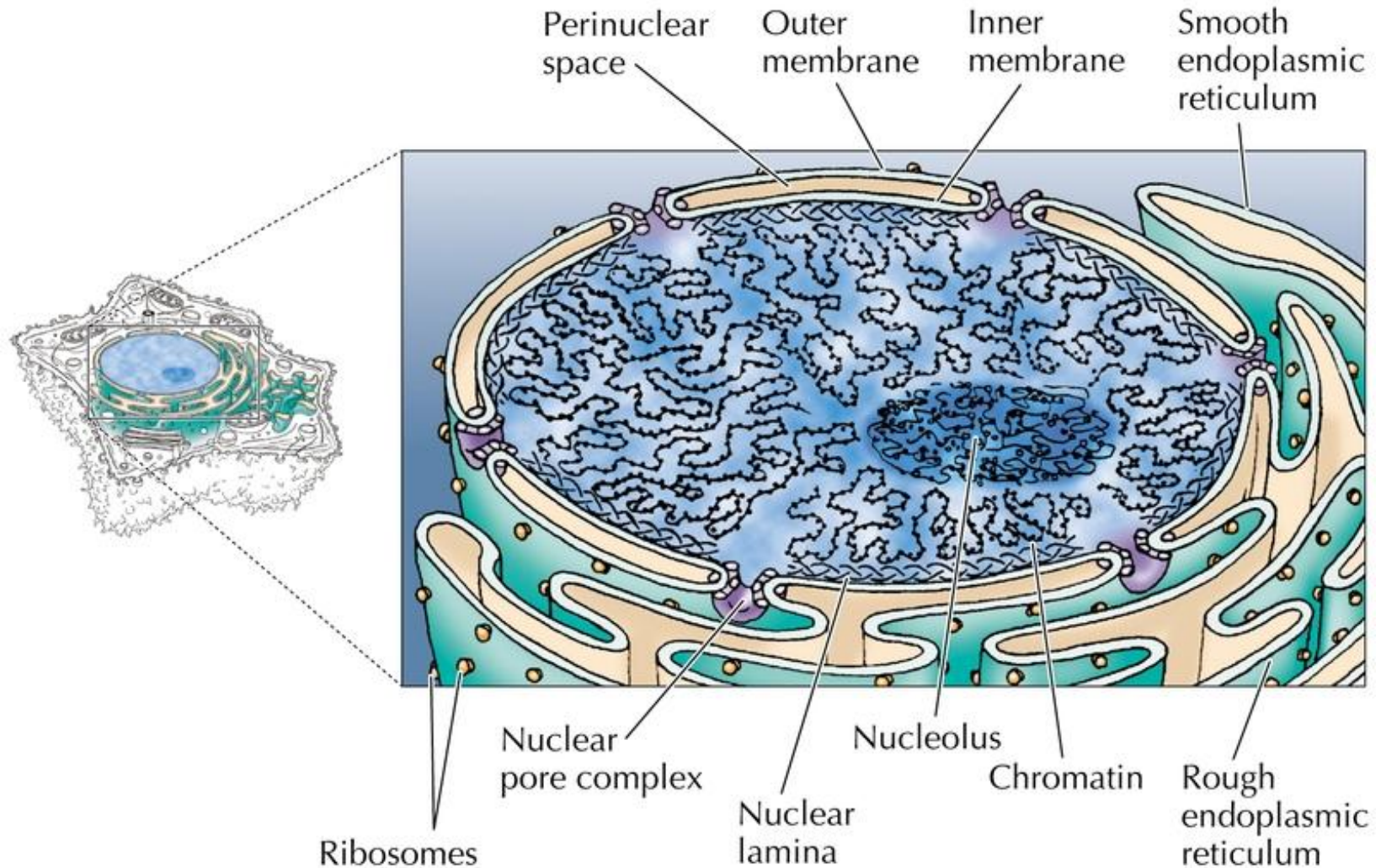
동물세포 세포의 모식도입니다. 원형질막의 함입으로 진화된 핵막과 소포체에서의 바깥쪽에 수 많은 리보솜이 붙어 있는 것을 볼 수 있습니다.

## Fine structure of an animal cell- based on electron microscope studies

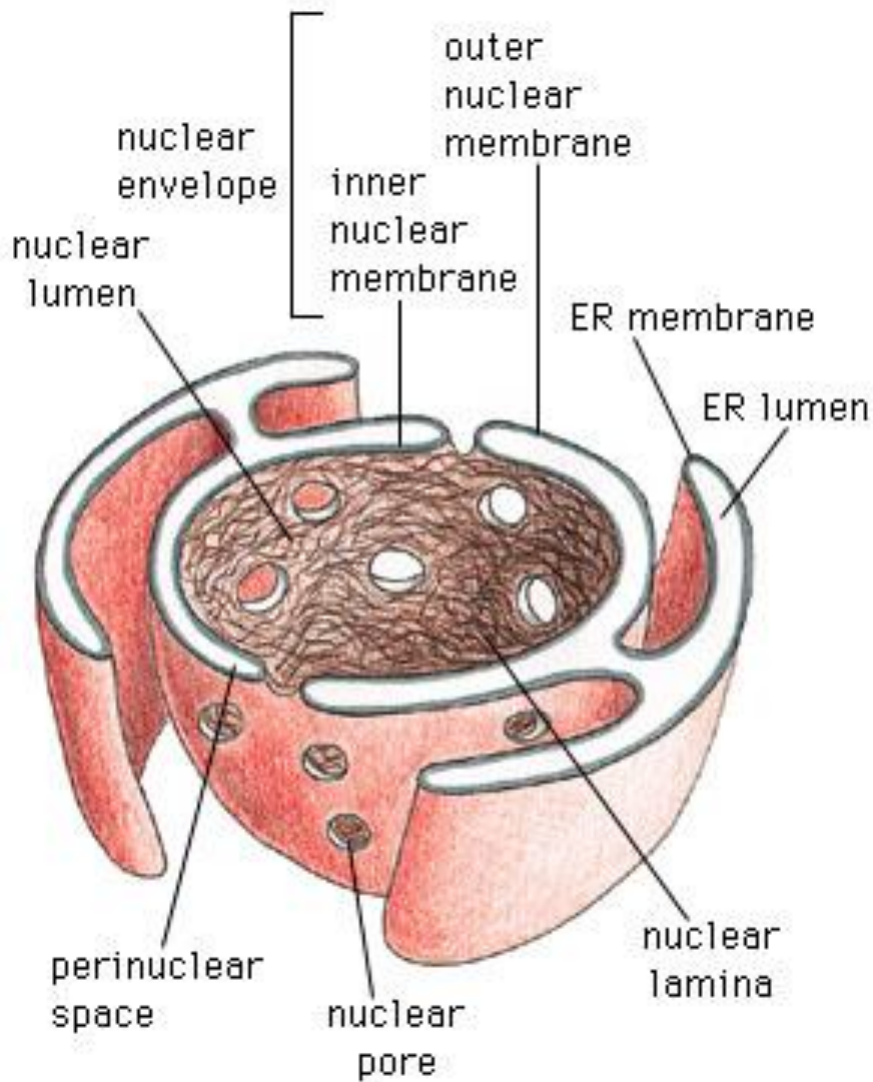




## 진핵세포 핵의 구조

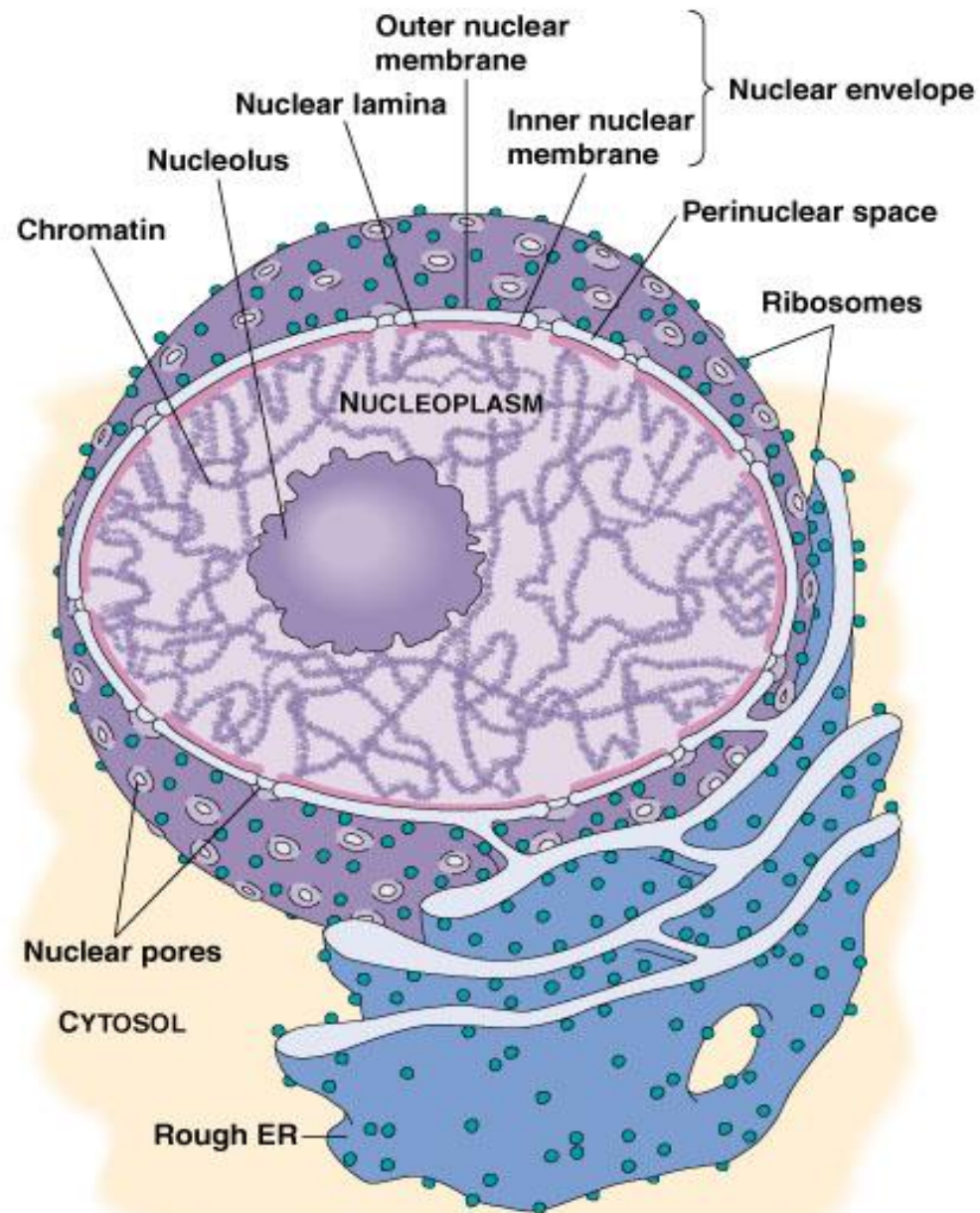


세포내의 리보솜은 핵을 둘러싸고 있는 핵막과 소포체에 수 없이 많이 붙어있는 형태로 존재하게 됩니다. 소포체 중 리보솜이 붙어있는 것을 조면소포체, 없는 것을 활면소포체라고 부릅니다.



©1998 GARLAND PUBLISHING

세포 핵막과 소포체의 구조 : 핵막과 소포체막 간에 구분이 없이 연결되어 하나로 이어져 있습니다.



(b)

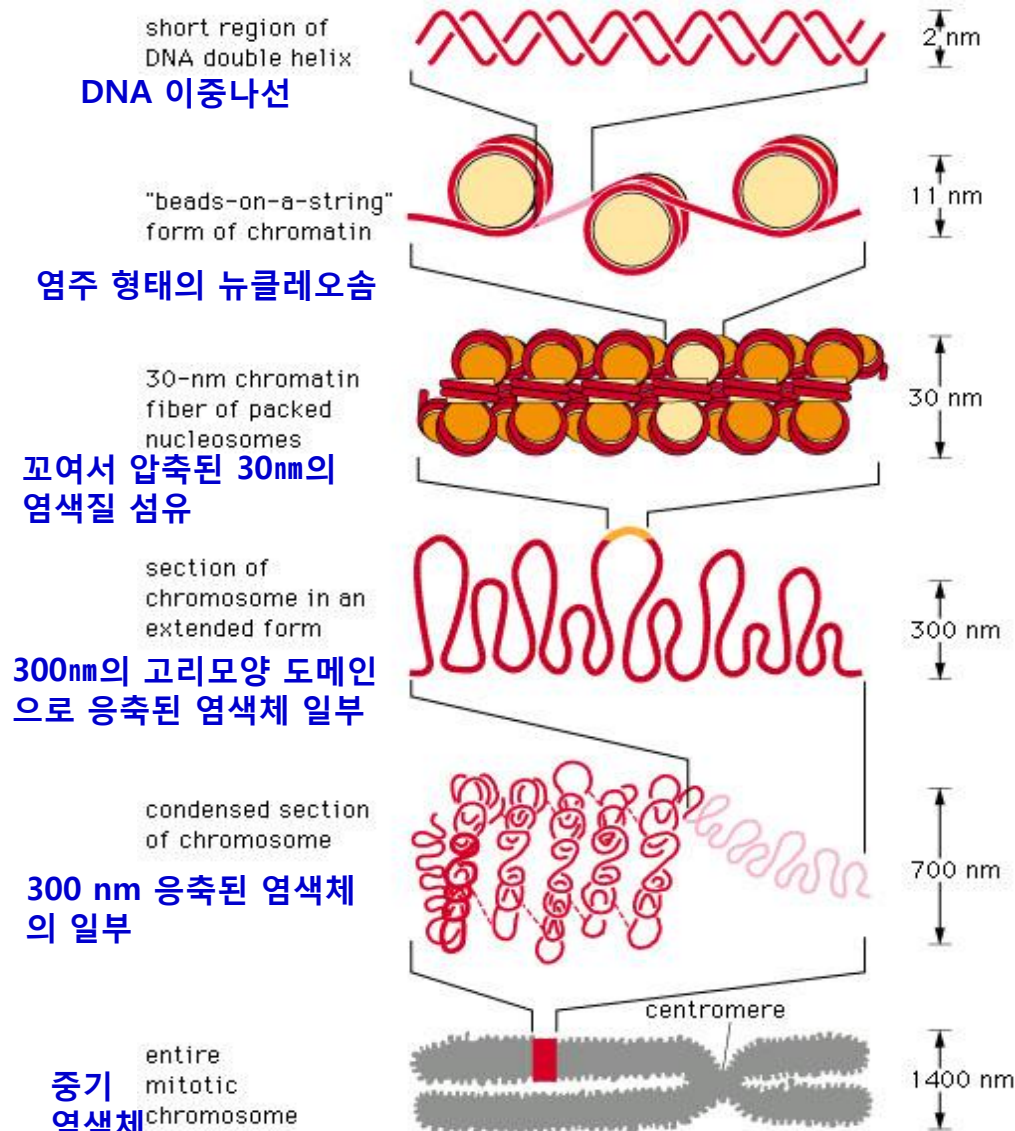
Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



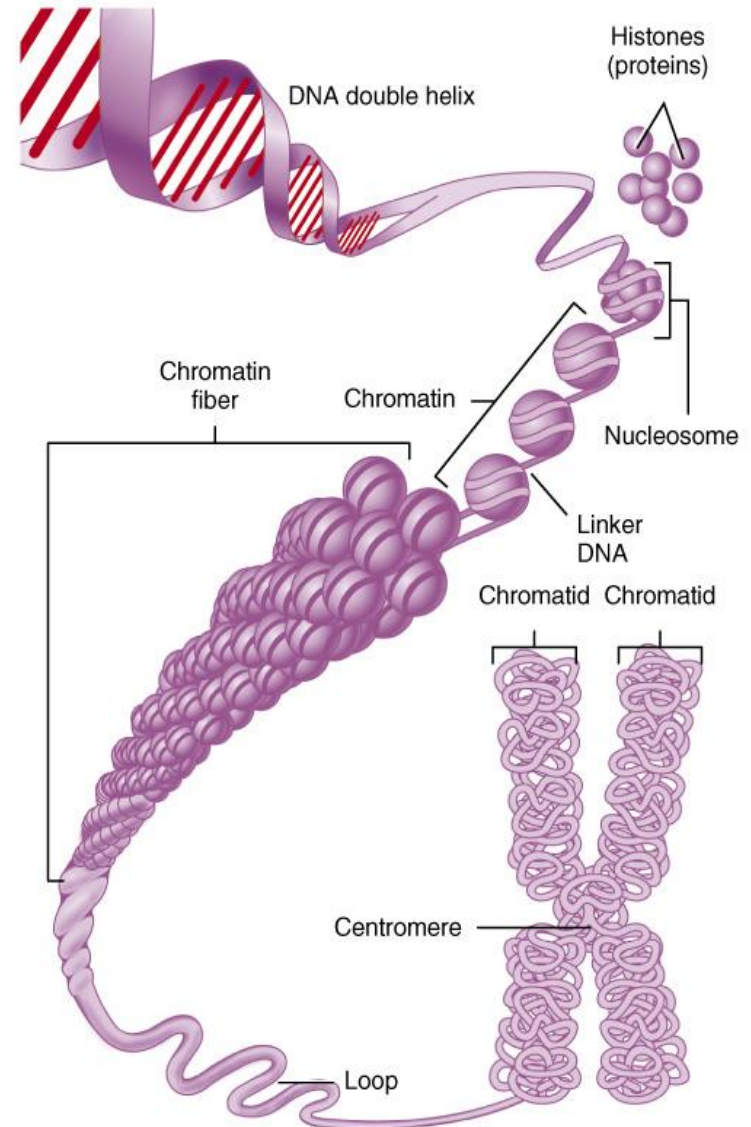
**전자현미경으로 본 진핵세포 내부의 모습 :** 세포기질은 리보솜이 붙은 소포체로 가득 채워져 있습니다. 왼쪽아래에 핵과 핵막, 핵공이 보이는데 소포체막과 연속적인 핵막의 바깥쪽 막에도 리보솜이 붙어 있는 것을 볼 수 있습니다.



# 염색체의 구조와 응축



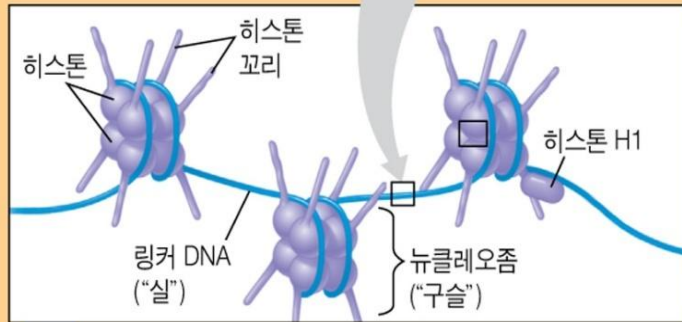
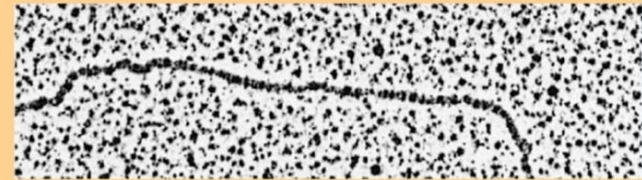
NET RESULT: EACH DNA MOLECULE HAS BEEN PACKAGED INTO A MITOTIC CHROMOSOME THAT IS 50,000x SHORTER THAN ITS EXTENDED LENGTH



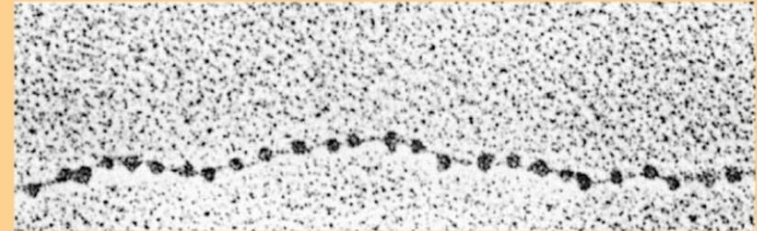




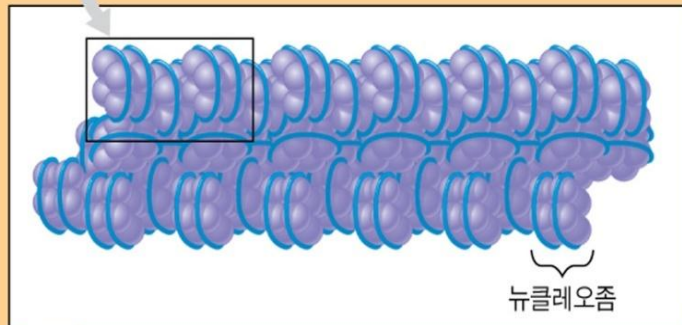
2 nm



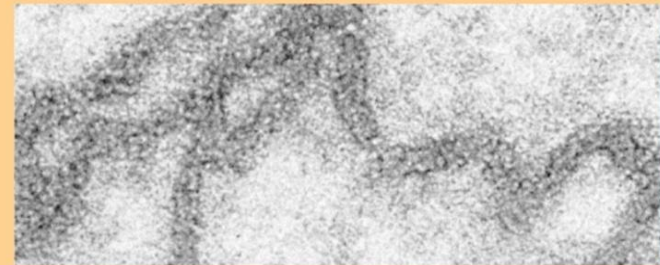
10 nm



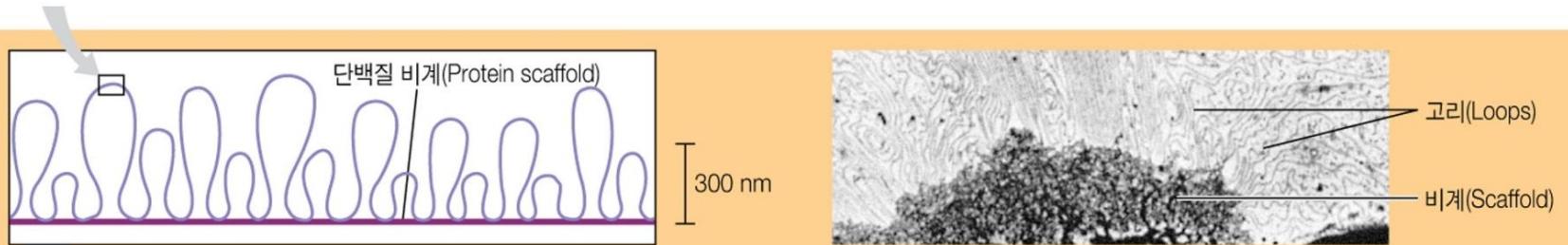
(a) 뉴클레오솜 (10-nm 섬유). DNA와 히스톤 분자가 "실에 감긴 구슬"의 모양을 한다. 하나의 뉴클레오솜에는 8개의 히스톤 단백질이 있으며 각 히스톤의 아미노 말단은 바깥쪽으로 돌출되어 있다. 히스톤 H1은 DNA를 뉴클레오솜에 결합시켜 10-nm 섬유를 더 응축되게 한다.



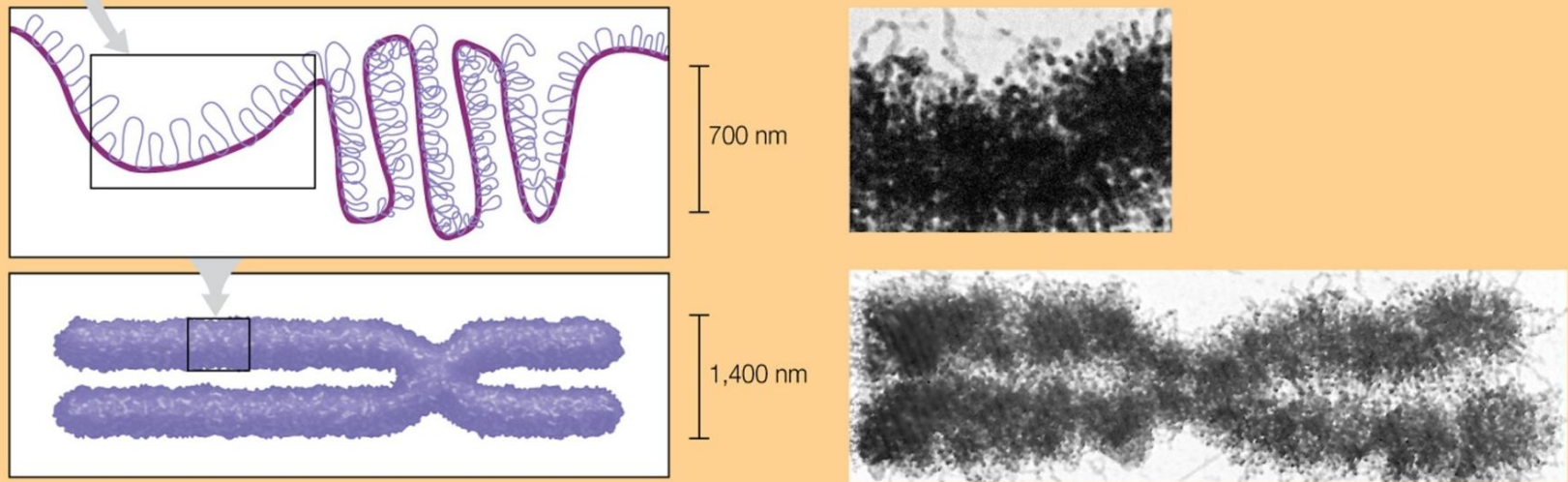
30 nm



(b) 30-nm 섬유. 뉴클레오솜들이 모여 지름 30 nm의 섬유를 만든다. 이런 모양은 휴지기에도 관찰된다.



(c) 고리 모양 도메인 (300-nm 섬유). 전기에 30-nm 섬유가 더 응축되어 고리 모양 도메인을 형성한다. 고리는 단백질 비계 (protein scaffold)에 부착되어 있다.

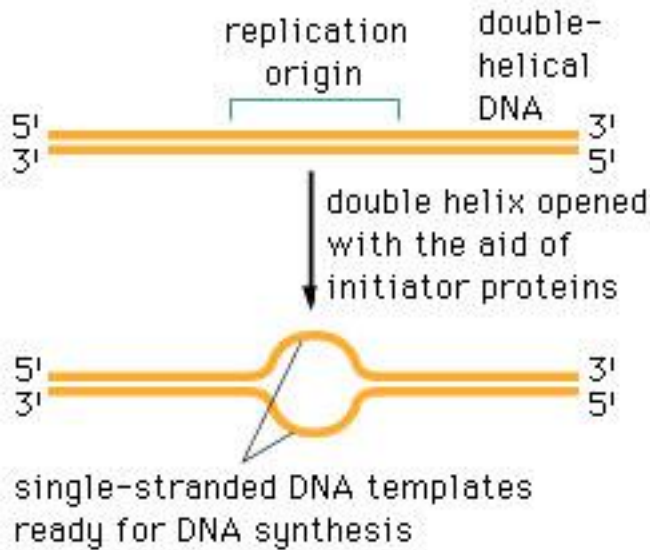


(d) 중기의 염색체. 염색질은 더 접혀서 최대한으로 응축된 모양이 되며 중기의 각 염색체는 2개의 염색섬유로 되어 있다.

