

هضم البروتينات

تكسير الأحماض الأمينية بالتأكسد

محتوى المحاضرة

- متى يتم تكسير الأحماض الأمينية بالتأكسد؟
- الناتج النهائي لعملية هضم البروتينات
- تكسير البروتينات
- تكسير الأحماض الأمينية
- عملية إزالة مجموعة الأمين للأحماض الأمينية بالأكسدة
- تكسير الهياكل الكربونية للأحماض الأمينية
- علاقة تكسير الأحماض الأمينية بتركيز ال ATP في الخلايا الحية

محتوى المحاضرة

- دخول الهياكل الكربونية للأحماض الأمينية مسارات أيضية مختلفة
- مسار حامض الألفا – كيتوجلوتريت
- تكوين النواتج الإبرازية النيتروجينية
- تحول الأحماض الأمينية إلى دهون
- تحول الأحماض الأمينية إلى جلوكوز

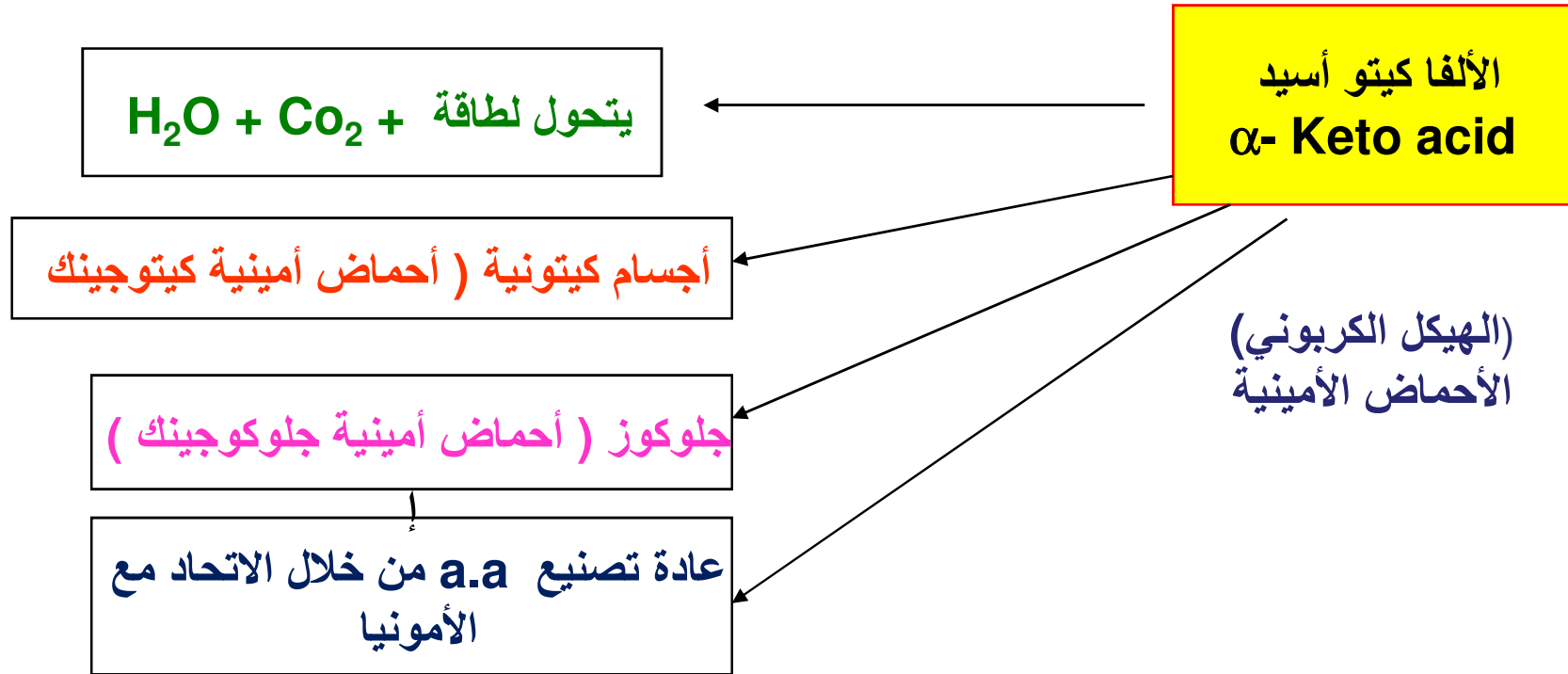
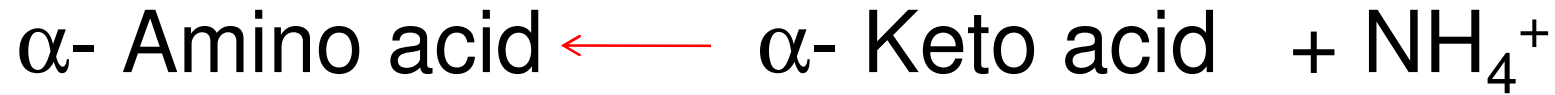
هضم البروتينات

