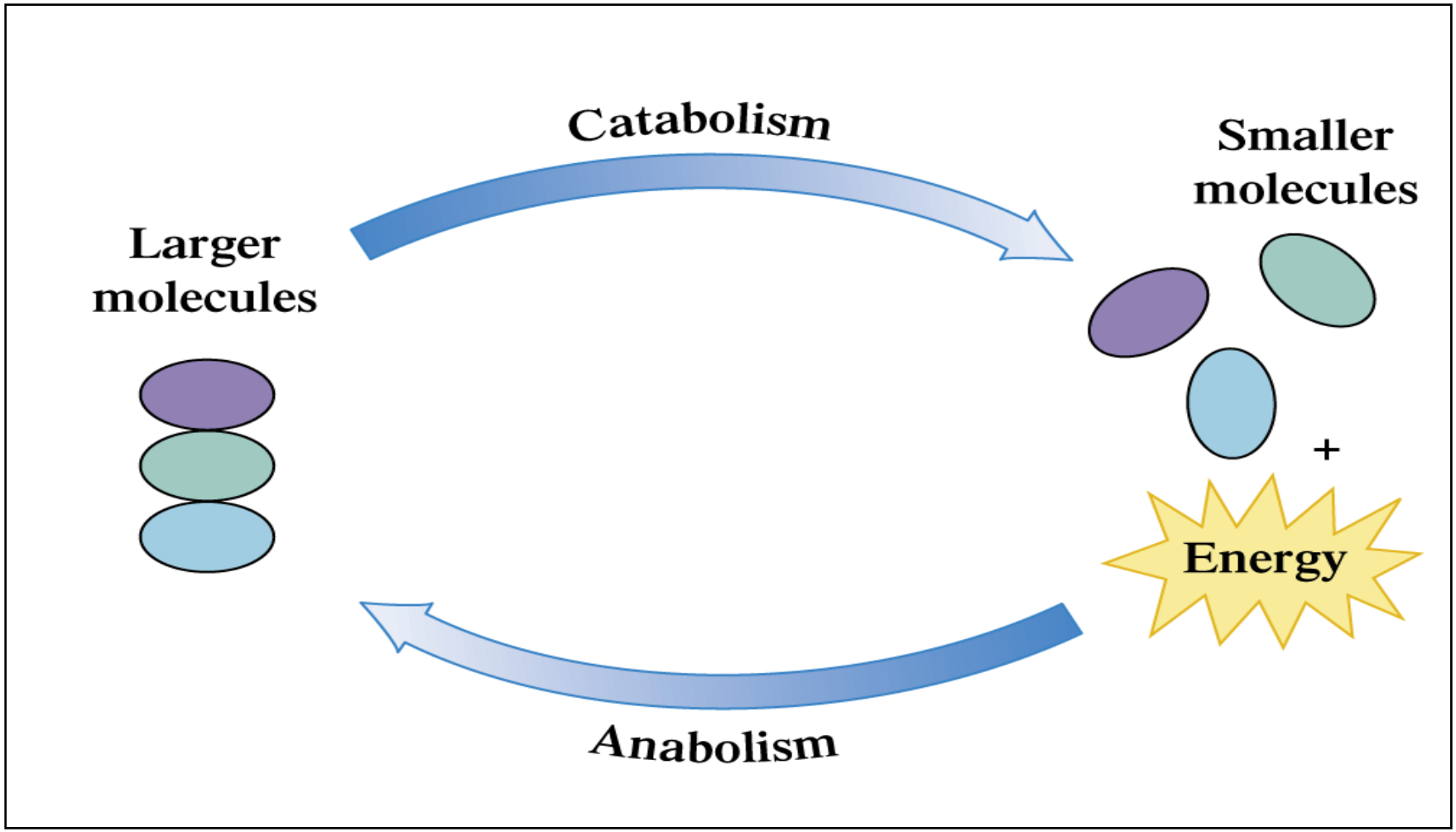
Metabolisme Karbohidrat

1. Glikolisis dan siklus kreb's
2. Glikogenesis dan glikogenolisis
3. Glukoneogenesis
4. Transport elektron dan fosforilasi oksidatif

Metabolisme

- Semua Perubahan kimia yang terjadi di dalam tubuh
  - **Anabolism**: energi digunakan untuk proses perubahan molekul kecil menjadi besar
  - **Catabolism**: energi dilepaska dalam proses perubahan molekul besar menjadi molekul yang lebih kecil
- Energi dari carbohydrates, lipids, proteins digunakan untuk memproduksi ATP melalui reaksi oksidasi-reduksi

Metabolisme adalah proses kimia pada katabolisme maupun anabolisme
Katabolisme melepaskan energi (exergonic), dan
Anabolisme memerlukan energi (energonic)



Reaksi-reaksi Reduksi-oksidasi

- Oksidasi terjadi dihasilkan oleh oksigen atau kehilangan hidrogen
- Kapanpun satu senyawa dioksidasi, maka senyawa yang lain direduksi
- Zat yang teroksidasi kehilangan energi
- Zat yang tereduksi menghasilkan energi
- Coenzym-coenzym aktif sebagai hidrogen (atau akseptor-akseptor elektron).
- Dua coenzym penting adalah nicotinamide adenine dinucleotide (NAD^+) and flavin adenine dinucleotide (FAD)

Tahap Metabolisme

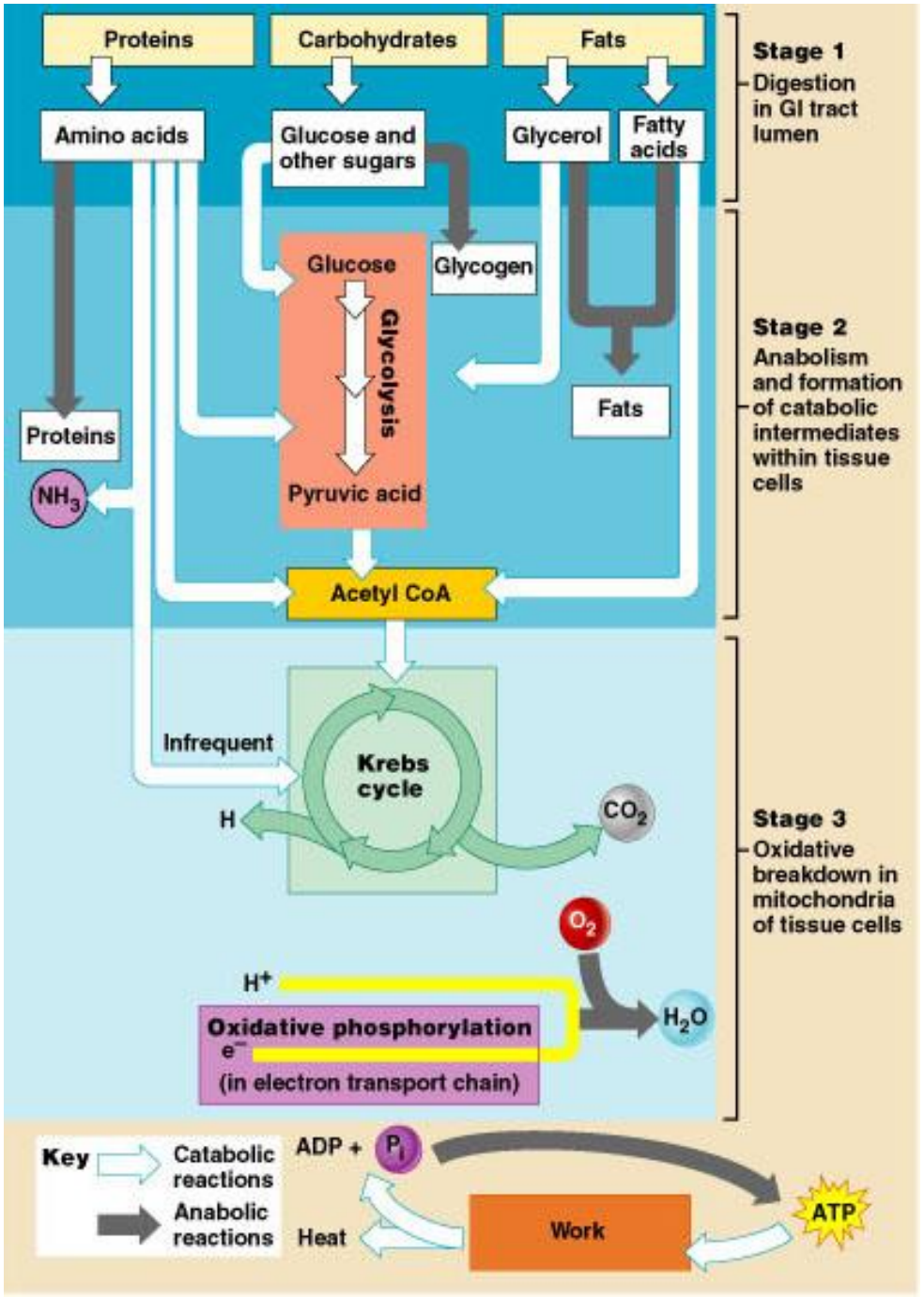
Energy-yang terkandung di dalam makanan di proses melalui tiga tahap utama :

1. Pencernaan – menguraikan makanan di transport ke jaringan-jaringan
2. Anabolisme dan pembentukan dari katabolisme dimana makanan :

– Dibentuk menjadi lipids, proteins, dan glycogen

– Diurai melalui tahap katabolisme menjadi asam piruvat dan acetyl CoA

3. Penguraian oksidatif makanan dikatalisa menjadi carbon dioxide, water, and ATP



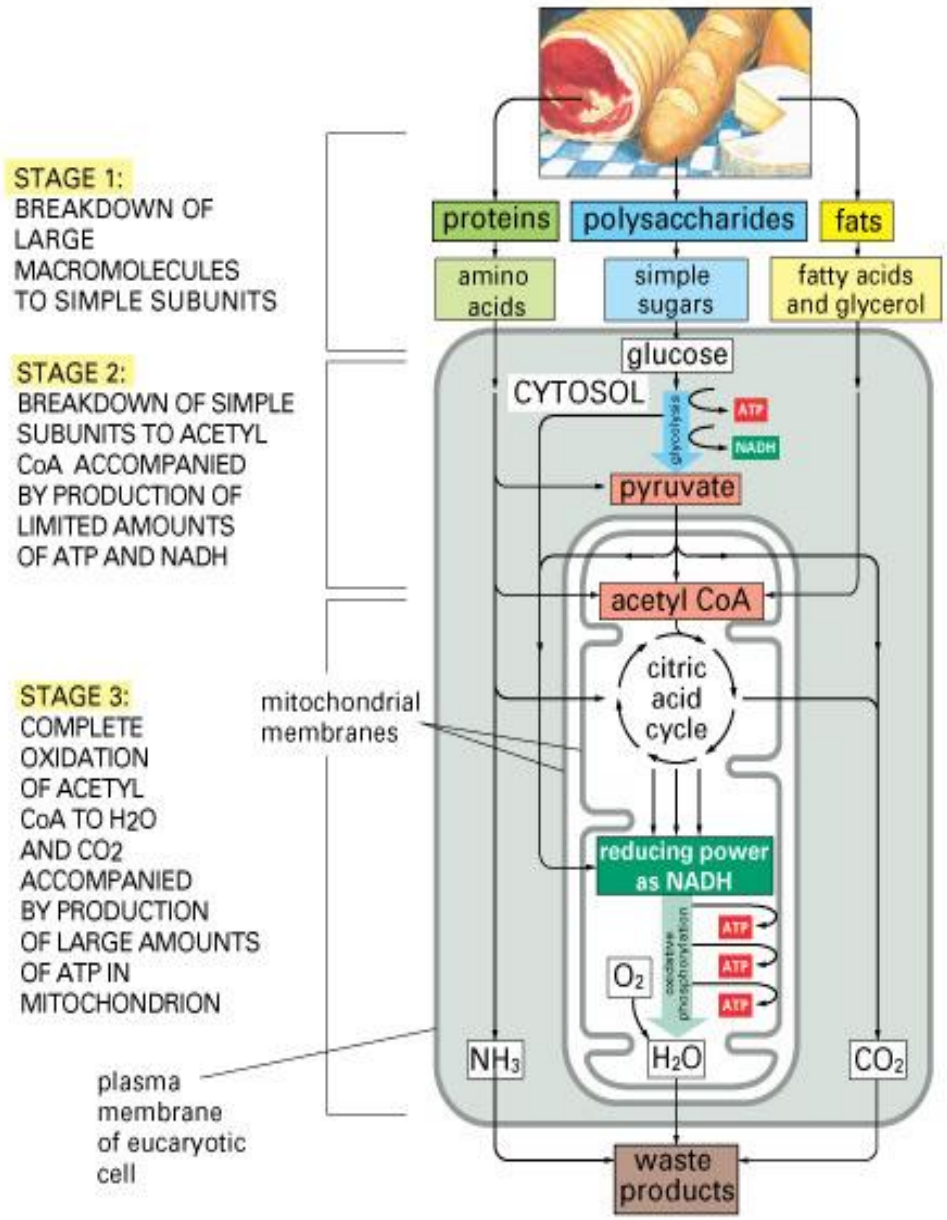
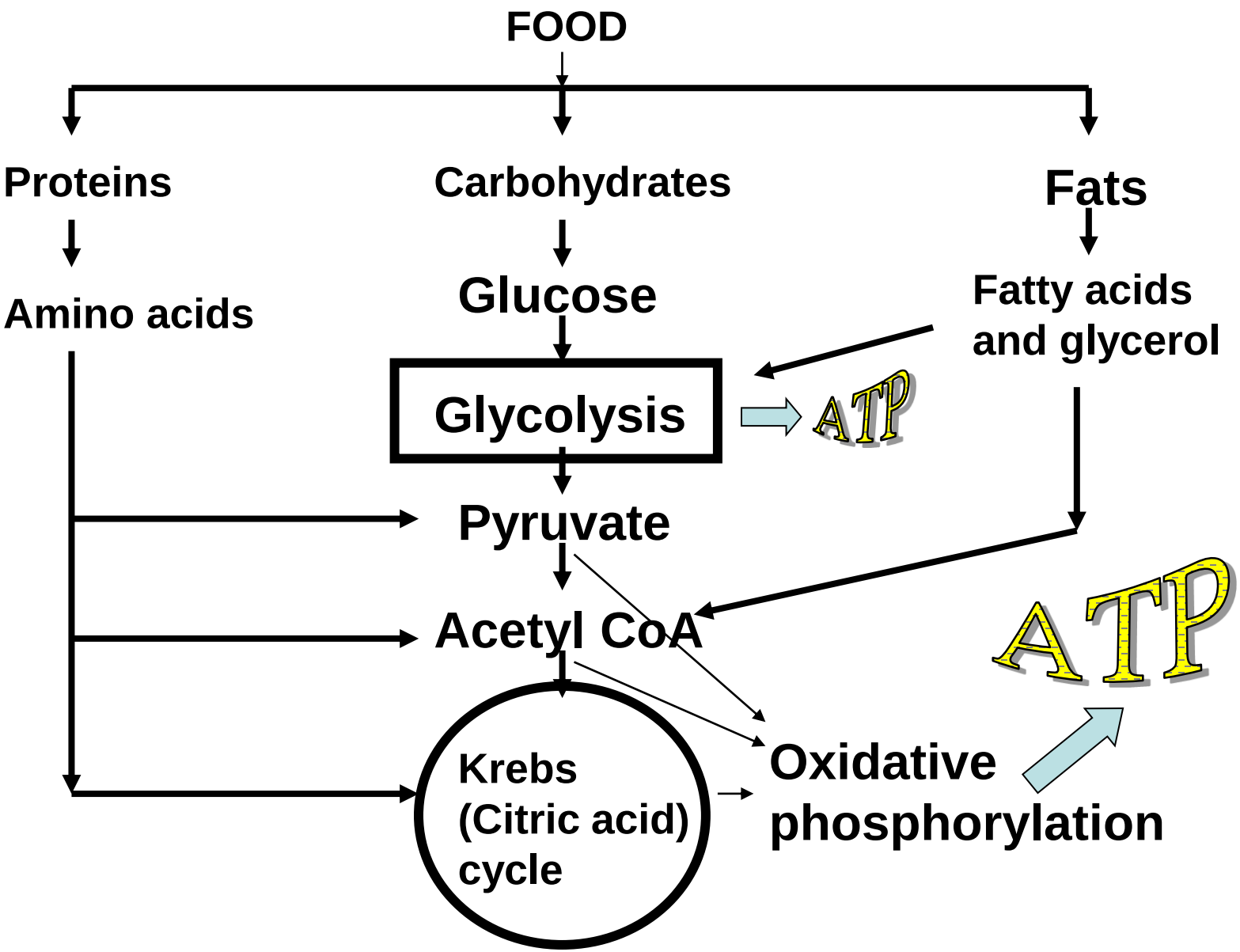


