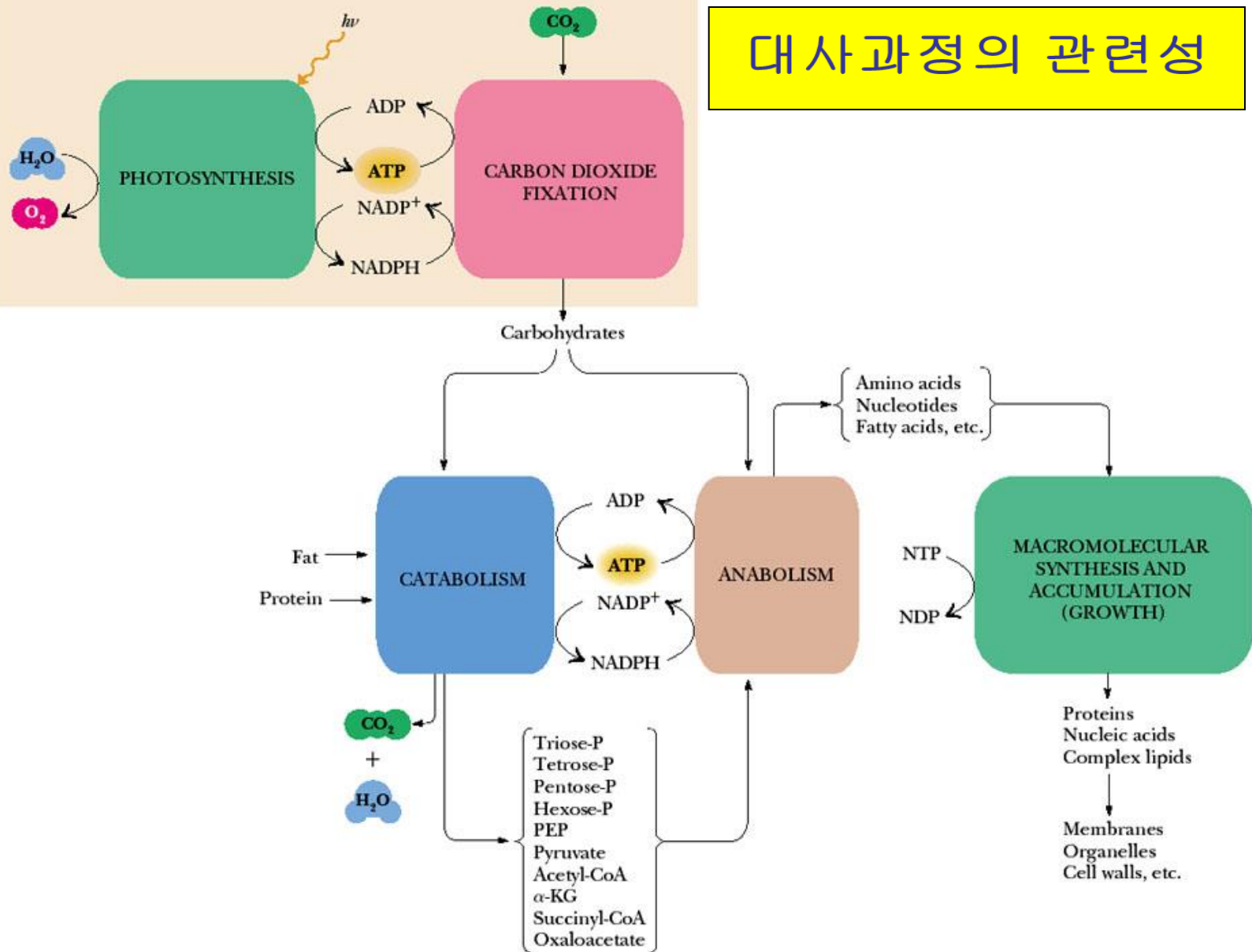




# 대사과정의 관련성



# TCA cycle plays a central role in metabolism

- Catabolism of nutrients
- Anabolism of nutrients
- Relationship between individual metabolic pathways and the TCA cycle

다음 물질은 어떤 대사경로를 연결하는가?

- Acetyl CoA
- Glucose-6-인산
- 시트르산
- 피루브산
- 알파-케토글루타르산

생화학과 영양학은 관련되어 있다

- Nutrition is related to physiology as well as to biochemistry

## 영양소 필요량 산정

- 정상인의 영양요구량
- 질환의 종류
- 체내 영양소 보유 능력
- 피부, 소변 또는 장관을 통한 영양소 손실량
- 약물과 영양소와의 상호작용
- 여러가지 영양소간의 상호작용

## 한국인의 영양섭취기준

- **KDRIs (Dietary Reference Intakes for Koreans) : 한국인 영양섭취기준**
- **RDA (Recommended Dietary Allowance) : 영양권장량**

## 영양섭취기준의 예 (성인)

영양소		남자(173cm, 65.8kg)				여자 (160cm, 56.3kg)			
		EAR	RI	AI	UL	EAR	RI	AI	UL
다 량 영 양 소	에너지 (kcal)	2,600				2,100			
	단백질 (g)	45	55			35	45		
	식이섬유 (g)			31				25	
	수분 (ml)			2,700				2,100	
	탄/단/지 에너지섭취비율	55 ~ 70% : 7 ~ 20% : 15 ~ 25%				55 ~ 70% : 7 ~ 20% : 15 ~ 25%			
	n-6 지방산 (%) n-3 지방산 (%)	4 ~ 8% 0.5 ~ 1.0%				4 ~ 8% 0.5 ~ 1.0%			



## 영양섭취기준의 구성 및 특성

- ❖ 평균필요량 (EAR) : *Estimated Average Requirement*  
건강한 사람들의 일일 영양필요량의 중앙값
- ❖ 권장섭취량 (RI) : *Recommended Intake*  
- 평균필요량(EAR) + 표준편차의 2배(2SD)  
$$RI = EAR + 2SD_{\text{requirement}}$$
  
Assumes normal distribution  
- SD를 확실히 알지 못할 때 CV=10%로 가정  
$$RI = EAR + 2(EAR \times 0.1) = 1.2 \text{ EAR}$$

❖ **충분섭취량 (AI) : *Adequate Intake***

- 평균필요량에 대한 정보가 부족한 경우
- 건강한 사람들의 영양섭취량을 토대로 정함

❖ **상한섭취량 (UL) : *Tolerable Upper Intake Level***

인체 건강에 유해영향이 나타나지 않는 최대 영양소  
섭취수준

# 비타민의 기능

**Table 24.2**

**Vitamins: Chemical and Biochemical Facts**

Vitamin	Metabolic Function	Reference
<b>Water-Soluble</b>		
B <sub>1</sub> (thiamine)	Aldehyde transfer, decarboxylation in alcoholic fermentation and citric acid cycle	Sections 17.4, 19.3
B <sub>2</sub> (riboflavin)	Oxidation–reduction reactions, especially in citric acid cycle and electron transport	Sections 19.3, 20.2
B <sub>6</sub> (pyridoxine)	Transamination reactions, especially of amino acids	Section 23.4
Niacin (nicotinic acid)	Oxidation–reduction reactions, found in many metabolic processes	Sections 17.3, 19.3, 20.2
Biotin	Carboxylation reactions in carbohydrate and lipid metabolism	Sections 18.2, 21.6
Pantothenic acid	Acyl transfer in many metabolic processes	Sections 15.7, 21.6
Folic acid	One-carbon group transfer, especially in nitrogen-containing compounds	Sections 23.4, 23.11
C (Ascorbic acid)	Hydroxylates collagen	Biochemical Connections box, p. 443.
Lipoic acid (?) (It has been questioned whether lipoic acid is a vitamin.)	Acyl transfer, oxidation–reduction	Section 19.3
<b>Lipid-Soluble</b>		
A	Isomerization mediates visual process	Section 8.7
D	Regulates calcium and phosphorus metabolism, especially in bone	Section 8.7
E	Antioxidant	Section 8.7
K	Mediates protein modification required for blood clotting	Section 8.7