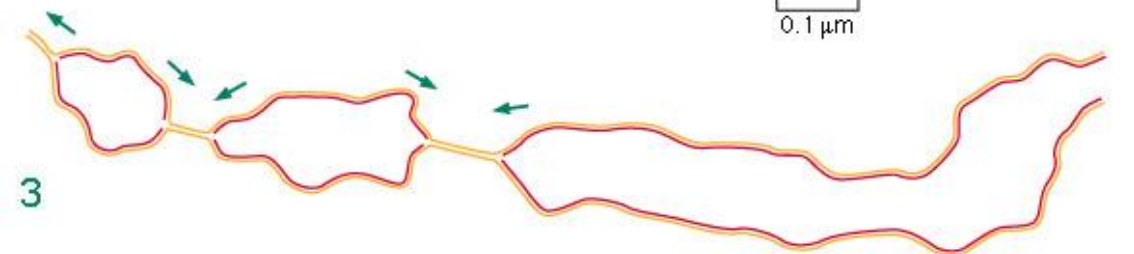
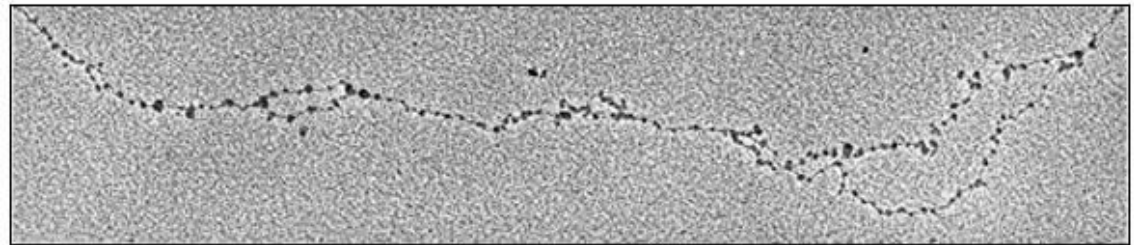
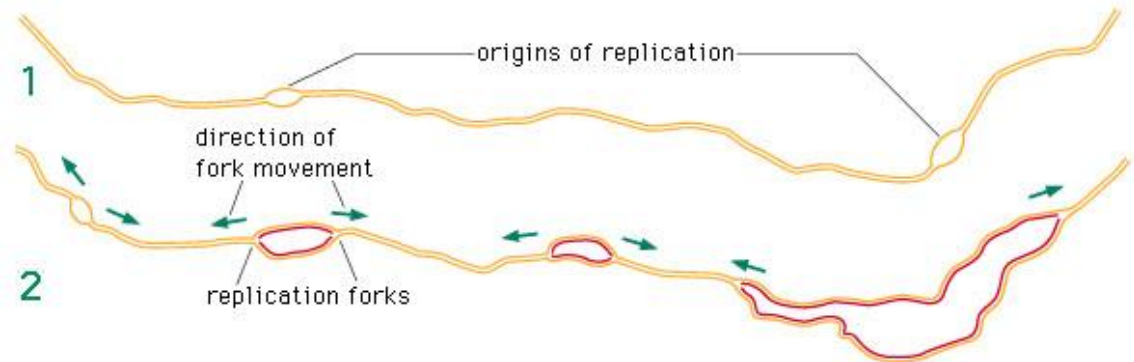
유사분열 염색체가 형성되는 염색질의 포장 과정을 순서대로 나타낸 그림과 실제 사진입니다. 각 DNA 분자가 염색체의 형태로 포장되려면 본래 길이보다 약 10,000배 정도 압축되어야 합니다.



# DNA의 복제

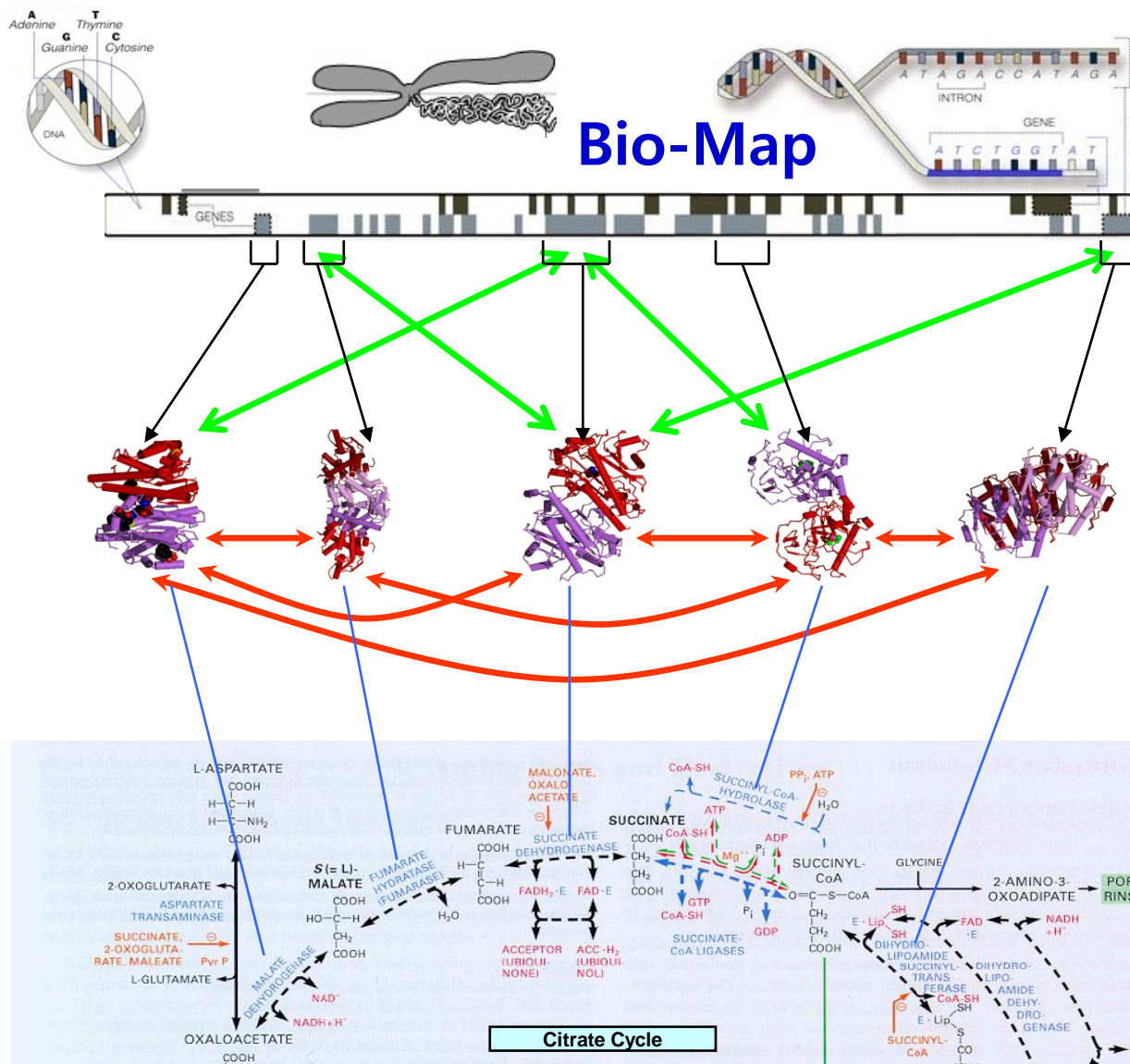


©1998 GARLAND PUBLISHING



©1998 GARLAND PUBLISHING

진핵세포의 DNA 복제가 일어날 때 복제분기점은 다수의 복제기점에서 시작되어 양방향으로 동시에 진행됩니다. 진핵세포 속에는 약 3만개의 DNA가 존재하는데, 복제가 시작될 때의 복제분기점은 약 1 만개나 됩니다.



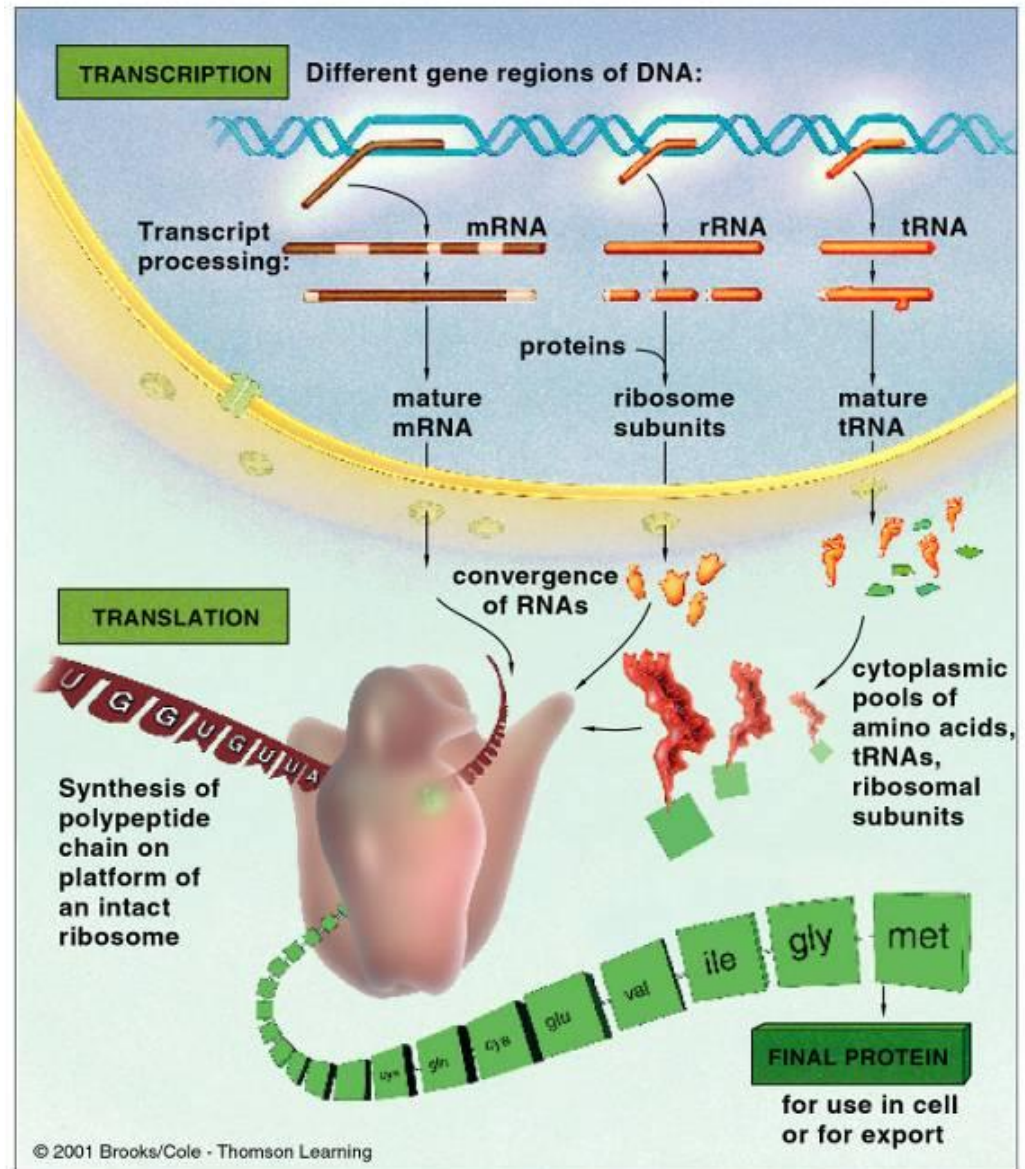
Bio-Map 영역은 크게 유전자 level의 interaction을 대상으로 한 **GENOME**(유전체학), 단백질-단백질간의 interaction을 대상으로 한 **PROTEOME** (단백체학), 분자 level의 생화학적 반응을 연구하는 **METABOLISM**(대사체학)으로 구분됩니다.



# 핵심기억-#23 : RNA와 단백질의 합성

지난 시간에 살펴 보았듯이 염색체의 DNA로 부터 단백질이 합성되기 까지의 과정을 살펴보면 다음과 같습니다.

- ① DNA의 이중나선이 풀림
- ② RNA 중합효소에 의해 전사가 진행되어 pre-RNA가 만들어짐  
(RNA는 rRNA, mRNA, tRNA의 세 종류가 있으며 중합효소도 각각 다름)
- ③ RNA Processing을 거쳐 성숙한 mRNA 혹은 기능성 tRNA, rRNA가 생산되어짐 (Capping, Polyadenylation, Splicing 등)  
→ 완성된 RNA가 단백질 합성을 위해 핵공을 거쳐 세포질로 나옴
- ④ 번역(Translation)을 거쳐 단백질이 합성됨 (mRNA, 리보솜, tRNA)
- ⑤ 번역이 끝난 RNA, 리보솜이 분해되고 단백질은 필요한 곳으로 이동



DNA 이중나선 일부가 풀림

전사 개시

캡형성  
폴리(A)꼬리 형성

진핵세포의  
단백질 생성을  
위한 전사와  
번역의 단계적  
진행 과정

스플라이싱  
핵 외부로 방출

단백질 합성 개시

단백질 합성 완료

단백질의 활용

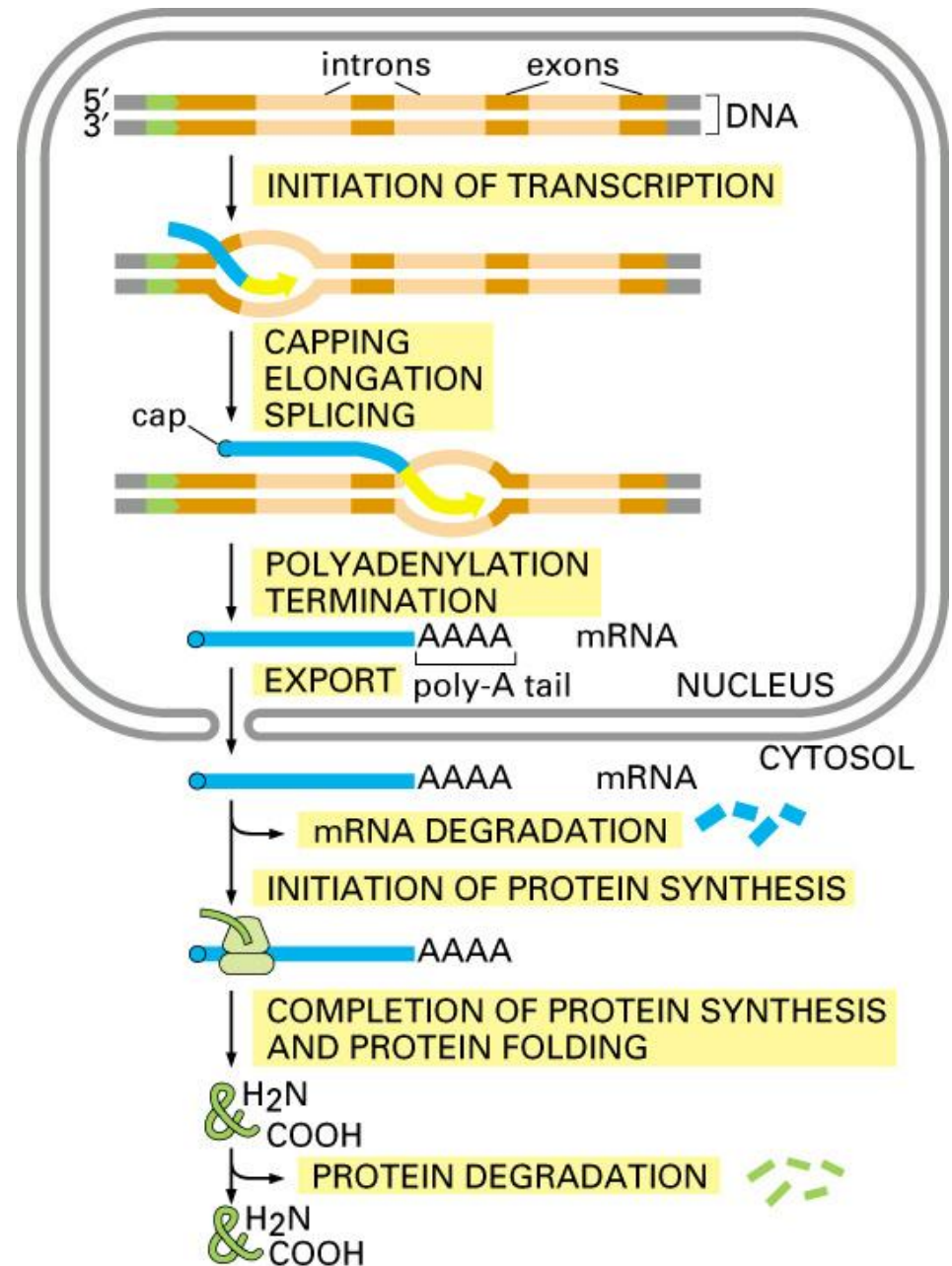


Figure 6-90. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

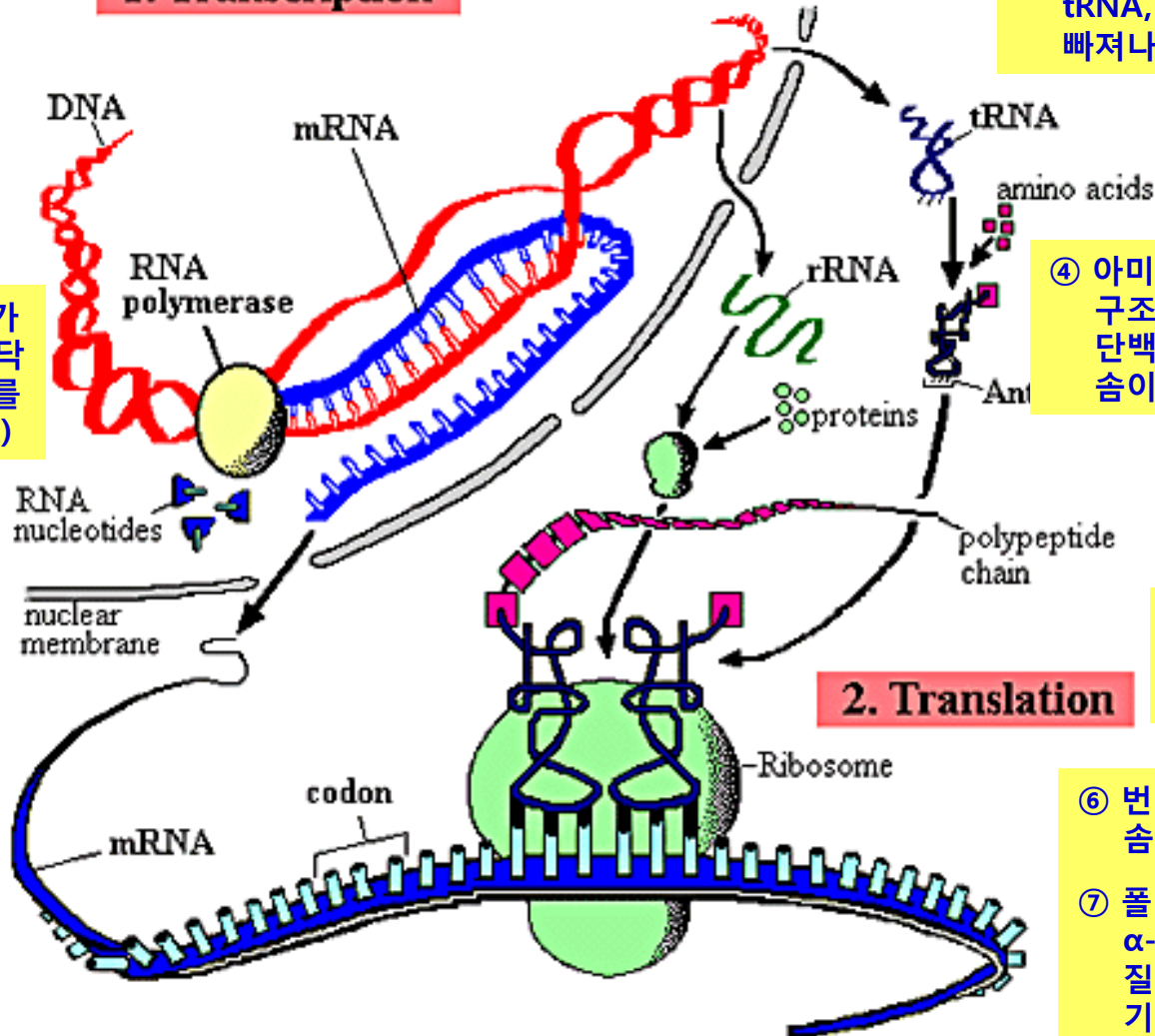


## 1. Transcription

② RNA Processing을 거쳐  
성숙한 mRNA 혹은 기능성  
tRNA, rRNA로 가공  
(Capping, Polyadenylation,  
Splicing)

③ 완성된 mRNA, 기능성  
tRNA, rRNA가 핵공을  
빠져나옴

① RNA중합효소가  
풀려진 DNA가닥  
으로부터 RNA를  
전사 (pre-RNA)



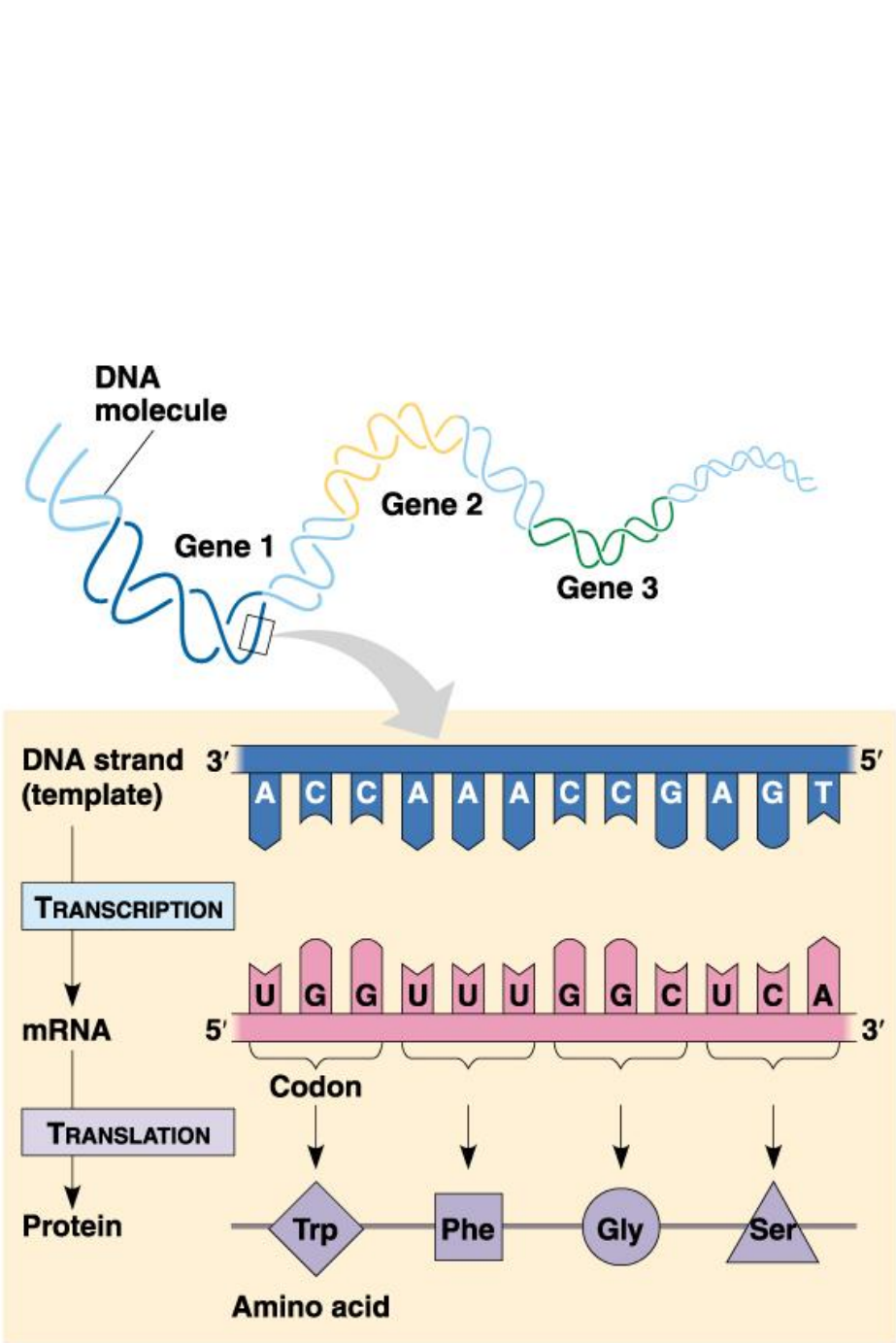
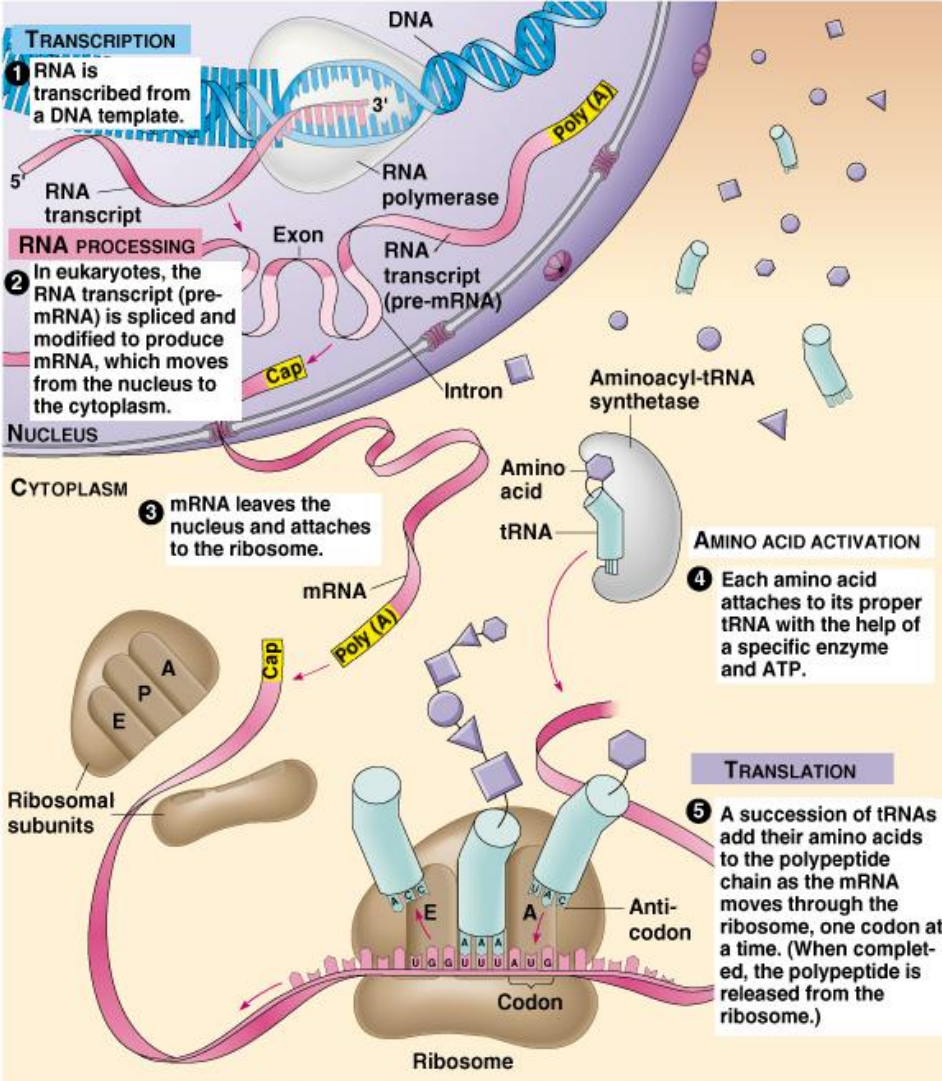
④ 아미노산이 부착된 클로버  
구조의 tRNA와, rRNA에  
단백질이 둘러싸여진 리보  
솜이 mRNA에 붙음

⑤ mRNA의 유전정보를  
읽어서 번역과정을 통  
해 폴리펩티드를 합성

⑥ 번역종료된 RNA와 리보  
솜은 분해되어짐

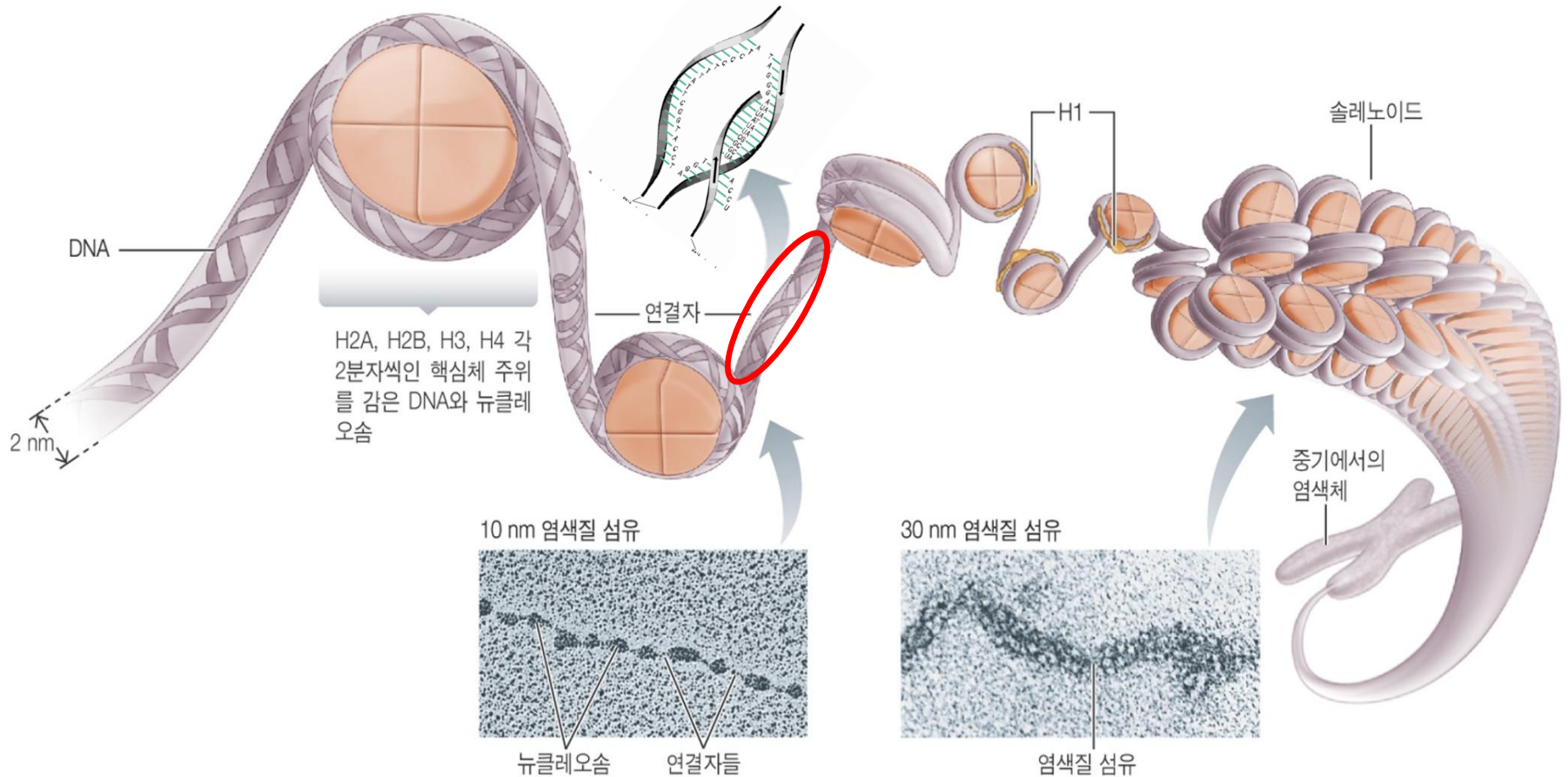
⑦ 폴리펩티드가 접혀져서  
 $\alpha$ -helix,  $\beta$ -sheet의 단백  
질 3차구조를 만들고 제  
기능에 따라 활용됨

## Protein synthesis





## ① 전사를 위해 DNA 이중나선이 풀림



DNA는 평상시 히스톤 단백질에 실타래처럼 단단히 감겨져 있기때문에 전사 인자가 접근할 수가 없는데, 전사가 일어나기 위해서는 우선 히스톤에 아세틸기가 붙어서 모양이 바뀌고 DNA 이중나선의 일부가 풀리게 되며 비로소 RNA 중합효소에 의해 전사가 이뤄지게 됩니다.