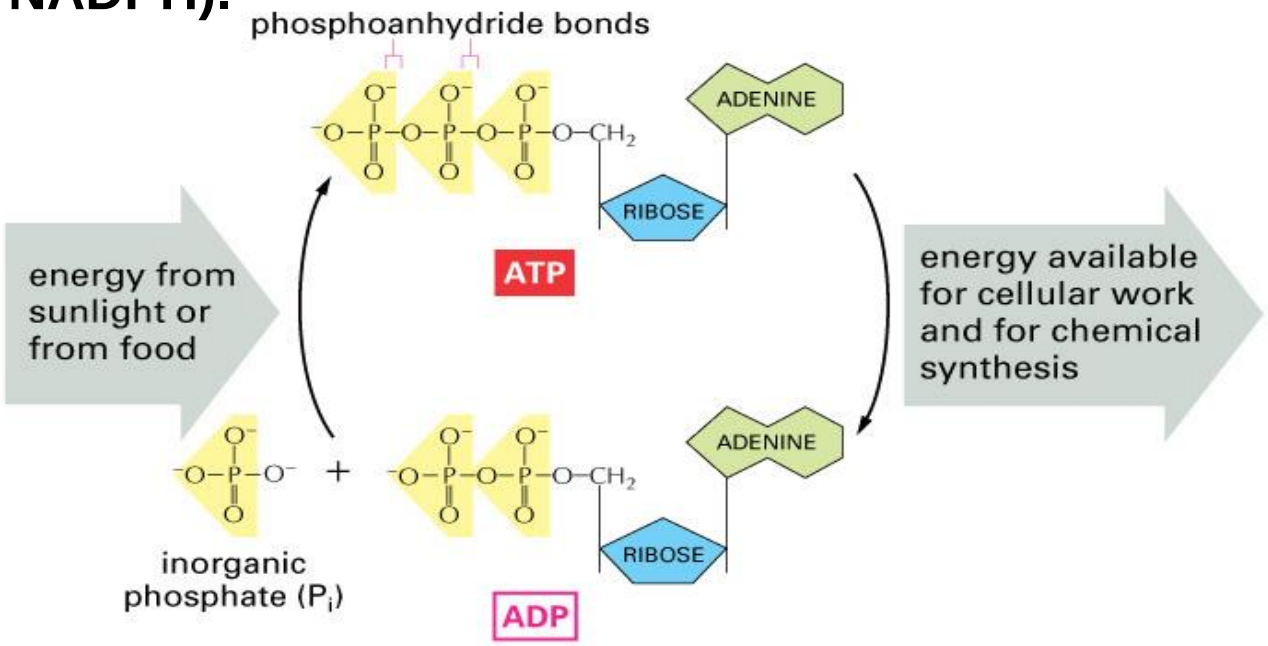
Figure 13-2 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

Proses Katabolisme



Anabolisme

- **Molekul besar disintesis dari molekul yang lebih kecil.**
- **Kelompok molekul (asam amino, gula dan asam lemak) diproduksi atau diperoleh dari makanan.**
- **Karena proses anabolisme termasuk sintesis polisakarida dan protein dari gula2 dan asam-asam amino, tahap-tahap biosintesis mengalami kenaikan dan kompleks, proses ini memperoleh energi bebas (ATP dan NADPH).**



http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/ecb/ATP_ADP.html

Figure 3-32 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

Metabolisme Carbohydrate

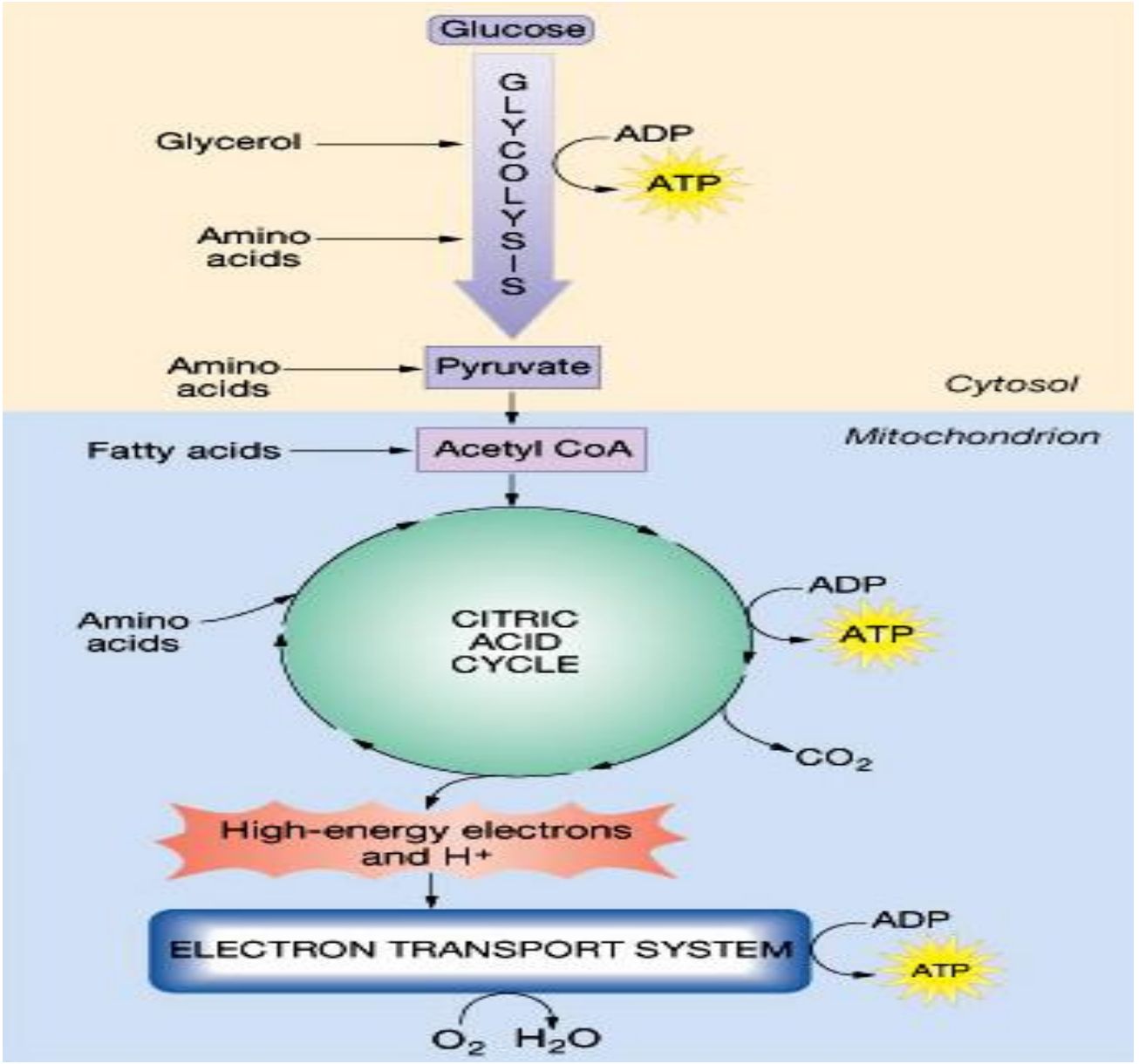
- **Oksidasi glukosa ditunjukan dengan reaksi umum sebagai berikut:**

  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 36\ ATP + heat$

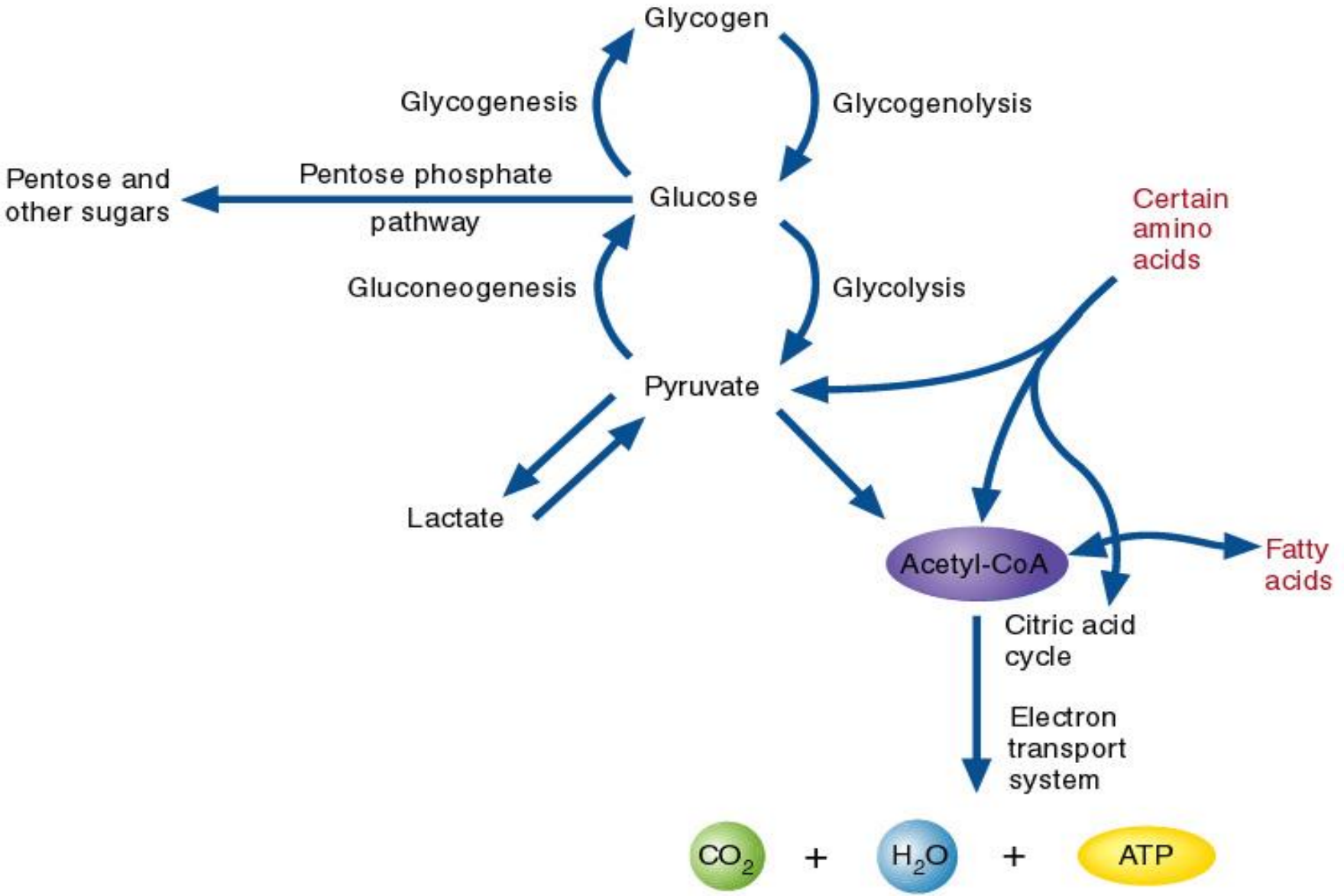
- **Glucosa dikatabolisme melalui tiga tahap:**
  - Glycolysis
  - Krebs cycle
  - The electron transport chain and oxidative phosphorylation

Tahap-tahap Metabolisme Karbohidrat

- Reaksi enzimatis dari bentuk metabolisme suatu jaringan melalui reaksi-reaksi kimia.
- Enzim-enzim mengontrol aliran energi yang menyelesaikan tahap-tahap metabolisme.