# Food Guide Pyramid

A guide to daily food choices

미국 식품피라미드

Fats, Oils, and Sweets  
Use sparingly

Milk, Yogurt,  
& Cheese  
Group  
2-3 Servings

Meat, Poultry, Fish,  
Dry Beans, Eggs,  
& Nuts Group  
2-3 Servings

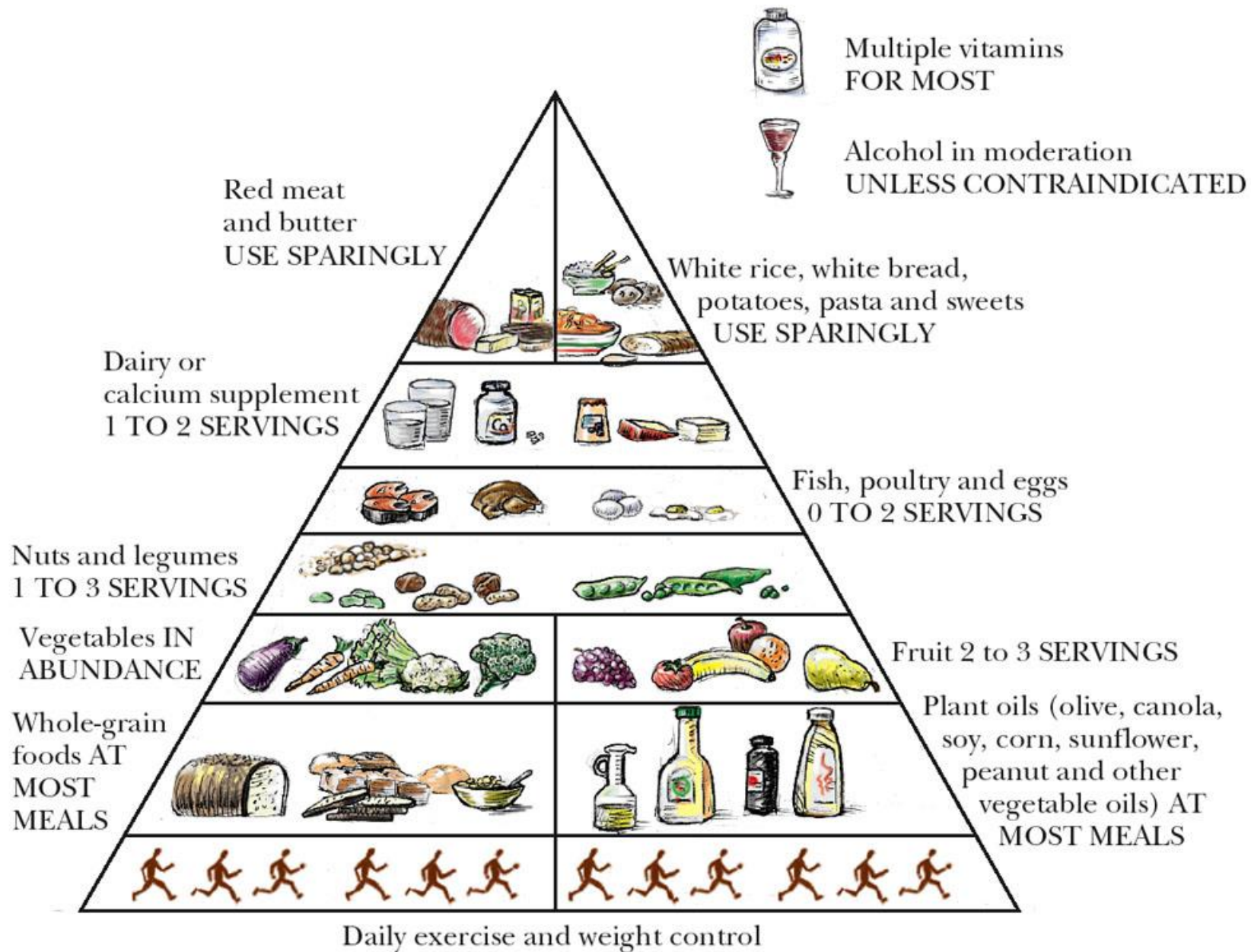
Vegetable  
Group  
3-5 Servings

Fruit Group  
2-4 Servings

Bread, Cereal,  
Rice, & Pasta  
Group  
6-11 Servings

## Key

- Fat (naturally occurring and added)
  - △ Sugars (added)
- These symbols show fats, oils, and added sugars in foods.



# Mediterranean Diet Pyramid

A few times per month  
(or somewhat more often  
in very small amounts)

Red meat

Sweets

Eggs

A few times per week

Poultry

Fish

Cheese and yogurt

Olive oil (variable amounts)



Regular physical  
activity



Wine in  
moderation  
(optional)

Fruits

Vegetables

Daily

Beans,  
other  
legumes,  
and nuts

Bread, pasta, rice, couscous,  
polenta, bulgur, other grains, and potatoes

# The Traditional Healthy Vegetarian Diet Pyramid

Daily Beverage Recommendations:

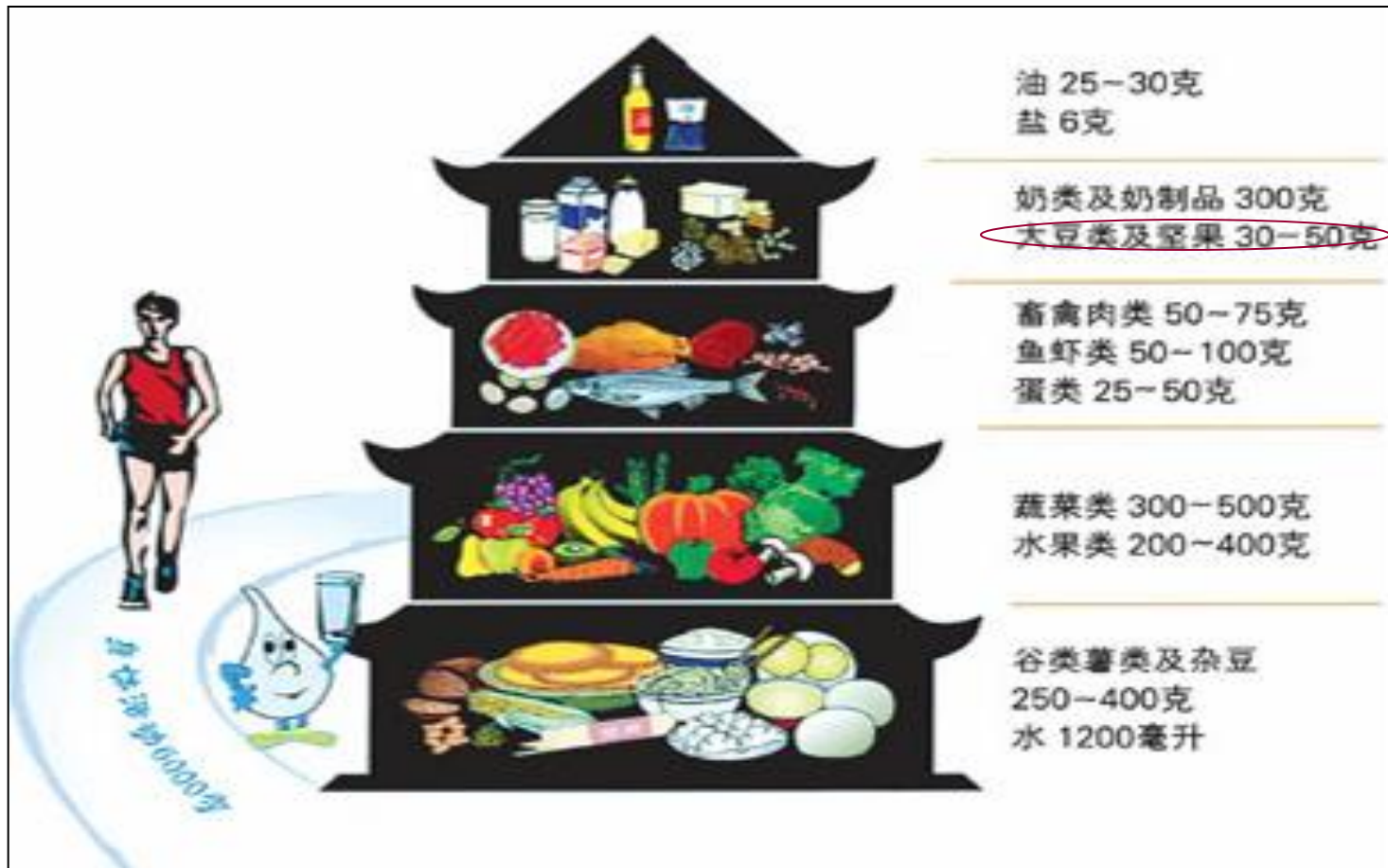
6 Glasses of Water



Alcohol in moderation



# Chinese Food Pagoda



Soy and nuts are on the 4<sup>th</sup> floor, recommended to eat 30-50g serving. The pagoda was recently updated to include the water droplet and the exercising man.



# 한국 식품구성탑

기초식품군

지방군  
칼슘군

단백질군

비타민, 무기질군

당질군

유지 및 당류

우유 및 유제품

고기, 생선, 계란 및  
콩류

채소 및 과일류

곡류 및 전분류



# 한국인을 위한 식생활 지침

- 곡류, 채소, 과일류, 어육류, 유제품 등 다양한 식품을 섭취하자
- **짠 음식을 피하고 싱겁게 먹자**
- 건강 체중을 위해 활동량을 늘리고 알맞게 섭취하자
- **식사는 즐겁게 하고 아침을 꼭 먹자**
- **술을 마실 때는 그 양을 대폭 제한한다**
- 음식은 위생적으로 꼭 필요한 만큼 준비하자
- **밥을 주식으로 하는 우리 식생활을 즐기자**

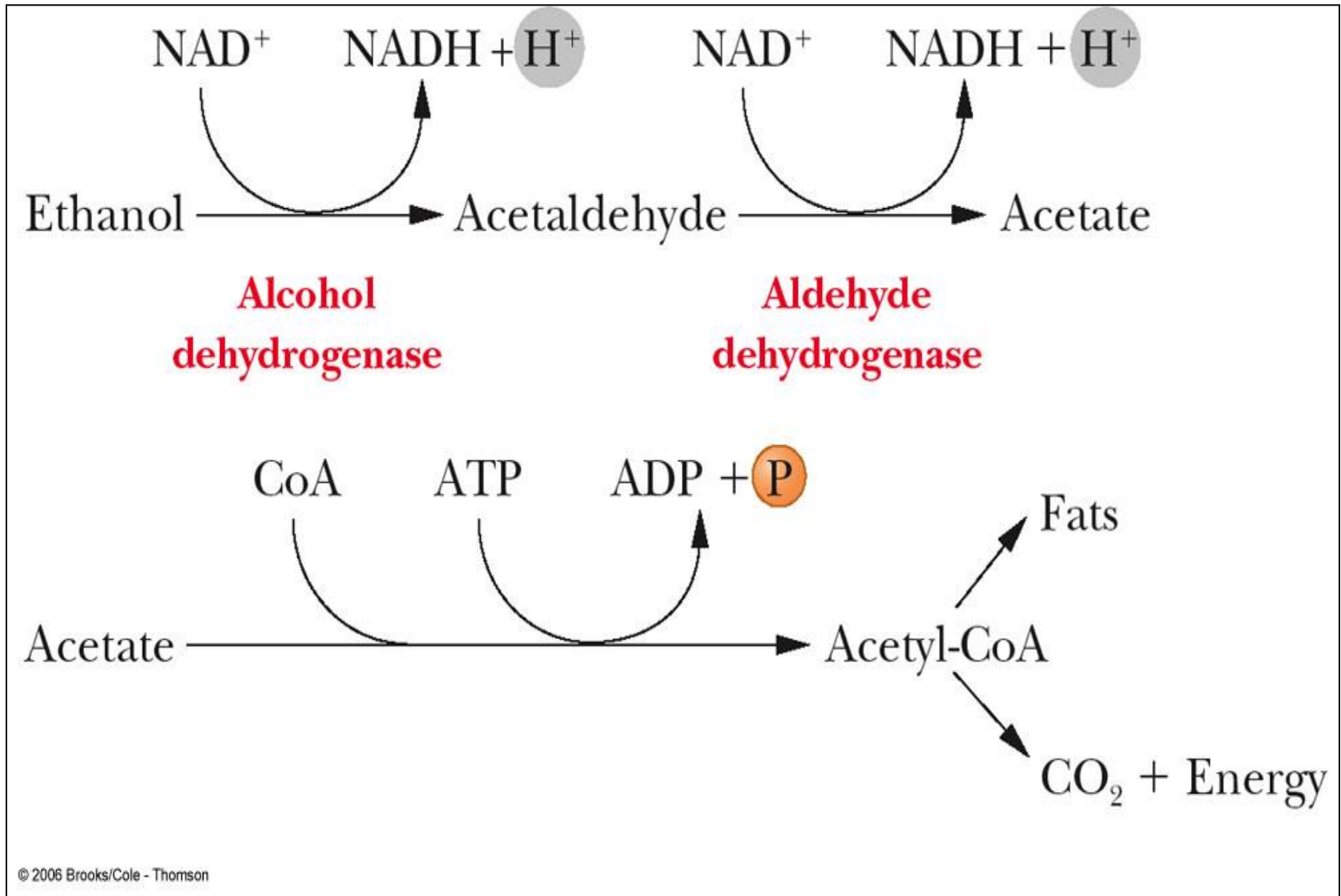
## 알코올 독약인가? 기호식품인가?