## ② 전사 절차 및 RNA의 종류

풀어진 이중나선의 일부인 DNA 템플릿으로부터 5' to 3' 방향으로 RNA가 합성되어지는데, 노출된 DNA 주형의 염기와 상보적인 A-U, C-G, T-A의 리보뉴클레오타이드가 하나씩 추가되면서 RNA 사슬이 만들어 지게 됩니다.

전사를 수행하는 RNA 중합효소는 생성되는 RNA의 종류에 따라 다음의 세가지 유형이 있습니다.

- ① RNA 중합효소 I :  
rRNA를 전사
- ② RNA 중합효소 II :  
mRNA를 전사
- ③ RNA 중합효소 III :  
tRNA를 전사

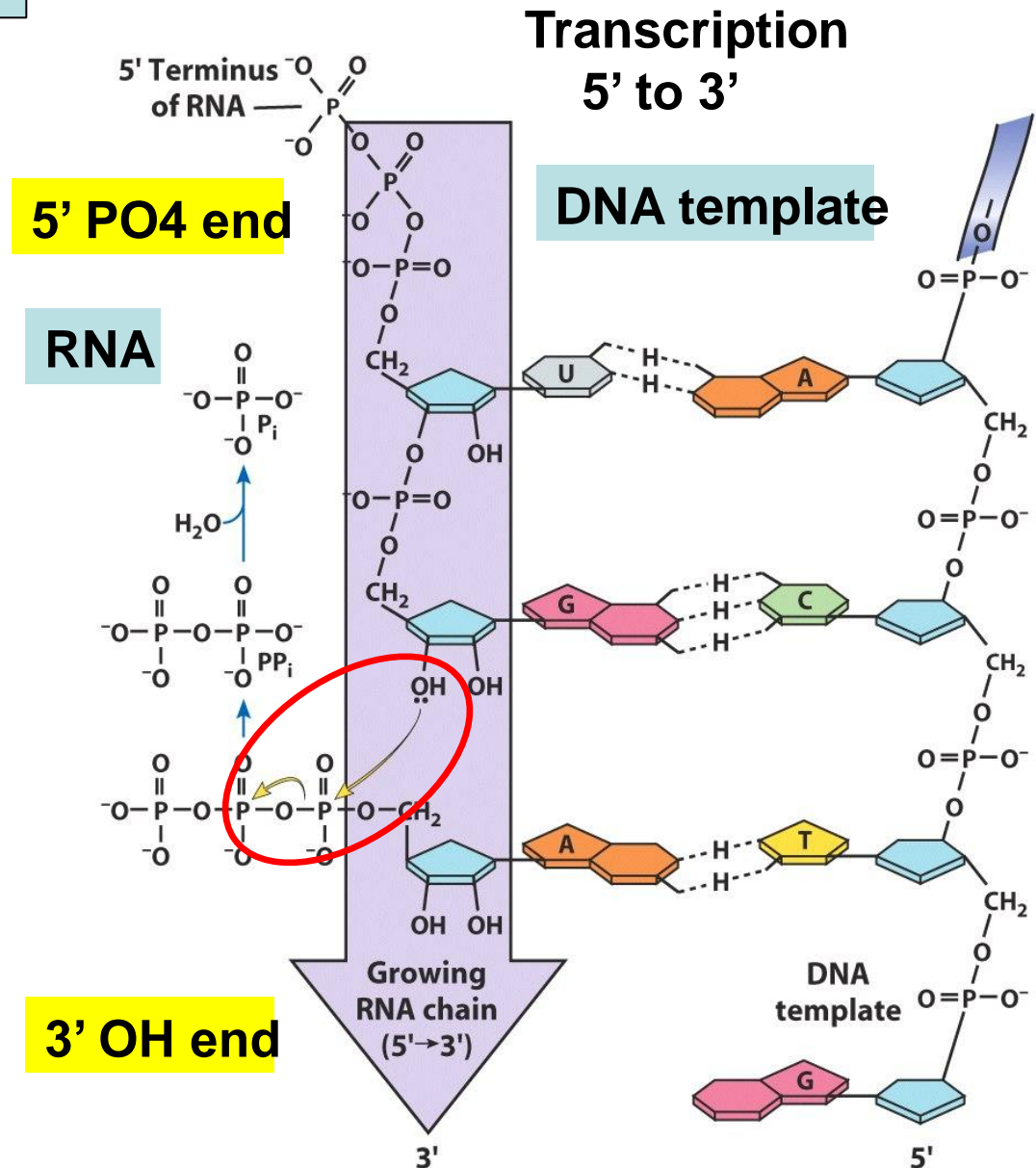
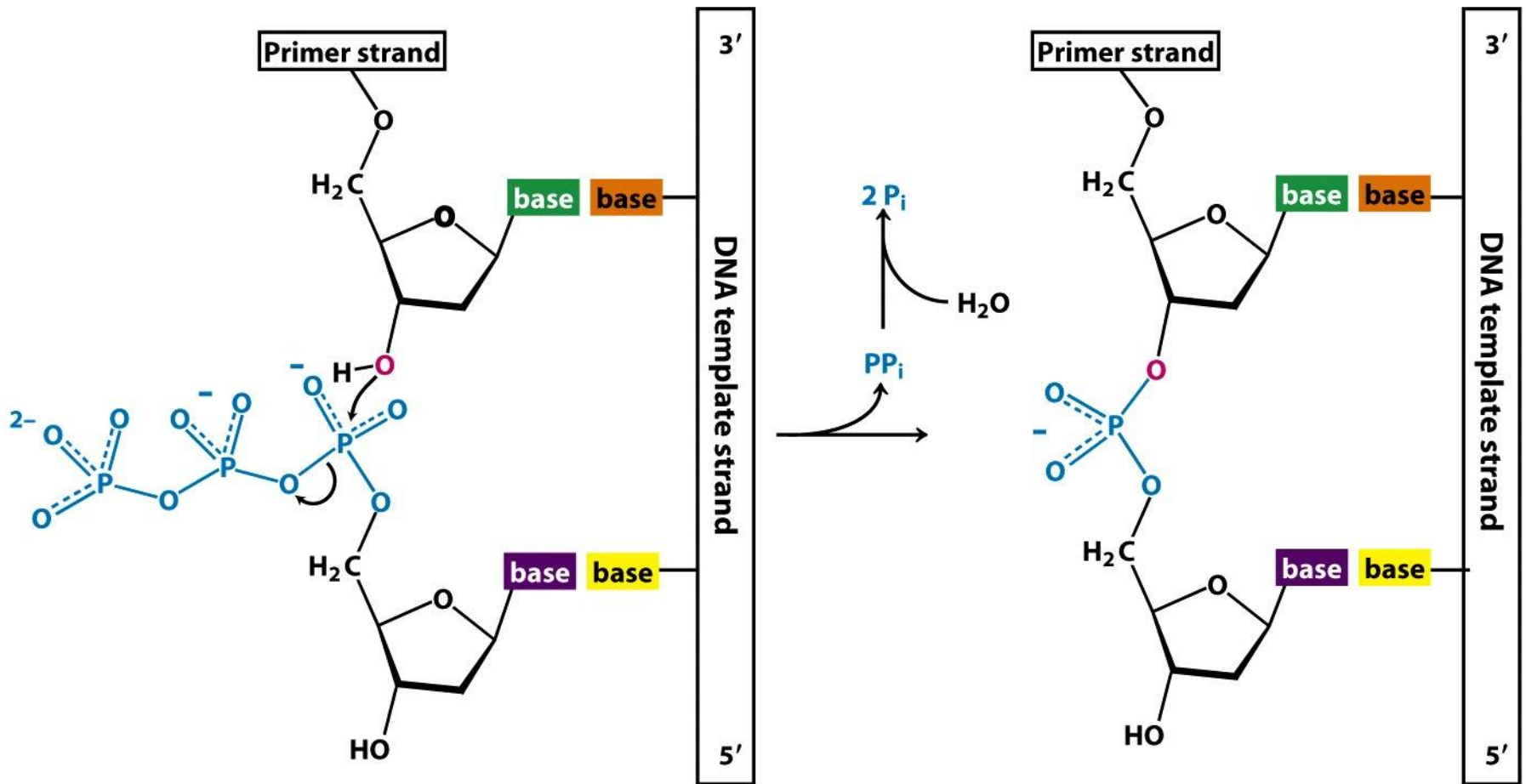


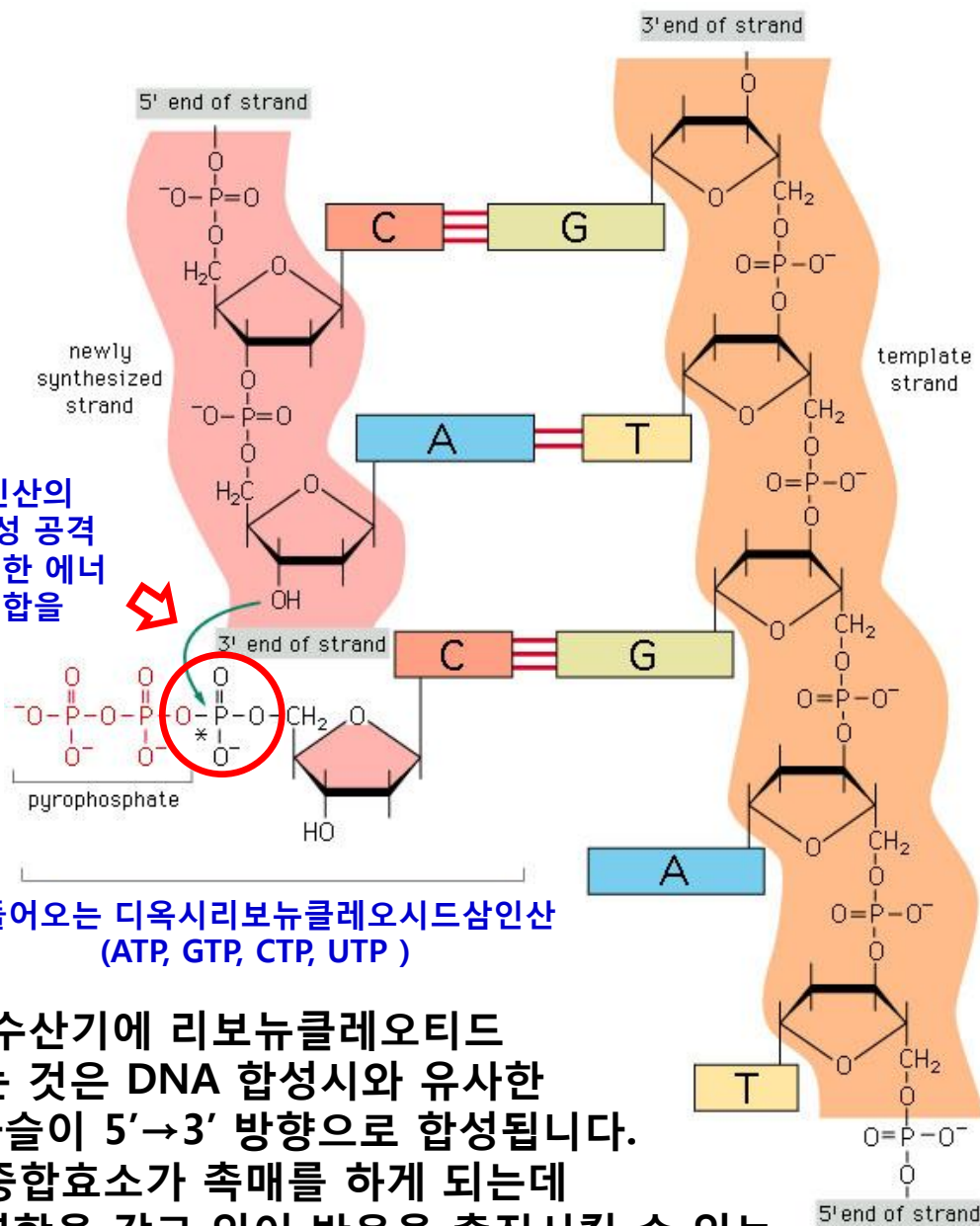
Figure 11-4c Cell and Molecular Biology, 4/e (© 2005 John Wiley & Sons)



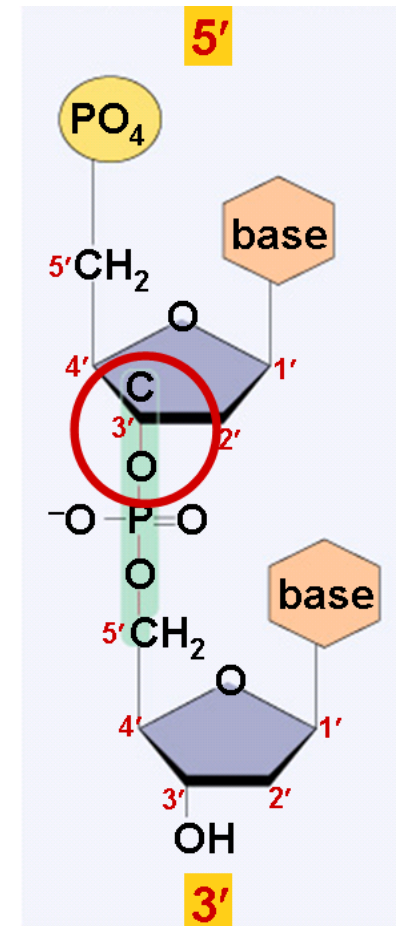


**Figure 4-22**  
*Biochemistry, Sixth Edition*  
 © 2007 W. H. Freeman and Company

3' OH기가 들어오는  
리보뉴클레오시드삼인산의  
인산무수결합을 친핵성 공격  
으로 끊어내면서 발생한 에너  
지로 뉴클레오티드 결합을  
가능케 함



들어오는 디옥시리보뉴클레오시드삼인산  
(ATP, GTP, CTP, UTP)

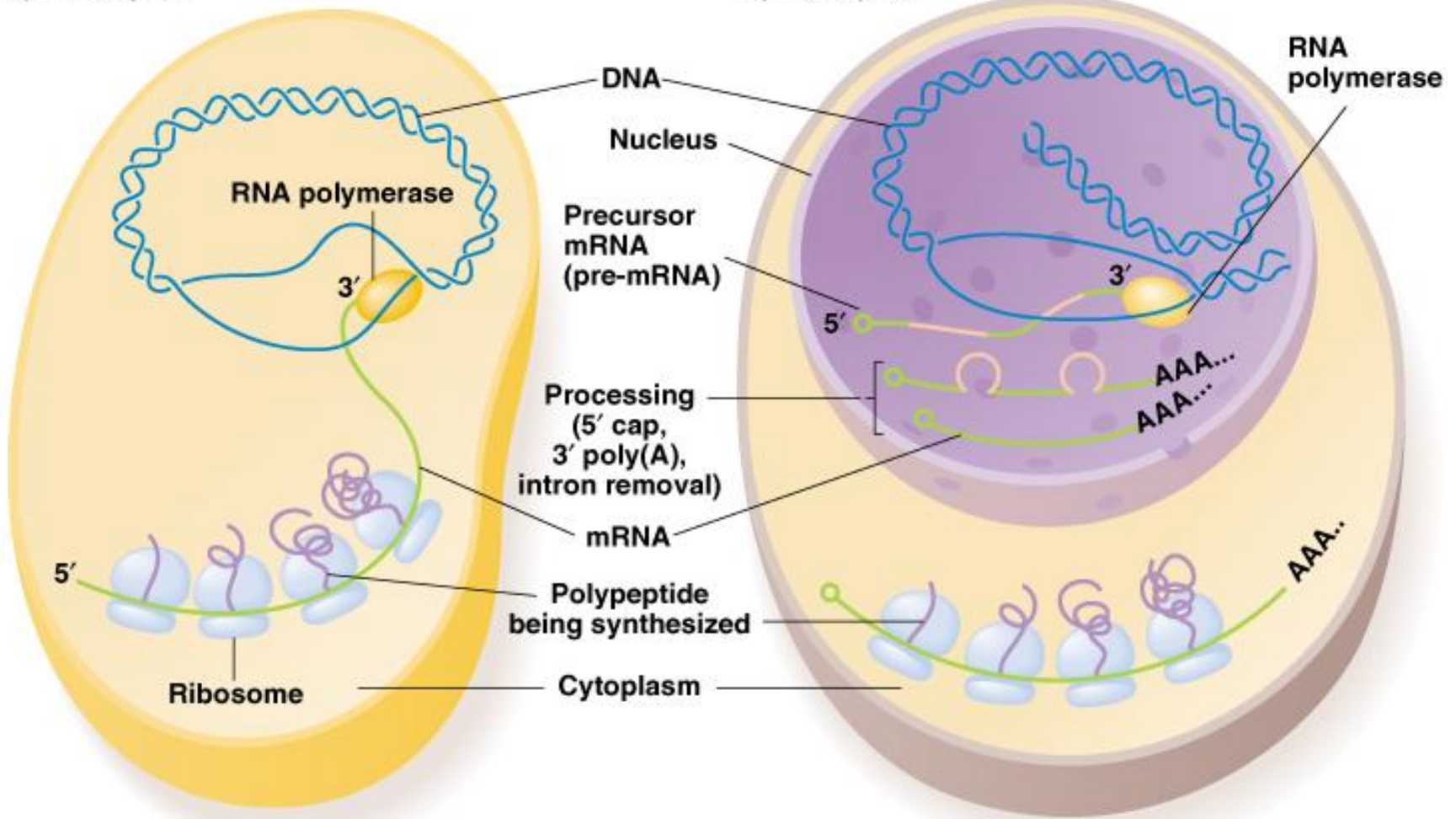


RNA 사슬의 3' 수산기에 리보뉴클레오티드  
한 개를 첨가하는 것은 DNA 합성시와 유사한  
절차이며 RNA사슬이 5'→3' 방향으로 합성됩니다.  
이 반응은 RNA중합효소가 촉매를 하게 되는데  
이때 고에너지 결합을 갖고 있어 반응을 촉진시킬 수 있는  
뉴클레오시드삼인산(ATP,GTP,UTP,CTP)이 이용됩니다. 단 새로 형성된 RNA 가닥이  
수소결합을 이루지 않고 떨어져 나온다는 점이 DNA 복제와는 차이가 나는 점입니다.



a) Prokaryote

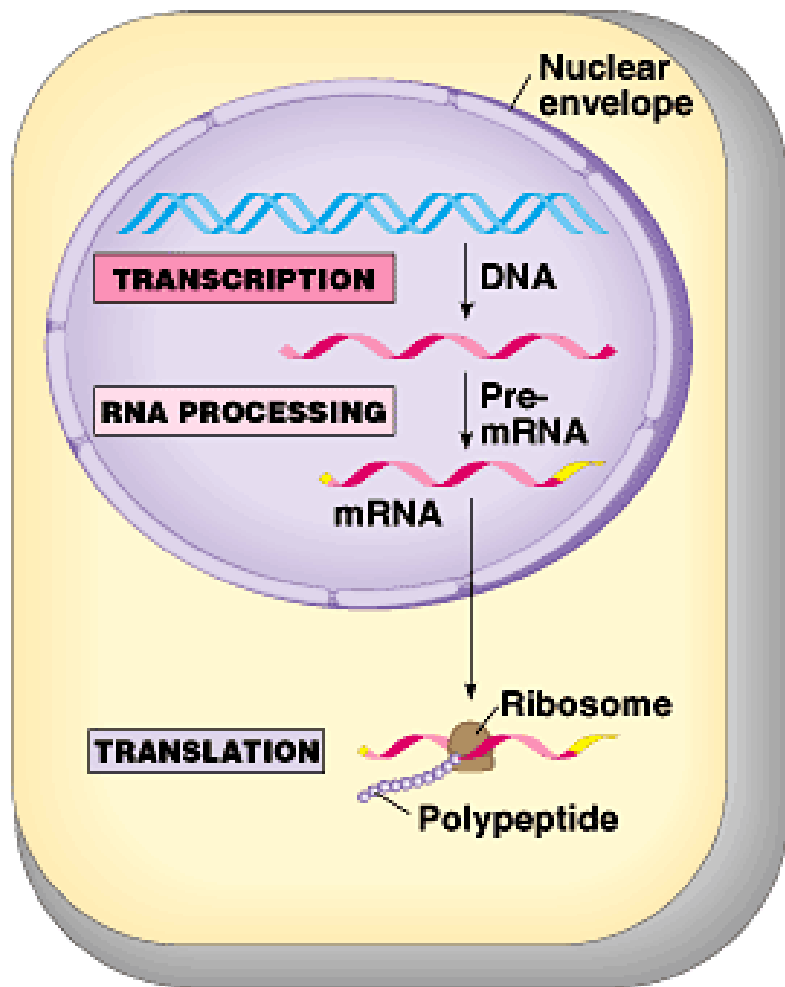
b) Eukaryote



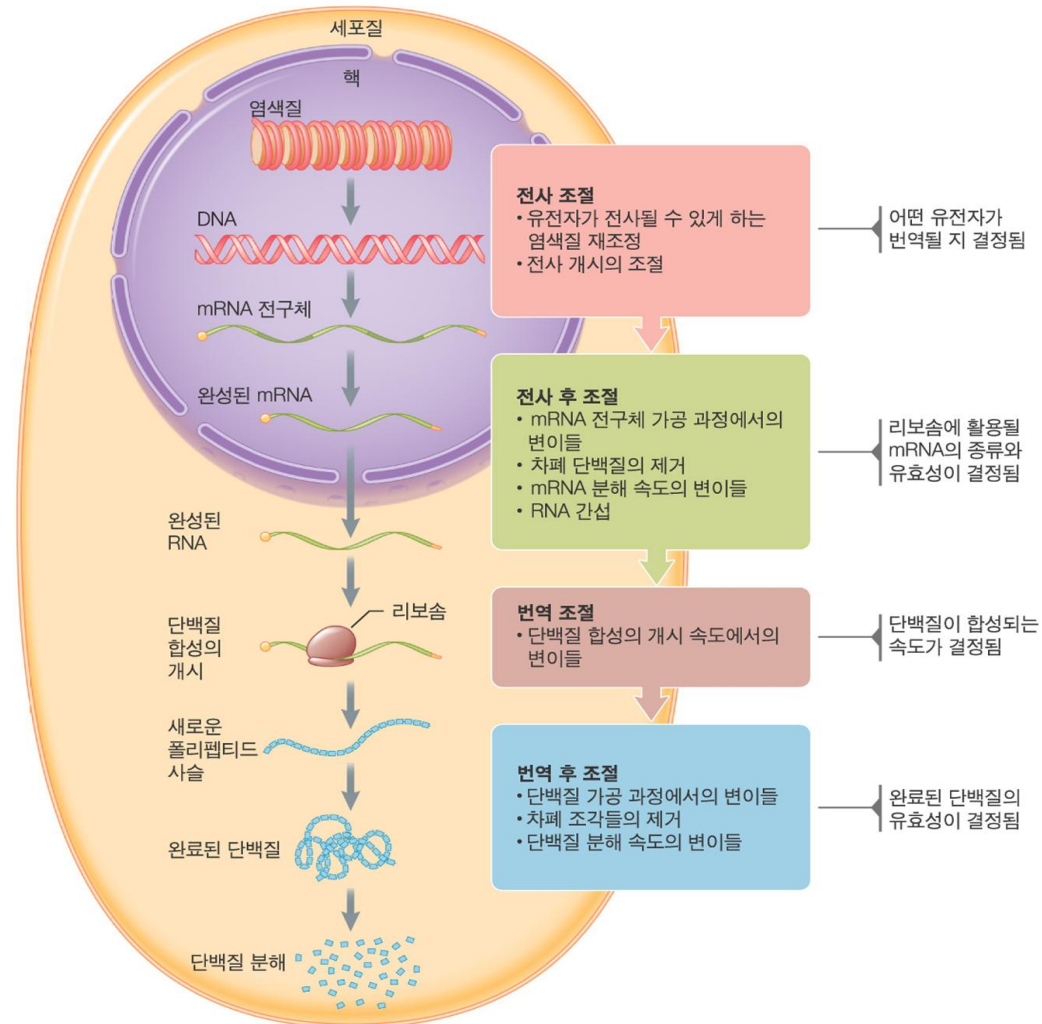
### [ 진핵세포와 원핵세포의 차이점 ]

진핵세포 : 핵속에서 RNA 전사 후 5' Capping, 3' Polyadenylation, splicing 등의 RNA processing 절차를 거쳐 mRNA가 만들어 진 후 단백질 합성이 이루어 짐