3 TAHAP UTAMA METABOLISME KARBOHIDRAT



Katabolisme Karbohidrat

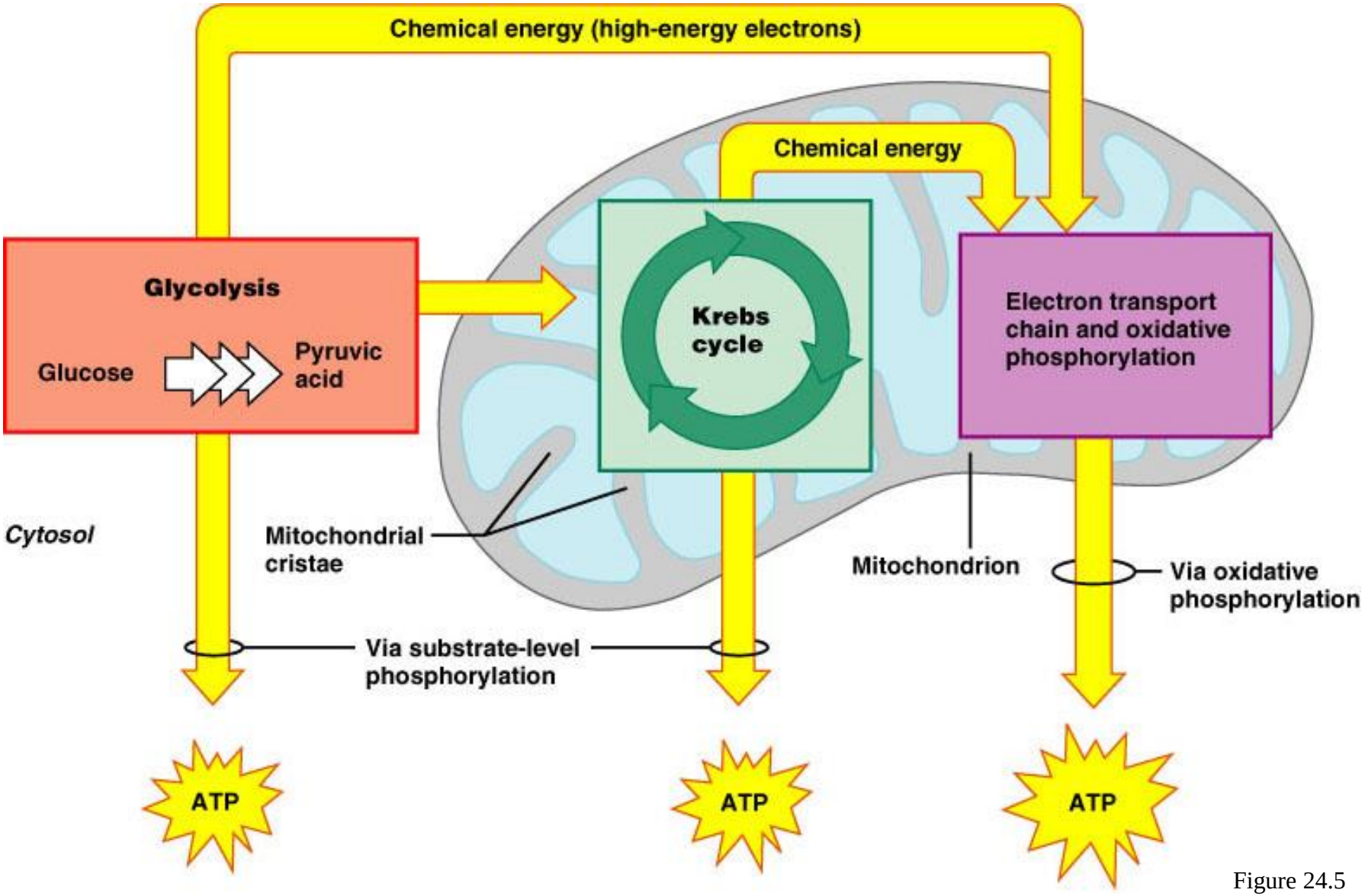
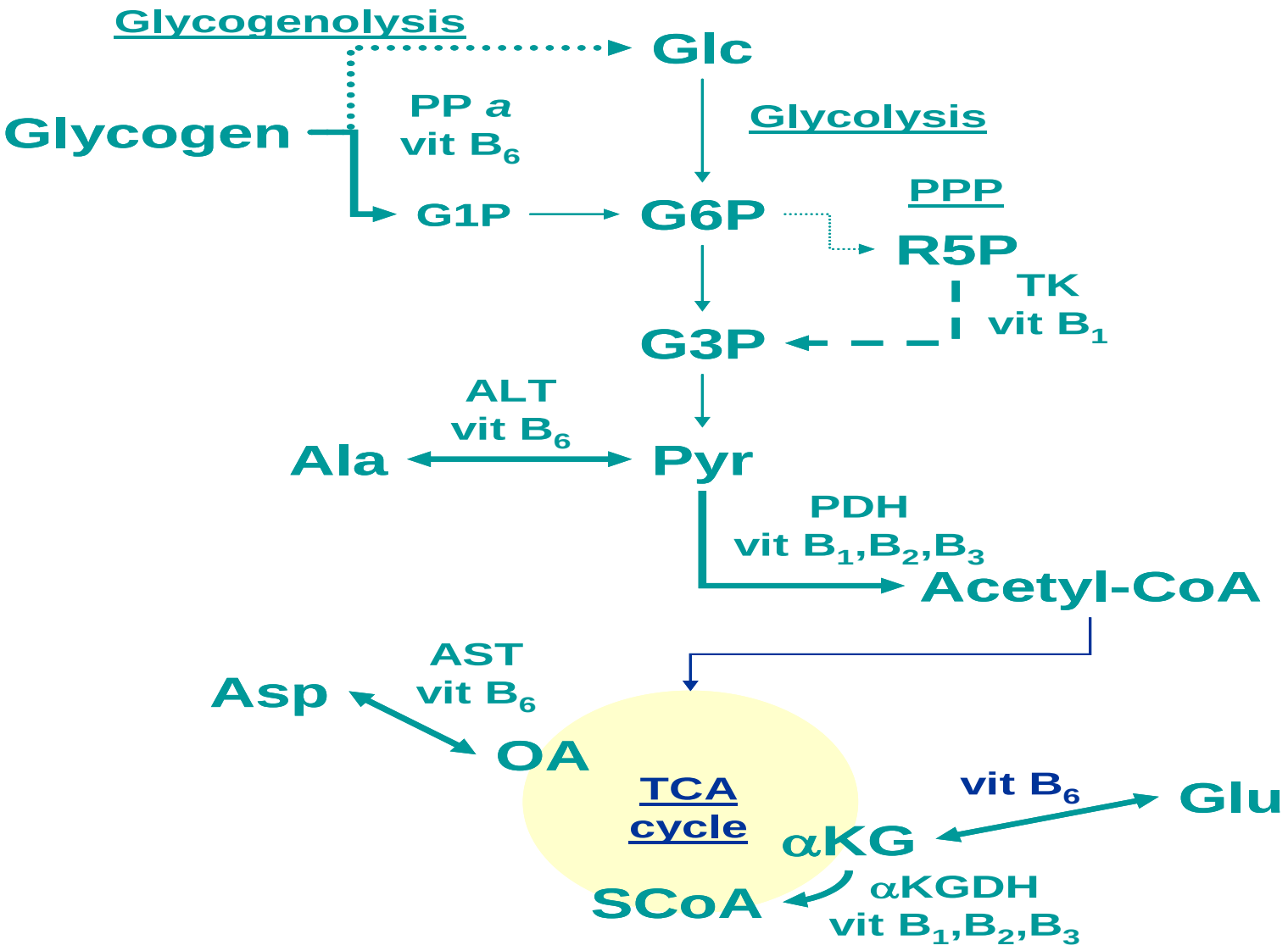


Figure 24.5

Vitamins in Pathways



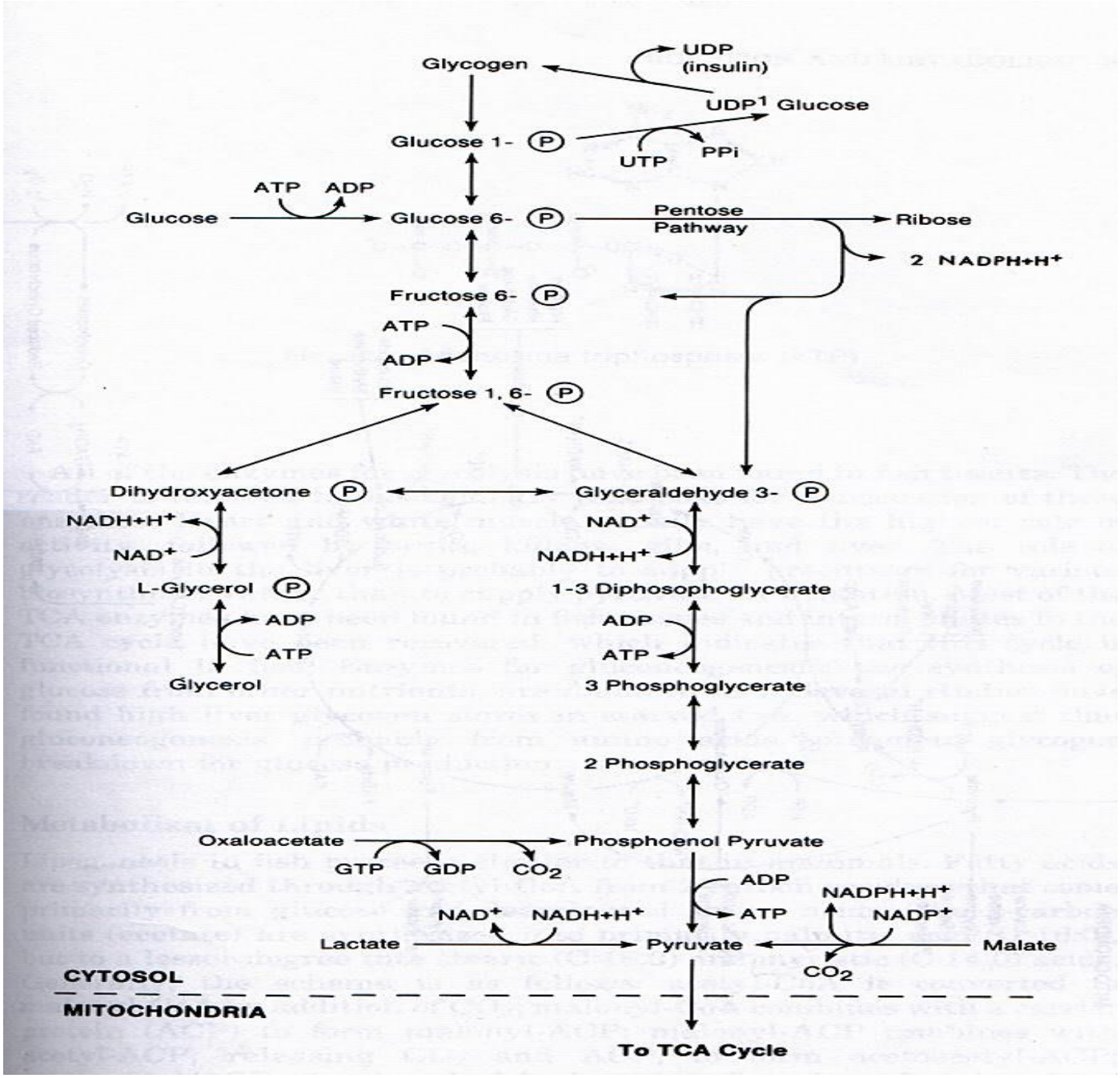
GLIKOLISIS

- Glukosa juga diperoleh dari makanan.
- Glukosa disimpan dalam bentuk glikogen (glikogenesis).
- Setelah **glukoneogenesis,** glukose diubah dari glikogen di hati atau otot untuk dilakukan **glikolisis**.
- Glikolisis adalah menguraikan **glucose 6 C menjadi 2 pyruvate 3 C.**

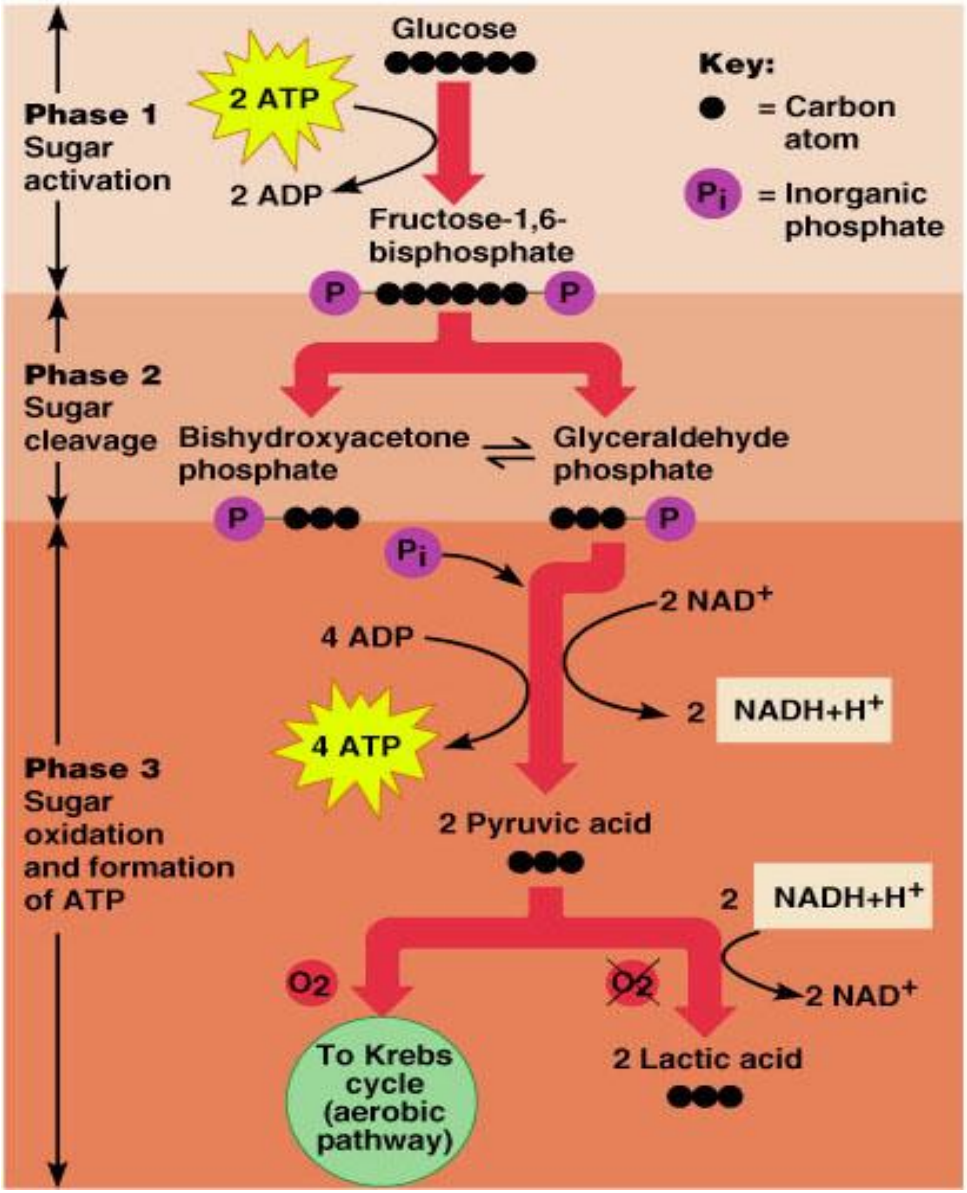
Glikolisis

- **Tiga fase tahap didalamnya adalah:**
  - **Glucosa dioksidasi menjadi asam piruvat**
  - **NAD^+ direduksi menjadi NADH + H^+**
  - **ATP disintesis oleh substrate-level phosphorylation**
- **Asam Piruvat :**
  - **Berpindah ke dalam siklus Krebs di dalam tahap aerobik**
  - **Direduksi menjadi asam laktat pada lingkungan anaerobik**

Glycolytic Pathway



Glikolisis



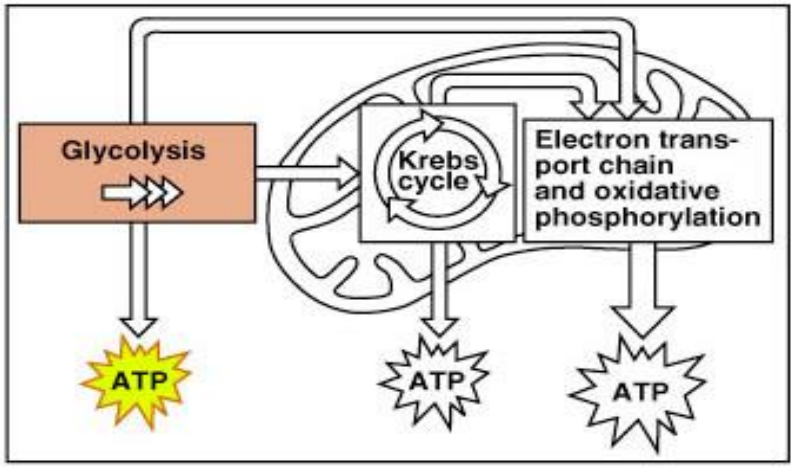


Figure 24.6

Glikolisis: Phase 1 and 2

- **Phase 1: Aktivasi gula**
  - Dua molekul ATP mengaktifkan gula untuk menjadi fruktose-1,6-diphosphate
- **Phase 2: Pemecahan gula**
  - Fruktose-1,6-bisphosphate dipecah menjadi dua 3-carbon isomers
    - Bishydroxyacetone phosphate
    - Glyceraldehyde 3-phosphate

Glycolysis: Phase 3

- **Phase 3: Oksidasi dan Pembentukan ATP**
  - **3-carbon glukosa dioksidasi (reducing NAD^+)**
  - **Kelompok Pospat anorganik (P_i) dilekatkan pada masing-masing fragmen teroksidasi**
  - **Pospat akhir dipecah dan ditangkap oleh ADP untuk dibentuk menjadi 4 molekul ATP**
  - **Produk akhirnya adalah:**
    - **Dua molekul asam piruvat**
    - **Dua NADH + H^+ molecules (reduced NAD^+)**
    - **Dihasilkan dua molekul ATP**

Empat tahapan umum proses memproduksi biokimia energi di dalam tubuh manusia

STAGE 1

The process of digestion changes large, complex molecules into relatively small, simpler ones.