- Ethanol is teratogen.(기형을 유발하는 물질)
- No safe level of alcohol during pregnancy
- Empty calories without nutrients
- Fetal alcohol syndrome
- Ethanol은 enkephalin의 합성을 방해한다

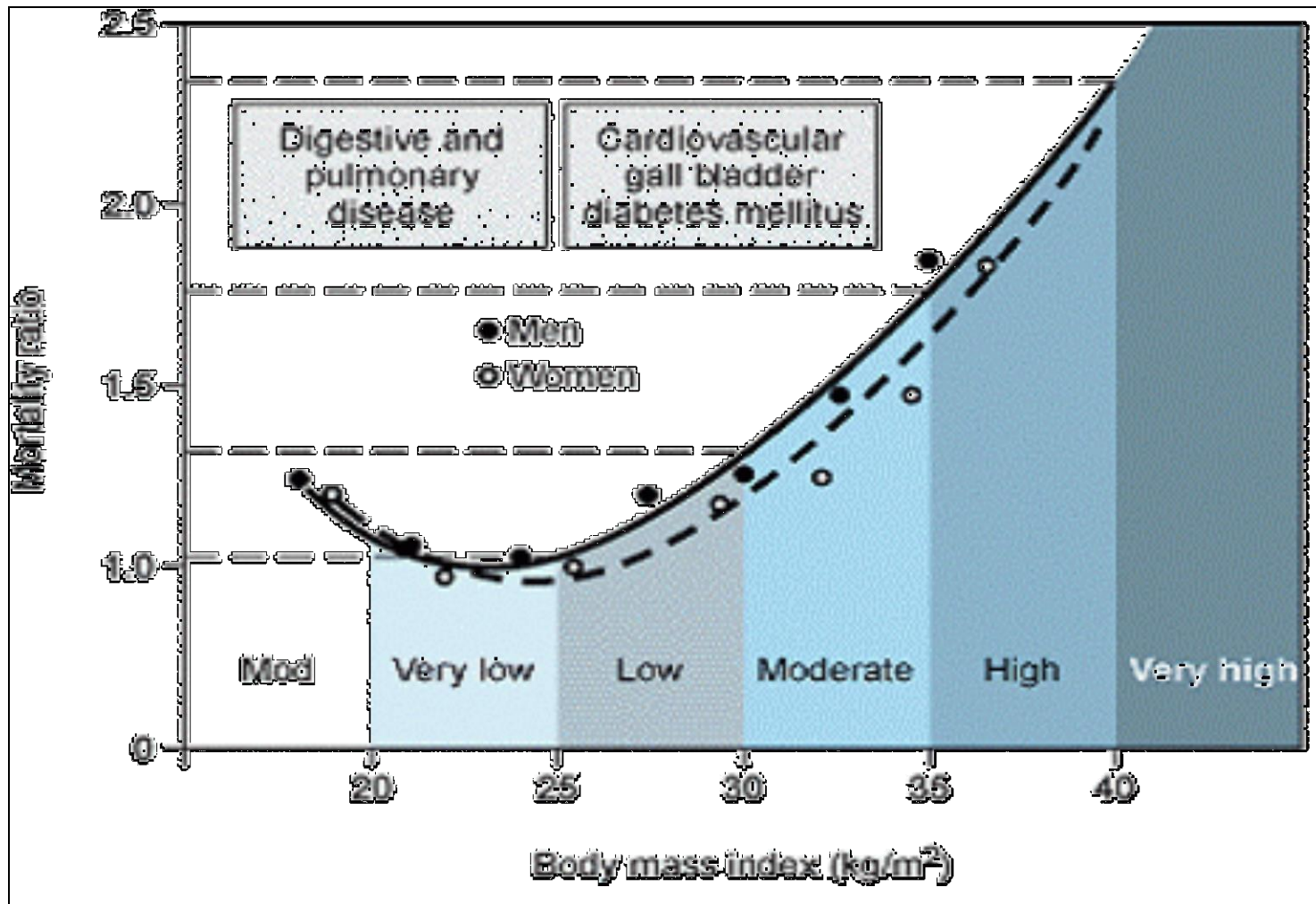
뇌 통증완화제

숙취현상은 enkephalin의 부족으로 인함

# 알코올 대사



# 비만도와 생활습관병과의 관계

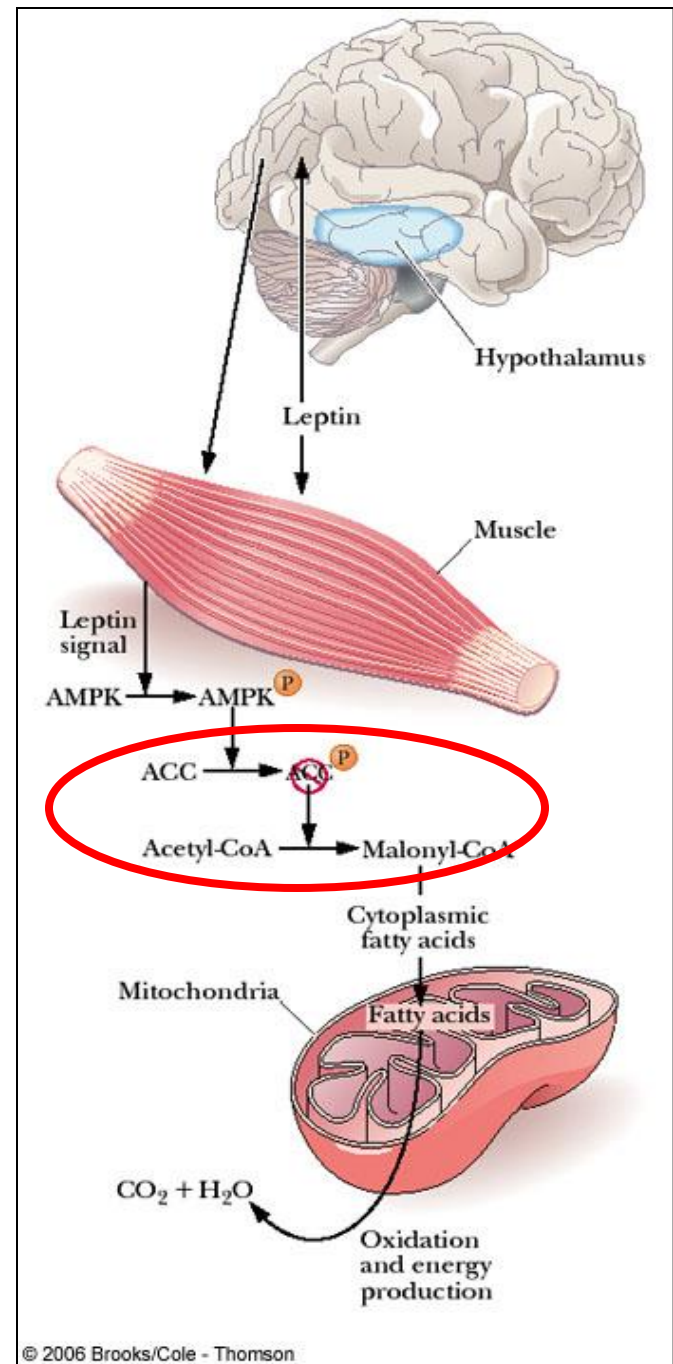


## 비만과 leptin

- Leptin- obesity(ob) gene에 의해 생성되는 단백질 (16,000 Da)
- Leptin은 식욕을 억제하고 활동을 증가시켜 체중 감소효과 유발
- Leptin은 지방산의 산화와 근육세포에 의한 포도당유입을 촉진, 지방의 합성을 억제
- Leptin은 신경계(시상하부)에 직접 작용하여 식욕 조절

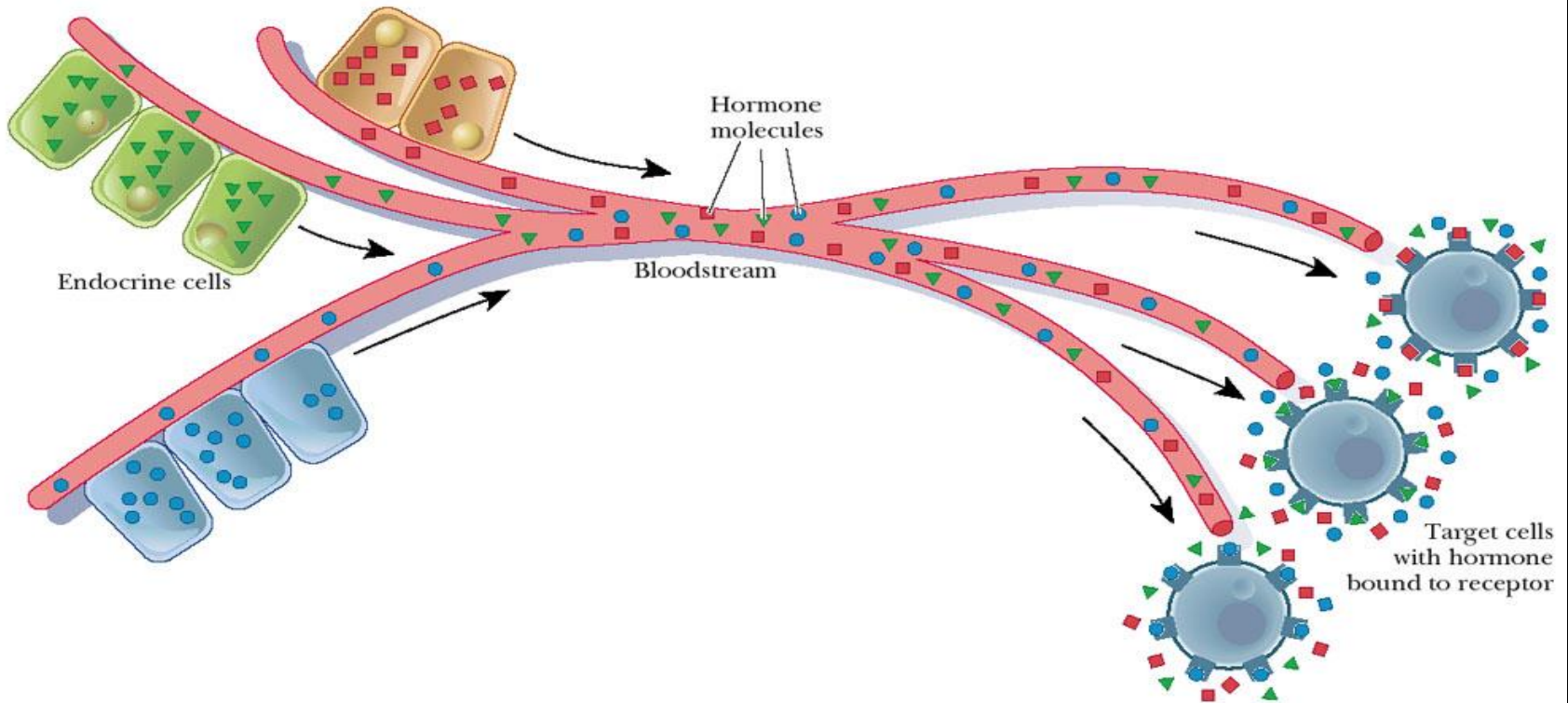
# Leptin의 작용기작

- 렙틴은 지방산 합성속도를 조절하는 효소인 ACC (acetyl CoA carboxylase) 활성을 억제하여 지방산 합성을 방해한다.