원핵세포 : 핵이 없고 전사가 일어나는 동시에 곧바로 번역이 일어나서 단백질이 합성됨



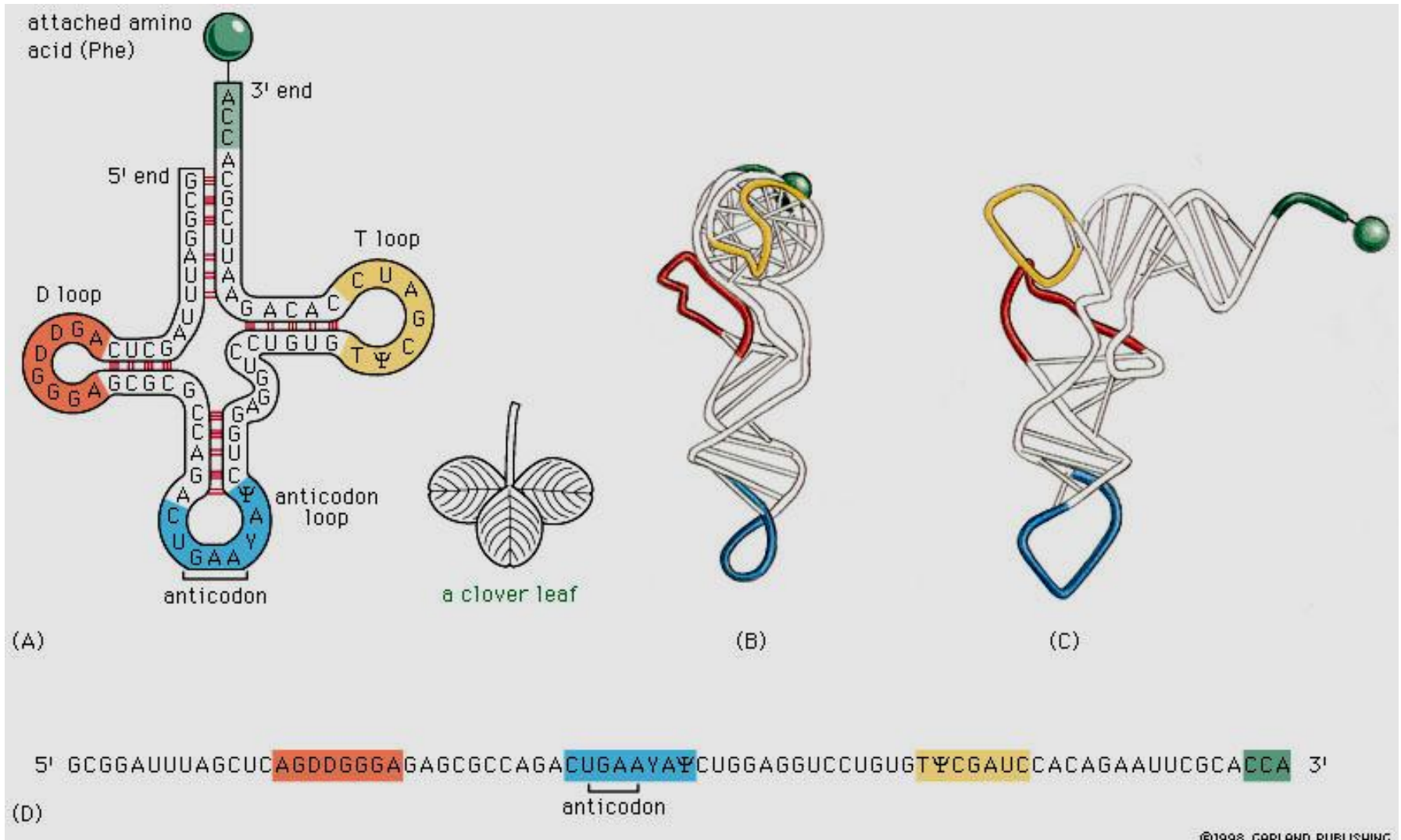
(b) Eukaryotic cell





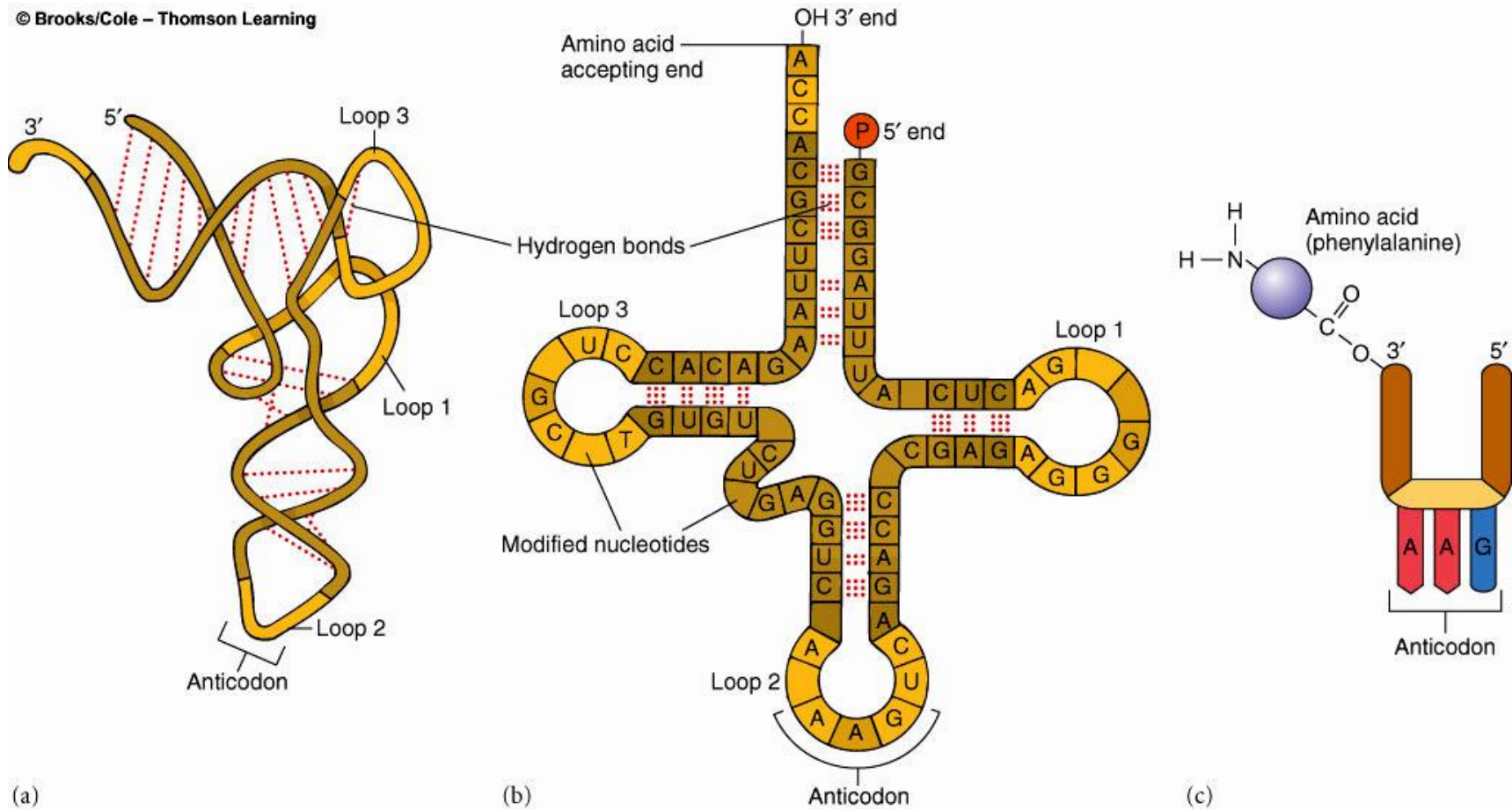
## t-RNA(transfer RNA)

단백질 합성시 상보적 안티코돈을 가지고 있어 mRNA에 해당 아미노산을 운반해 주는 역할을 합니다.

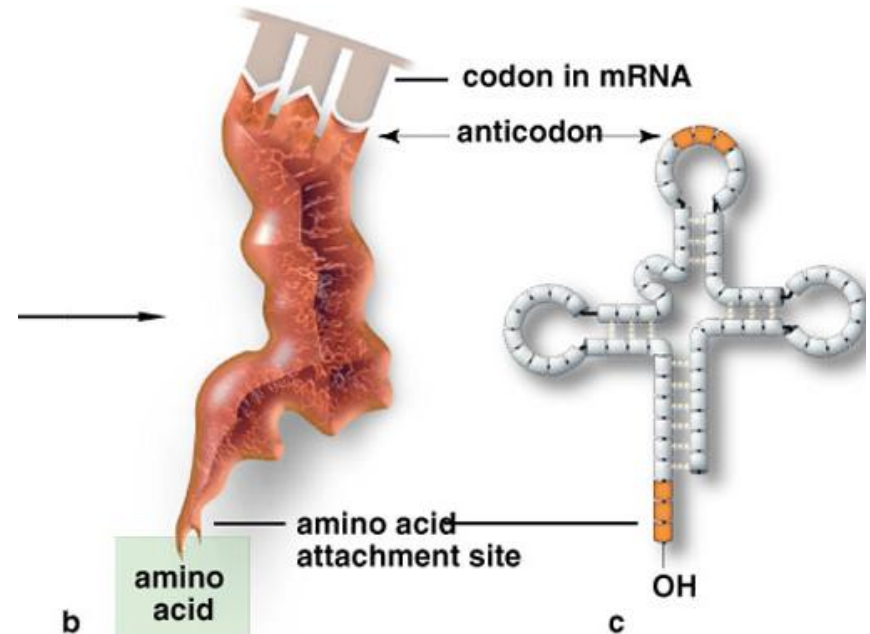
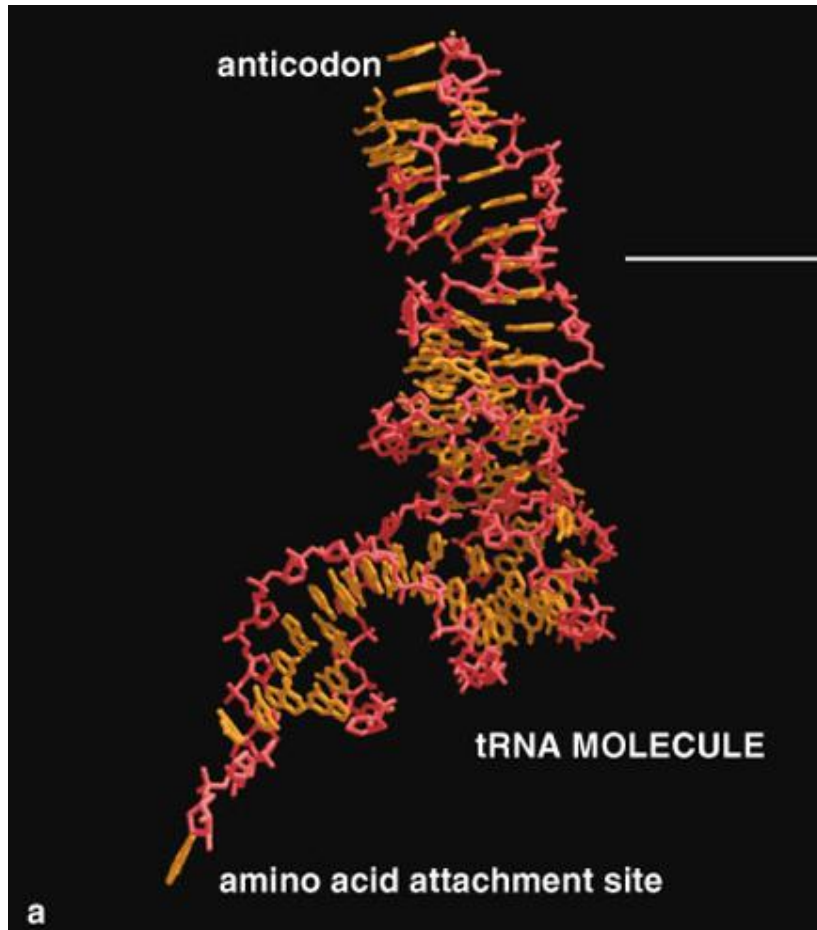


# Three representations of a tRNA molecule

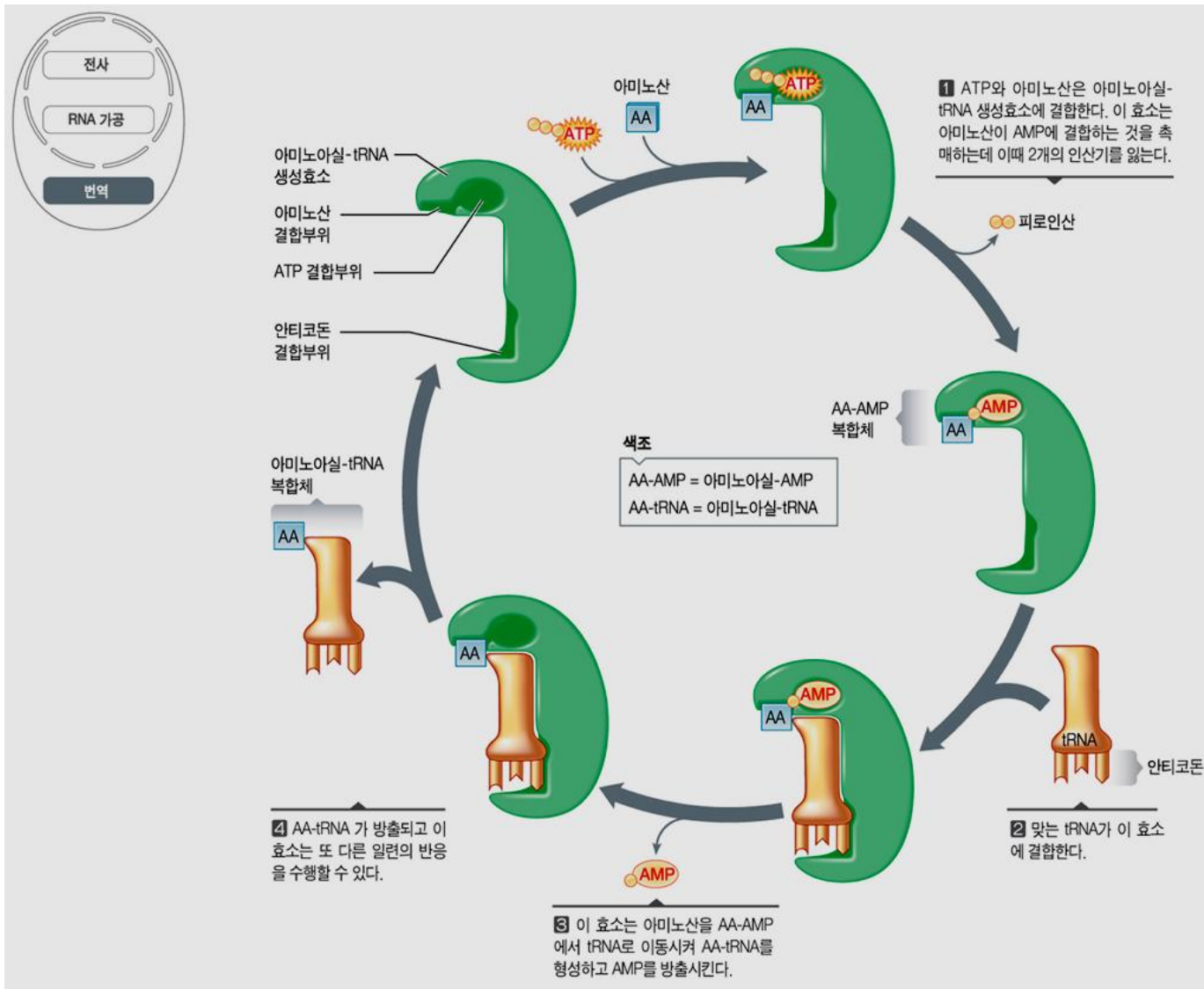
© Brooks/Cole – Thomson Learning



t-RNA는 mRNA의 코돈에 특정 아미노산을 인지하여 연결시키는 분자적 어댑터의 역할을 하는데 약 80여개의 염기로 구성되어 있으며, 구성된 상보적 염기쌍들간 결합에 의해 클로버 모양으로 접혀있는 구조를 이룹니다. 쌍을 못이루어 염기가 겹쳐지지 않은 부분에 안티 코돈이 붙게되어 단백질 합성에서 중요한 기능을 하게 됩니다. 아미노산이 20종 이므로 세포 속에 있는 t-RNA의 종류도 20종이 됩니다.







t-RNA가 20개의 아미노산 중 각각에 맞는 하나를 인지하고 부착하는데는 아미노아실 t-RNA 합성효소의 작용에 의존합니다. 각 아미노산에 대해 각기 다른 합성효소가 있는데, 예를들면 어떤 효소는 글리신 코돈을 인지하는 모든 t-RNA에 글리신을 부착시키고 또 다른 효소는 알라닌 코드를 인지하는 모든 t-RNA에 알라닌을 부착시키는 식 입니다.



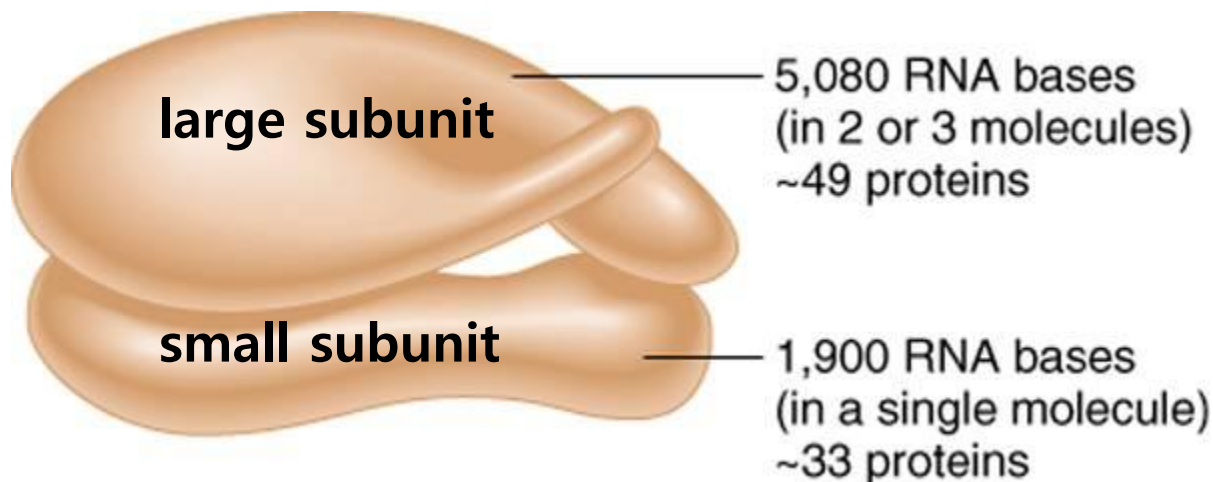
## r-RNA (ribosomal RNA)

리보솜을 구성하는 RNA이며, 세포내 RNA의 약 80%를 차지하게 되는데, rRNA는 핵속에서 전사된 후 단백질과 결합하여 리보솜으로 합성되며 합성된 리보솜은 세포핵의 핵공을 통해 세포질로 빠져나와 mRNA와 결합하여 단백질 합성에 참여 하게 됩니다.

prokaryotes	eukaryotes
23 s	28 s
16 s	18 s
5s	5.8 s

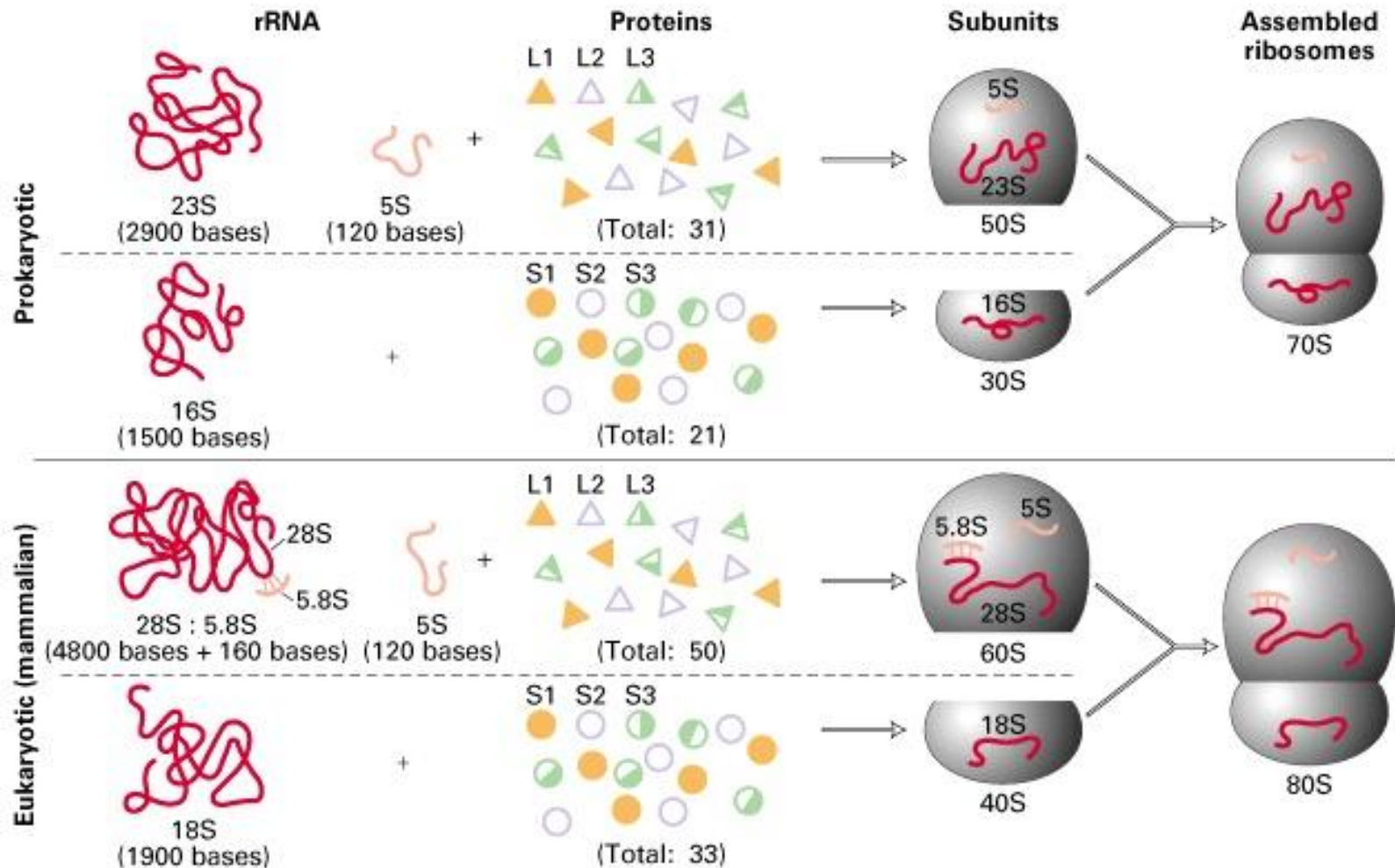
**large ribosomal subunit:**  
23s+5s (prokaryotes) or  
28s+5.8s (eukaryotes)

**small ribosomal subunit:**  
16s or 18s

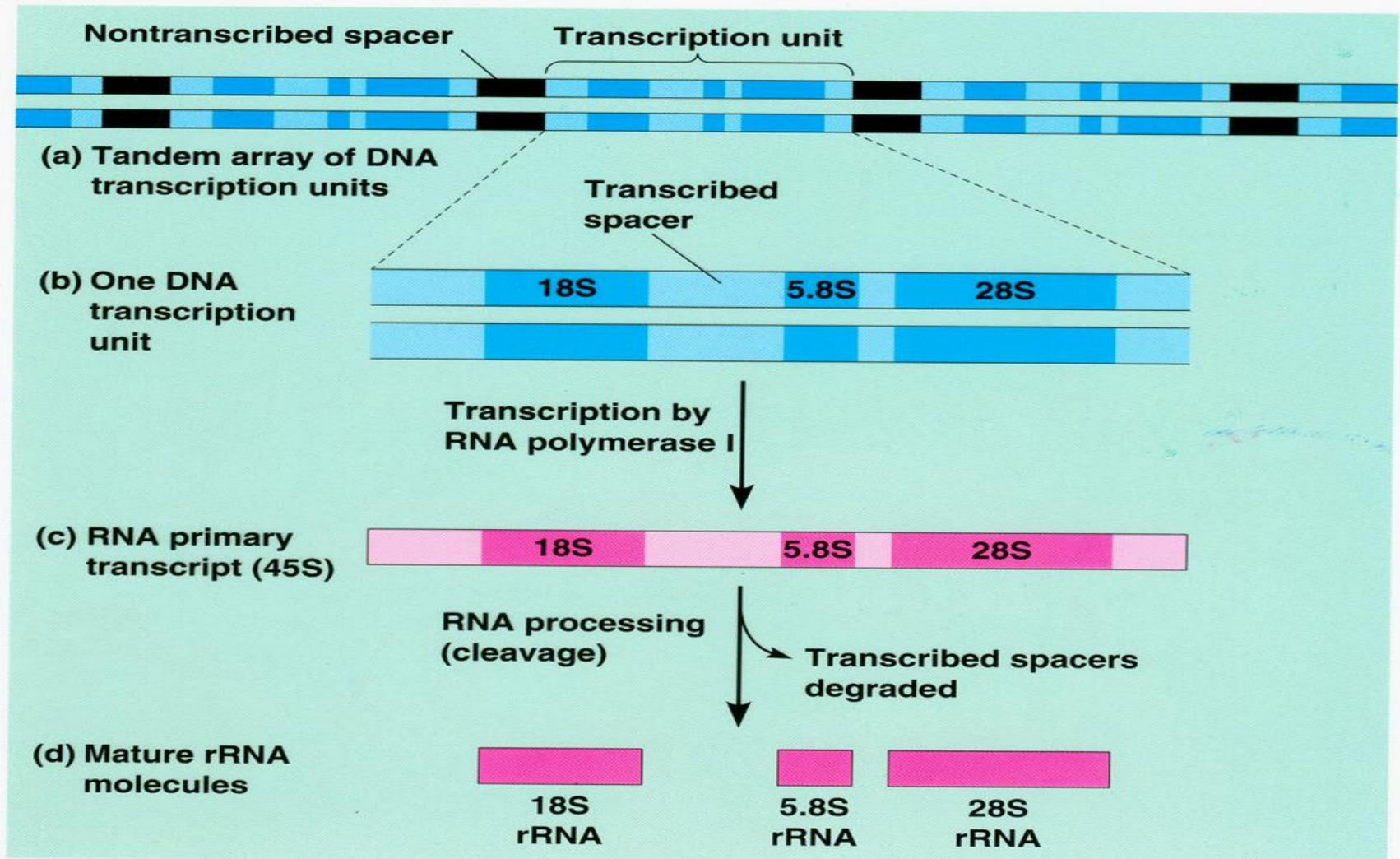




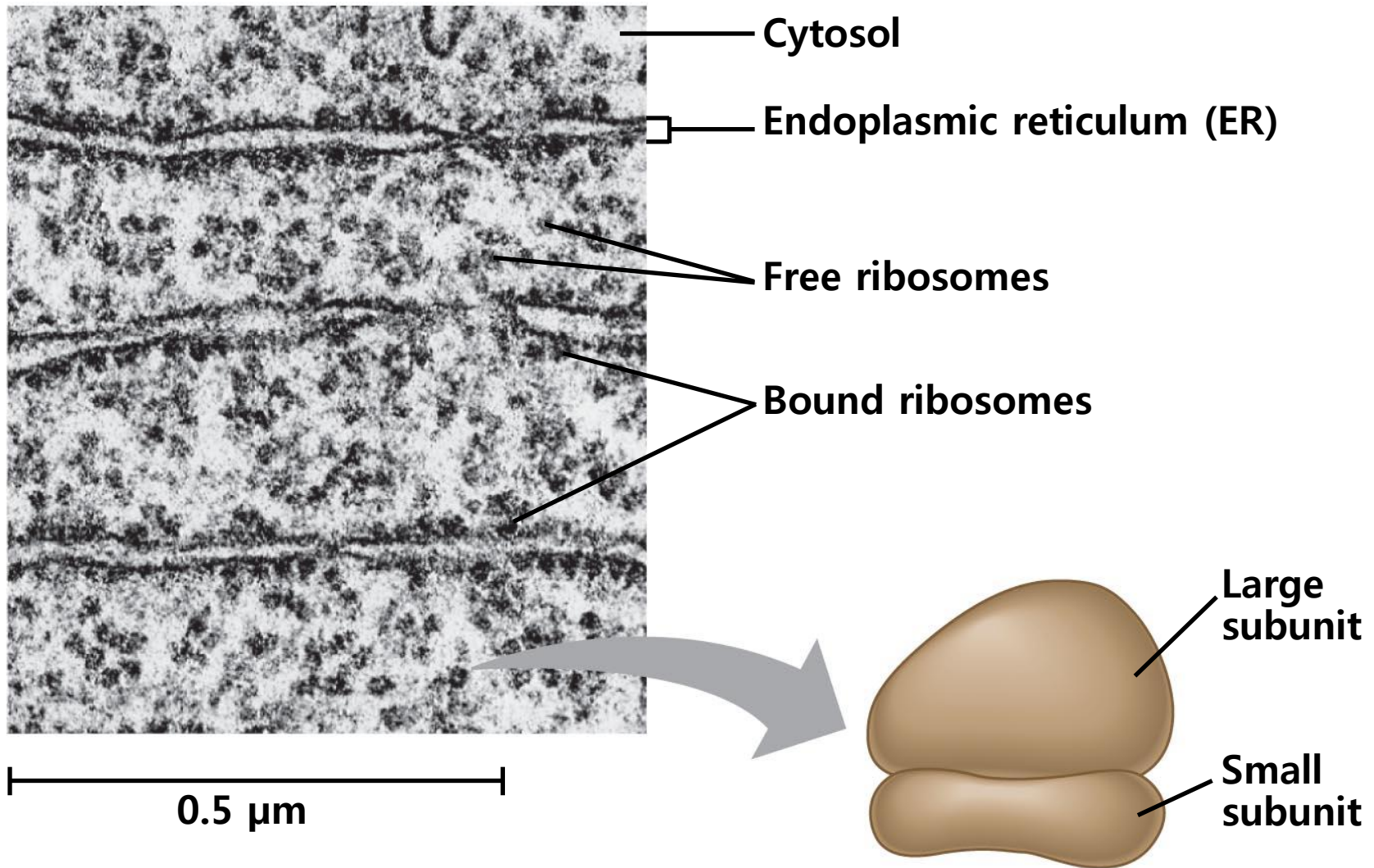
r-RNA의 종류는 원핵세포의 경우는 5S, 16S, 23S가 있고, 진핵세포는 5S, 5.8S, 18S, 28S가 있는데 r-RNA에 단백질이 둘러싸게되면 리보솜이 되는 것입니다. 리보솜은 소단위체와 대단위체가 있는데 각 단위체에 어떤 종류의 r-RNA가 쓰이는지를 진핵세포와 원핵세포의 경우별로 정리한 것이 아래의 그림입니다.