STAGE 2

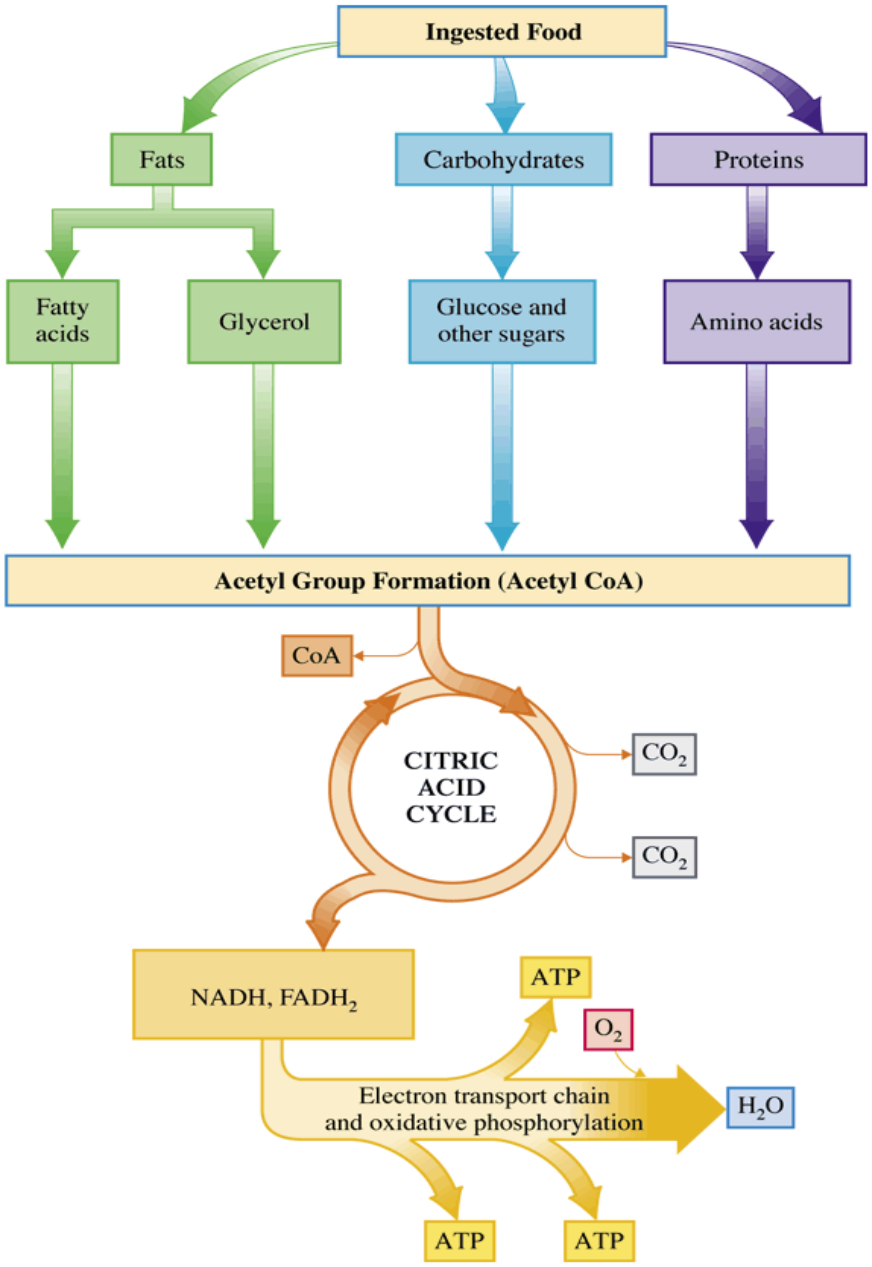
Small molecules from digestion are degraded to still smaller units, primarily the two-carbon acetyl group that becomes part of acetyl CoA.

STAGE 3

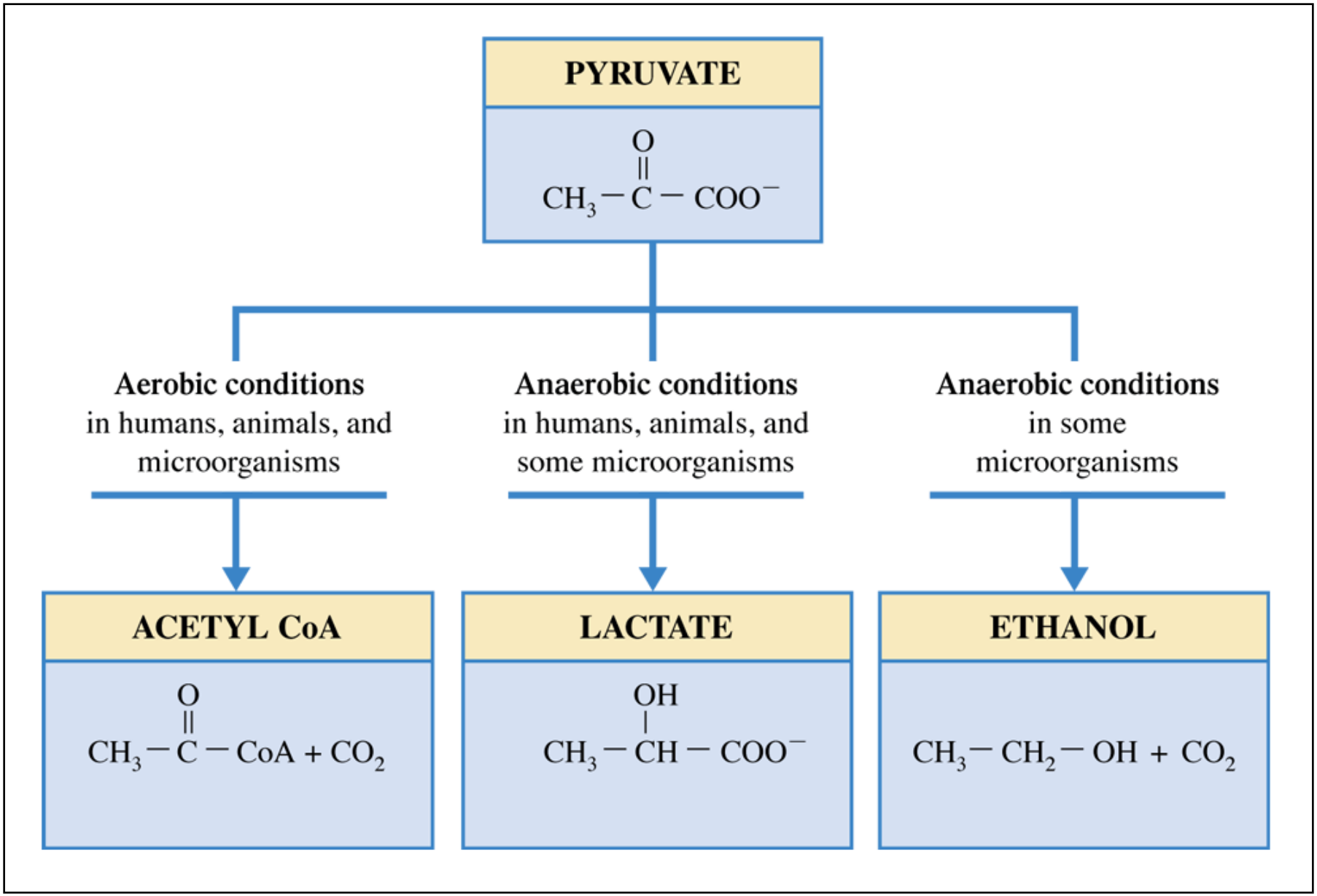
Acetyl CoA is oxidized to produce CO_2 and reduced coenzymes (NADH, $FADH_2$) in the citric acid cycle.

STAGE 4

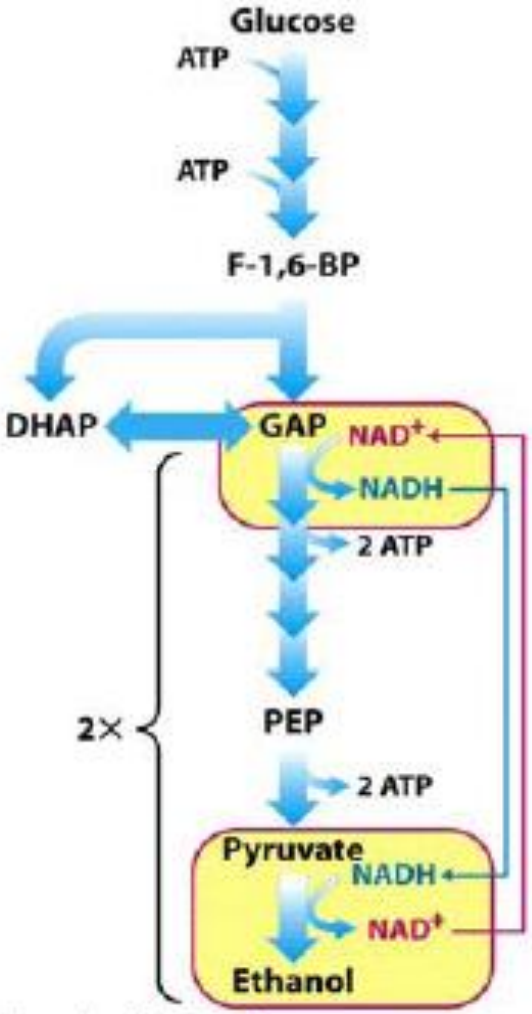
NADH and $FADH_2$ facilitate ATP production through the electron transport chain and oxidative phosphorylation.



Nasib piruvat dari glikolisis



Glycolytic Mechanism



Unnumbered figure pg 446
Biochemistry, Sixth Edition
© 2007 W.H. Freeman and Company

Three fates of pyruvate

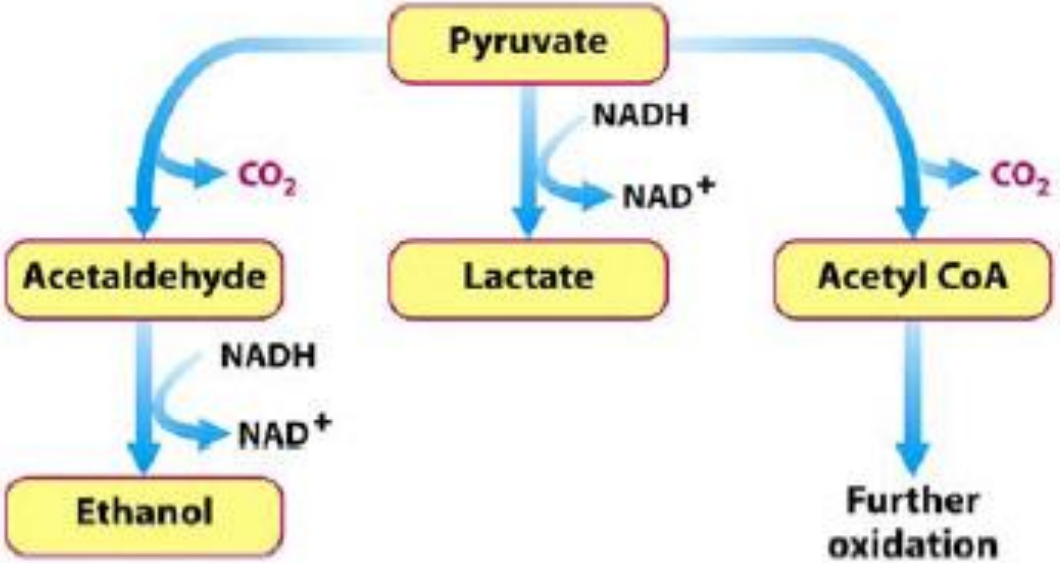


Figure 16-9
Biochemistry, Sixth Edition
© 2007 W.H. Freeman and Company

Glycolytic Mechanism

- Fructose and galactose are converted into glycolytic intermediates

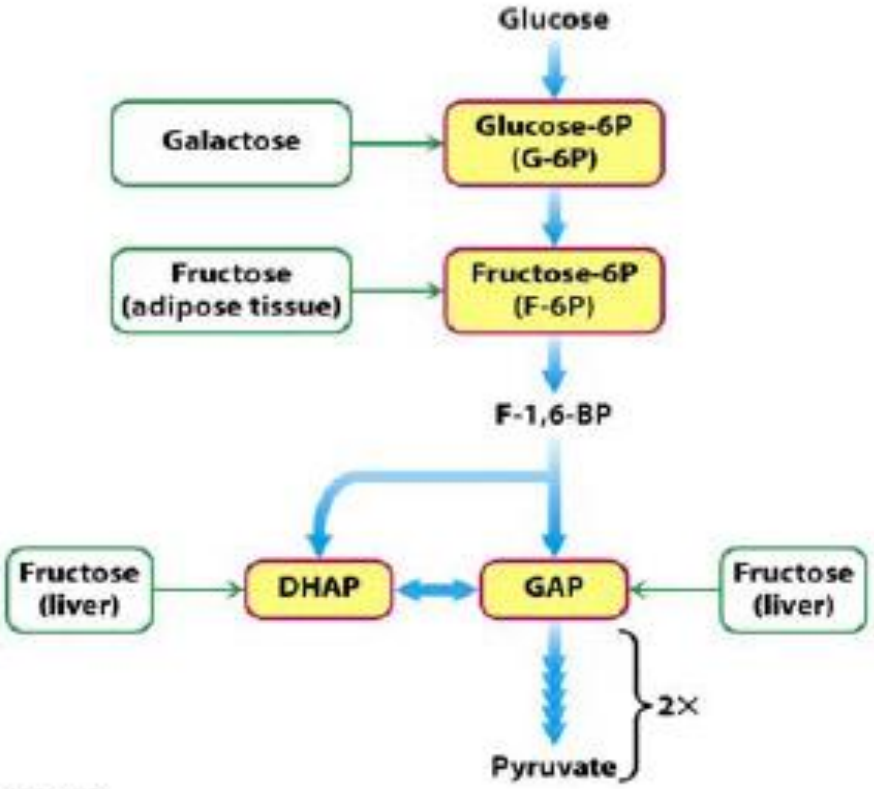
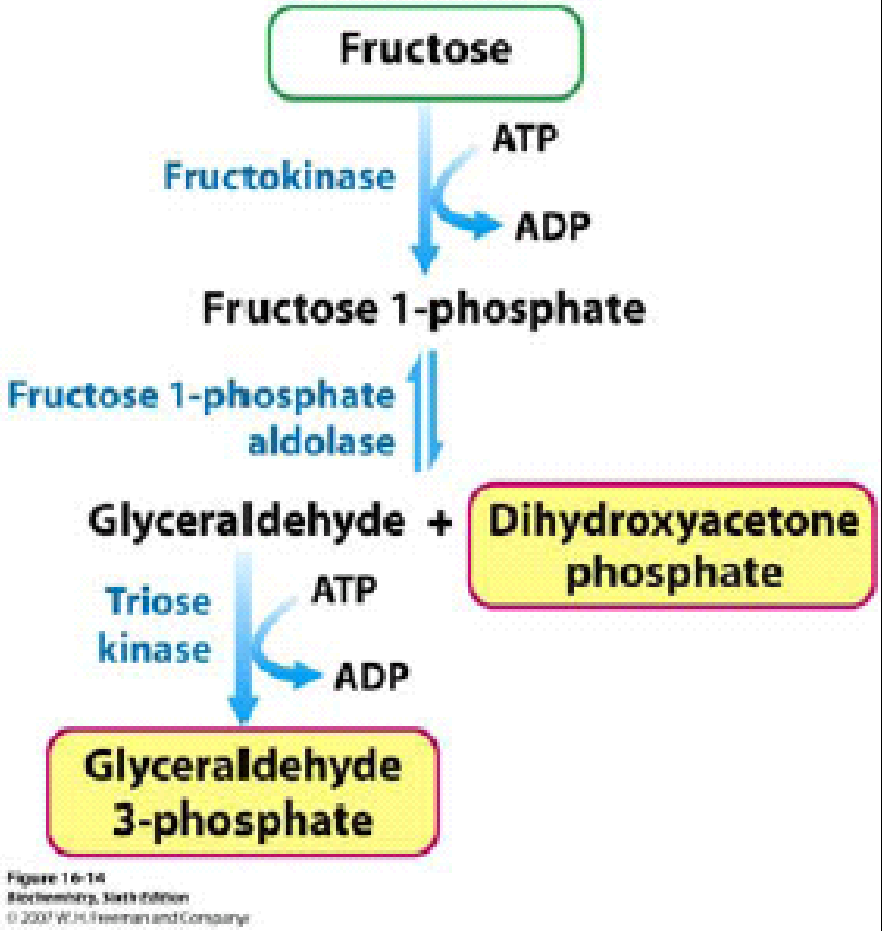