# 호르몬이란?

내분비선에서 합성되어 혈류를 통해 이동되며  
다른 장기에 작용을 나타내는 화학물질





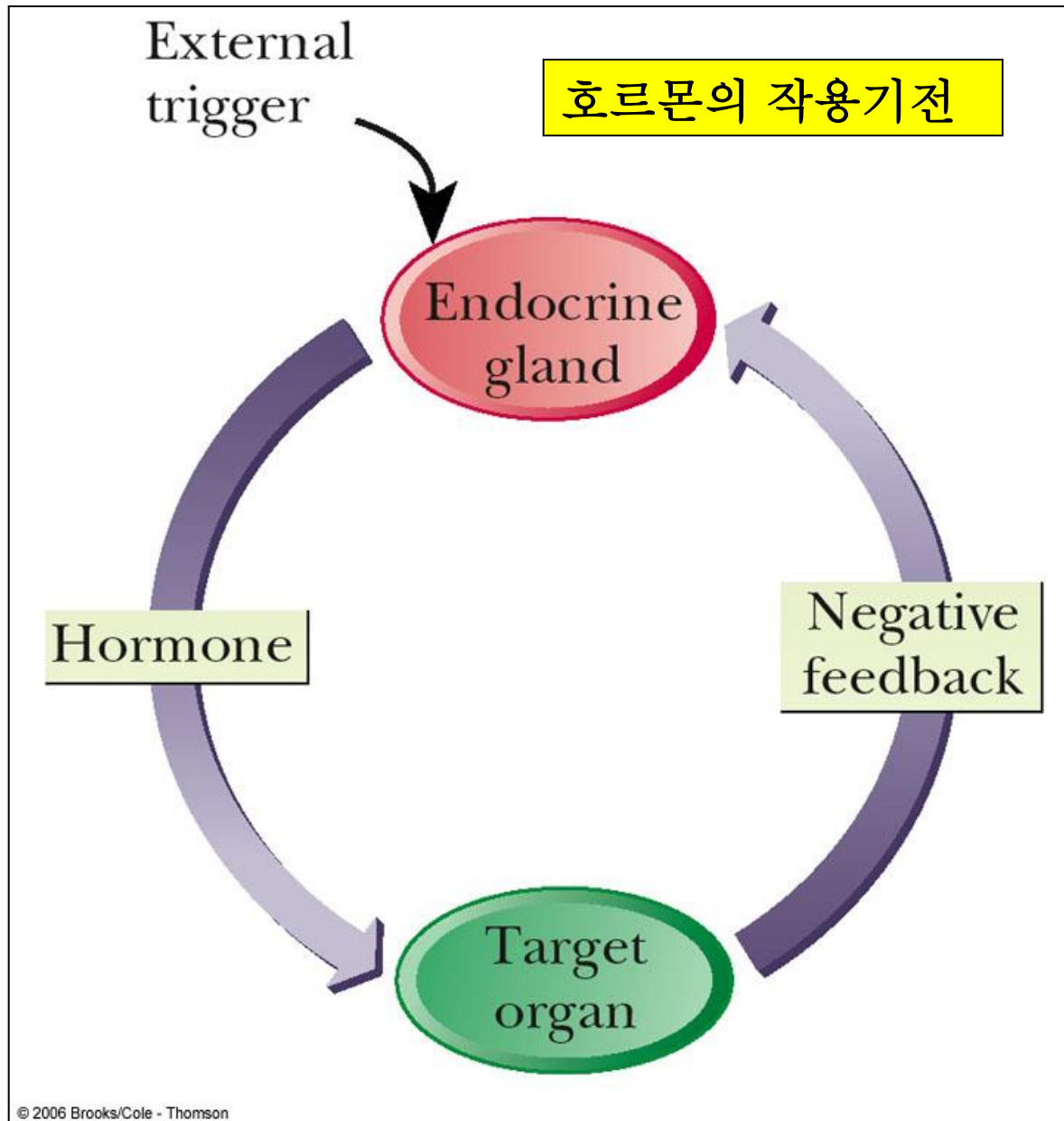


Fig. 24-6, p.671

# Local Hormone

- 최근 합성되는 조직에서도 작용하는 local hormone이 규명됨

예 : 신경전달물질

(catecholamine, acetylcholine, dopamine)

Prostaglandins (PG) 등

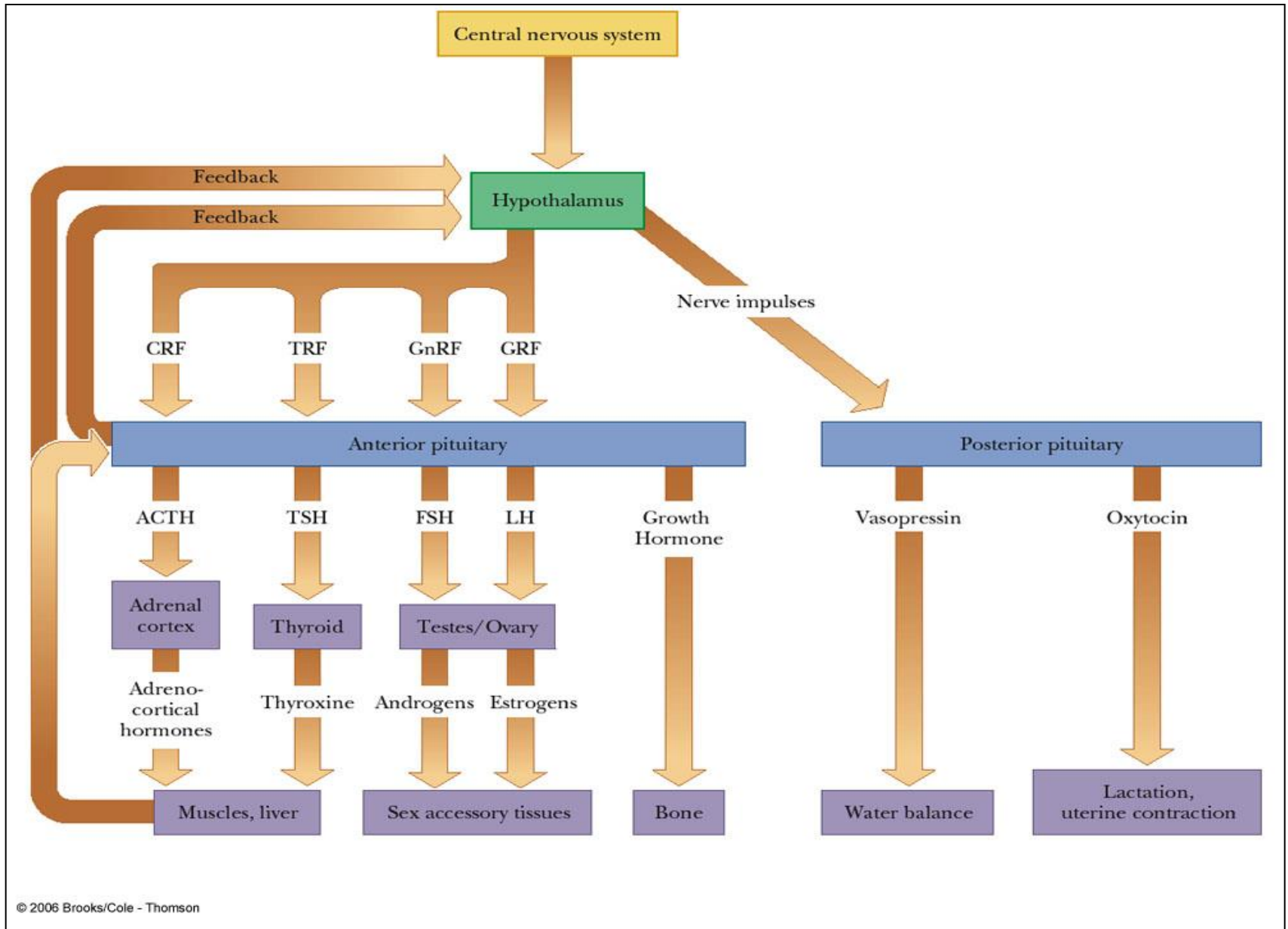
## 호르몬의 기능

- Homeostasis 유지---- the balance of biological activities in the body  
예: 혈당 유지 (인슐린과 글루카곤)
- Aids in growth and development  
예: 성장호르몬, 성호르몬

## 호르몬의 분류

- ① 단백질 ---- insulin, glucagon
- ② polypeptide, amino acid  
---thyroxine, epinephrine
- ③ steroid --- estrogen, corticoid

# 호르몬의 계보



# 호르몬의 작용기전

- ① 지용성 호르몬 : 표적세포 (핵, 세포질)
- ② 수용성 호르몬 : 제 2 전령에 따라
  - ㉠ **cyclic AMP**  
G protein- adenylate cyclase
  - ㉡ **Ca<sup>+</sup> + 과 PIP<sub>2</sub> (phosphatidyl inositol)**  
phospholipase C  
protein kinase C  
Ca-calmodulin complex 관여