# Eukaryotic rRNA transcript processing



r-RNA의 전사는 RNA중합효소 I 이 담당하는데 DNA로 부터 r-RNA가 전사되는 절차는 위 그림과 같습니다. 즉, 중합효소 I 에 의해 primary Transcription이 완료된 후 RNA Processing에 의해 불필요한 부분을 제거한뒤 분리된 여러 종류의 r-RNA가 만들어집니다.



**TEM showing ER and ribosomes**

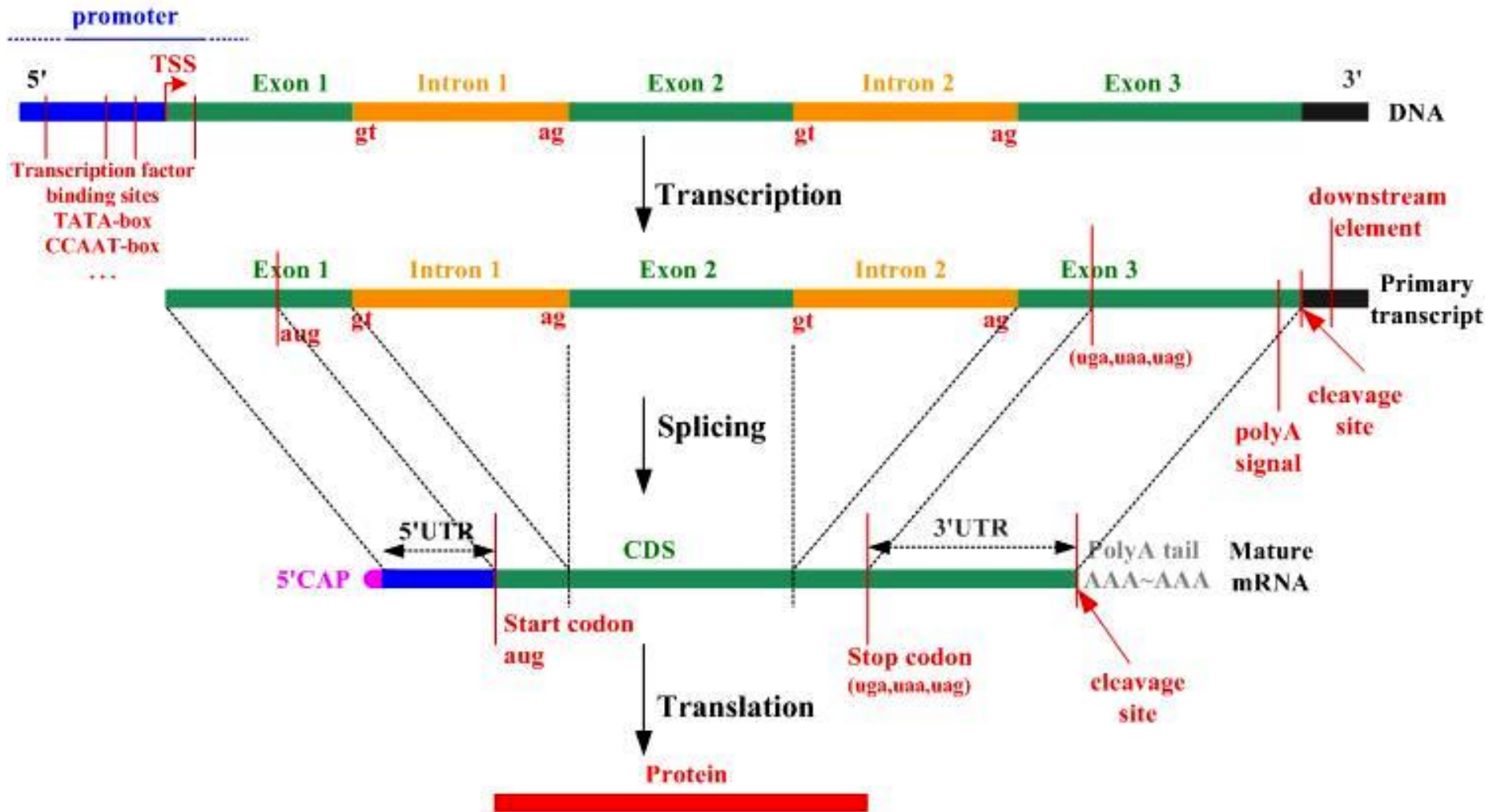
**Diagram of a ribosome**

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

전자 현미경으로 관찰한 리보솜의 모습입니다. 리보솜은 50개 이상의 리보솜 단백질과 약간의 r-RNA로 구성된 복합체로서 세포내 단백질의 생산기구입니다.

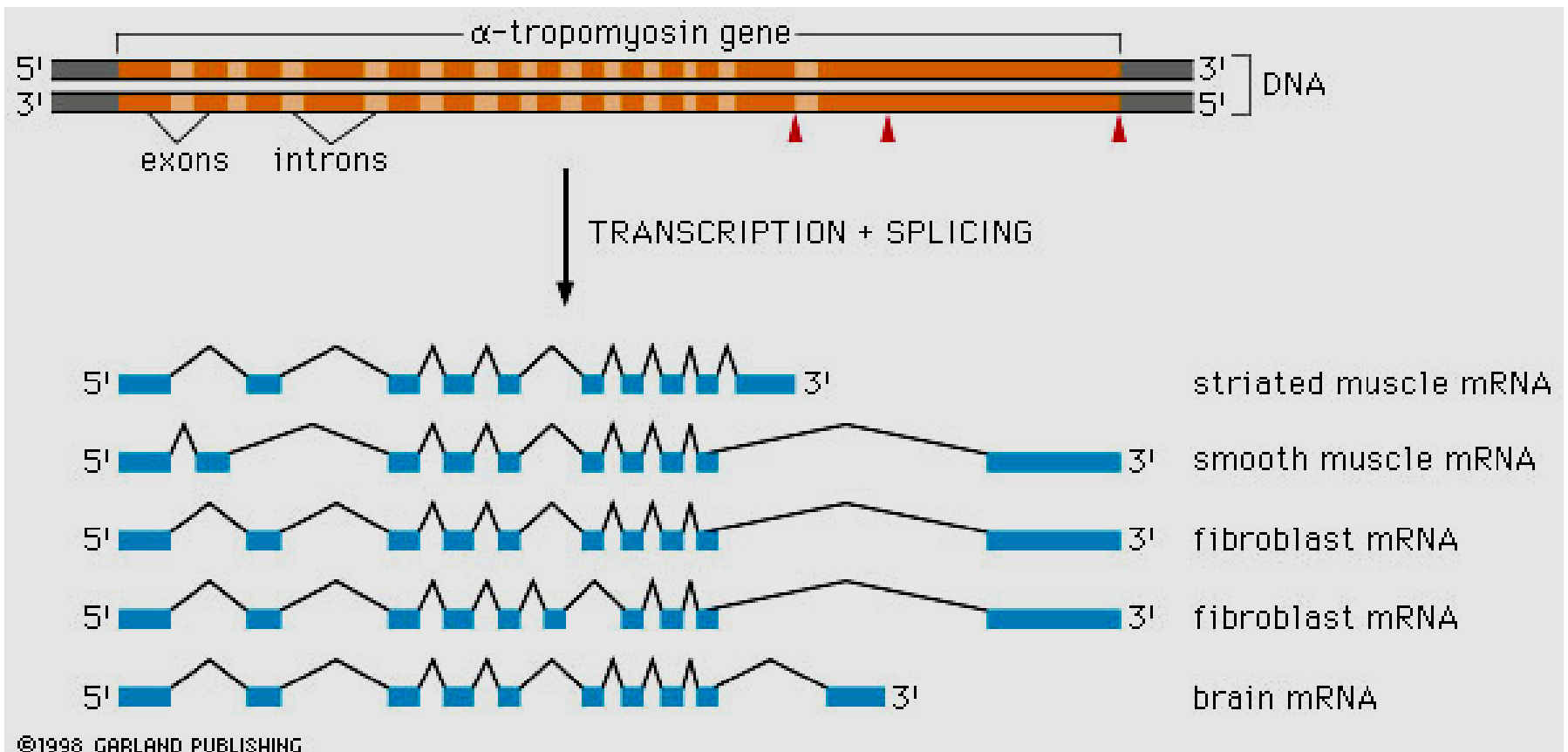


### ③ RNA Processing 절차



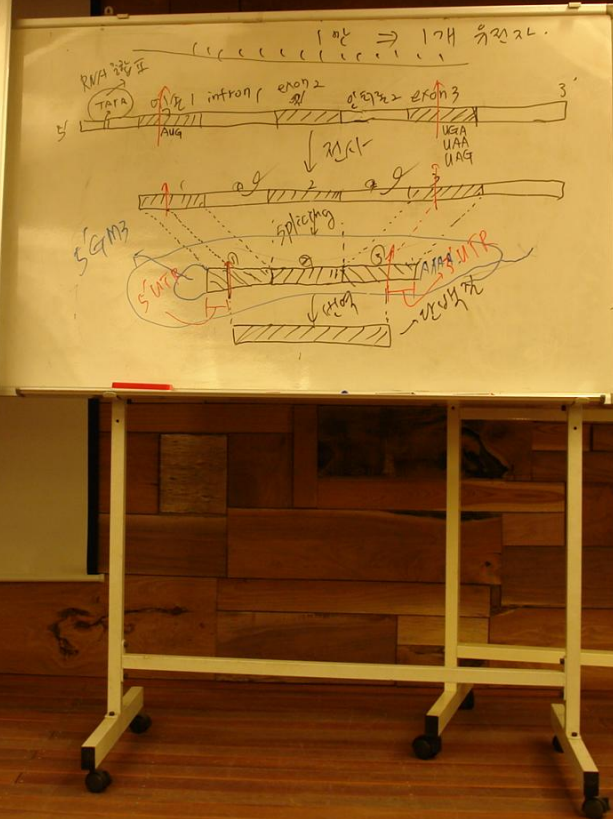
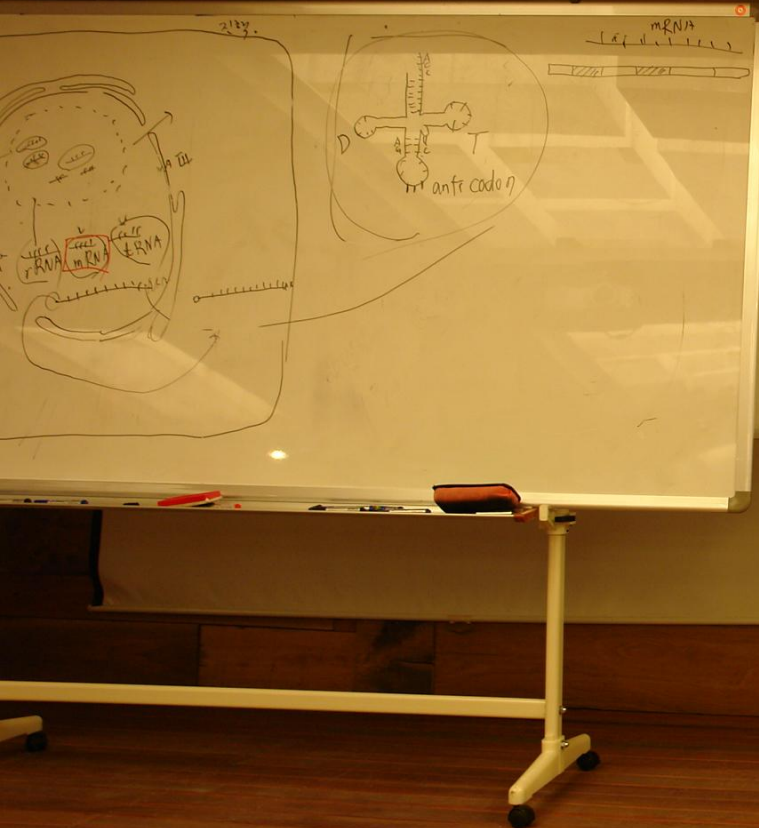
RNA Splicing의 절차

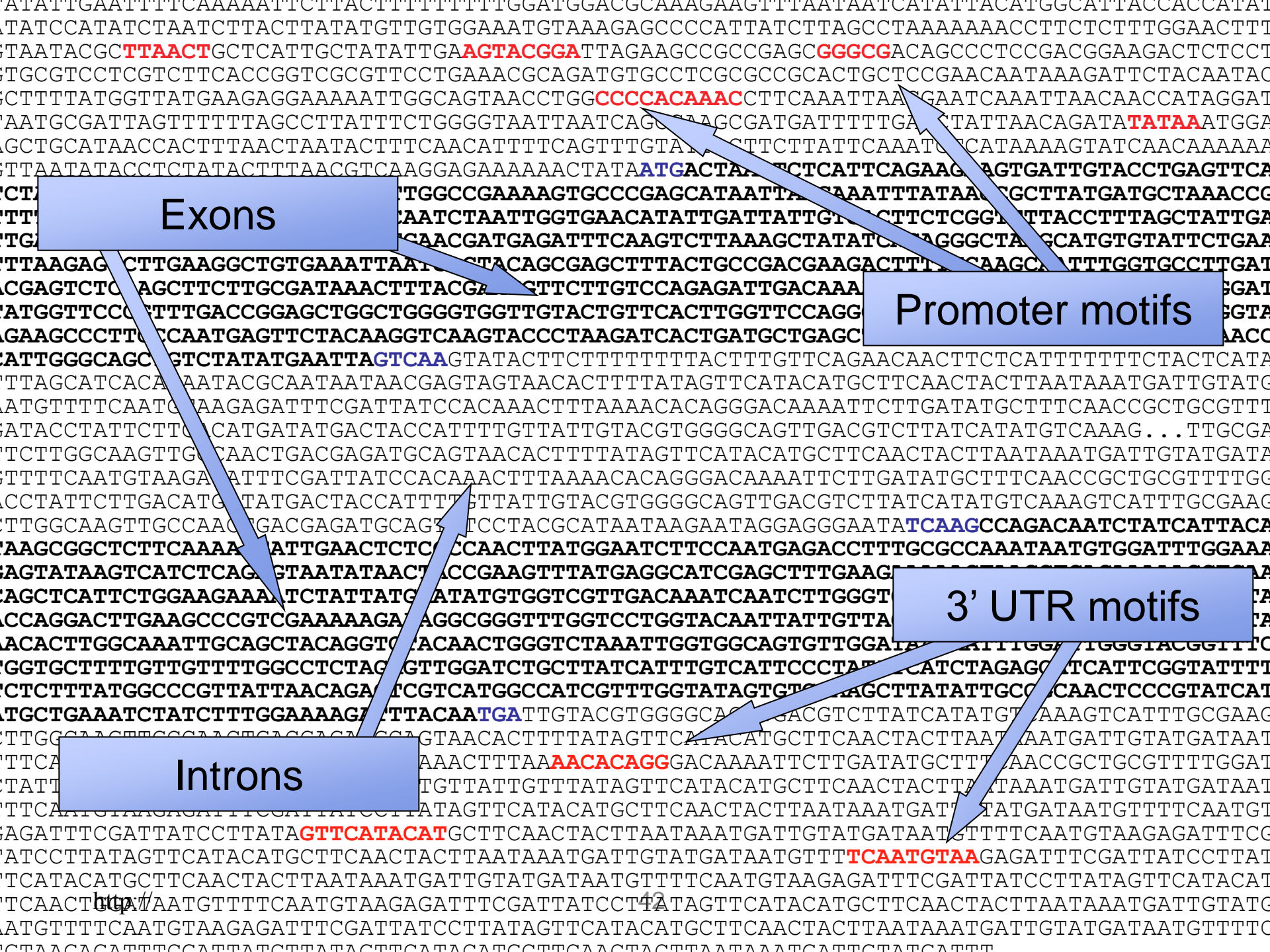
DNA의 전사 및 인트론을 제거하는 스플라이싱 과정에서 엑손을 어떤 순서로 조합하느냐의 다양한 경우의 Case에 의해 서로 다른 mRNA를 만들 수 있게 되고, 따라서 수 많은 종류의 단백질의 합성이 가능하게 됩니다. 진핵생물 DNA 전사체는 세포 유형이나 그 생물의 발달 단계에 알맞게 언제 어디에서 어떤 기능의 단백질이 필요하느냐에 따라 다양한 **Alternative 스플라이싱**을 함으로써 유전자의 발현을 조절하게 되며 이 역할을 전사조절인자가 담당하는 것입니다.



DNA의 전사 및 인트론을 제거하는 스플라이싱 과정에서 엑손을 어떤 순서로 조합하느냐의 다양한 경우의 Case에 의해 서로 다른 mRNA를 만들 수 있게 되고, 따라서 수 많은 종류의 단백질의 합성이 가능하게 됩니다. 진핵생물 DNA 전사체는 세포 유형이나 그 생물의 발달 단계에 알맞게 언제 어디에서 어떤 기능의 단백질이 필요하느냐에 따라 다양한 **Alternative 스플라이싱**을 함으로써 유전자의 발현을 조절하게 되며 이 역할을 전사조절인자가 담당하는 것입니다.







인간 22번 염색체는  $48 \times 10^6$ 개의 뉴클레오타이드쌍으로 이뤄지고 전체 인간 게놈의 약 1.5%를 차지하는데, 일부를 10배 확대해 보면 40여개의 유전자가 있으며 알려진 유전자가 짙은 갈색으로 표시되어 있습니다. 유전자의 일부를 다시 단계적으로 확대하면 인트론과 엑손의 배열이 나타나는데 엑손부분의 뉴클레오타이드 서열이 단백질의 합성에 사용되어 집니다.

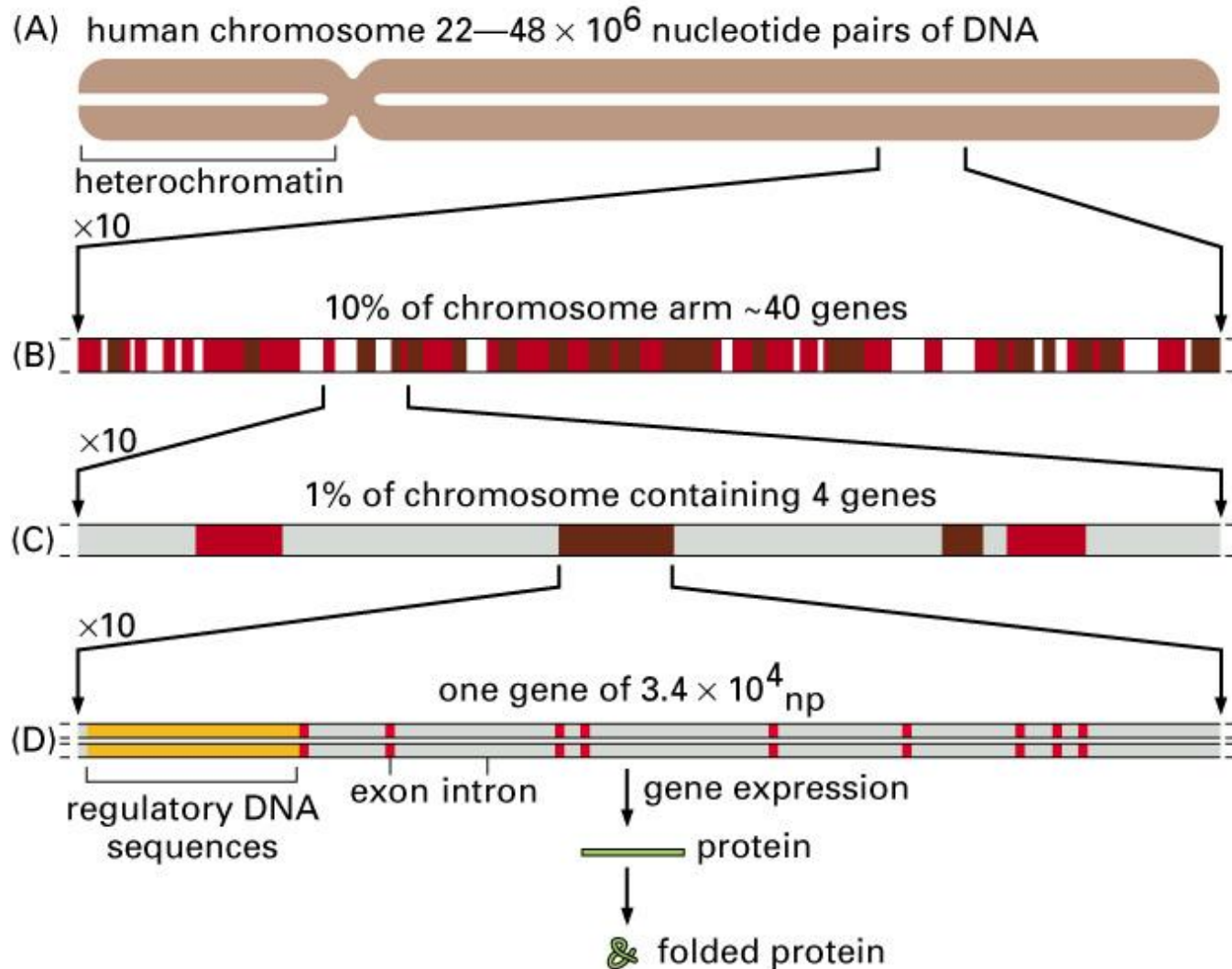


Figure 4-15. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.



## A small fraction of the chromosomal DNA codes for proteins II

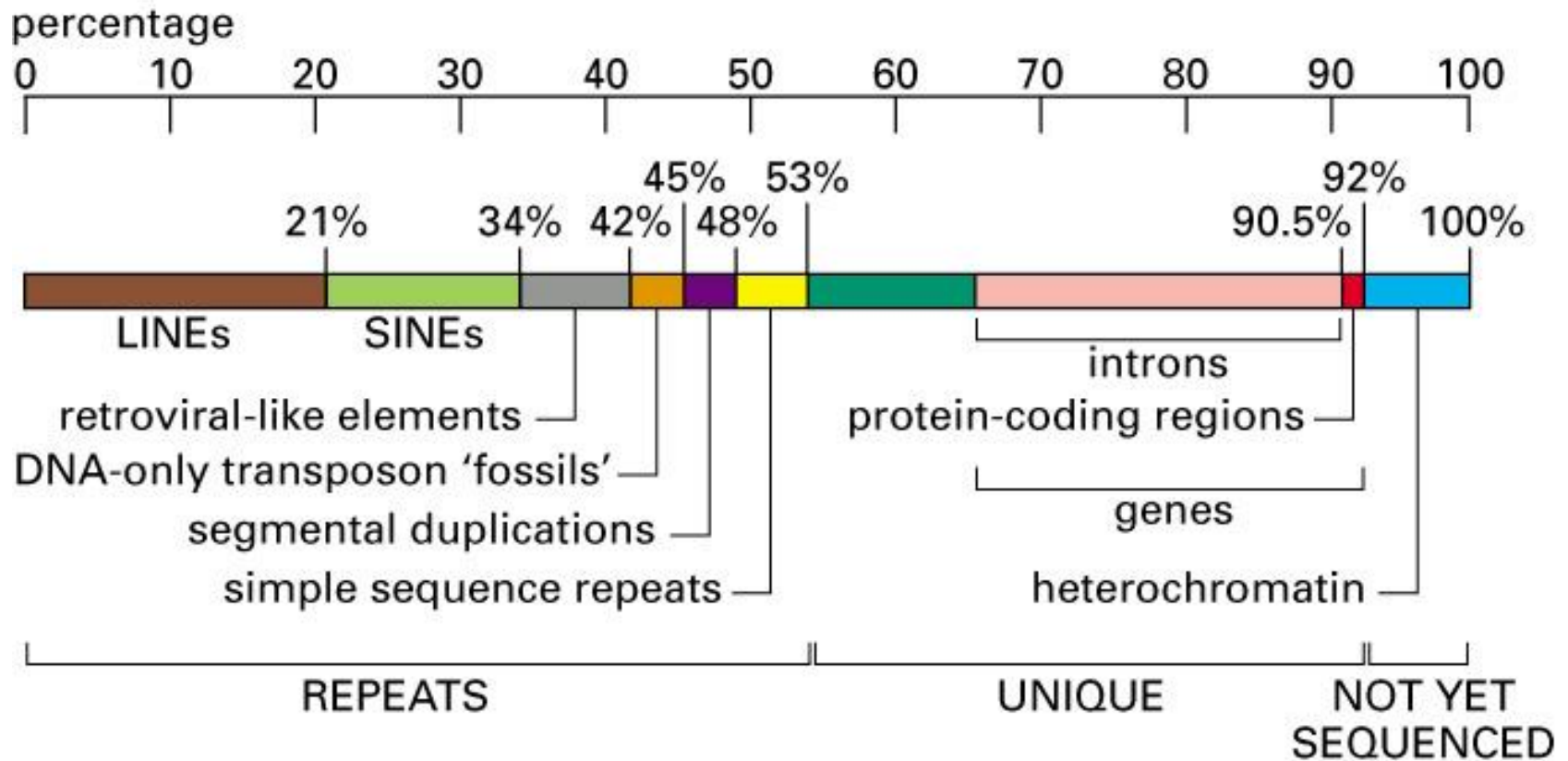
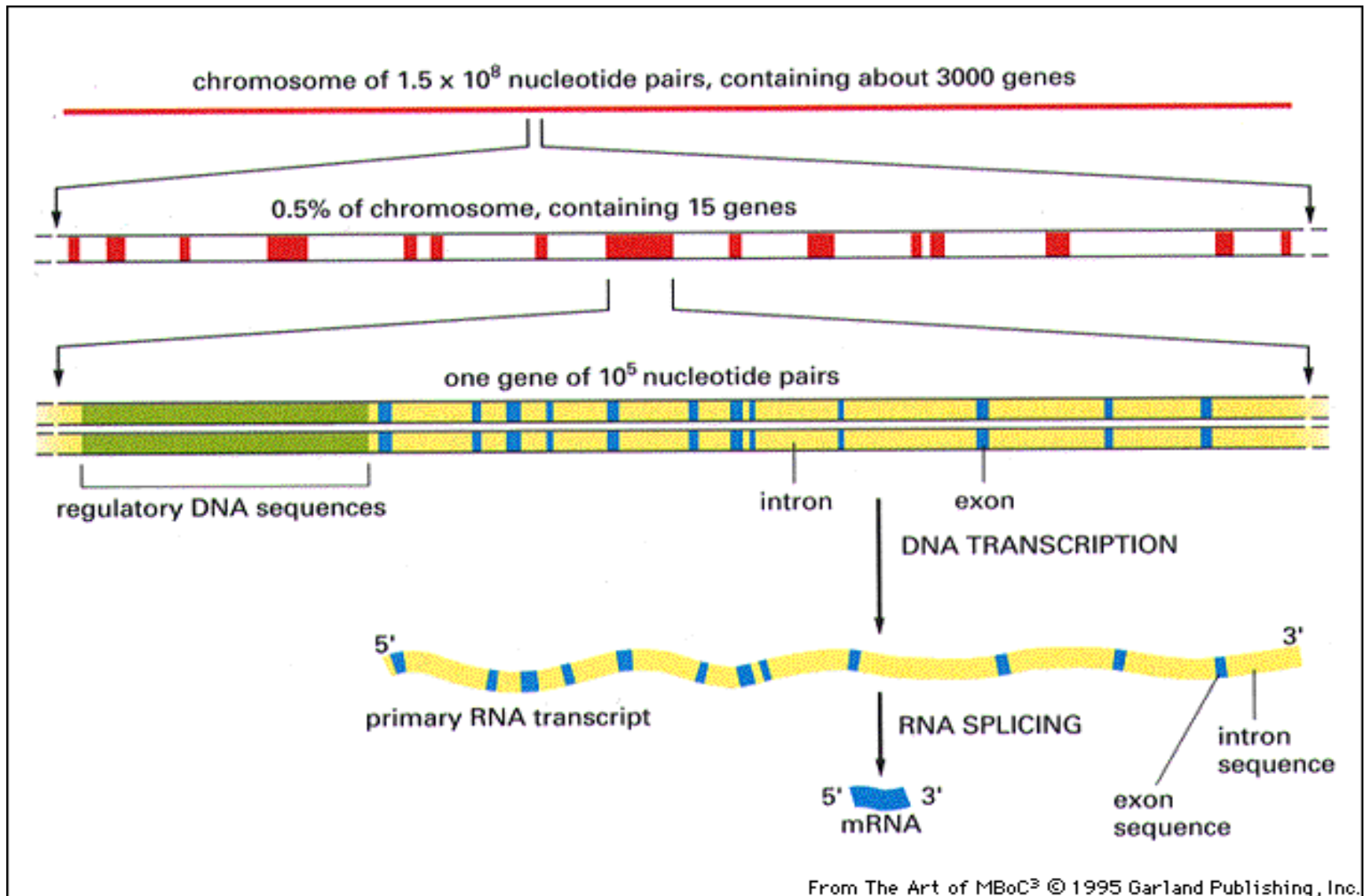


Figure 4-17. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

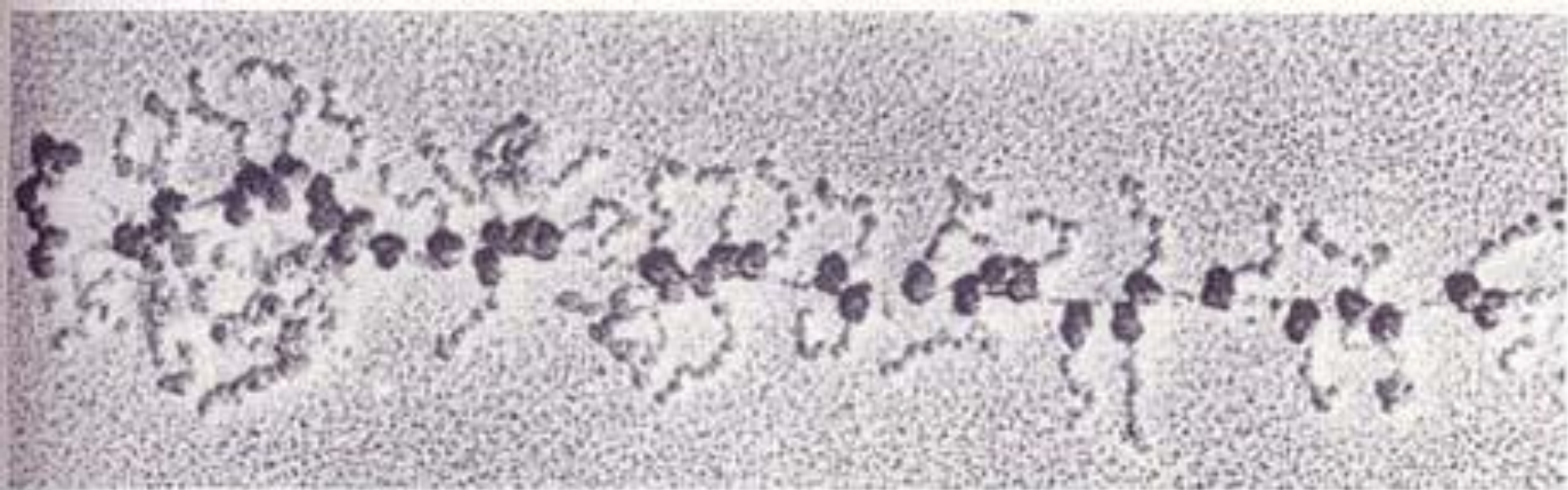
인간 게놈 전체에서 단지 1.5%에 불과한 조그만 부분만이 단백질을 합성하기 위한 암호화가 된 부분이며, 대부분의 영역은 반복적인 비암호화 뉴클레오티드 서열로 구성됩니다.