Figure 16-13
Biochemistry, Sixth Edition
© 2007 W.H. Freeman and Company

Glycolytic Mechanism

- Fructose can enter glycolysis two ways
  - In liver, fructose 1-phosphate pathway
  -



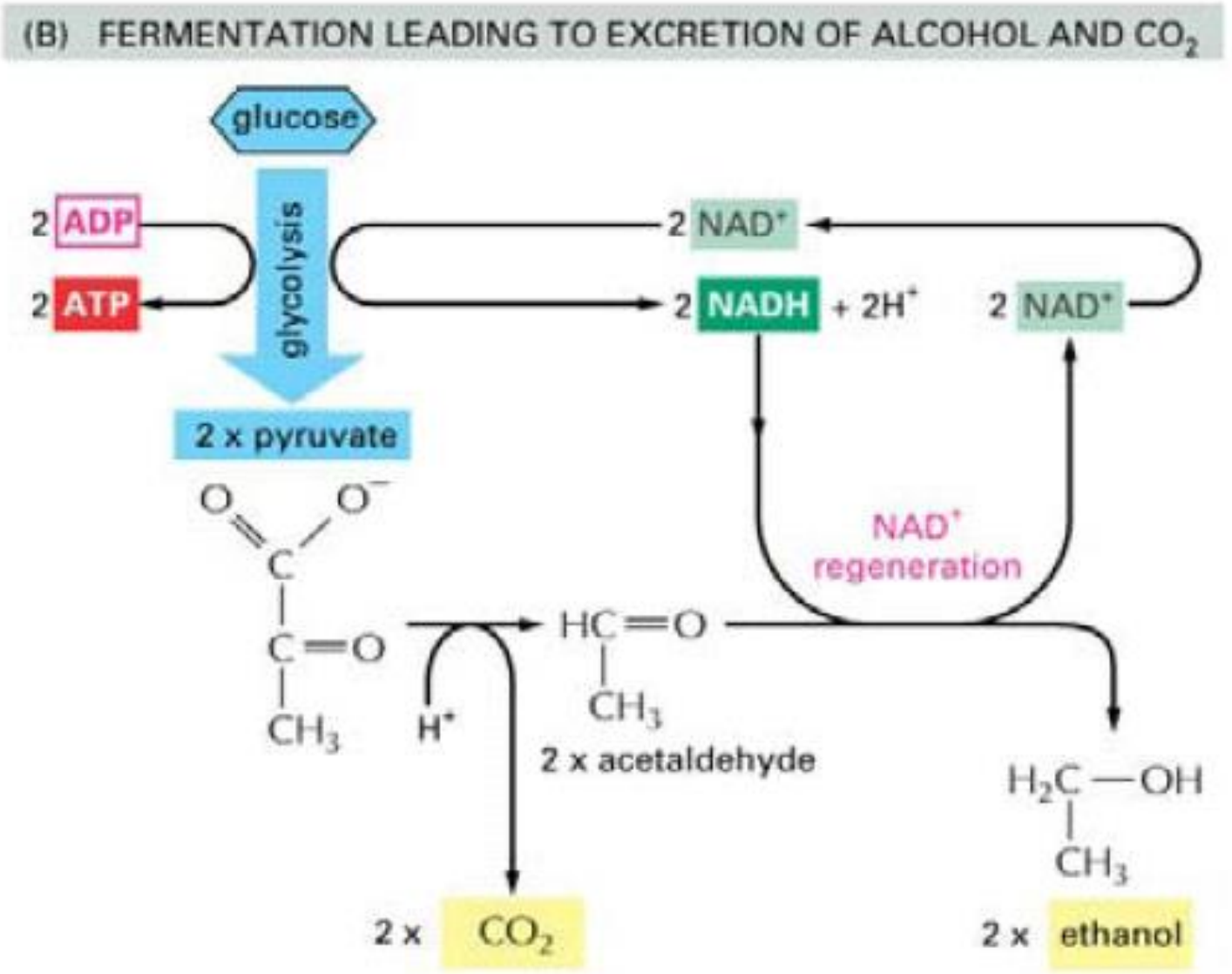


Figure 13-4 part 2 of 2 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

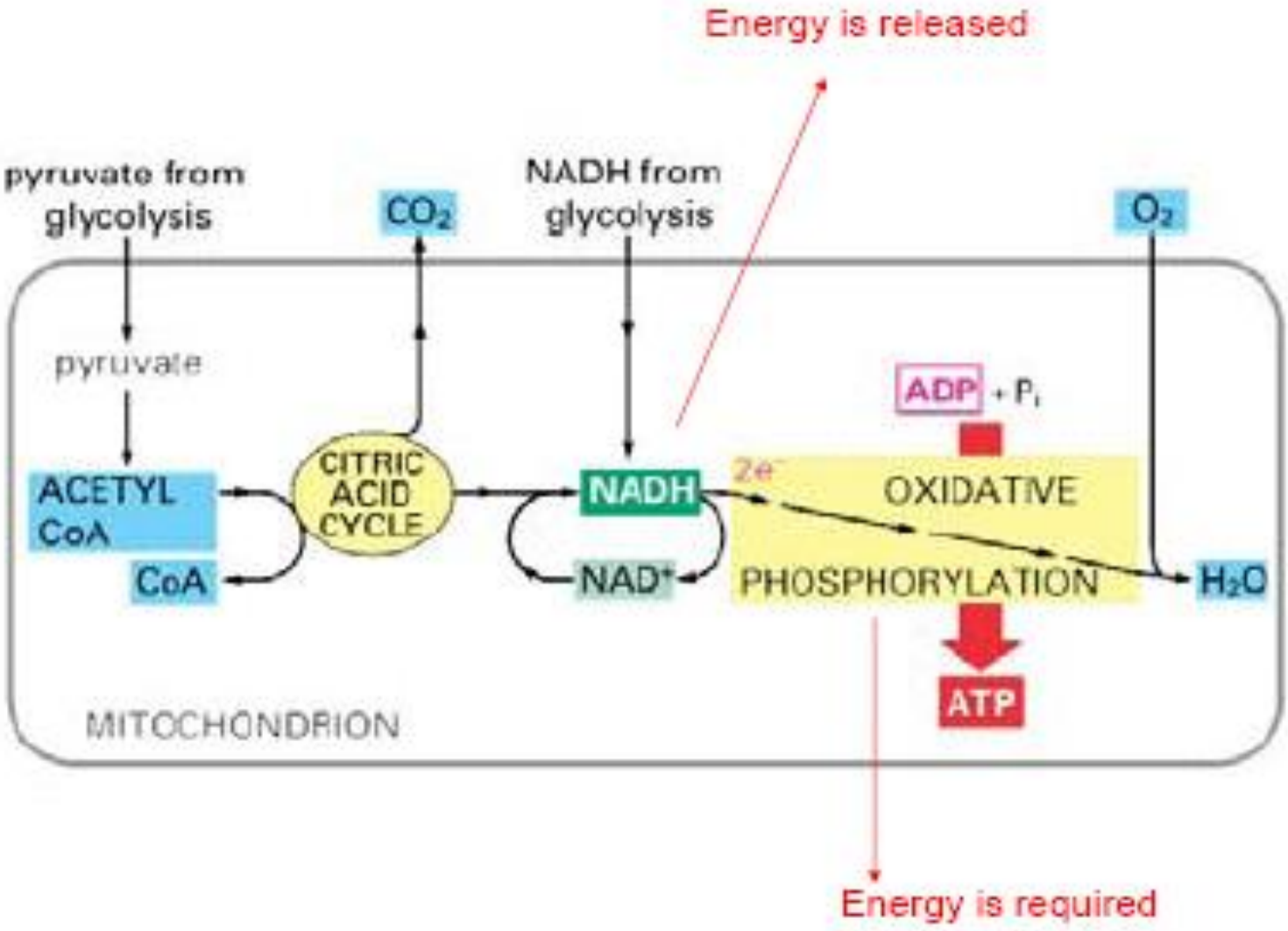


Figure 13-17 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

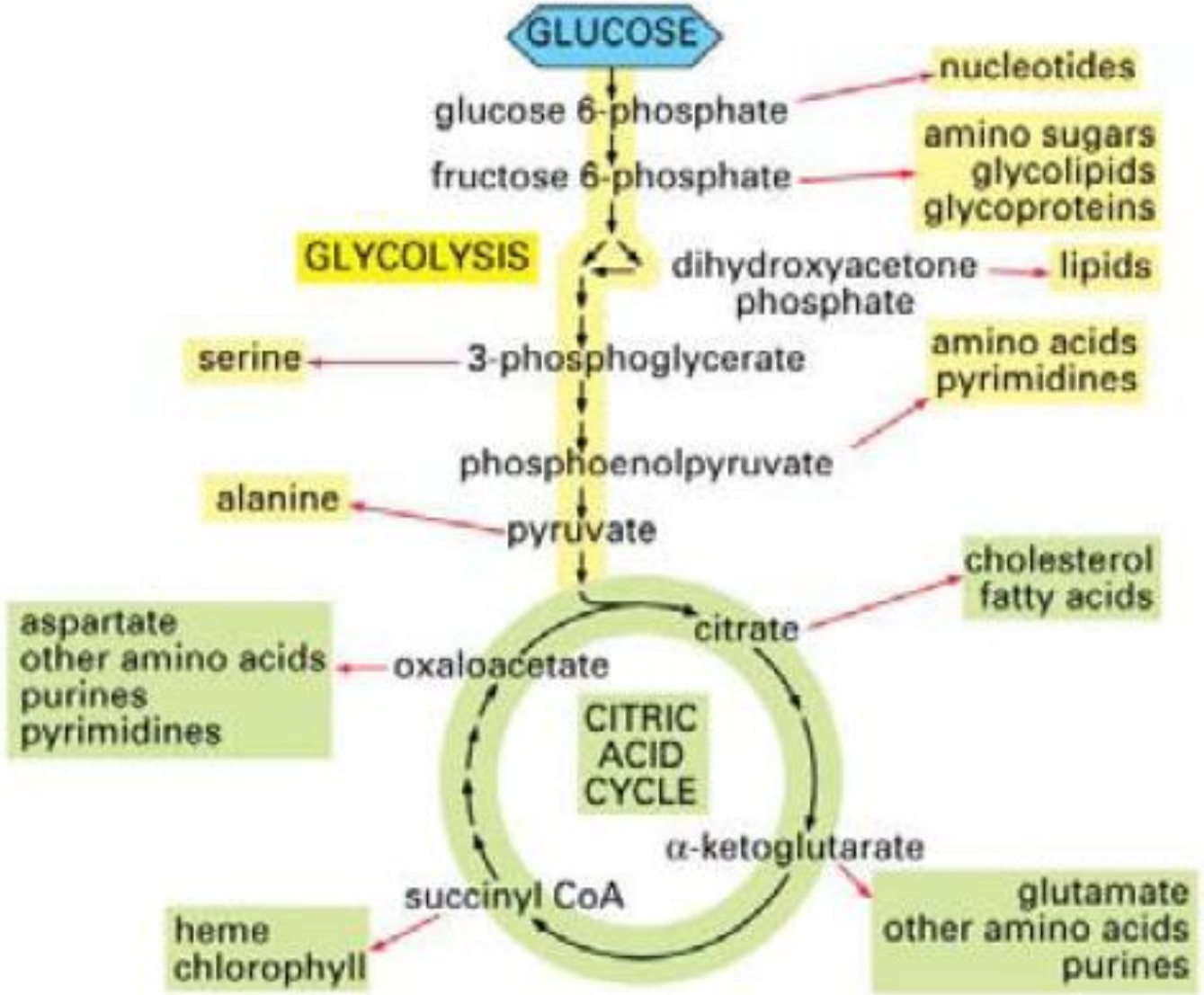
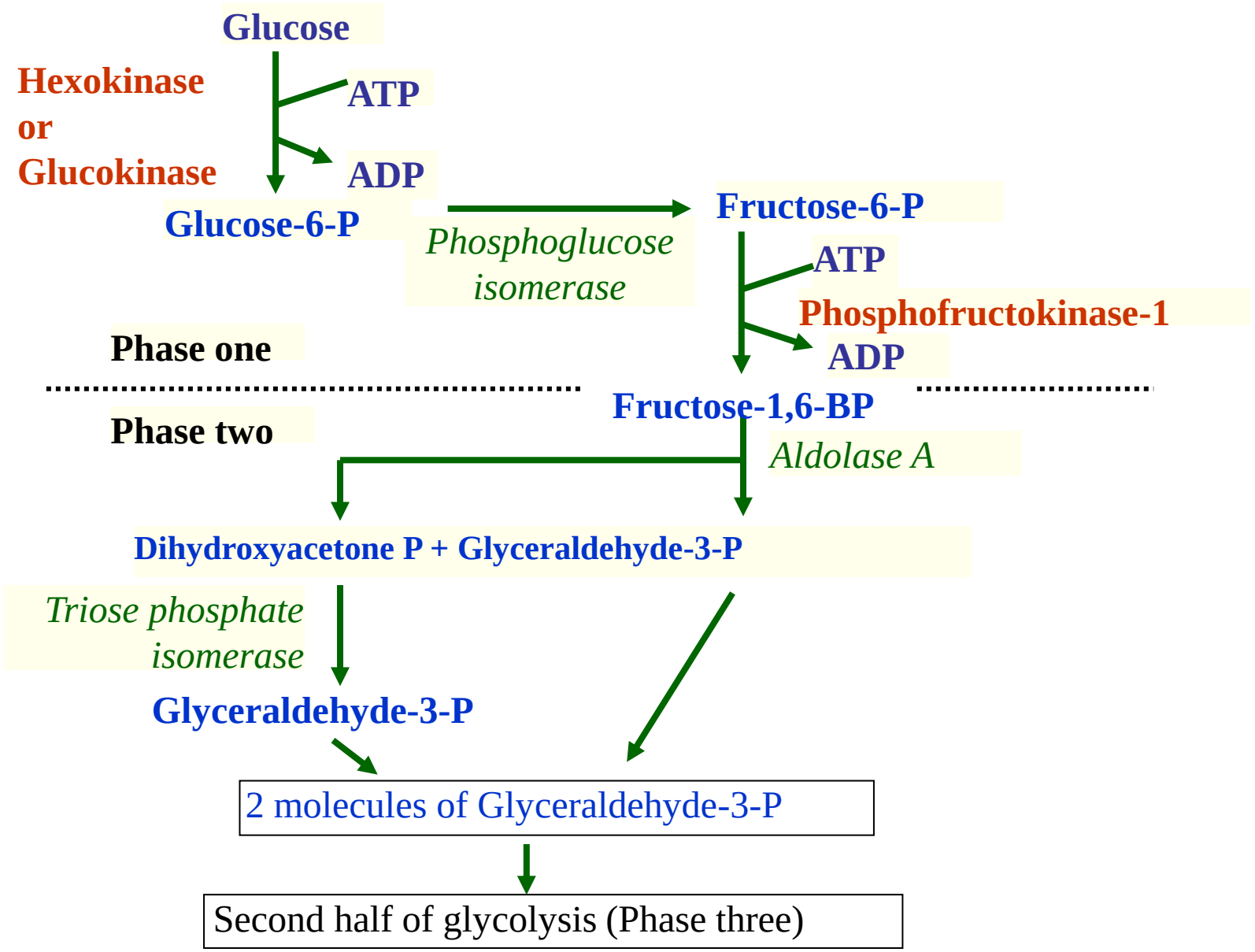