# 지용성 호르몬의 작용기전

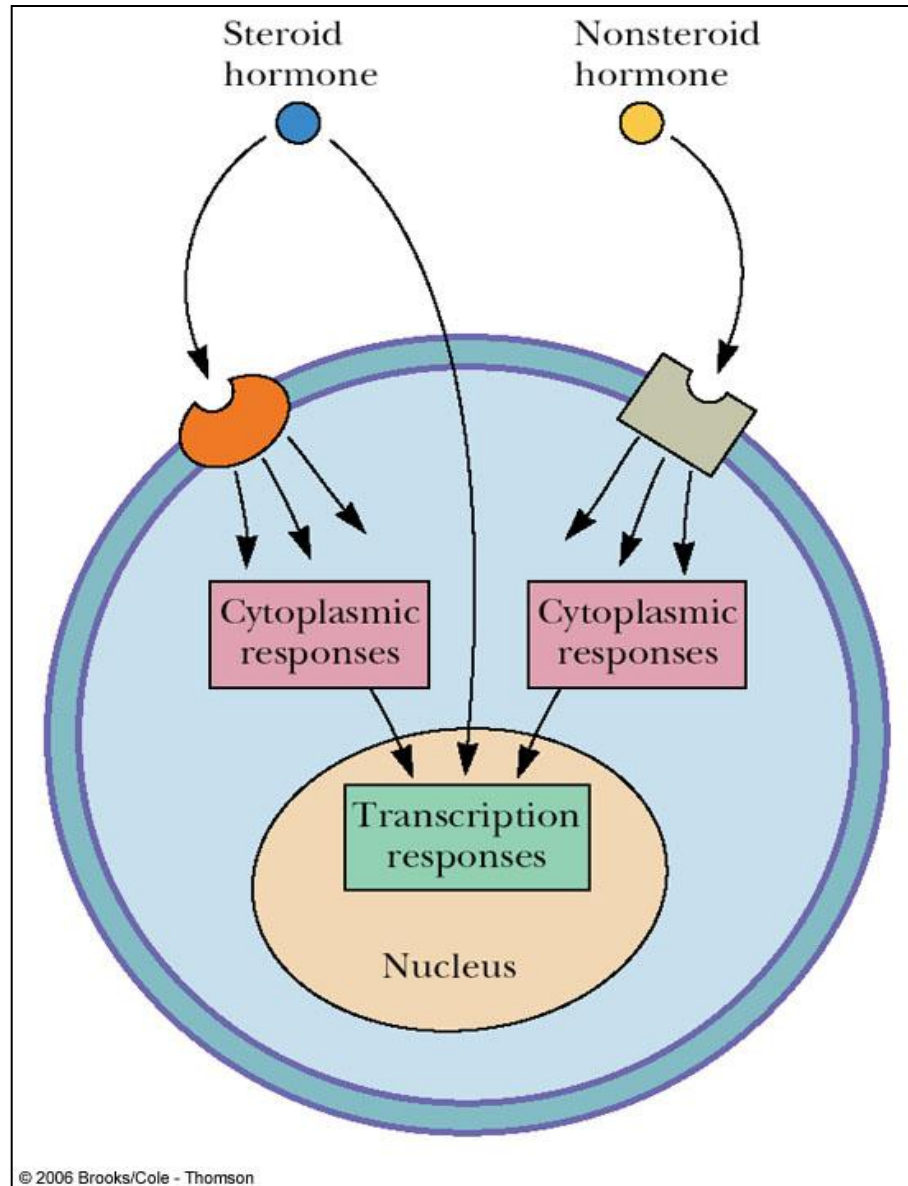
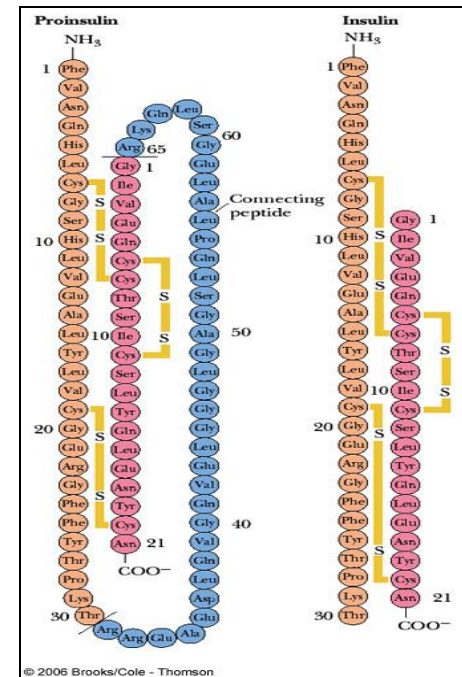
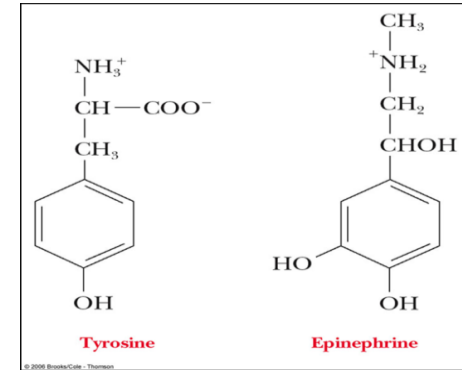


Fig. 24-8, p.674

# 수용성 호르몬의 작용기전

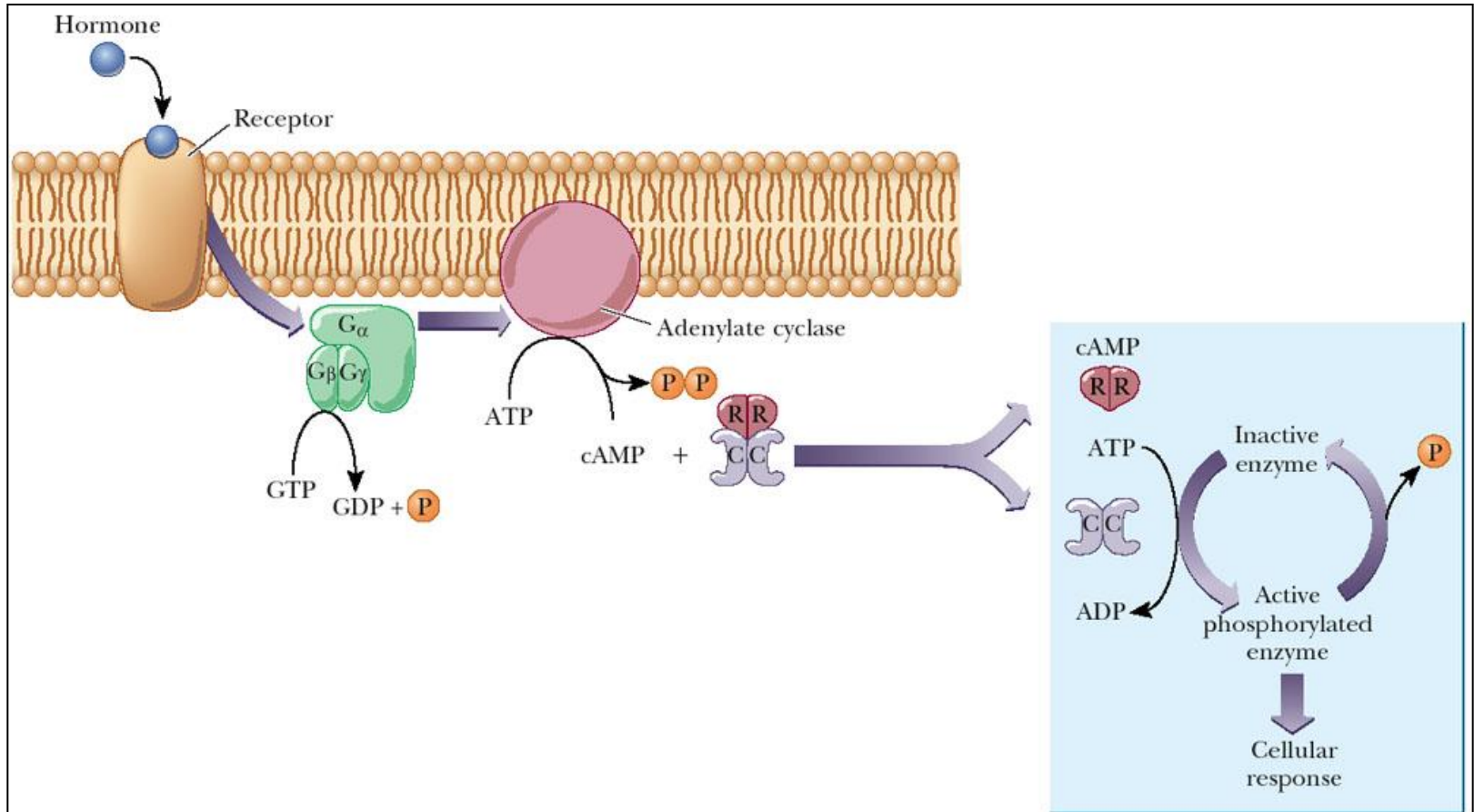
- 당질대사 조절 호르몬
  - 글루카곤
  - 인슐린
  - 에피네프린

- 글루카곤 : 췌장에서 분비, 간에 작용
- 에피네프린: 부신에서 분비, 근육에 작용  
→ 혈당을 높이는 기능
- 인슐린 : 췌장에서 분비, 근육, 지방조직에 작용  
→ 혈당을 낮추는 기능