# Organization of genes on a chromosome





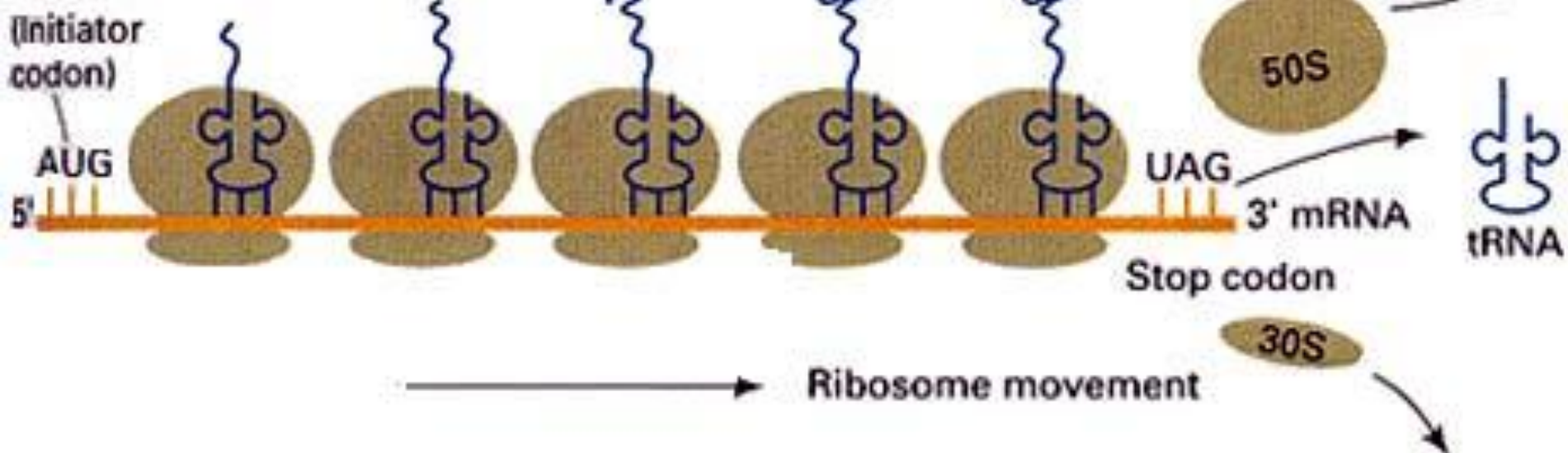




5 ribosomes  
reading same RNA  
sequentially

Growing  
polypeptide  
chains

Complete  
polypeptide

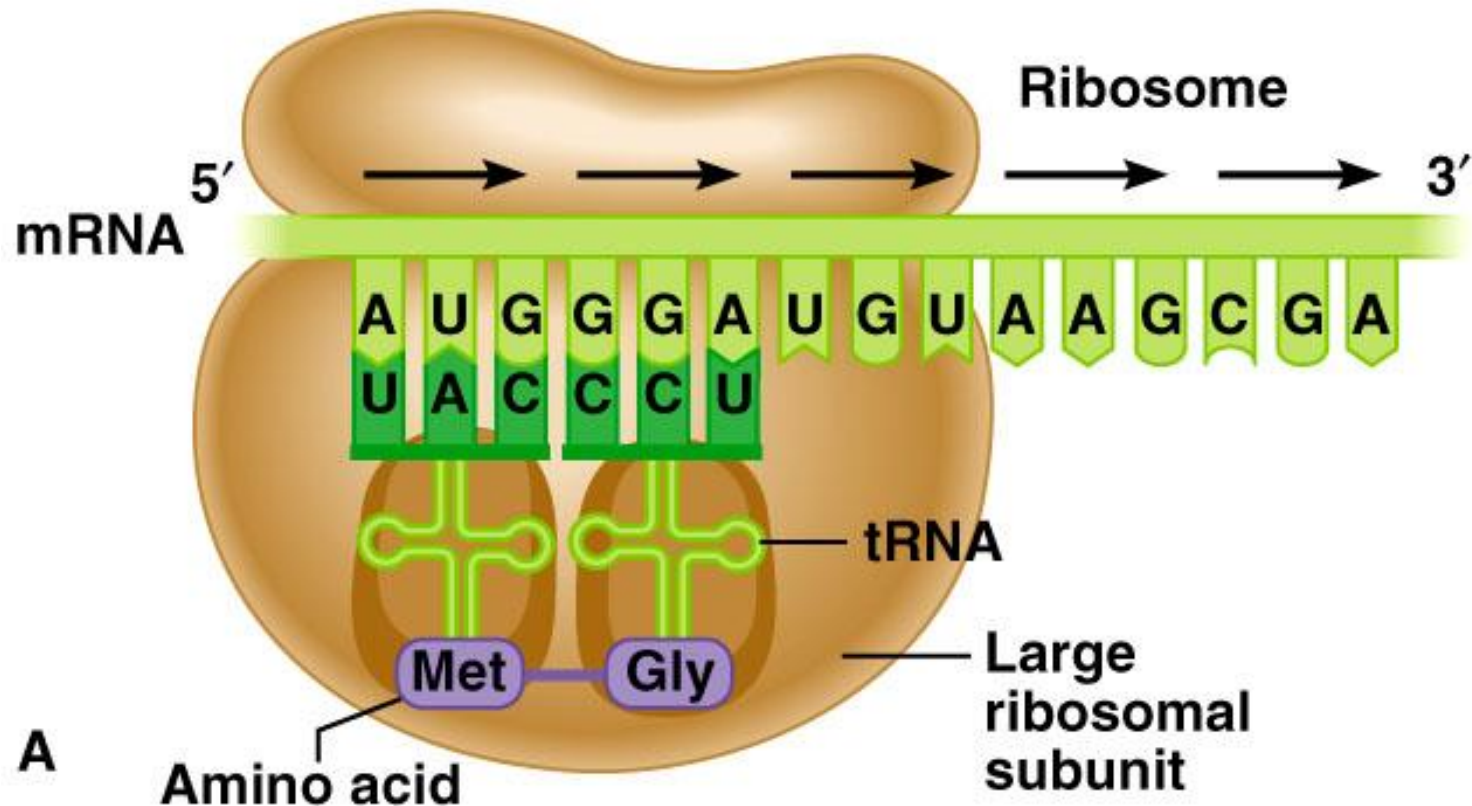


#### ④ 번역(Translation)과 단백질의 합성

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Translating a polypeptide

### TRANSLATION ELONGATION



# Genetic code

mRNA의 뉴클레오티드 서열은 3개의 코돈을 한 세트로하여 읽히지며 각 코돈은 하나의 아미노산에 해당됩니다.

단백질의 합성은 mRNA에 있는 AUG 개시코돈 (메티오닌)에서 리보솜이 조립될때 시작되며 UAA, UAG, UGA의 세개 종결코돈에 도달했을때 합성이 완료되어 리보솜으로부터 방출됩니다.

오른쪽 표는 세개단위의 코돈의 조합과 아미노산의 지정의 관계를 나타낸 것입니다.

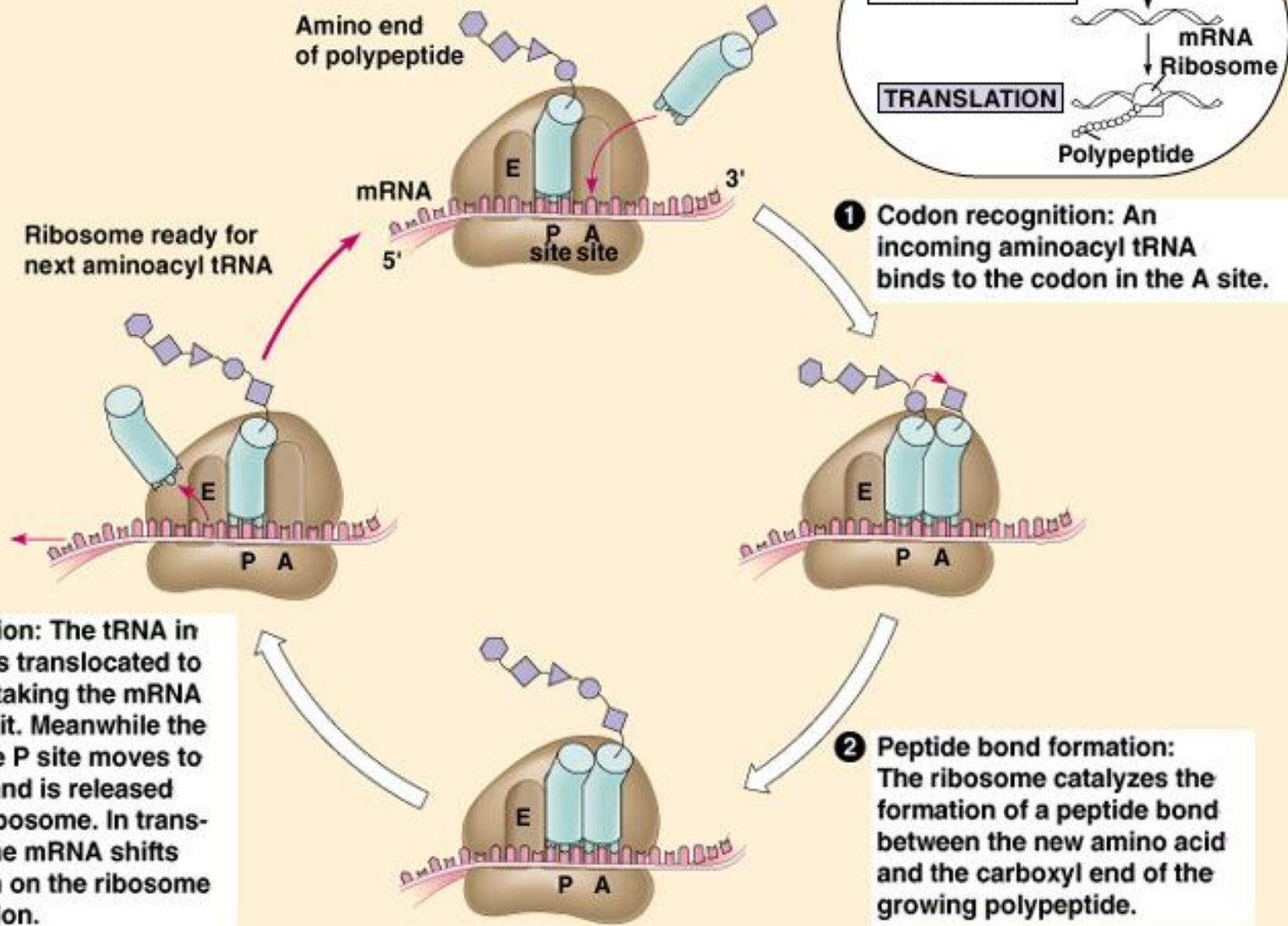
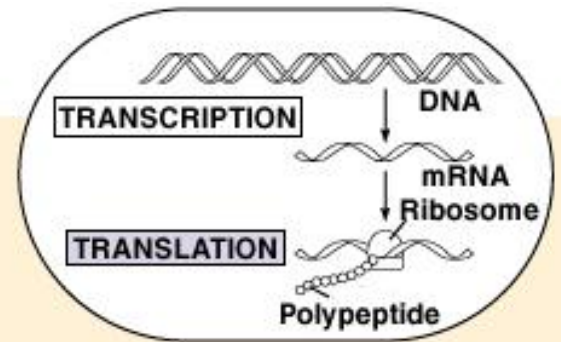
First letter (5' end)

Second letter

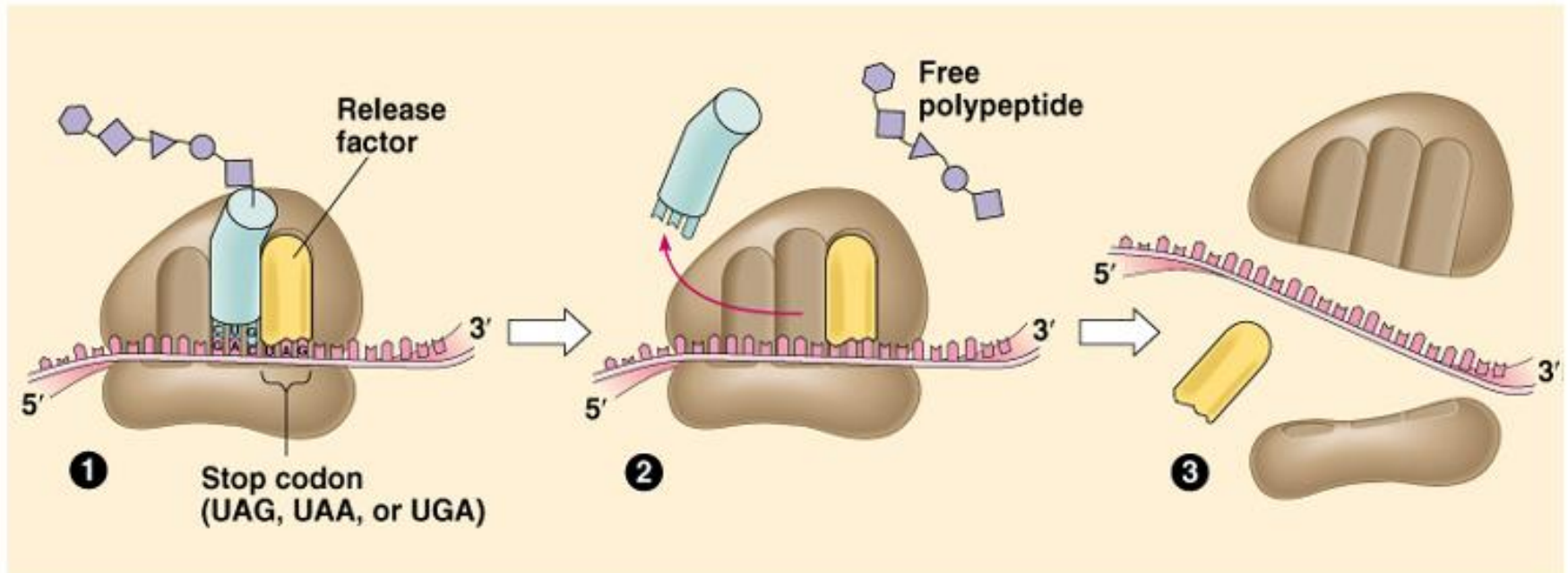
Third letter (3' end)

	U	C	A	G	
U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC Ser UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC UGA Stop UGG Trp	U C A G
C	CUU CUC Leu CUA CUG	CCU CCC Pro CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC Arg CGA CGG	U C A G
A	AUU AUC Ile AUA AUG Met or start	ACU ACC Thr ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G
G	GUU GUC Val GUA GUG	GCU GCC Ala GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC Gly GGA GGG	U C A G





# Termination of translation

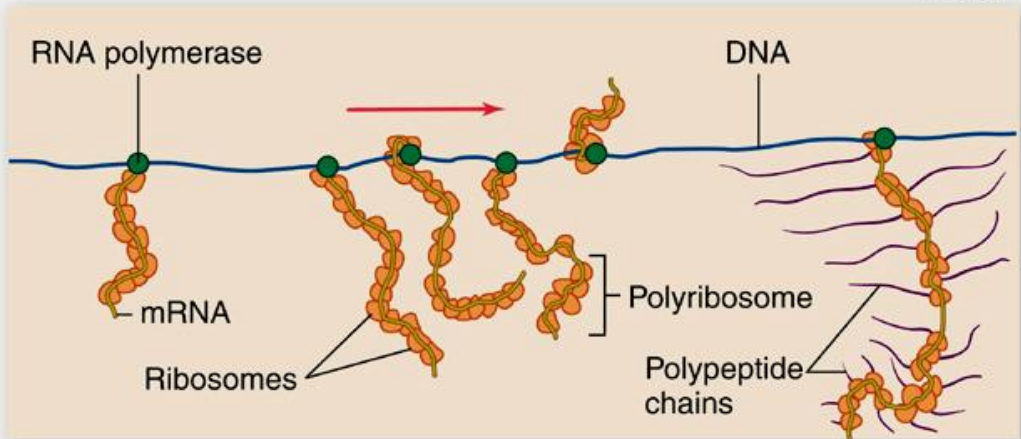
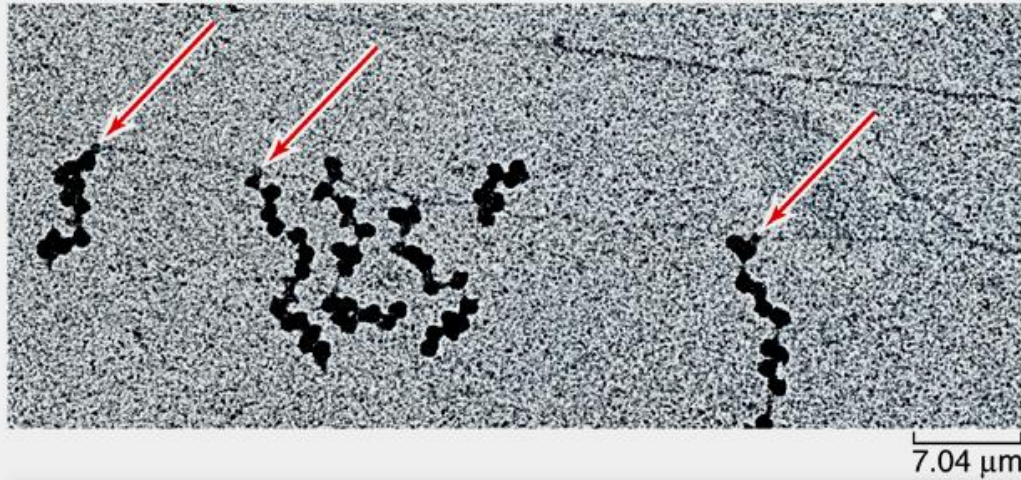


©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

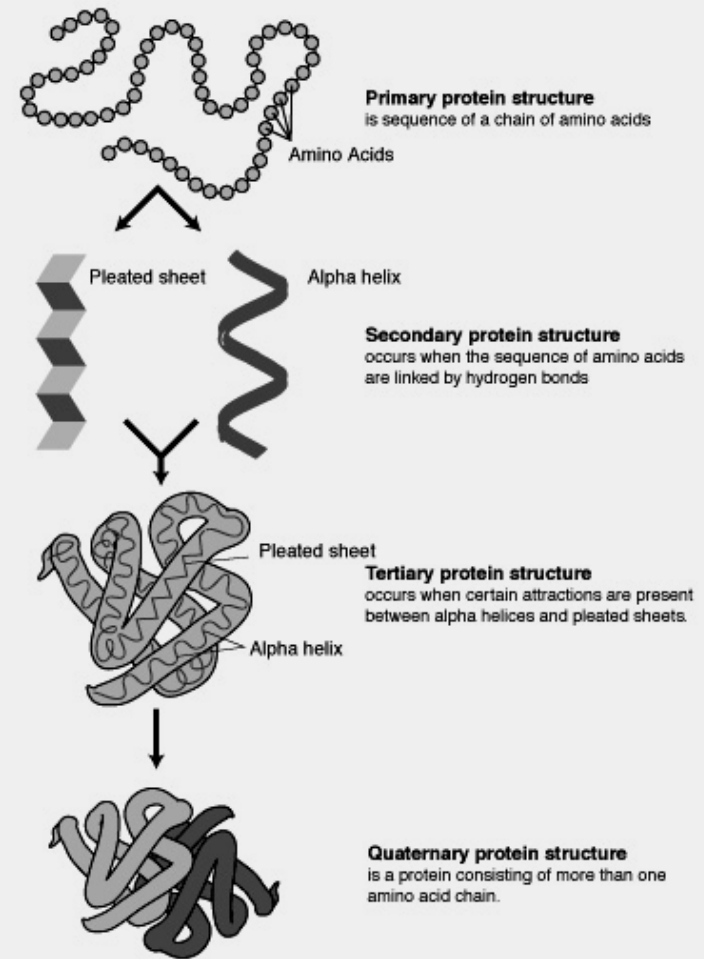
**1. Ribosome reaches a STOP codon on mRNA, release factor binds to site A.**

**2. Release factor hydrolyses the bond between last tRNA and amino acid. Polypeptide is released.**

**3. The translation complex disassembles**

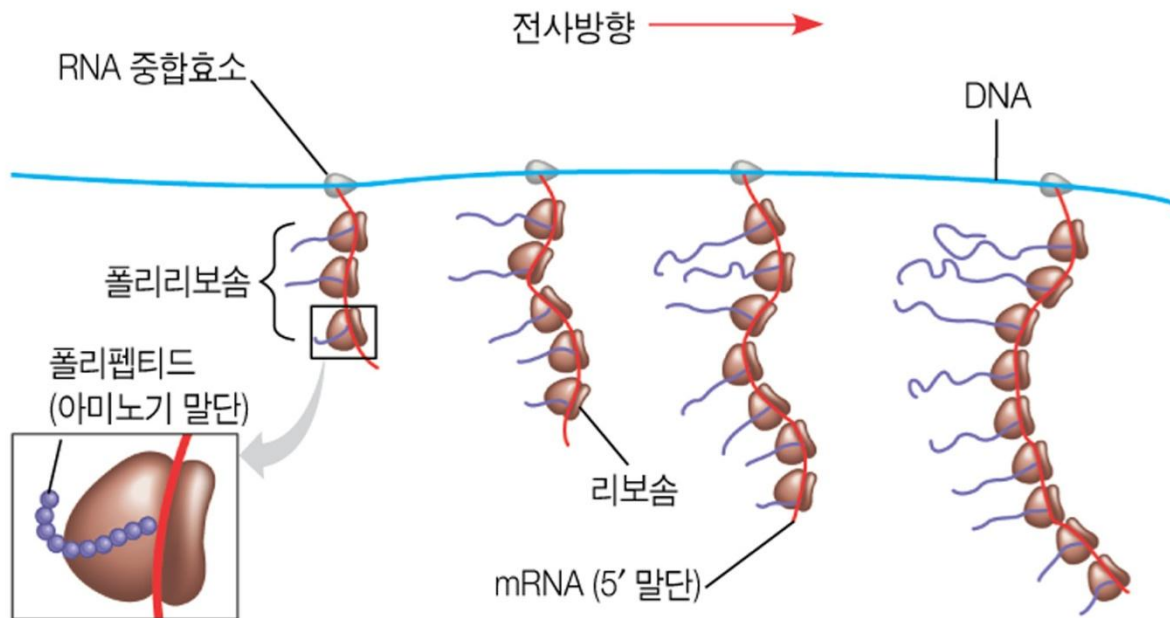
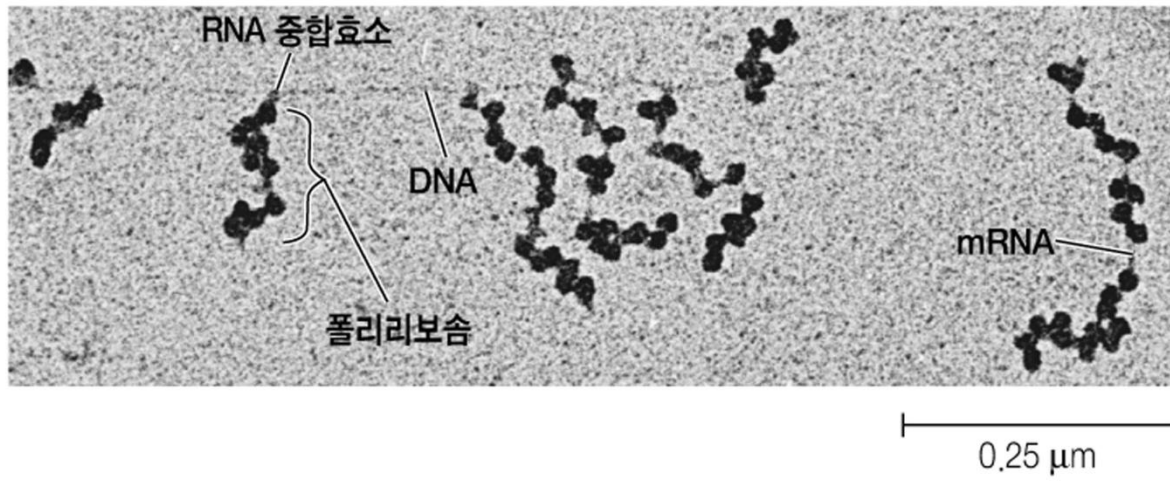


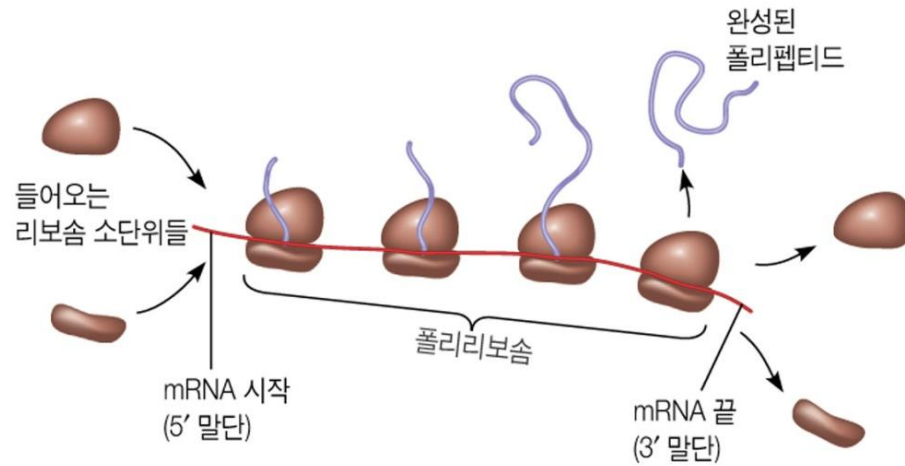
© Dr. Oscar Miller



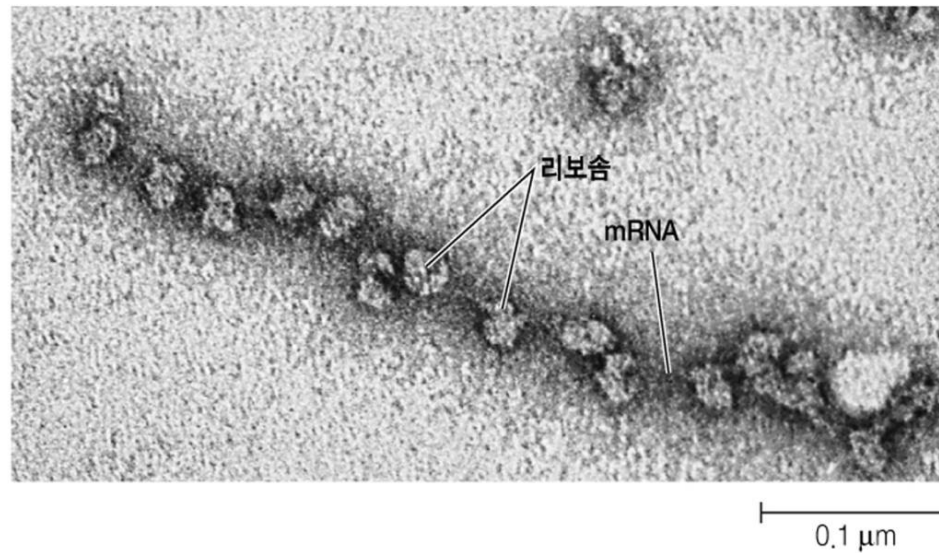
전사된 Mrna에는 여러 개의 폴리리보솜 복합체가 붙어서 동시에 번역이 진행됩니다. 이는 짧은 시간에 많은 단백질의 합성이 가능토록 해 주는데, 합성이 이뤄지는 속도는 원핵생물이 초당 20개, 진핵생물이 초당 2개의 아미노산이 생성되어 종결 코돈에 다다르면 생성 완료된 폴리펩티드 단백질이 떨어져 나와  $\alpha$ -helix,  $\beta$ -sheet의 형태로 접혀져서 단백질 2차, 3차구조를 이루게 됩니다.