متى يتم تكسير الأحماض الأمينية بالتأكسد؟

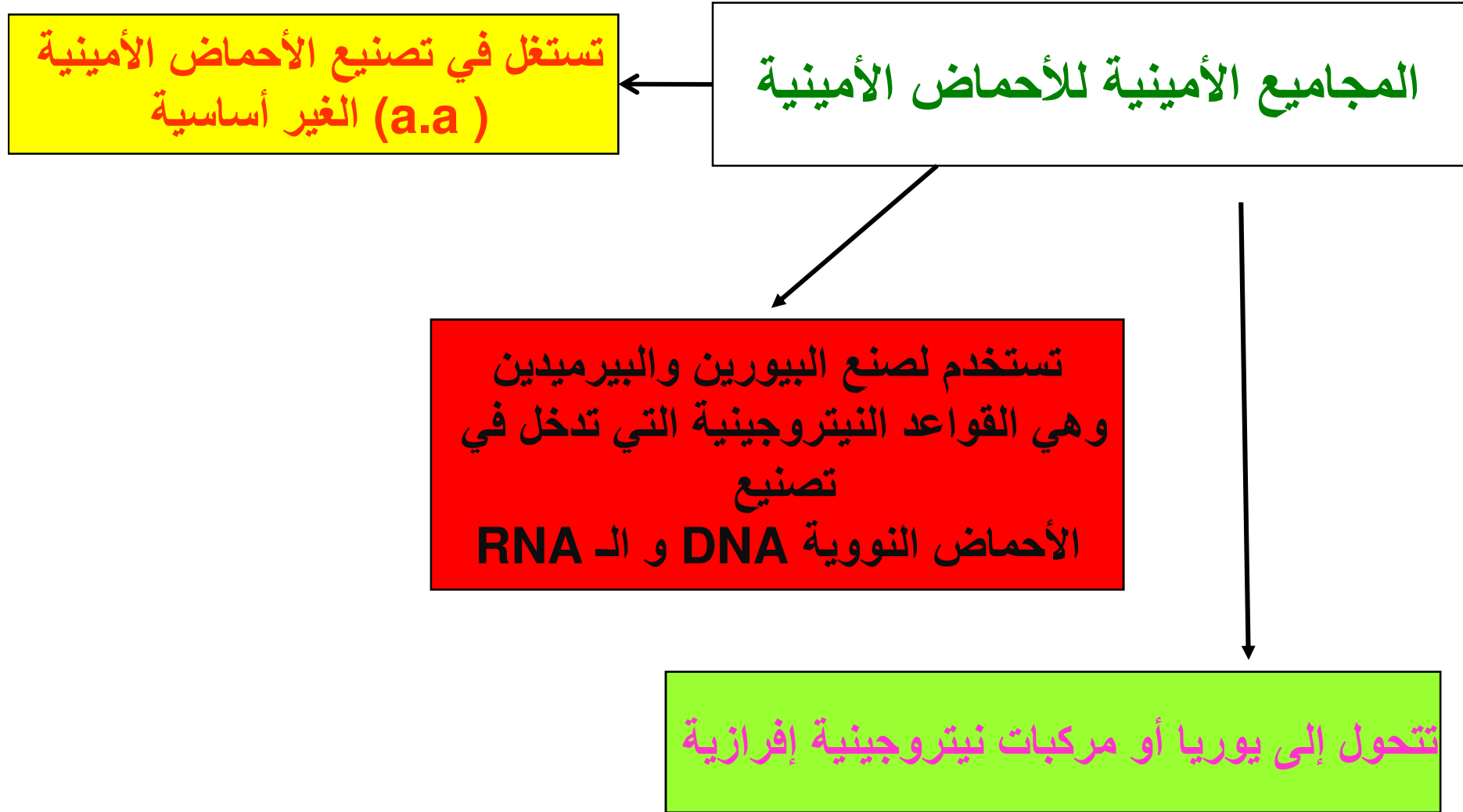
- تتأكسد الأحماض الأمينية لتكون مصدراً للطاقة إذا :
 - ١- أخذت بكميات كبيرة في الغذاء .
 - ٢- في حالة الامتناع عن الأكل .
 - ٣- في حالة الإصابة بمرض السكري .