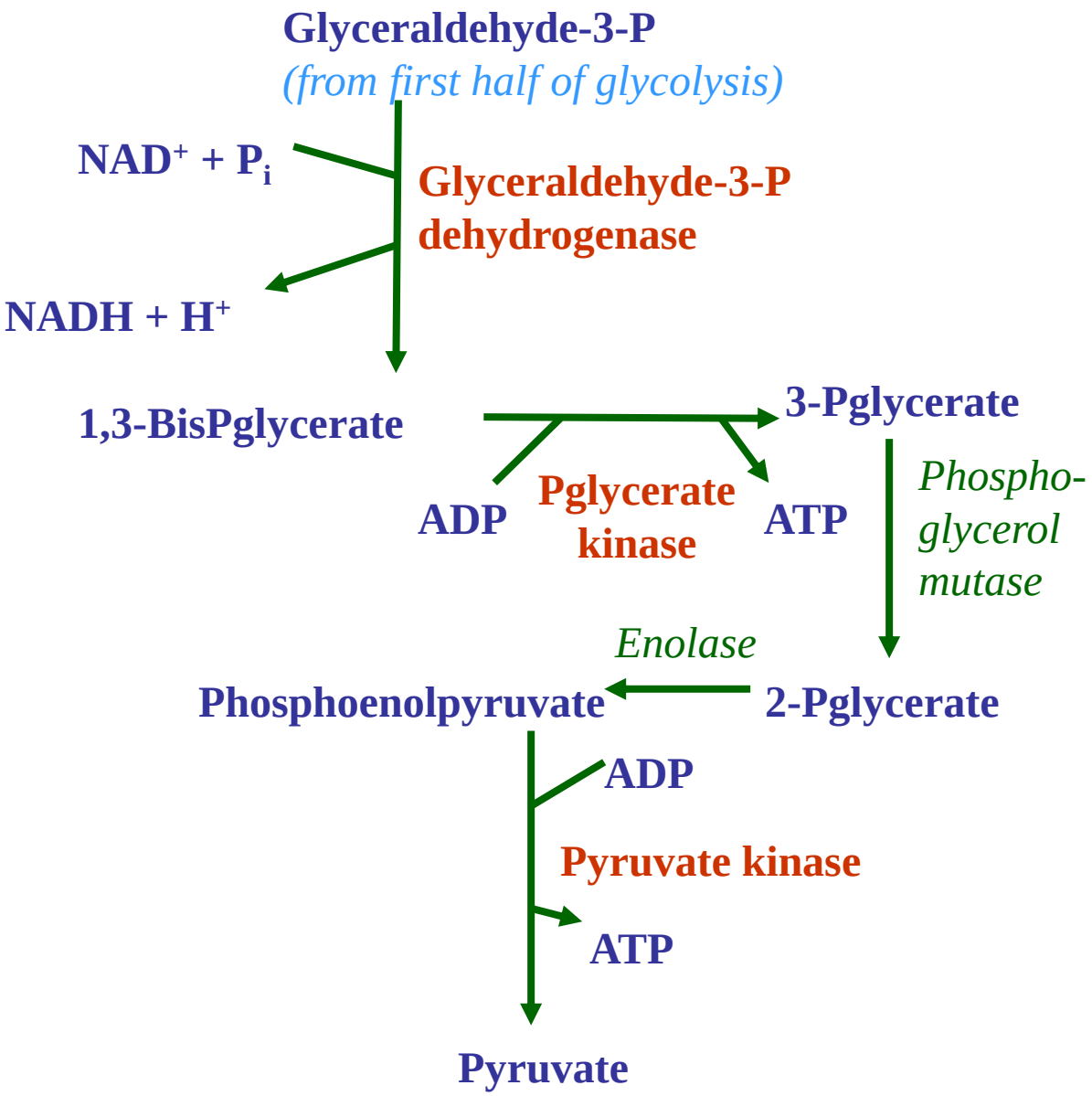
Figure 13-23 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)



Gambar. 3. Fase tahapan Glikolisis

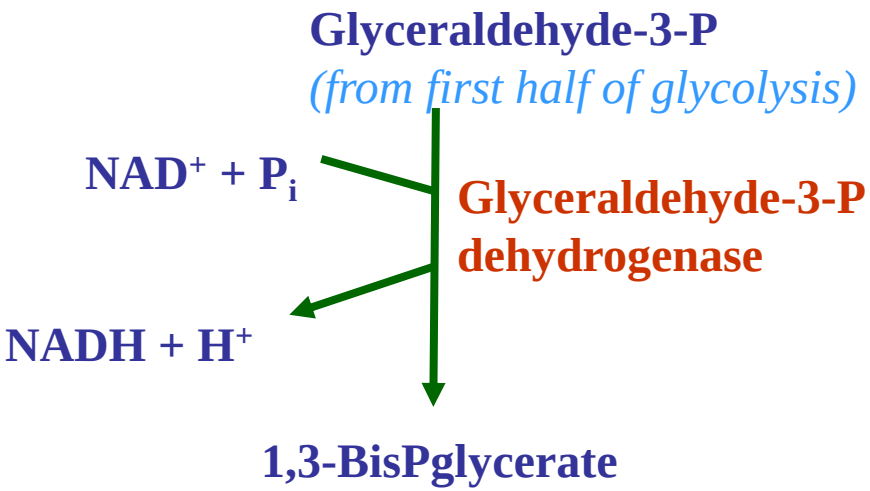
Fase ke 2 Glikolisis

- fructose-1,6-bisphosphate terurai
- 2 molekul glyceraldehyde-3-phosphate dihasilkan pada tahap glikolisis ini



Gambar 4. reduksi oksidasi dan fase pembentukan ATP (3 fase)

Glyceraldehyde-3-P Dehydrogenase Features



- Reaksi oksidasi reduksi
- cofaktor NAD^+ tersedia dari niacin
- produk ikatan pospat berenergi tinggi

Hubungan klinis dengan makanan - Niacin

- komponen yang berfungsi dari NAD(P)(H)
- NADPH di dalam proses biosintesis
- juga penting di dalam metabolisme pigmen
- niacin deficiency = pellagra
- "4 Ds," *diarrhea*, *dermatitis*, *dementia*, *death*

SKIN LESIONS IN PELLAGRA

- Pellagrous
- Dermatitis in
- Advanced stage

- Same patient
- After intensive
- Niacin terapy

Figure 42. Skin lesions in pellagra.

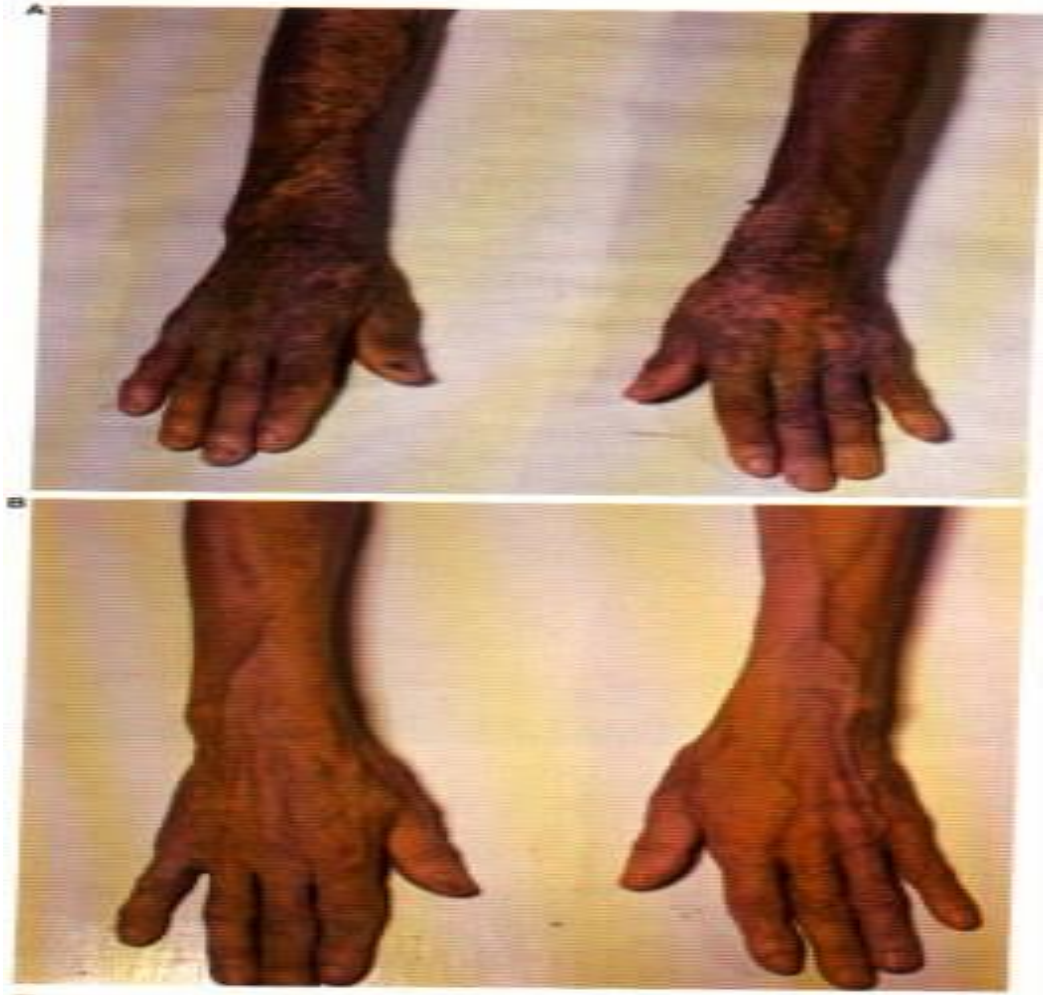
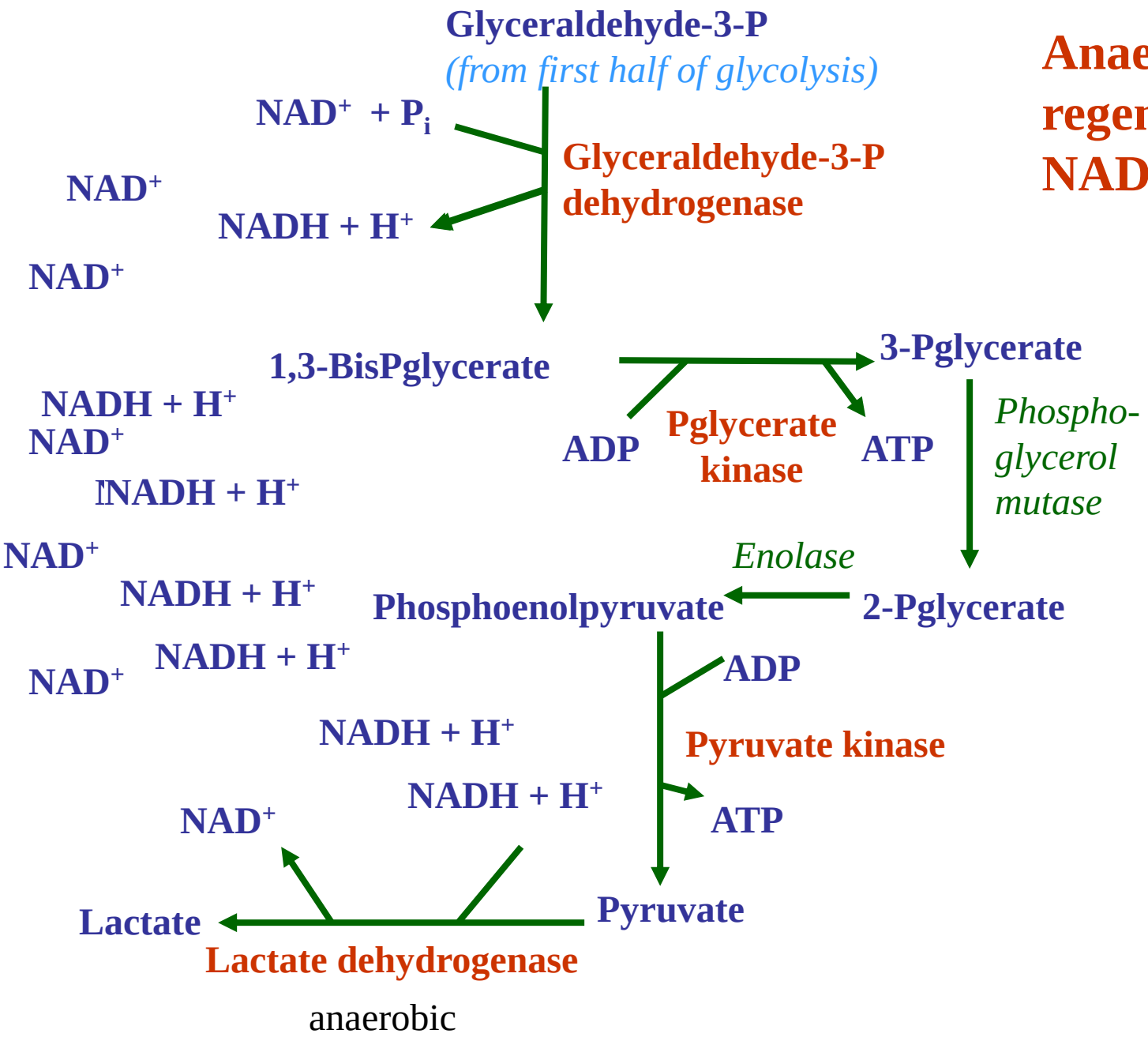


Figure 43A. Pellagrous dermatitis in advanced stage.