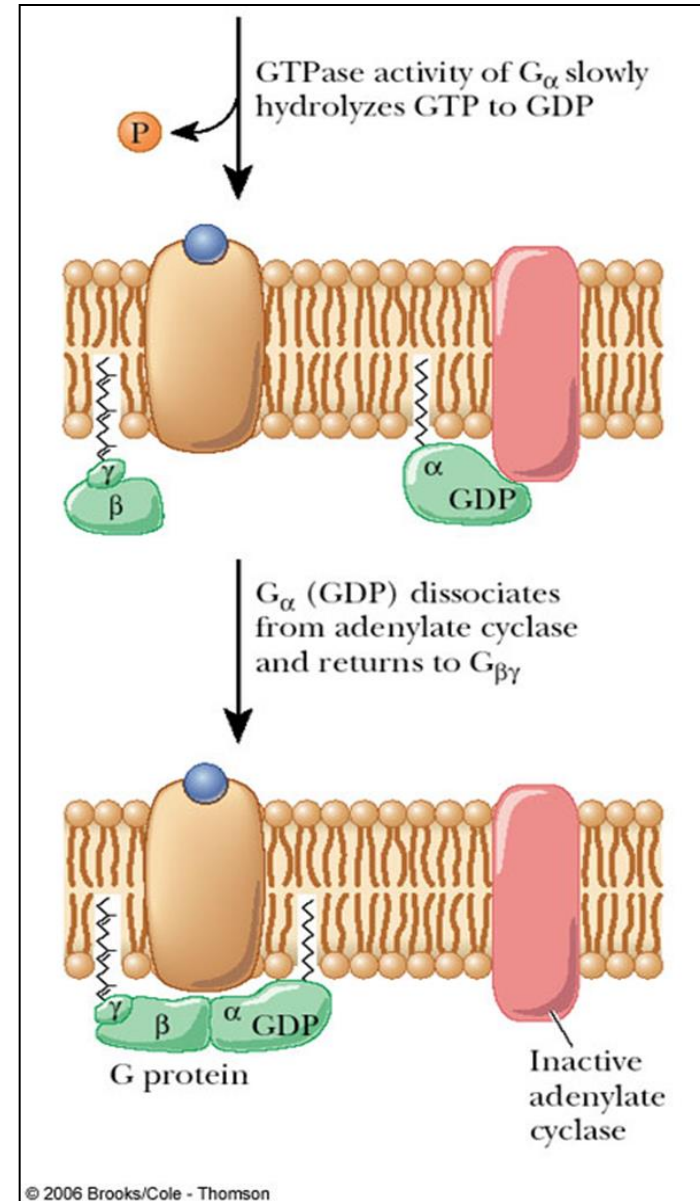
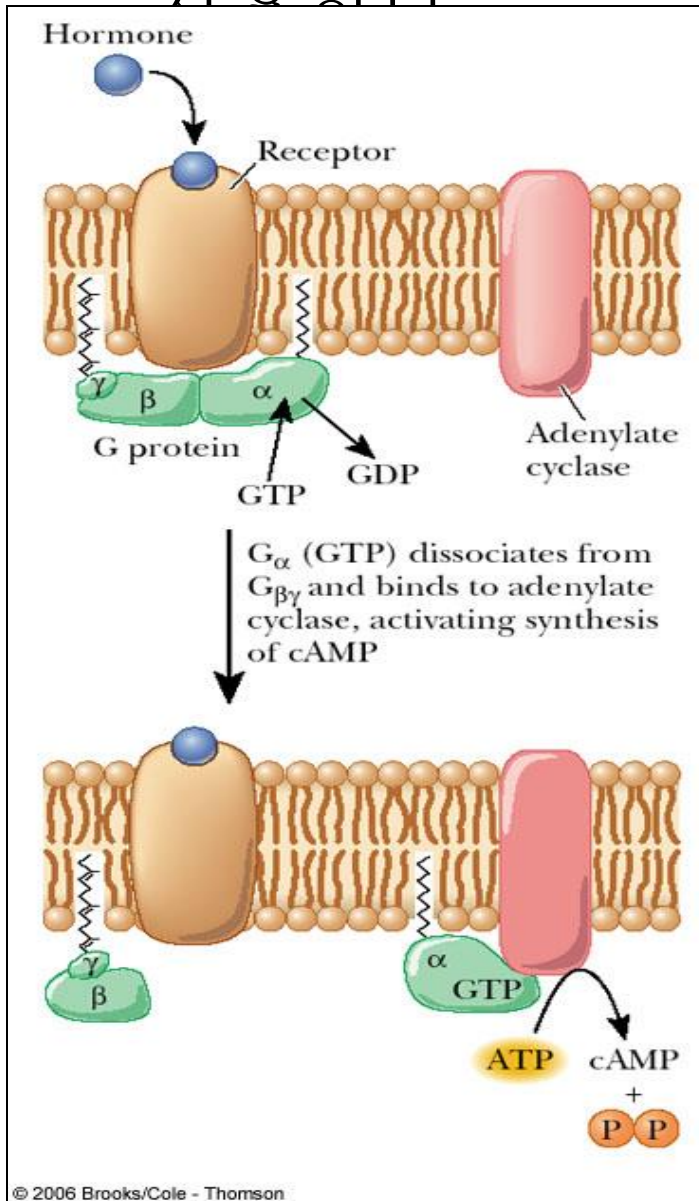


# cAMP의 작용기전



# 글루카곤은 cAMP를 전령으로

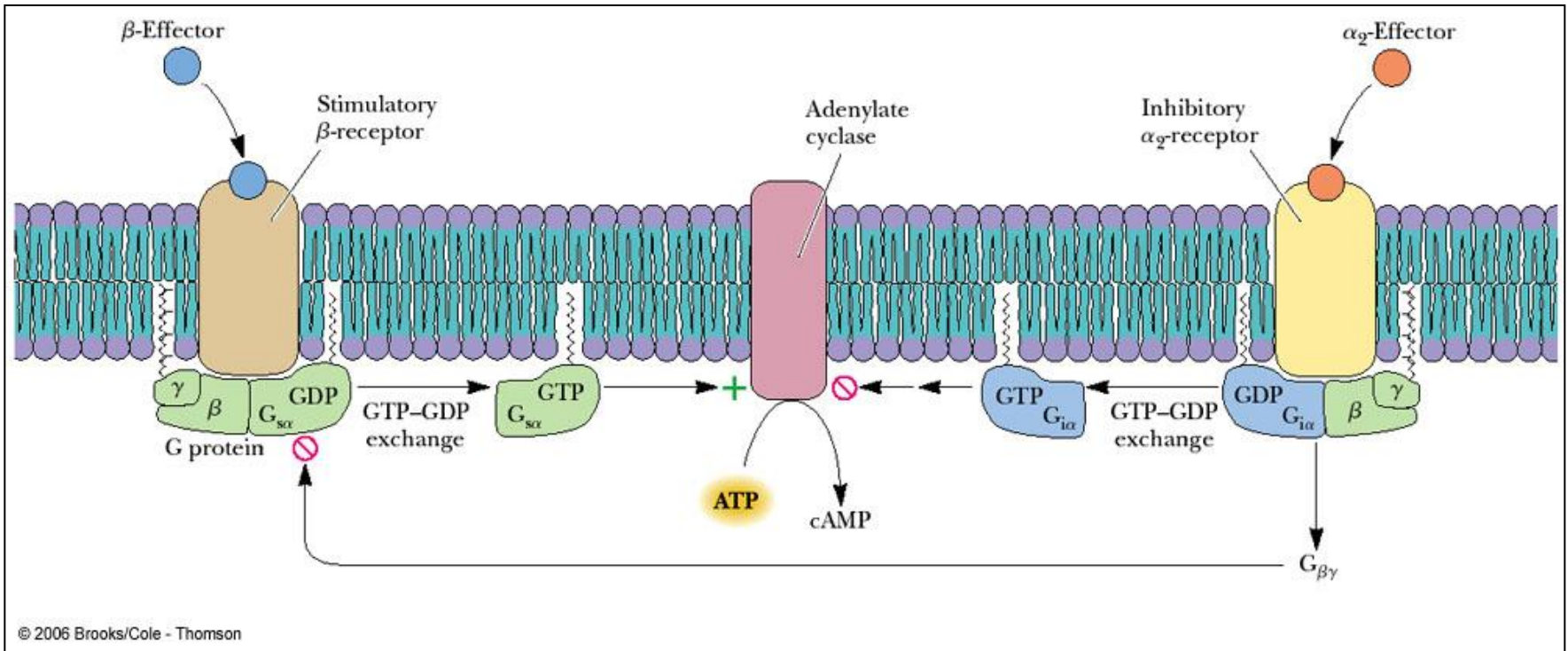
기 오 체 디



# G proteins

- Signaling molecules
- Activated by combinations of hormones
- Involved in activating many other cellular processes – 시각, 후각작용, 이온 채널 개폐에 관여
- 20 known G proteins
- 콜레라: G protein이 영구적으로 활성화되어  $\text{Na}^+$  와 물을 소장으로 방출함 → 설사 → 탈수

# cAMP 생성 조절기전



$\alpha$  receptors:

Vasoconstriction of arteries to heart (coronary artery). Vasoconstriction of veins

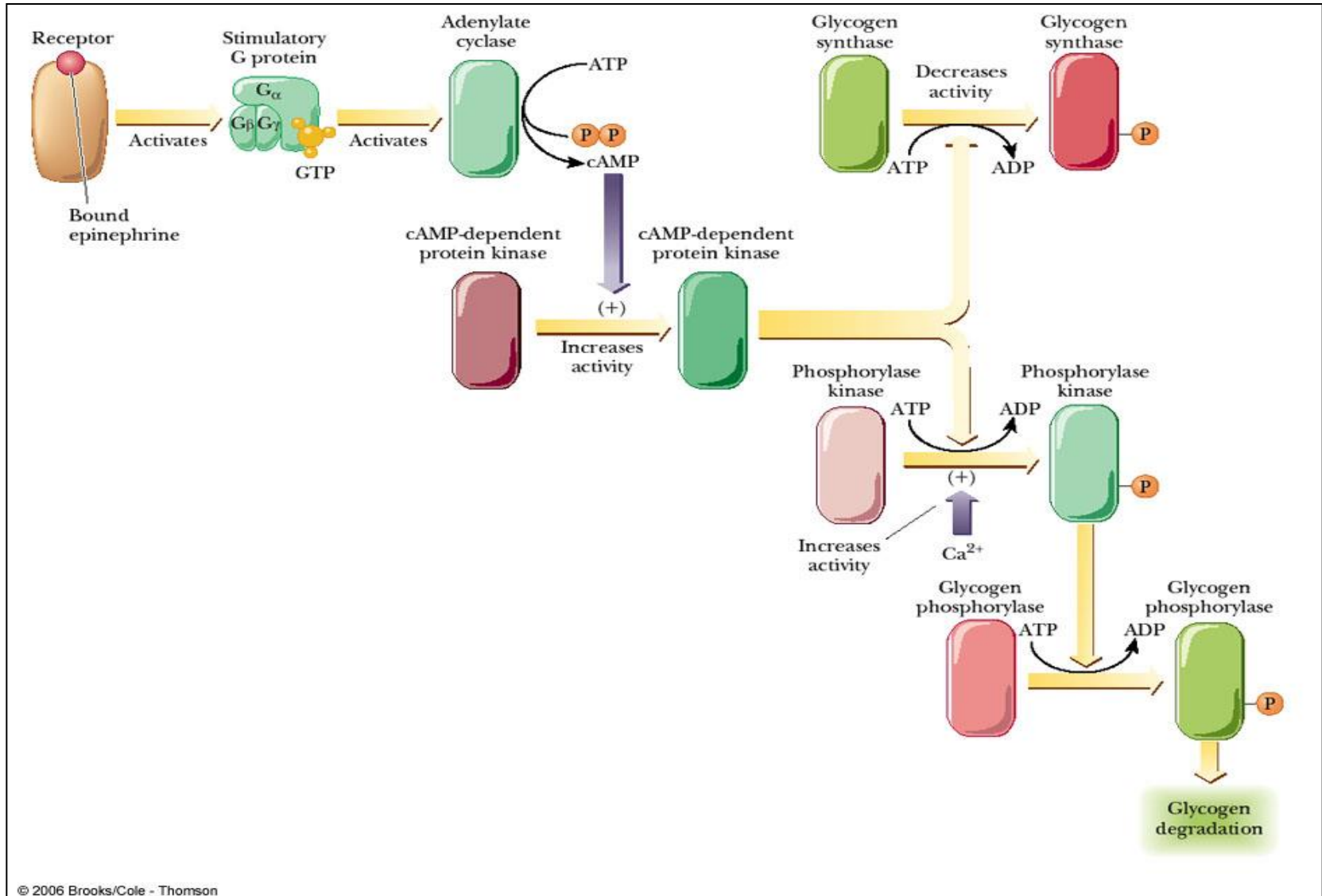
Decrease motility of smooth muscle in gastrointestinal tract