(a) mRNA 분자는 일반적으로 폴리리보솜이라고 불리는 일련의 리보솜들에 의해 동시에 번역된다.



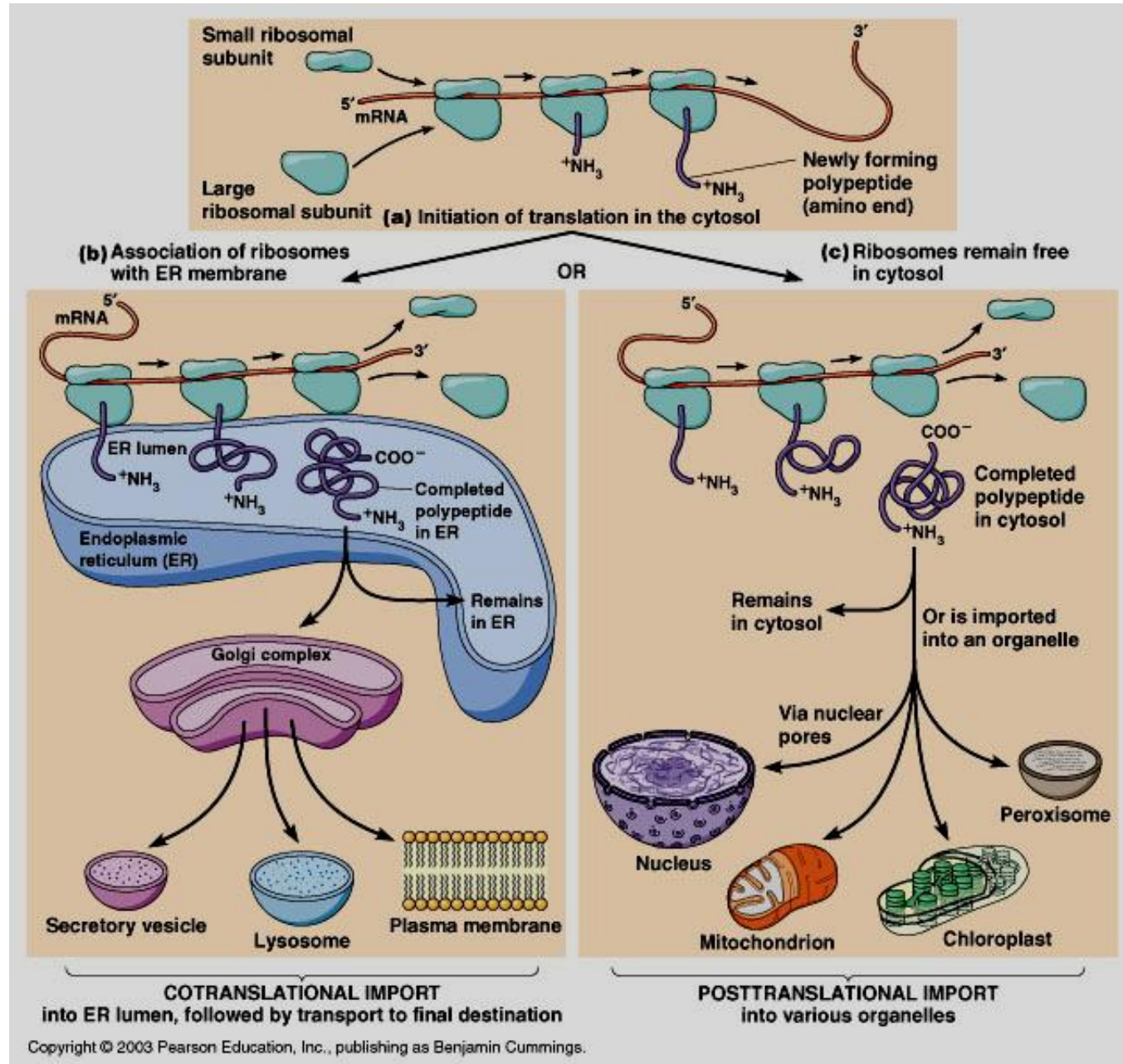
(b) 이 현미경사진은 원핵세포의 커다란 폴리리보솜을 보여주고 있다(투과전자현미경 사진).

그림 17.20 폴리리보솜

## ⑤ 합성된 단백질의 이동 및 활용

리보솜은 소포체의 막에 붙어있는 **막-결합성 리보솜**과 세포 기질에 존재하는 **유리 리보솜**의 두가지 형태가 있는데 두 리보솜은 구조와 기능이 동일하나 다만 합성하는 단백질의 종류가 다르게 됩니다.

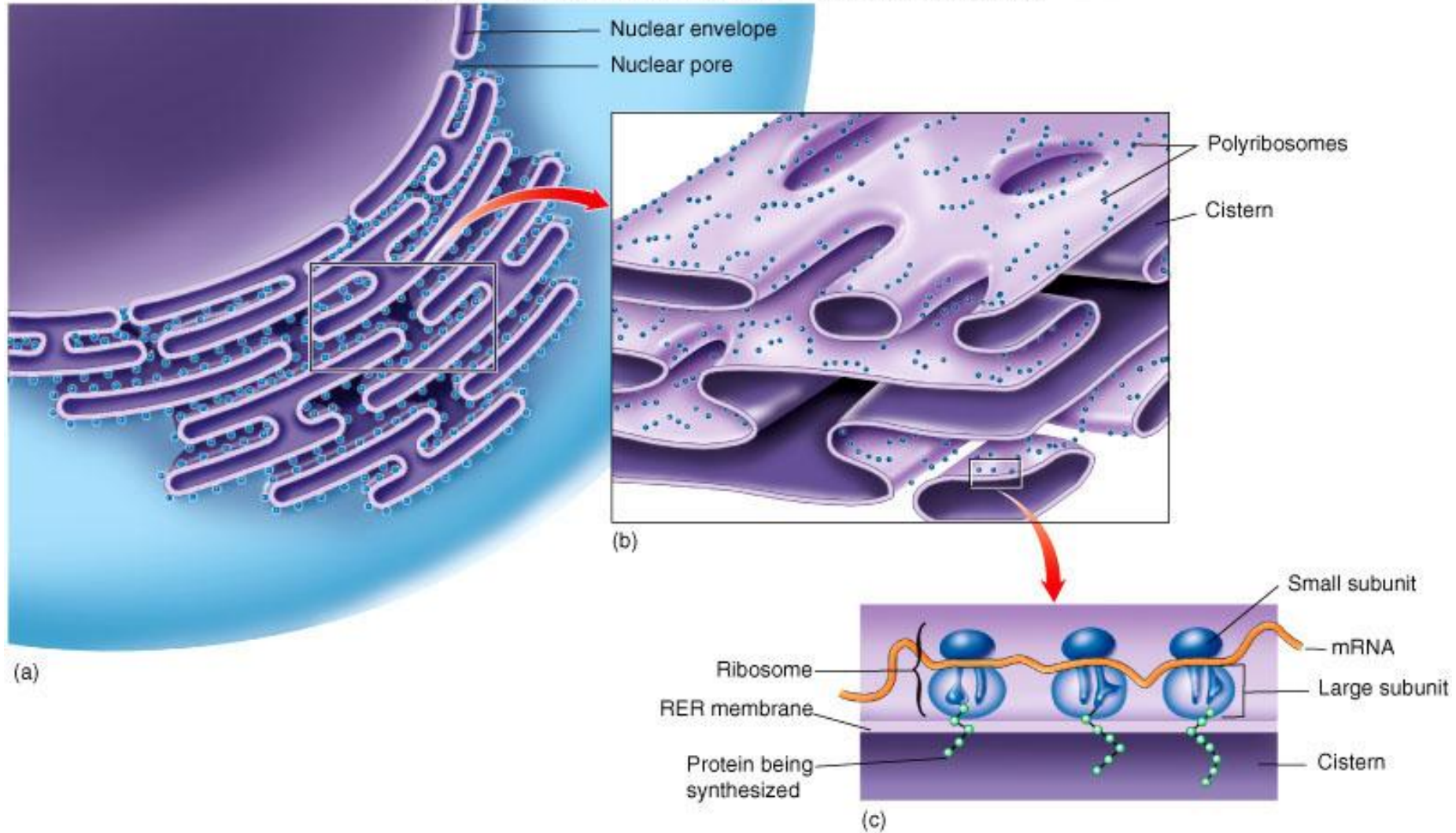
막-결합성리보솜에서 합성된 단백질은 소포체 안쪽으로 들어가 수송 과정을 거쳐 다른 최종 목적지로 보내지며, 유리 리보솜에서 합성된 단백질은 다른 핵, 미토콘드리아 등 다른 세포기관에 직접 사용됩니다.



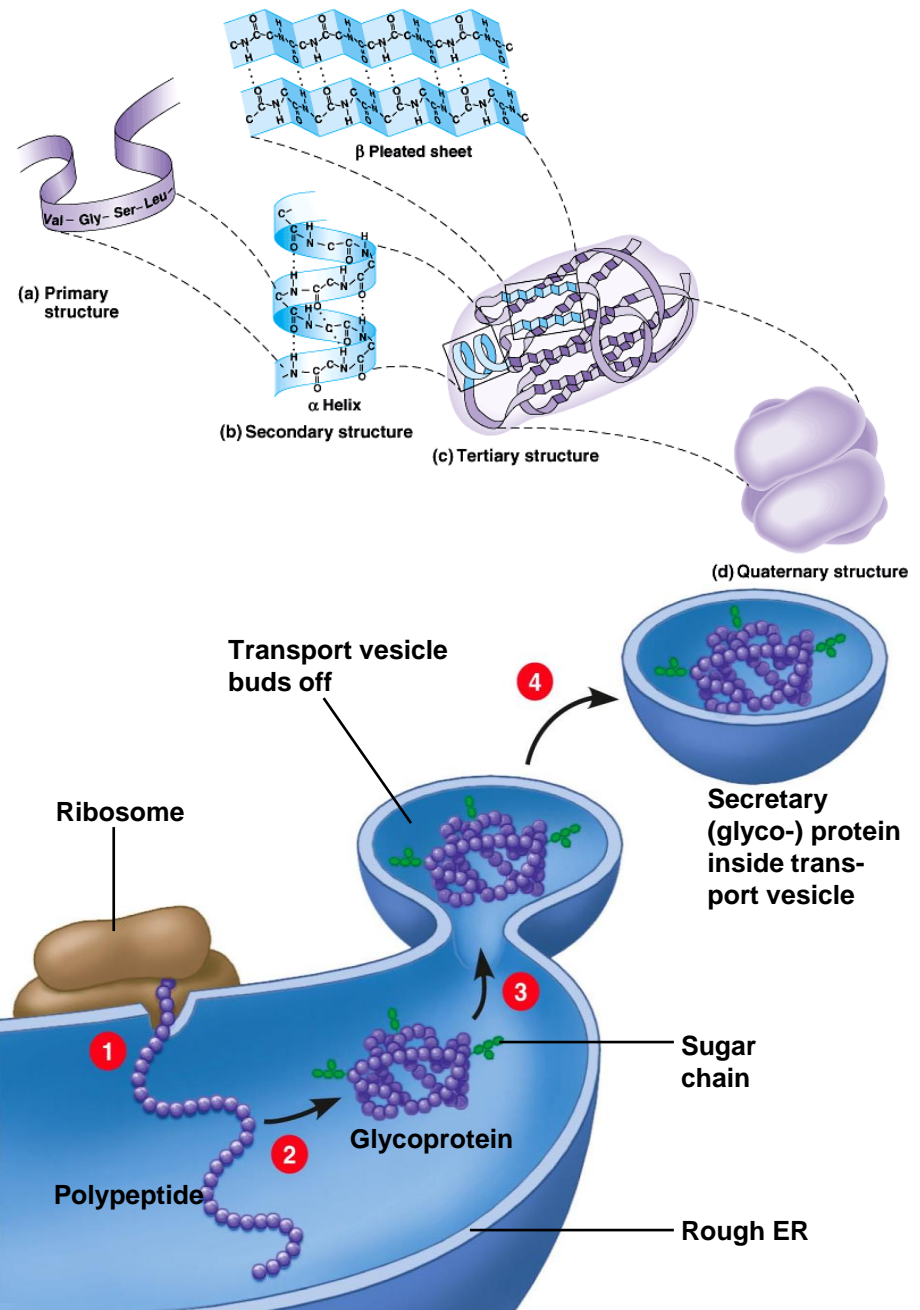
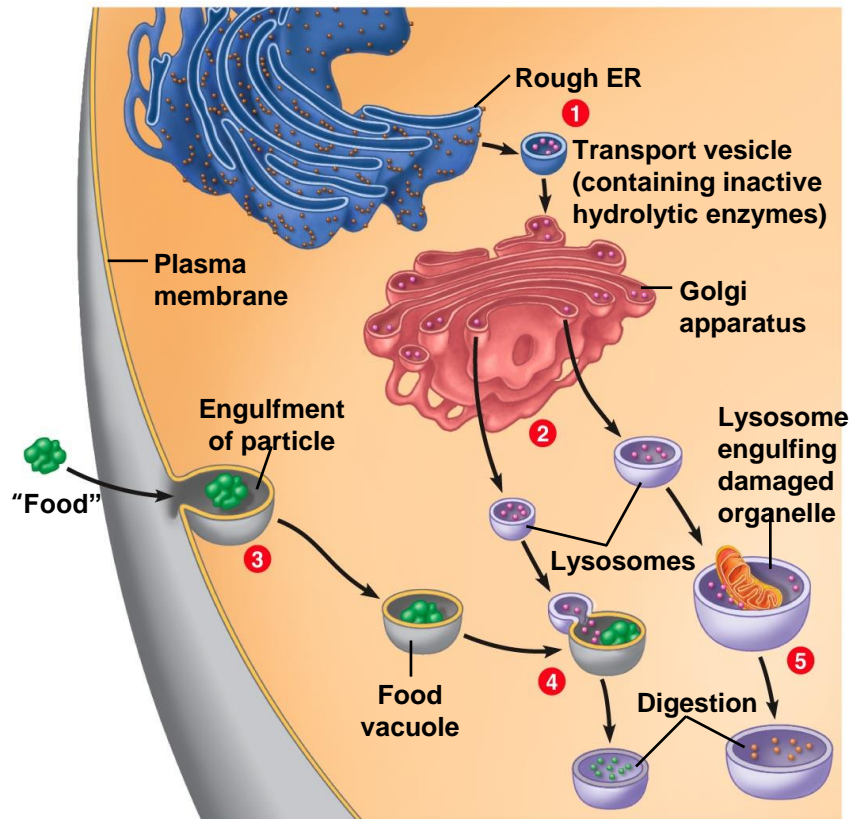


막-결합성 리보솜은 핵막과 소포체(조면소포체)막의 바깥쪽에 다닥다닥 붙어있게 되며, mRNA와의 결합 및 번역으로 합성된 폴리펩티드 단백질은 소포체 막 안쪽의 내강(Cistern) 영역으로 방출됩니다.

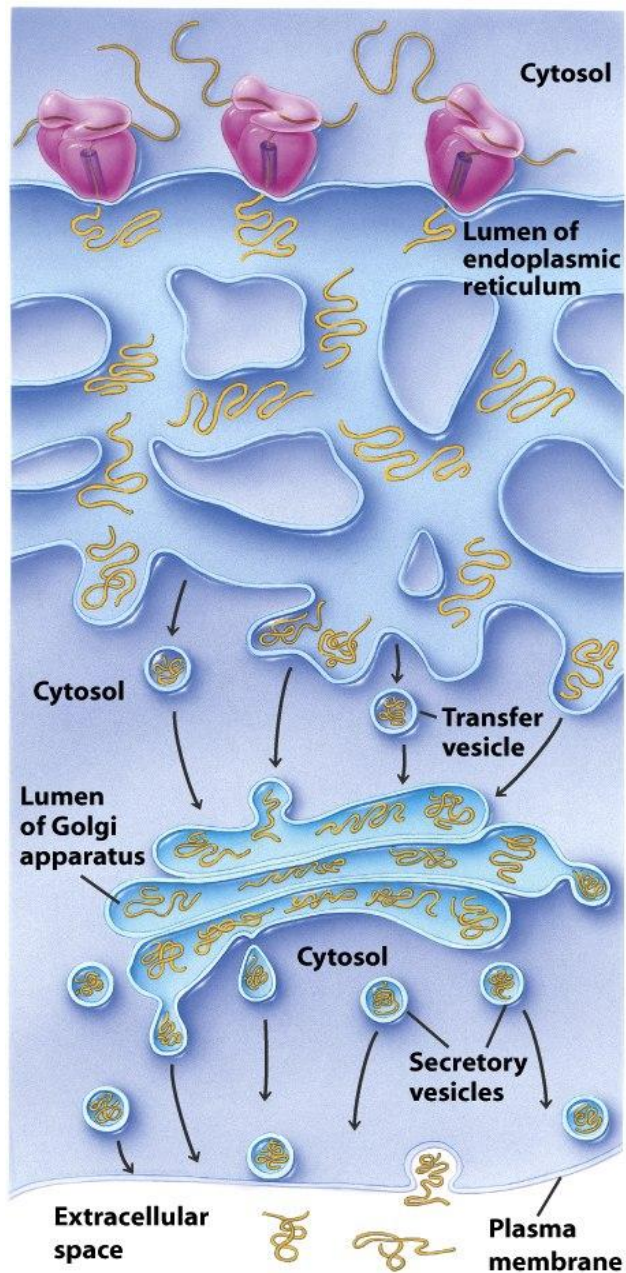
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



소포체내로 방출된 단백질은 2차,3차 구조 단백질의 형태로 접혀지며 수송소낭의 계속적인 출아와 융합과정에 의해 소포체로부터 골지체, 그리고 세포 표면으로 이동하여 각 기능에 따라 다른 목적지로 향하게 됩니다.







(b)

Secreted protein

Secretory vesicle

Golgi vesicles

Rough ER

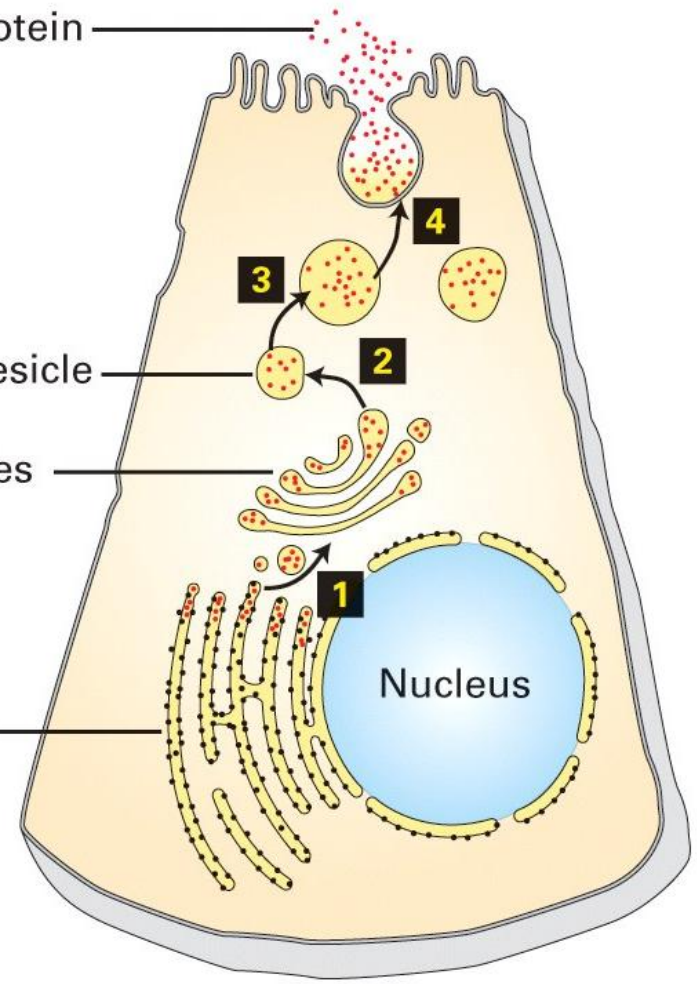
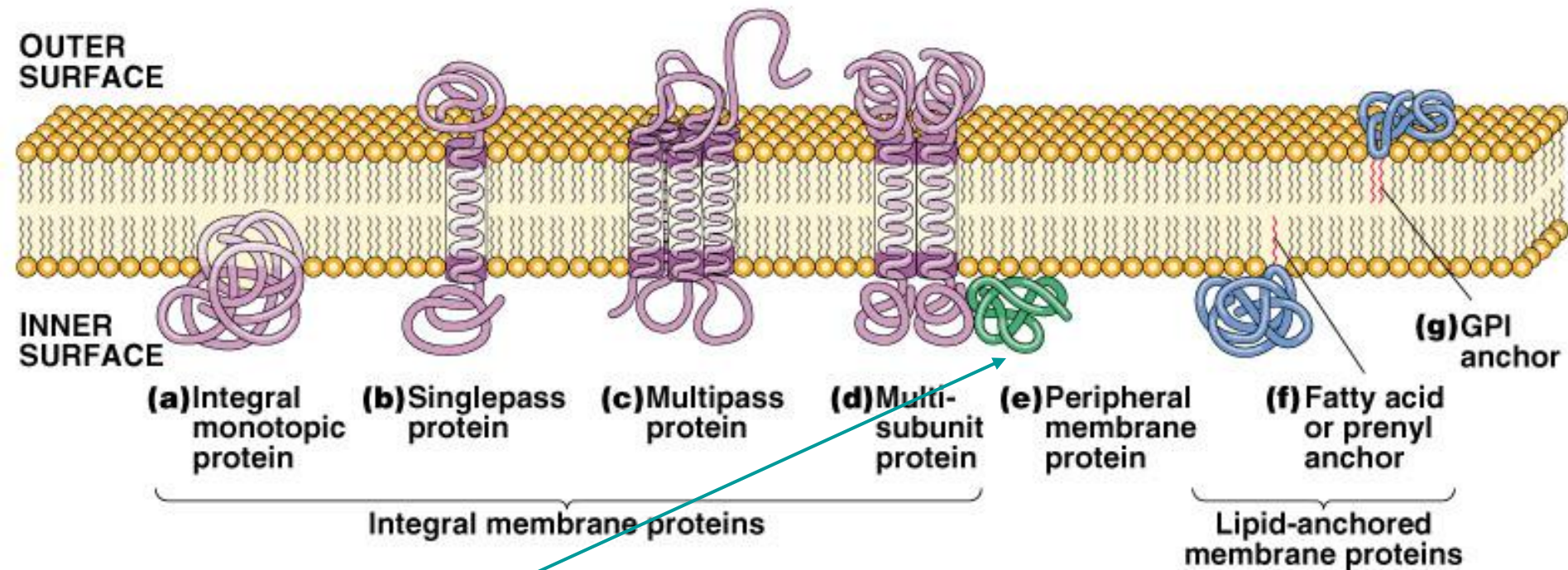


Figure 22-29 Principles of Biochemistry, 4/e  
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.