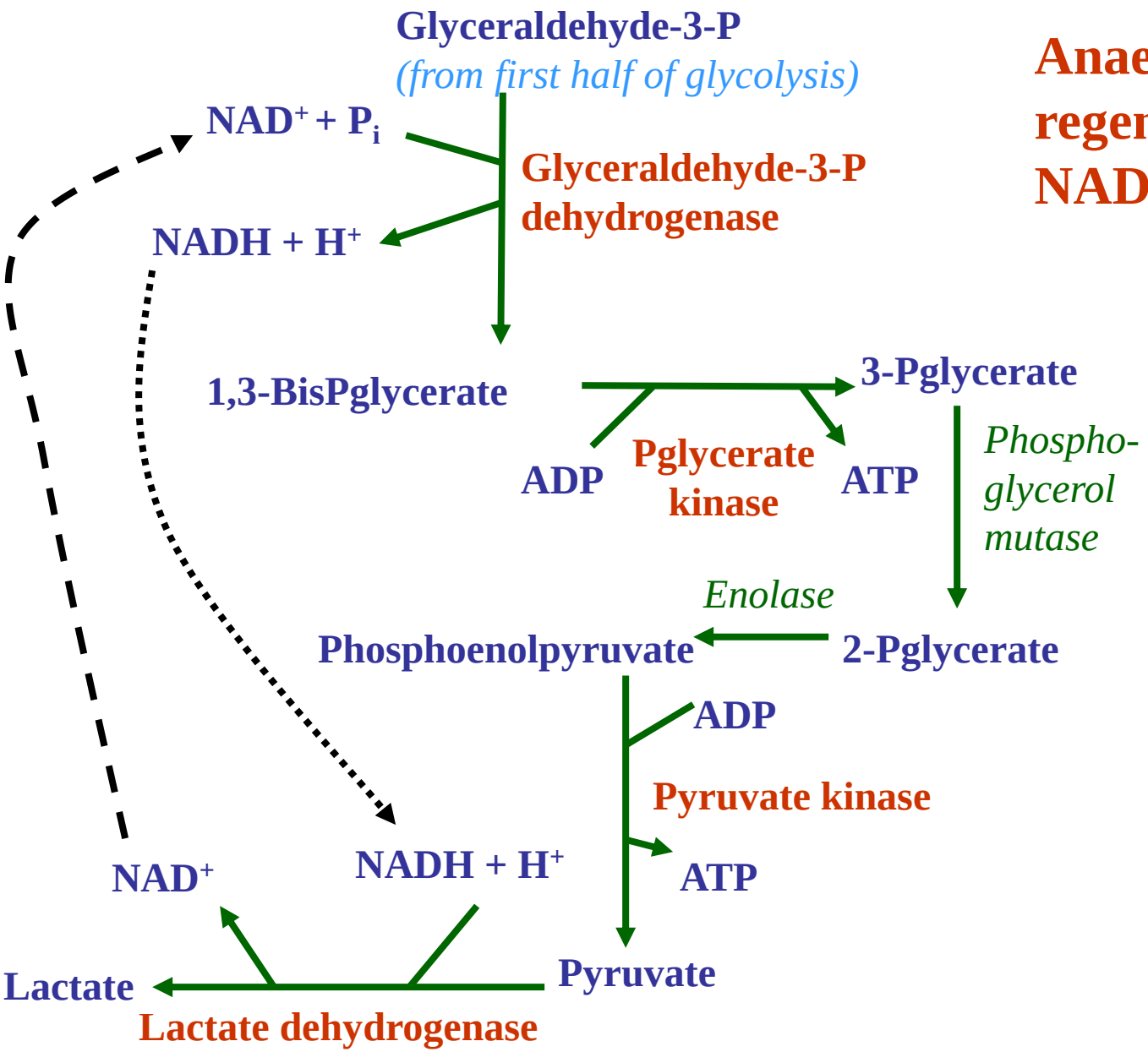
Figure 43B. Same patient after intensive niacin therapy.

Anaerobic regeneration of NAD^+

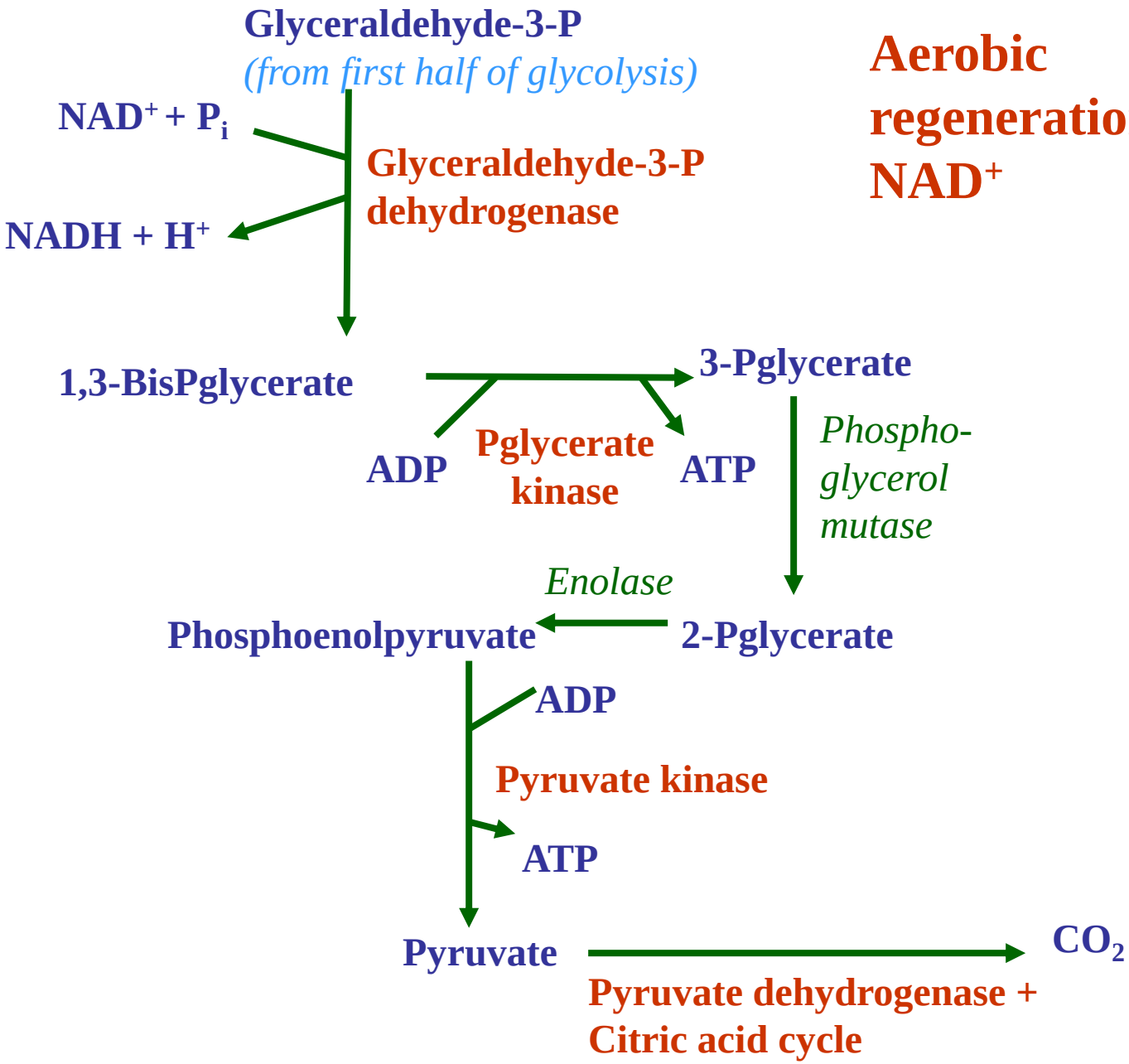


anaerobic

Anaerobic regeneration of NAD^+



Aerobic regeneration of NAD^+



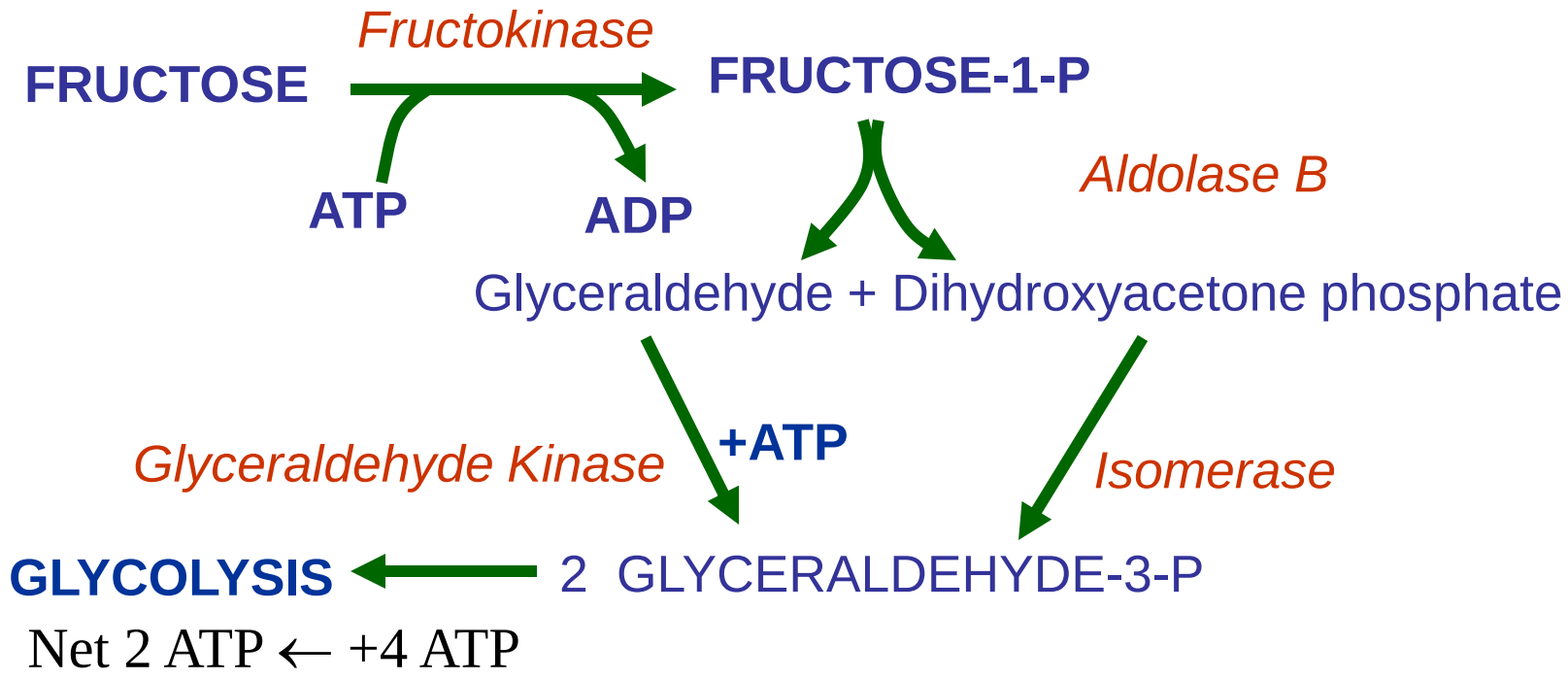
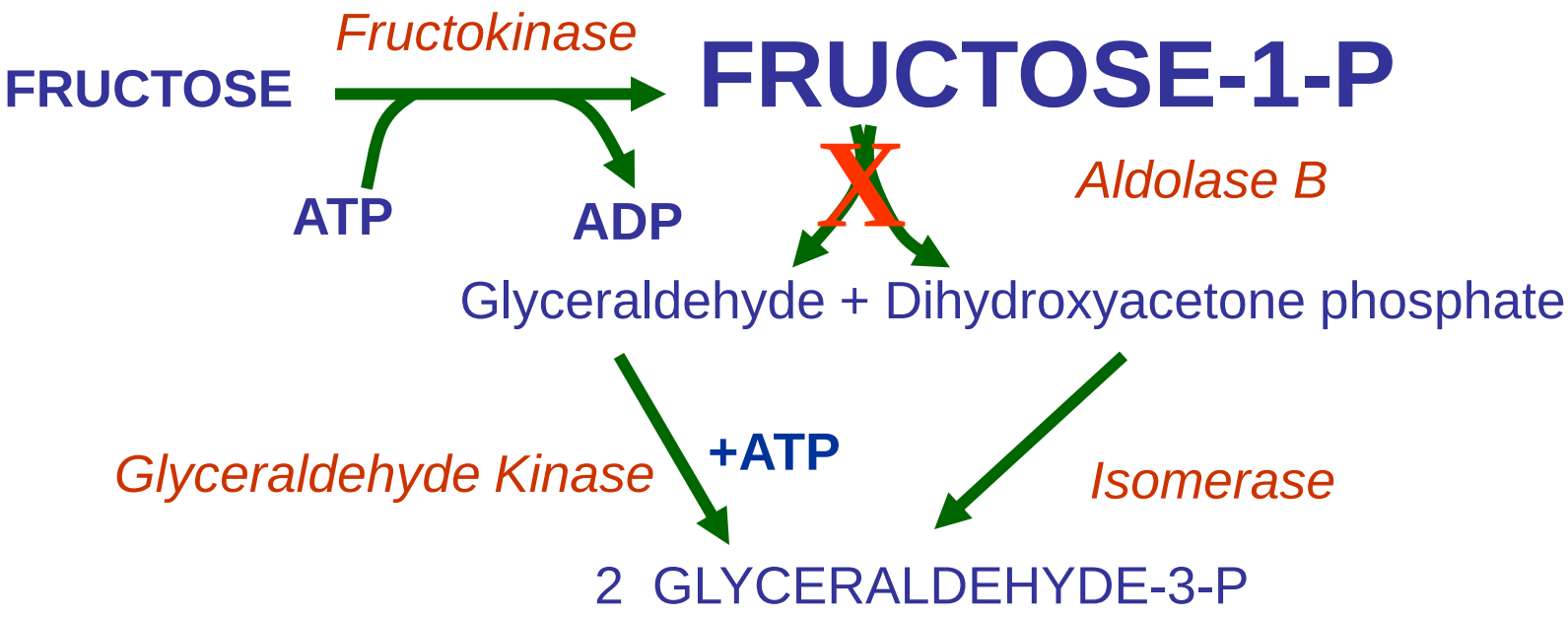