$\beta_2$  receptor: 아드레날린성 수용체

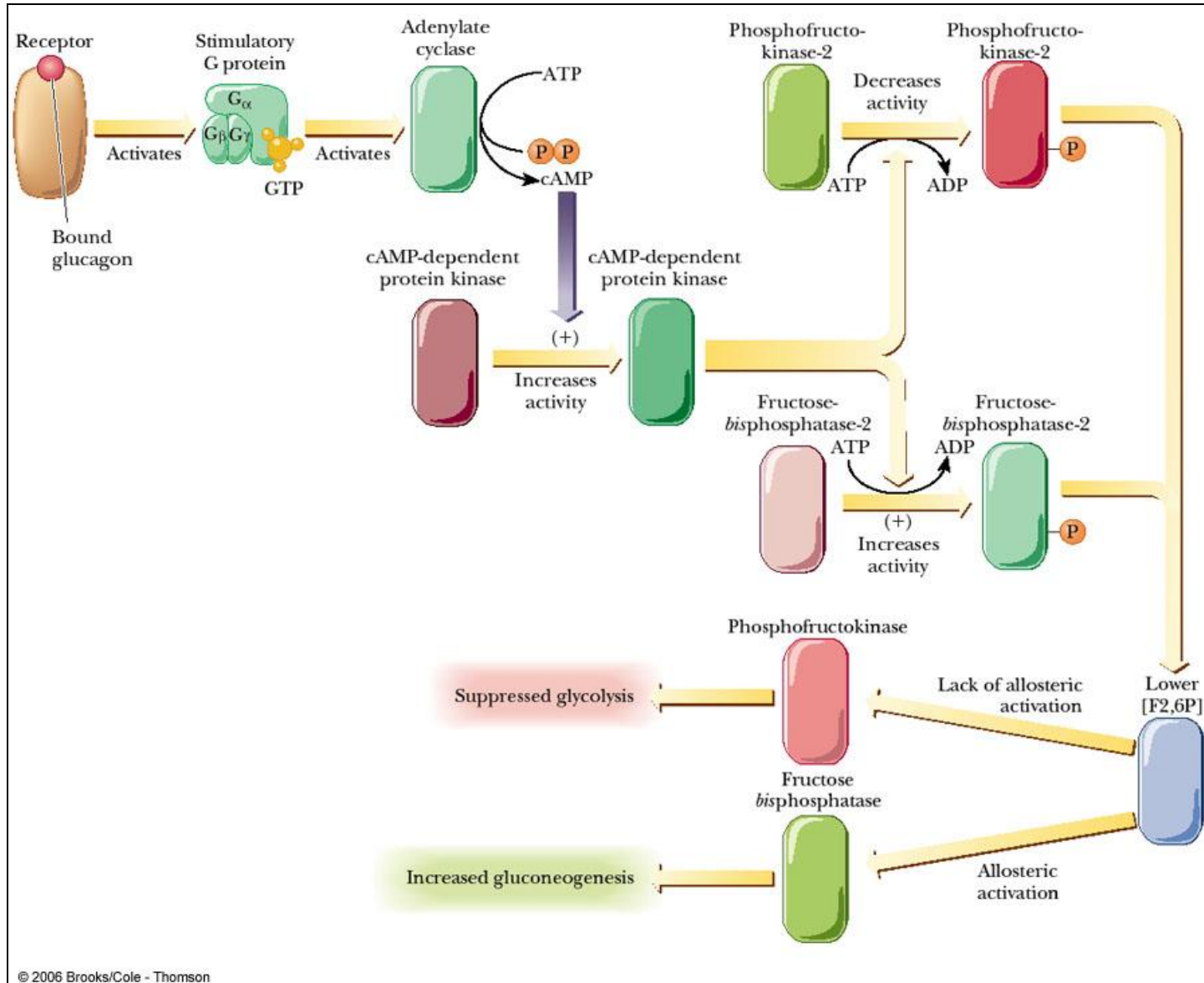
Smooth muscle relaxation in bronchi and GI tract (decreased motility).

Lipolysis in adipose tissue. Glycogenolysis and gluconeogenesis

# 에피네프린은 글리코젠 분해를 촉진한다



# 글루카곤은 해당을 억제하고 당신생을 촉진한다

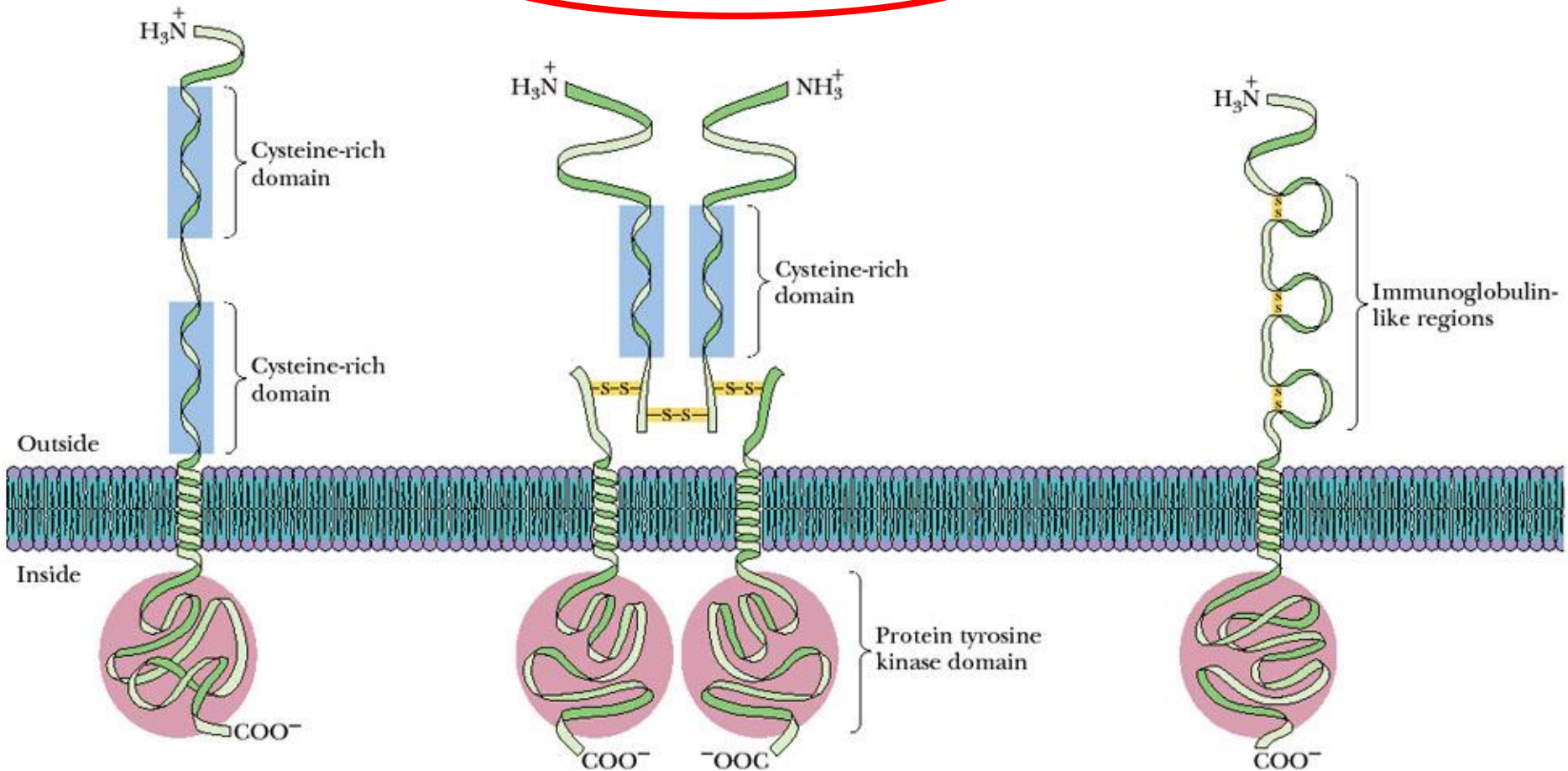


# 인슐린 Receptor는 tyrosine kinase이다

Class I receptor (EGF receptor)

Class II receptor (insulin receptor)

Class III receptor (FGF receptor)