# Different modes of association

단백질의 여러가지 형태



Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Peripheral proteins were once thought to interact only with integral proteins but are now thought to interact as much with lipids





## The Inner Life of the Cell

ArdalanBiology

동영상 6개 ▾

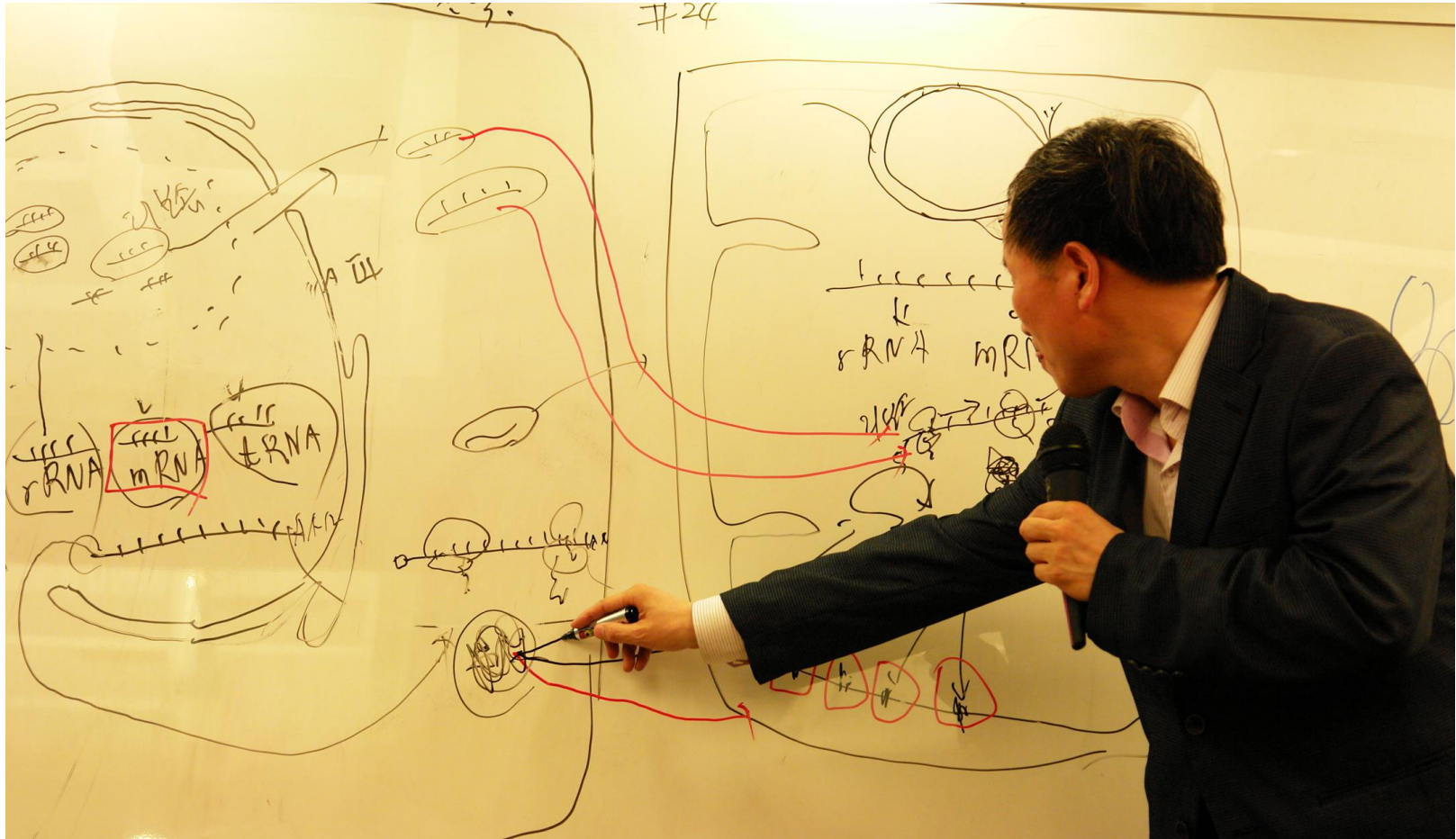
구독하기



```
<object width="640" height="385"><param name="movie"
value="http://www.youtube.com/v/Mszlckmc4Hw&hl=ko_KR&fs=1"></param><param
name="allowFullScreen" value="true"></param><param name="allowsriptaccess"
value="always"></param><embed src="http://www.youtube.com/v/Mszlckmc4Hw&hl=ko_KR&fs=1"
type="application/x-shockwave-flash" allowscriptaccess="always" allowfullscreen="true" width="640"
height="385"></embed></object>
```



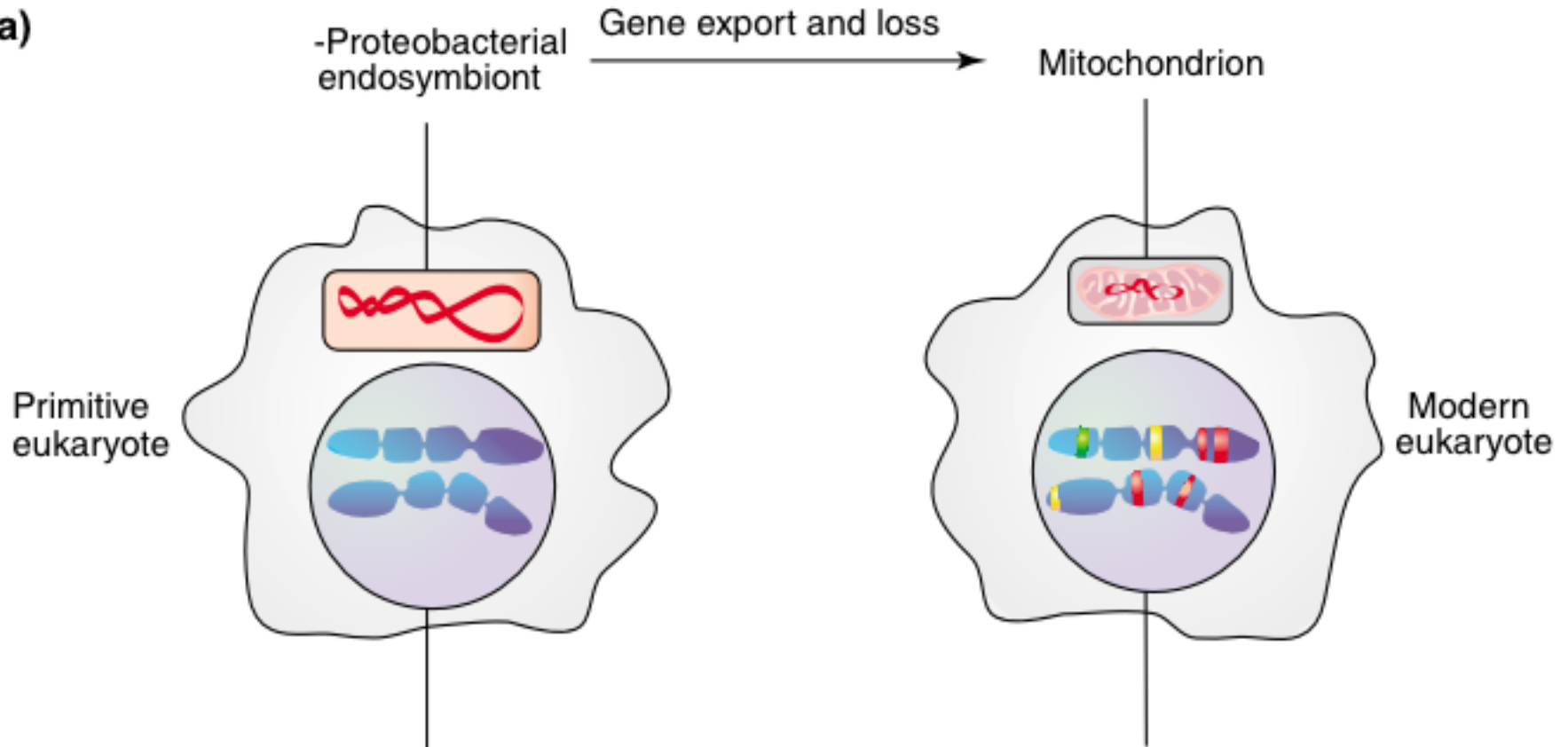
## 핵심기억-#24 : 핵과 미토콘드리아 단백질의 협연



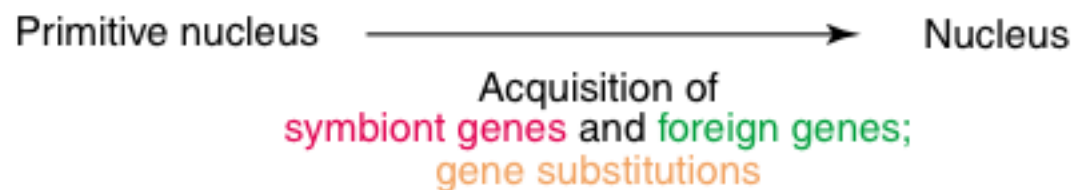
생명현상은 커다란 강물처럼 흐르는 하나의 사이클이며, 세포의 게놈과 미토콘드리아의 게놈 사이의 협연이라고 할 수 있습니다. 미토콘드리아에서는 ATP를 만들고, 그 ATP를 만들때 필요한 단백질은 숙주세포에서 만들어서 공급해주며, 만들어진 ATP는 다시 세포의 단백질을 만드는데 사용되어지는 정보와 에너지의 끊임없는 교류현상인 것입니다.

초기 진핵세포에 잡아먹혀 있던 프로테오박테리아는 자신이 가지고 있던 대부분의 유전자 (90% 이상)를 세포의 핵으로 넘겨주고 공생관계를 이루어 오늘날의 진핵세포내 미토콘드리아로 진화되므로써 세포와 운명을 같이 하는 관계로 진화되어왔습니다.

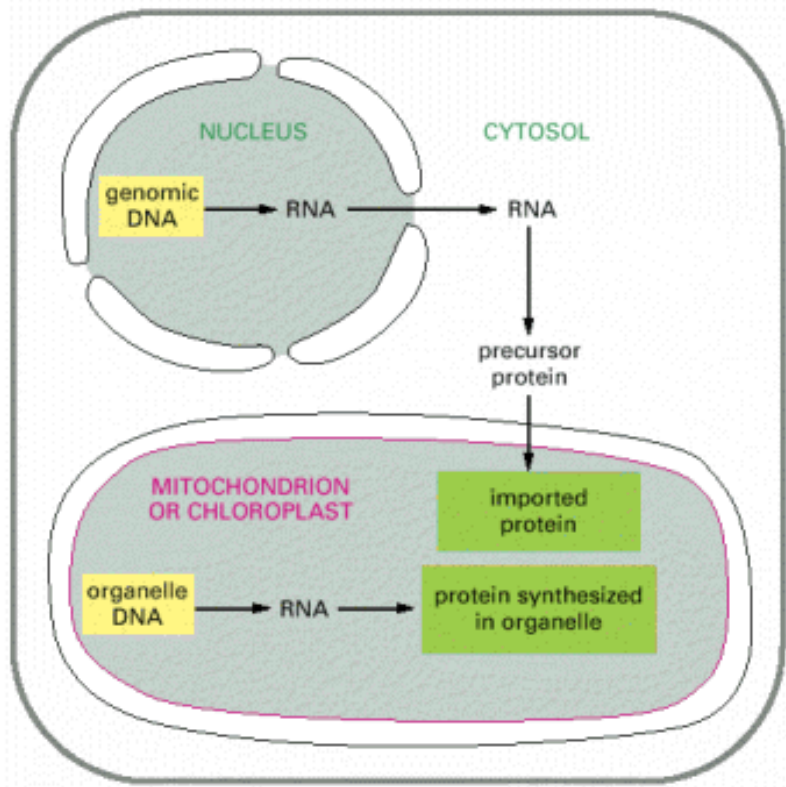
(a)



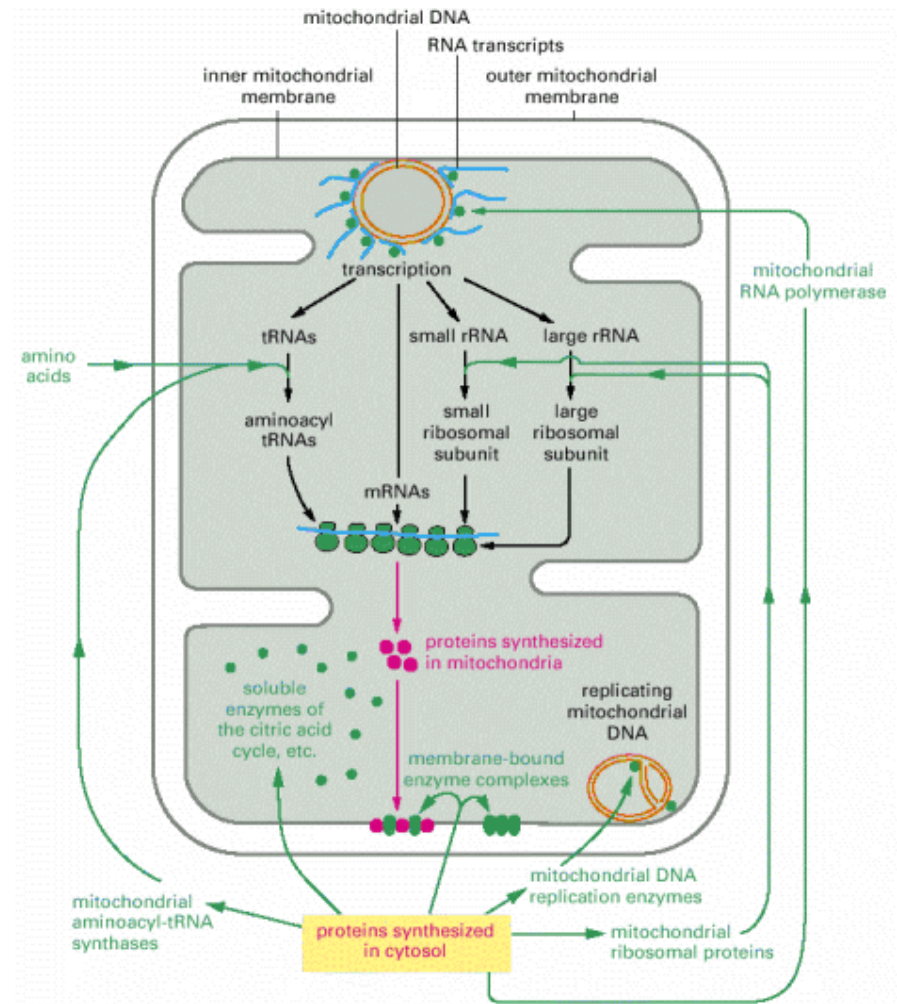
(b)



# Coordination of nuclear and mitochondrial genetic systems



Copyright © 2007 Dr. Salme Taagepera, All rights reserved.



**Mitochondria are NOT "self-sufficient":**

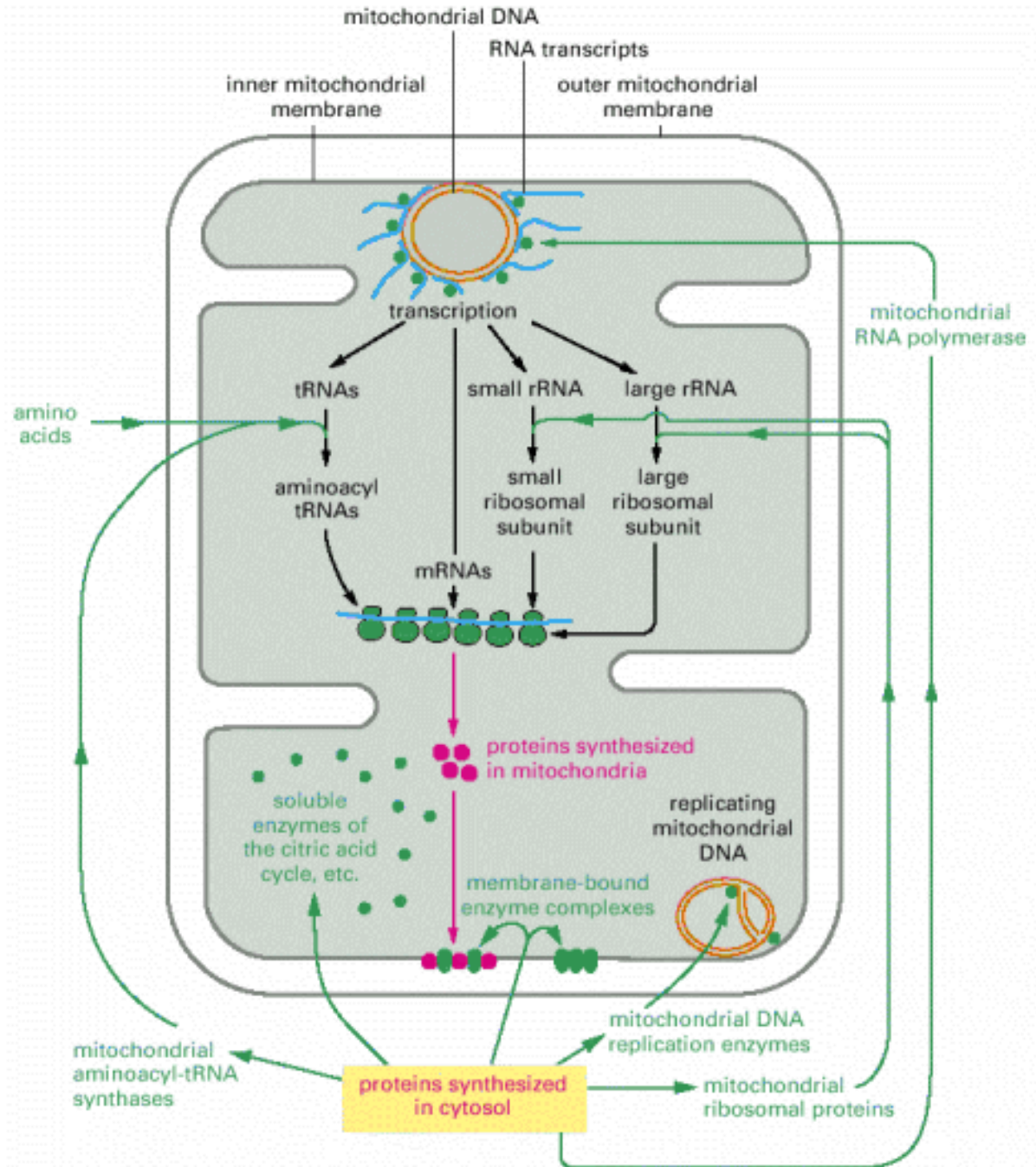
- Their function depends on proteins that are encoded by the nuclear DNA and that are imported from the cytosol into mitochondria.



미토콘드리아는 별도의 독립된 생명체로서 동일한 유전자의 복제, 전사, 번역이 일어 납니다.

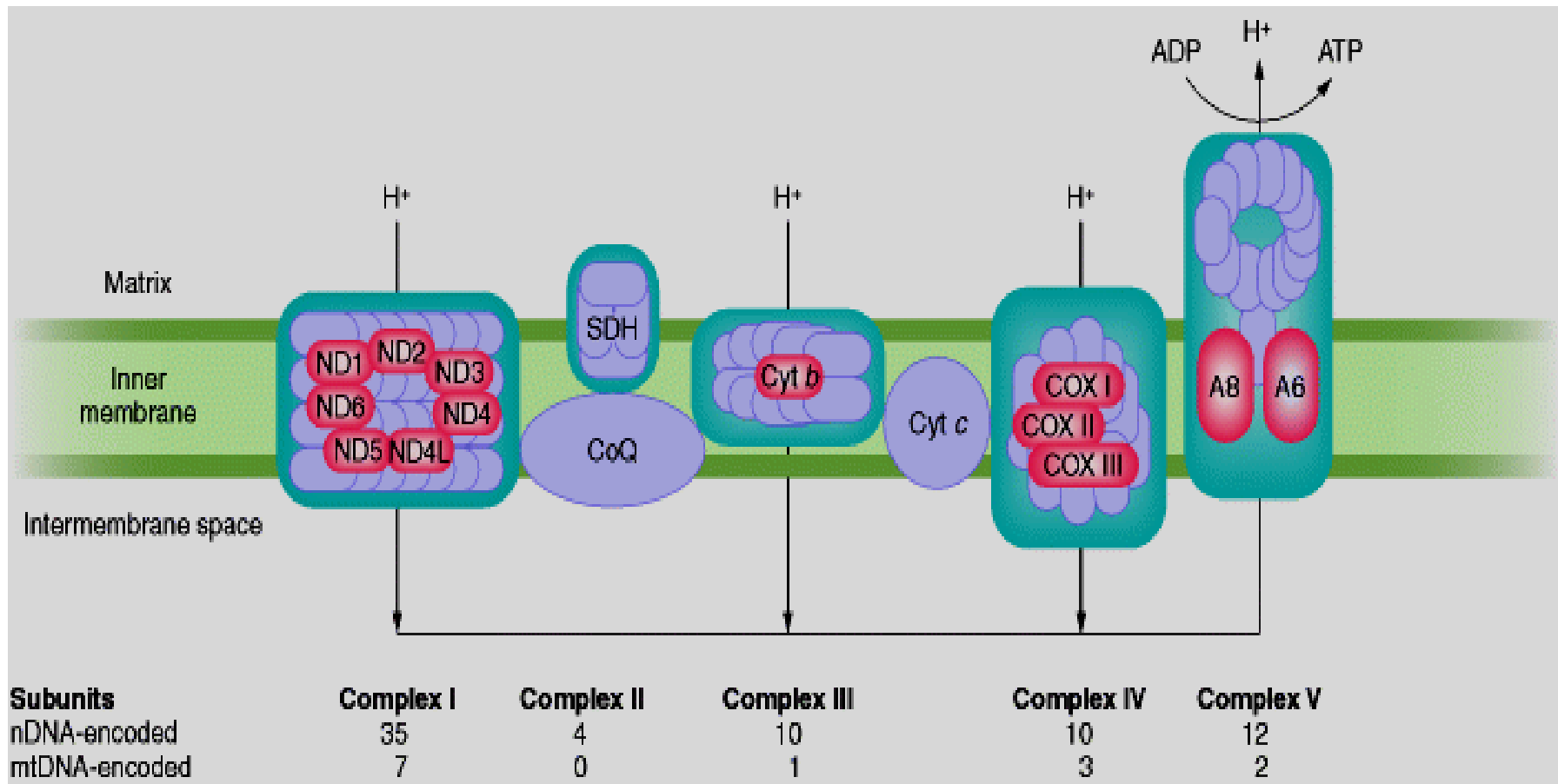
원형의 2중막으로 된 DNA를 전사하여 rRNA, tRNA, mRNA가 합성되어 지고 다시 번역과정을 거쳐 단백질이 합성되어 지는데, 다만 박테리아의 전사 과정에서는 splicing등 RNA processing 절차가 없이 곧바로 전사와 번역이 동시에 이뤄지는 차이가 있습니다.

합성된 단백질은 내막에 있는 전자전달계로 이동하여 핵에서 만들어진 단백질과 결합하여 각 복합체를 구성 하게 됩니다.



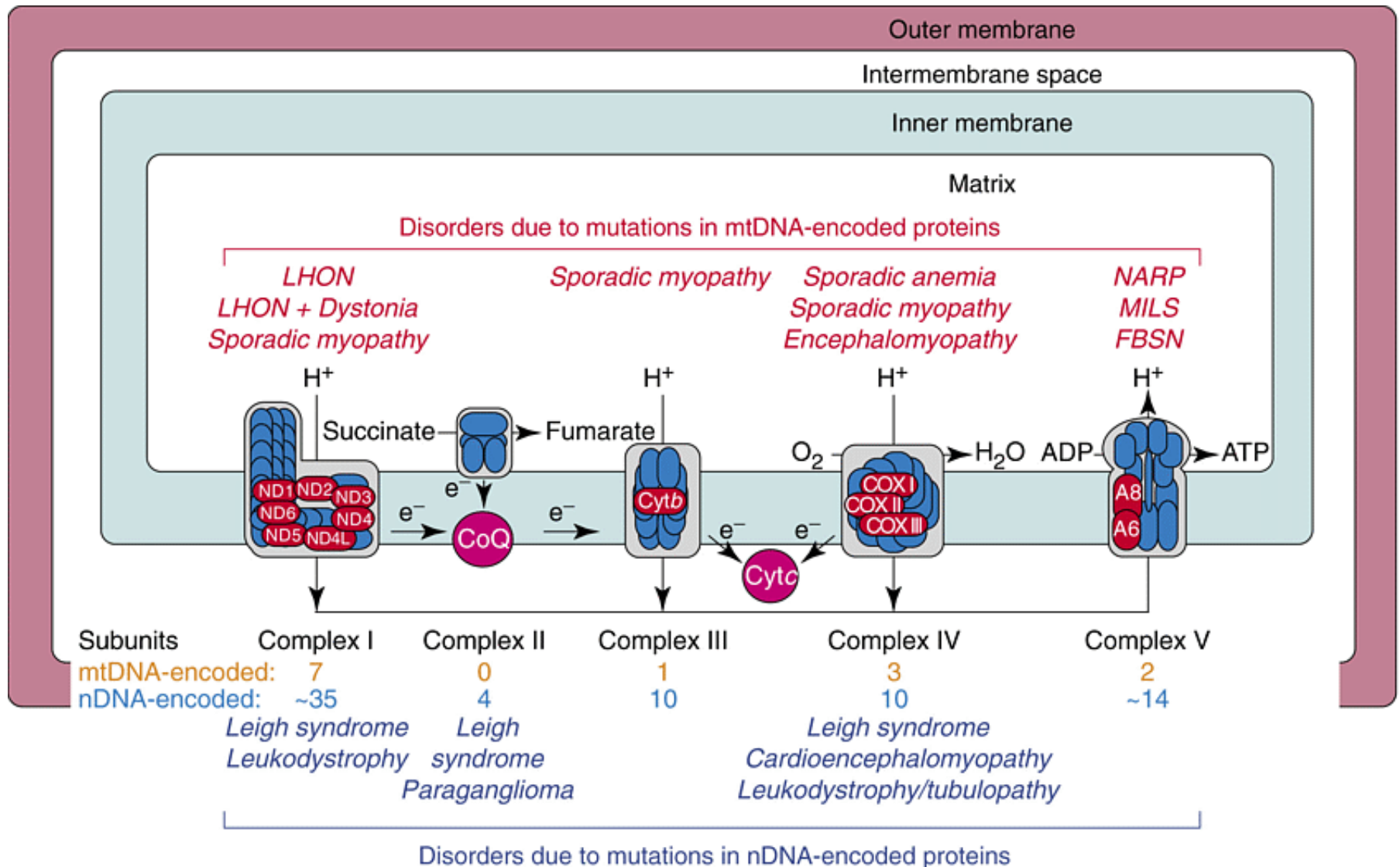
# Two-way Communication and Coordination between Two Genomes

Coordinated Expression of Proteins by Genes in Both Nuclear and the Mitochondrial Genome



미토콘드리아 전자전달계의 여러 복합체를 이루는 소단위체의 단백질은 핵의 유전자로부터 합성된 단백질과 미토콘드리아 자체가 만들어낸 유전자의 상호 결합으로 구성되어 집니다. 위 그림에서 보면 각 복합체를 구성하는 단백질 중 미토콘드리아의 DNA로부터 합성된 단백질은 13개(15%)인데 비해 핵의 DNA로부터 생산된 단백질이 무려 71개(85%)로 훨씬 많은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있습니다.

# Mitochondrial diseases in humans



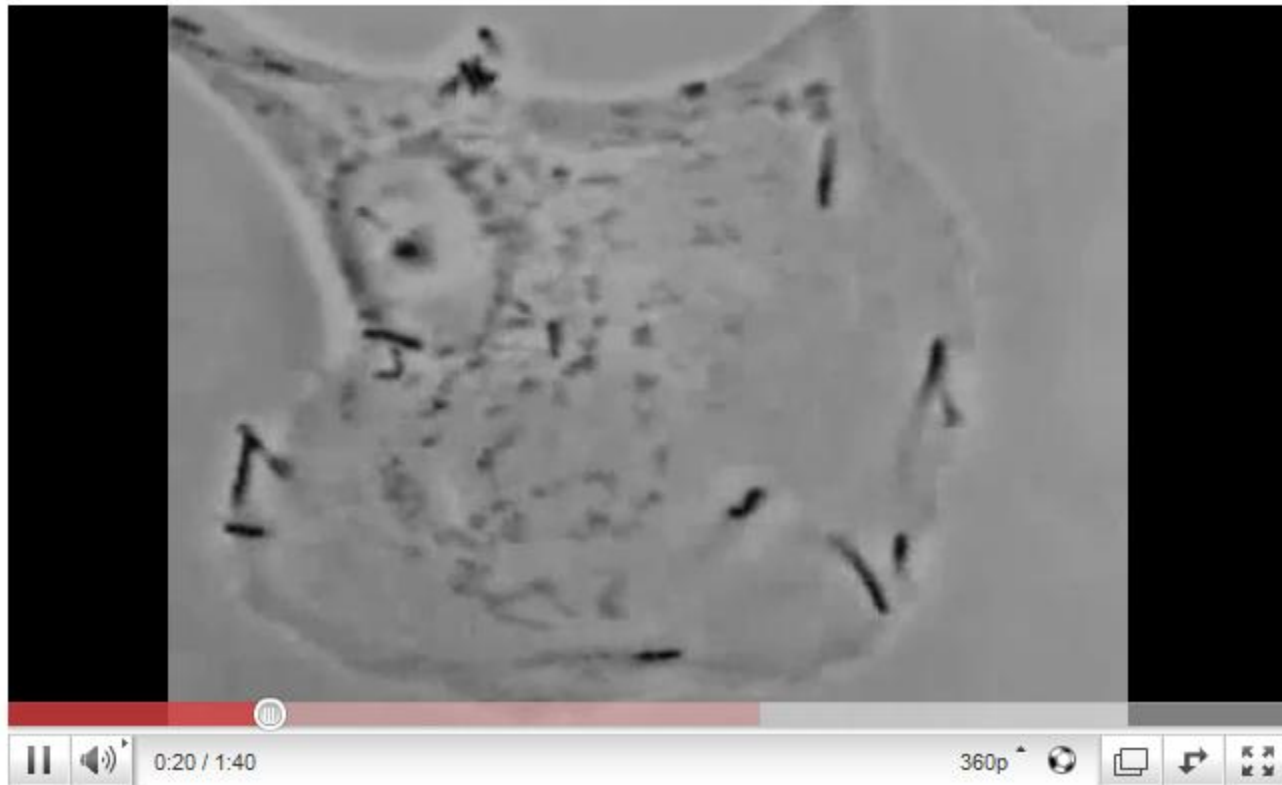


## Listeria Parasites

garlandscience

동영상 163개

구독하기



```
<object width="480" height="385"><param name="movie"
value="http://www.youtube.com/v/40PgA0GaAwY&hl=ko_KR&fs=1"></param><param
name="allowFullScreen" value="true"></param><param name="allowscriptaccess"
value="always"></param><embed src="http://www.youtube.com/v/40PgA0GaAwY&hl=ko_KR&fs=1"
type="application/x-shockwave-flash" allowscriptaccess="always" allowfullscreen="true" width="480"
height="385"></embed></object>
```