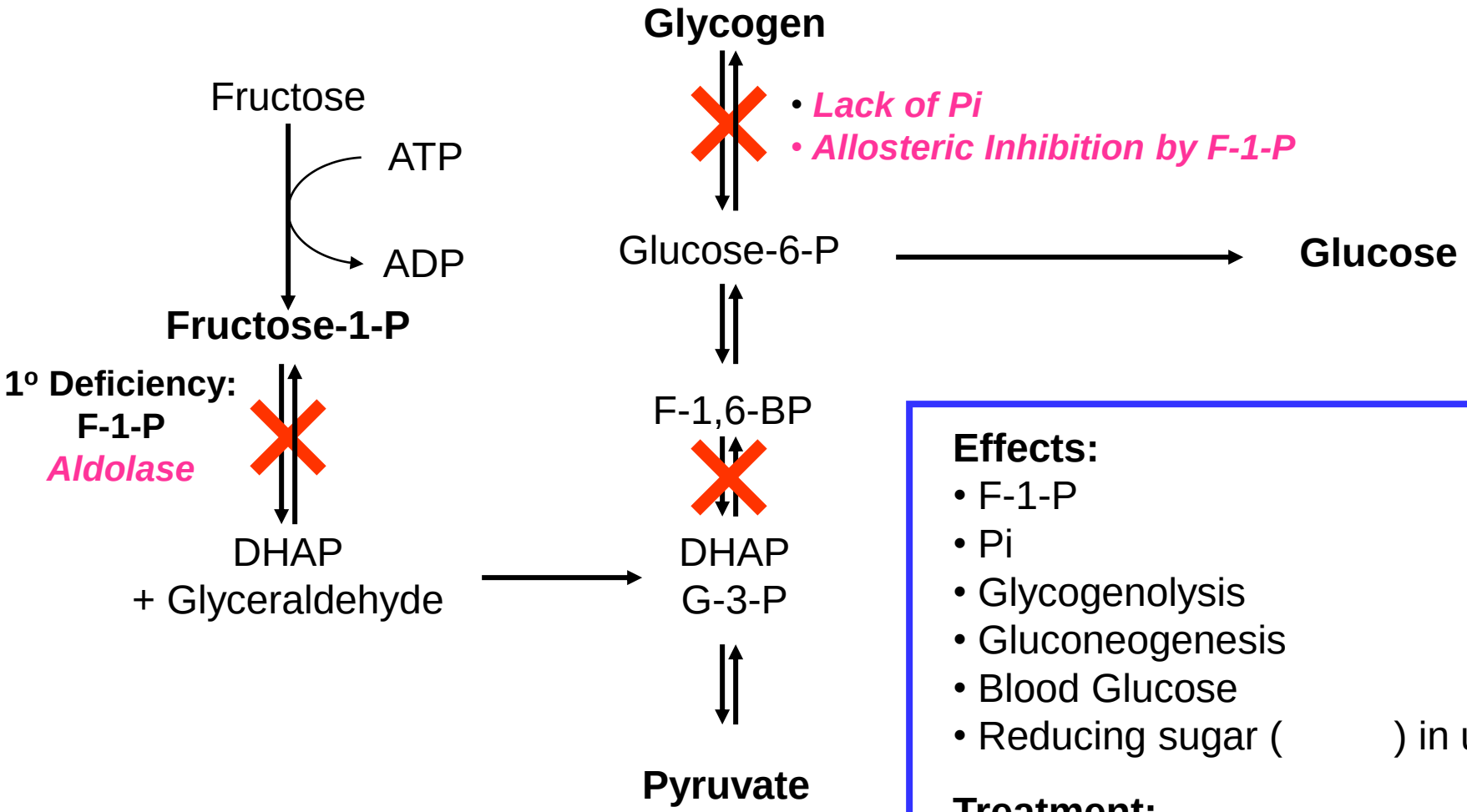
Figure 5. Tahapan metabolisme fructose di liver

Intoleransi Fruktosa



- F-1-P and F-1,6-BP allosterically menghambat glycogen phosphorylase
- hasilnya fruktosa intolerance ini menyebabkan hypoglycemia

Intoleransi Fruktosa



Effects:
- F-1-P
- Pi
- Glycogenolysis
- Gluconeogenesis
- Blood Glucose
- Reducing sugar ( ) in urine

Treatment:
- Limit Fructose/Sucrose

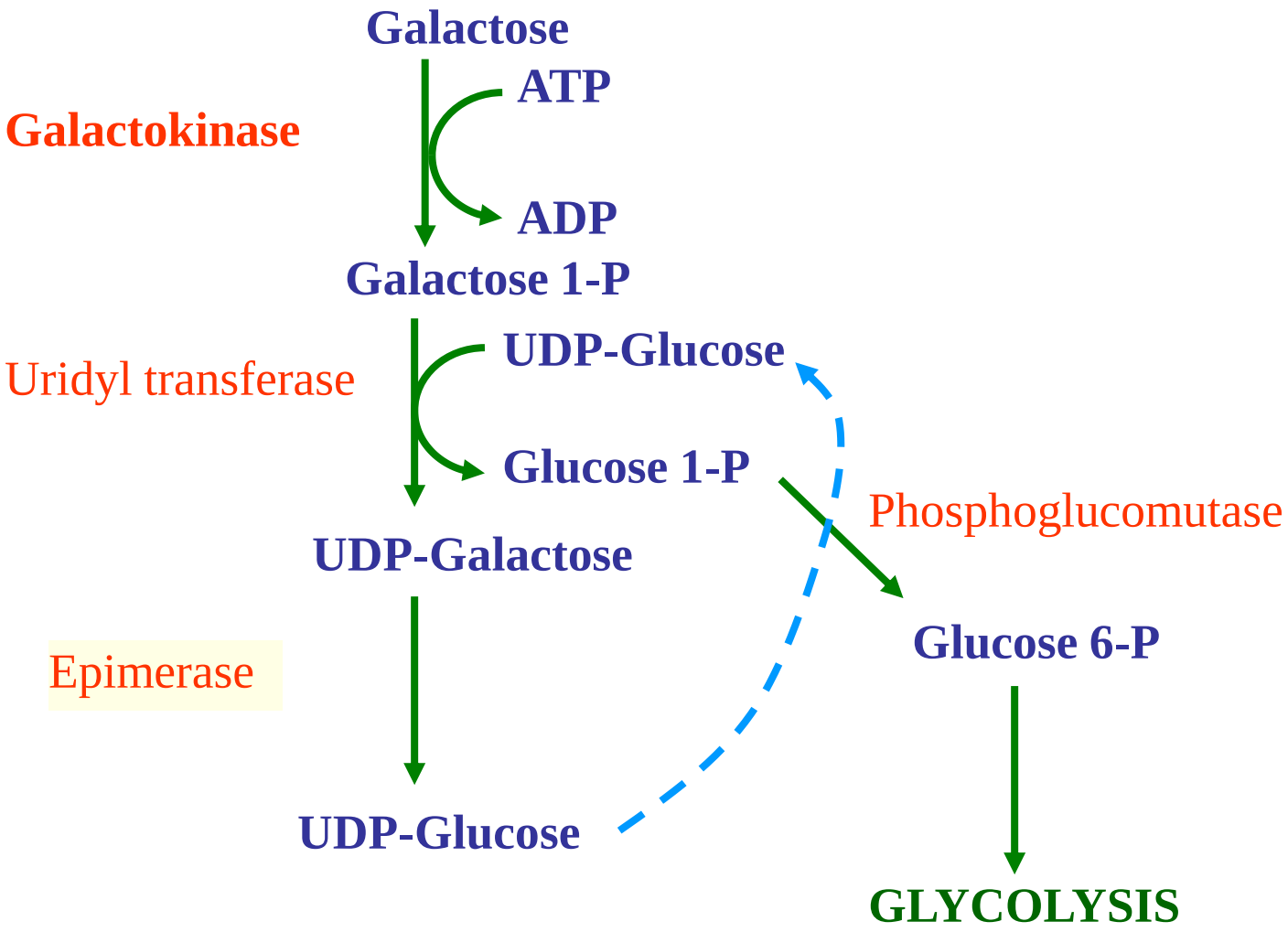
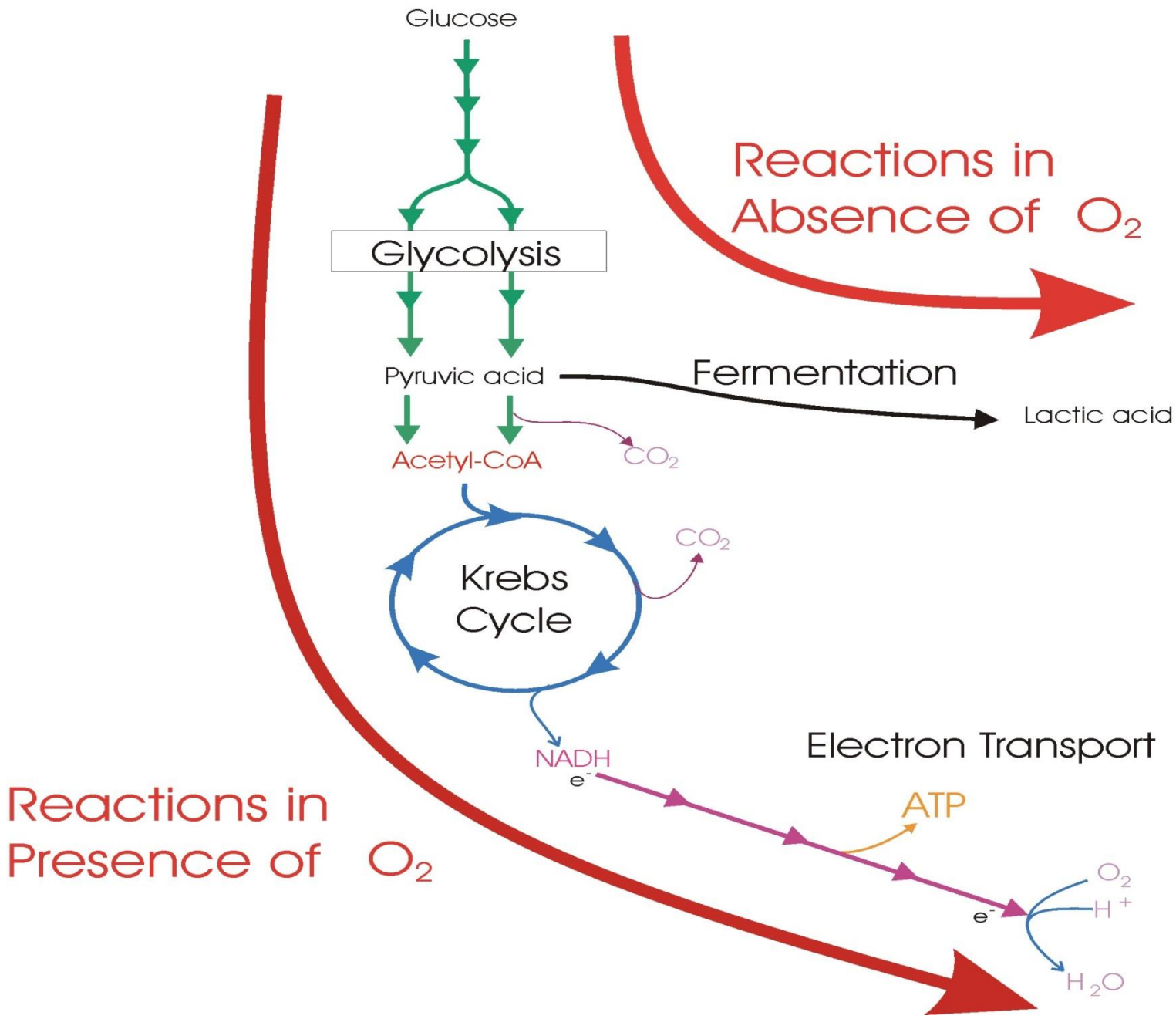


Figure 8. Prinsip tahapan metabolisme galaktosa di dalam hepar

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

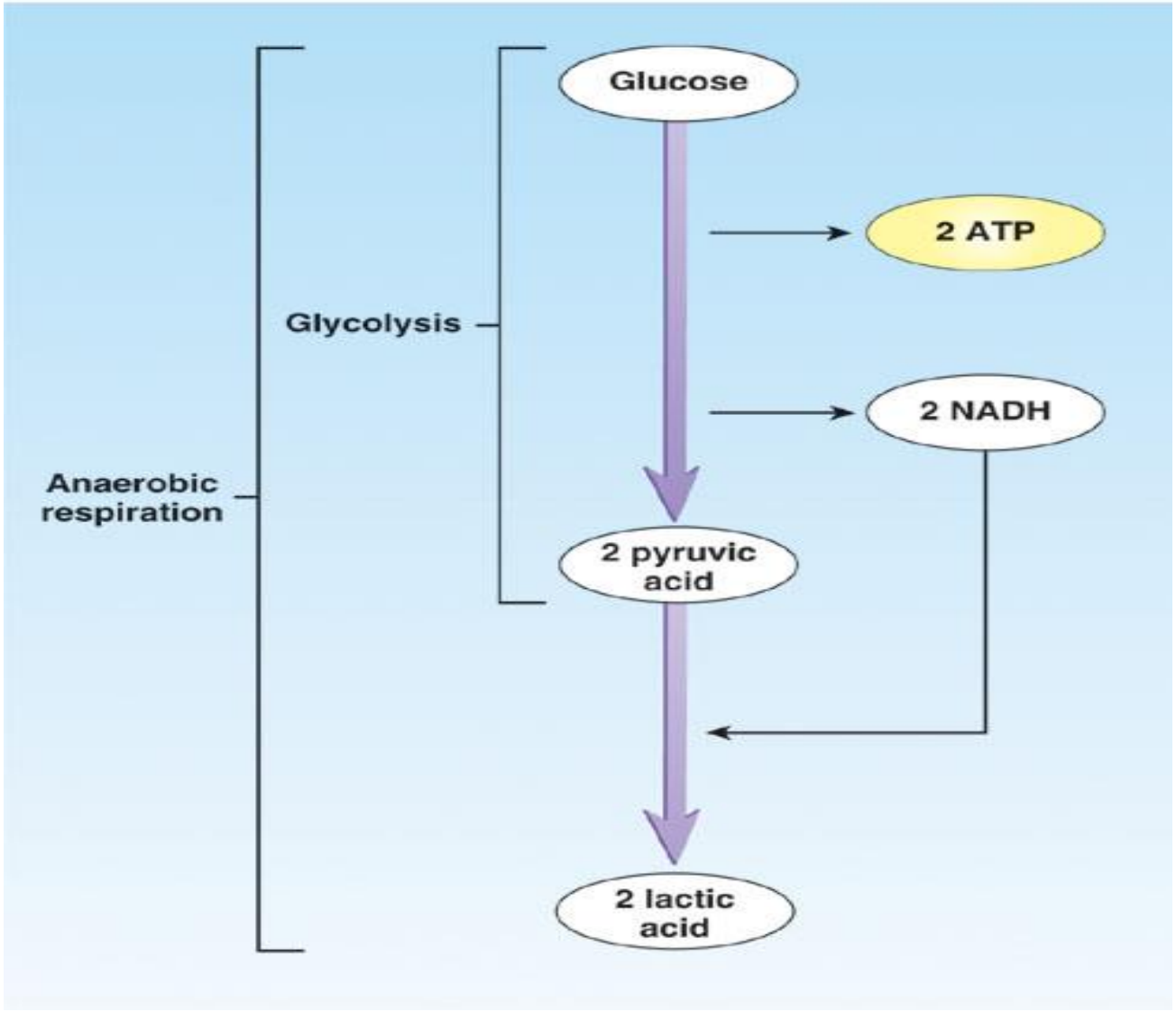
TABLE 3–8 Characteristics of Glycolysis

Entering substrates	Glucose and other monosaccharides
Enzyme location	Cytosol
Net ATP production	2 ATP formed directly per molecule of glucose entering pathway can be produced in the absence of oxygen (anaerobically)
Coenzyme production	2 NADH + 2 H^+ formed under aerobic conditions
Final products	Pyruvate—under aerobic conditions Lactate—under anaerobic conditions
Net reaction	
Aerobic:	Glucose + 2 ADP + 2 P_i + 2 NAD^+ $\longrightarrow$ 2 pyruvate + 2 ATP + 2 NADH + 2 H^+ + 2 H_2O
Anaerobic:	Glucose + 2 ADP + 2 P_i $\longrightarrow$ 2 lactate + 2 ATP + 2 H_2O


Glucose
Glycolysis
Pyruvic acid
Fermentation
Lactic acid
Acetyl-CoA
CO_2
Krebs Cycle
CO_2
NADH
e^-
Electron Transport
ATP
O_2
H^+
e^-
H_2O
Reactions in Absence of O_2
Reactions in Presence of O_2

Anaerobic Respiration

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



- Menguraikan glukosa tanpa ada oksigen
  - Menghasilkan 2 molekul asam lactic dan 2 molekul ATP
- Fase
  - Glikcolisis
  - Pembentukan asam laktat