# 인슐린의 작용기전

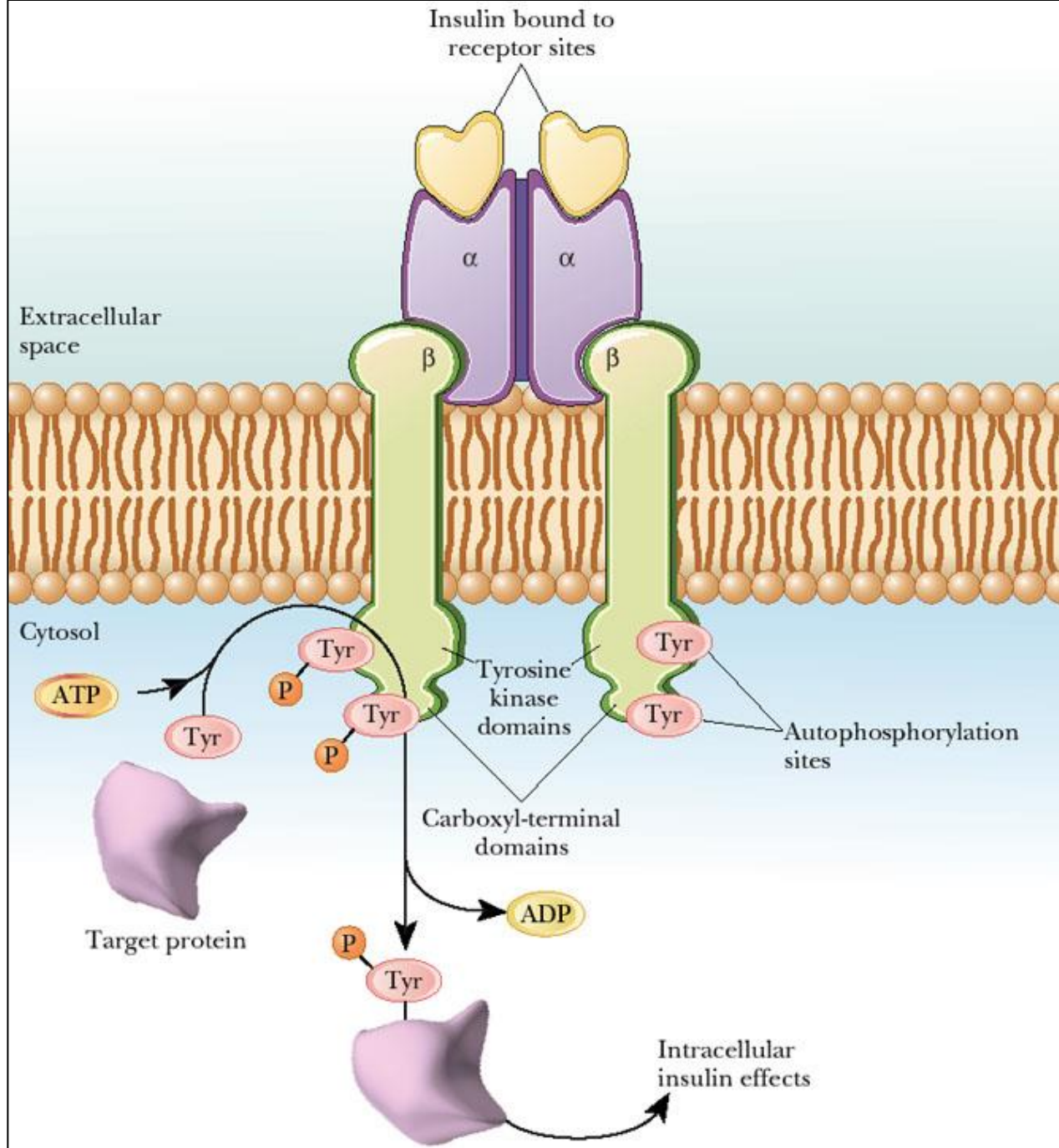


Fig. 24-17, p.685



## 인슐린의 작용기전

- Insulin signaling:

세포질에 존재하는 glucose-transporter protein (GLUT4)을 세포막으로 이동 → 포도당을 세포 안으로 이동 → 혈중 포도당 농도를 낮춤

# 당뇨와 인슐린

- 제1형 당뇨: 인슐린 분비 감소  
인슐린 의존성  
thin people
- 제2형 당뇨: 세포가 인슐린에 둔감함  
인슐린 비의존성  
adult-onset diabetes  
dysfunction of muscle mitochondria  
obese people  
알츠하이머의 발병율이 높음

# 인슐린과 운동

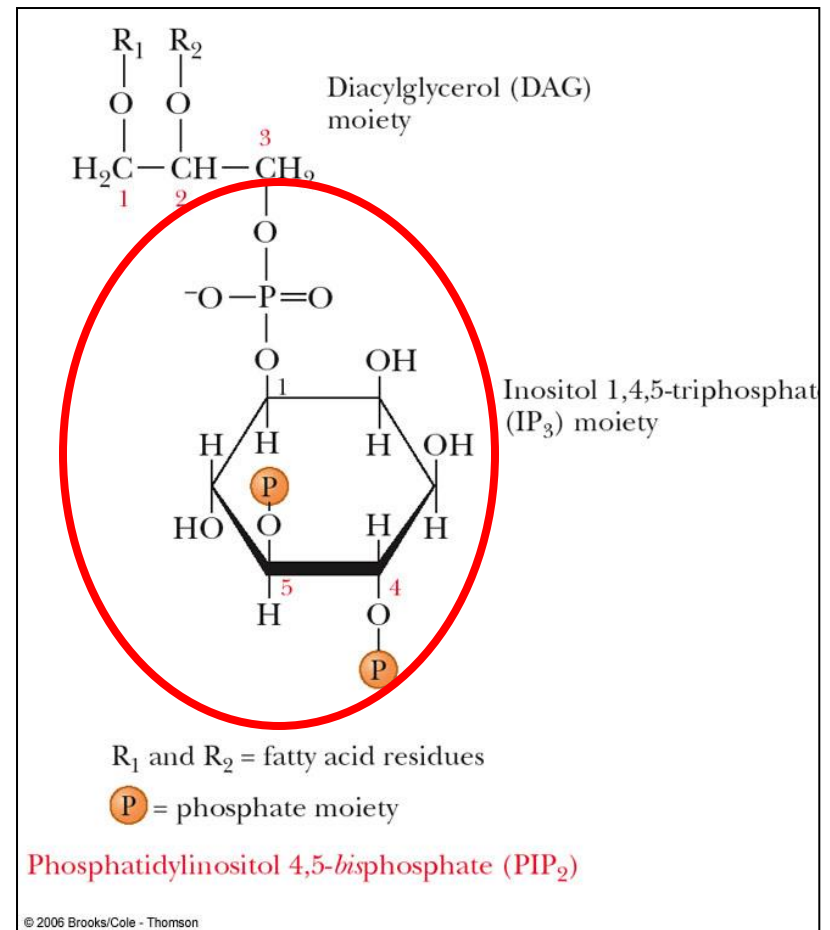
- 운동 전 low carbohydrate diet 필요
  - 인슐린 농도를 낮게 유지하기 위해
  - 인슐린은 지방과 글리코젠 합성 호르몬이라는 점을 명심
- 운동 전 커피, tea 섭취 Ok
  - 카페인인 인슐린 생성을 억제하고 지방의 분해를 촉진한다

# A workout a day keeps diabetes away

- 비만과 제2형 당뇨병은 밀접한 상관성이 있다.
- 운동을 많이 하면 근육내의 glucose transporter 4 (GLUT4)를 증가시킴.
- 인슐린 농도가 높아지면 GLUT4 농도가 증가함
- GLUT4 농도가 낮아지면 당뇨병 발생함

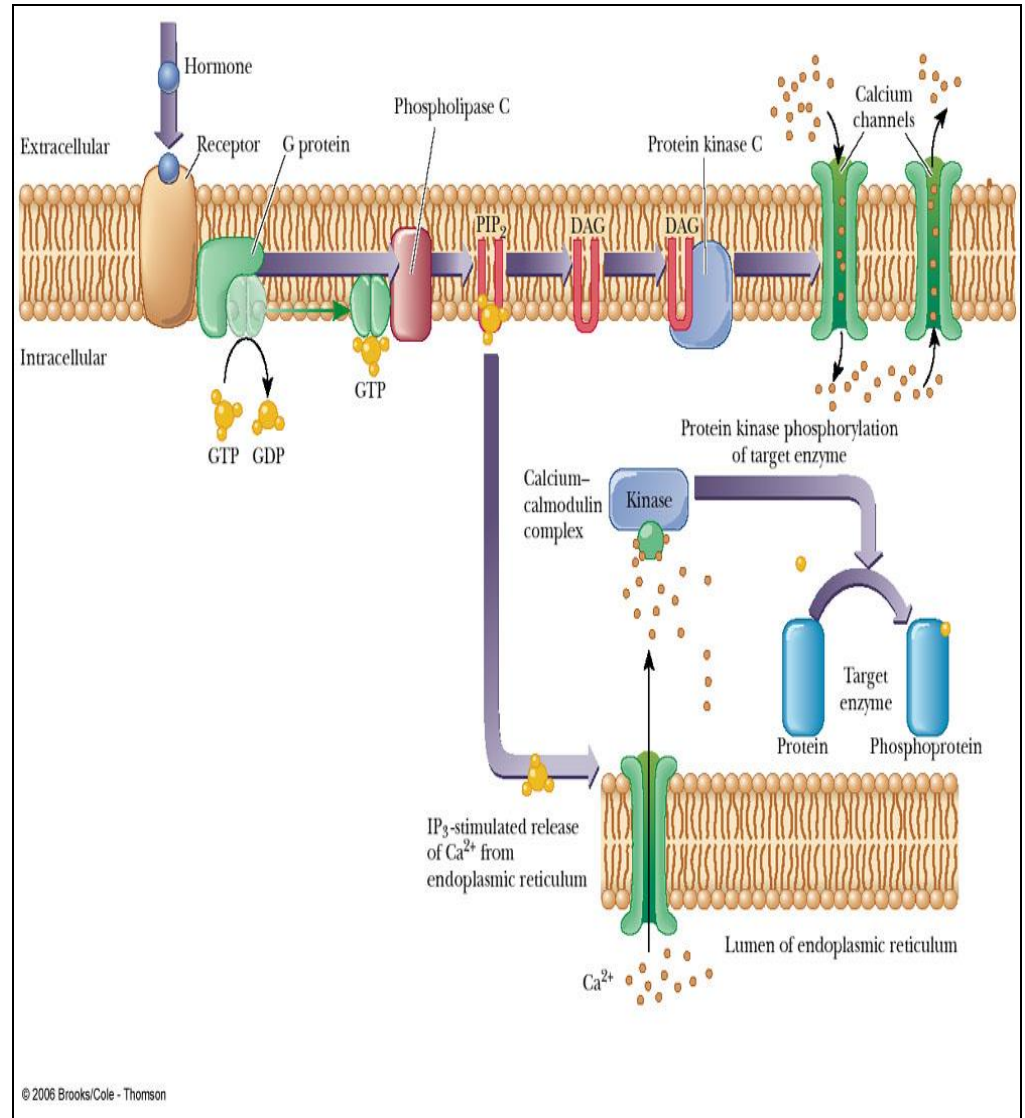
# IP<sub>3</sub>와 DAG: second messenger

- 세포막에 있는 PIP<sub>2</sub>가 분해되어 IP<sub>3</sub>와 DAG가 된다.



# IP<sub>3</sub>, DAG 와 Ca의 작용기전

- PIP<sub>2</sub>는 IP<sub>3</sub>와 DAG로 분해된다.
- IP<sub>3</sub>는 소포체로 확산되어 칼슘방출 촉진
- DAG는 세포막에서 칼슘의 유입을 촉진
- 칼슘은 칼모듈린과 결합하여 복합체 형성
- 칼슘-칼모듈린복합체는 타겟효소를 활성화하여 반응을 조절



## Low-carbohydrate diet vs High carbohydrate diet

- 어떤 diet가 체지방 감소에 효과적일까?
- 어떤 diet가 콜레스테롤 수준, HDL/LDL 비율 개선에 효과적일까?
- Zone diet by Dr. Barry Sears
- 황제다이어트 by Dr. Atkins

# What is the Zone Diet?

- "The Zone" is Sears' term for proper hormone balance.
- The diet centers on a "40:30:30" ratio of calories obtained daily from carbohydrates, proteins, and fats, respectively.



## 총정리

- How are metabolic pathways connected?
- 대사과정에서 TCA회로와 해당과정의 중요성은?

## 총정리

- How can biochemistry help us understand nutrition or prevention of diseases?

## 총정리

- How are hormones involved in the control of metabolism?

# 일년간 여러분은 어떤 시간을

바다에서 보았습니까?



Life is  
drawing  
without an eraser