هضم البروتينات

- الناتج النهائي لعملية هضم البروتينات هو :



هضم البروتينات

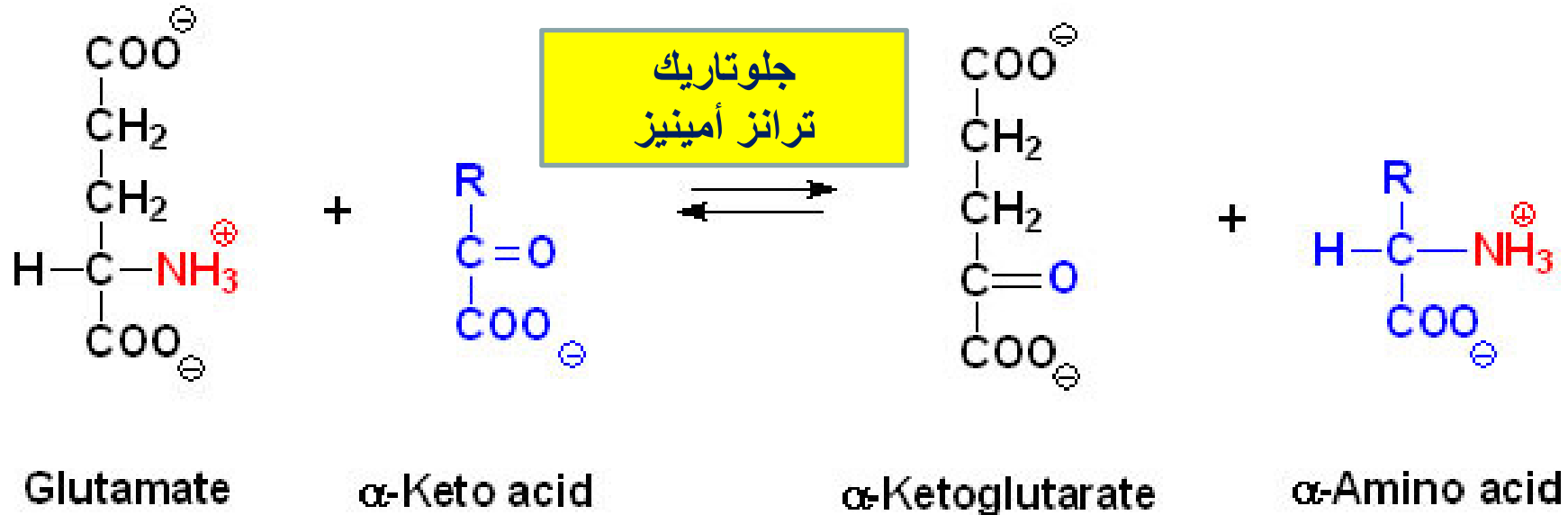


تكسير البروتينات

- تنتقل المجموعات الأمينية من الأحماض الأمينية عن طريق تفاعلات انتقال المجاميع الأمينية Transamination
- الأنزيمات التي تحفز هذه التفاعلات هي ترانزأميناز Transaminases
أو أمينو ترانزفيراز Aminotransferases
- الحمض الكيتوني الرئيسي الذي يدخل في هذا النوع من التفاعلات هو حمض الألفا كيتوجلوتريك
- α -Ketoglutaric acid (α - KG)

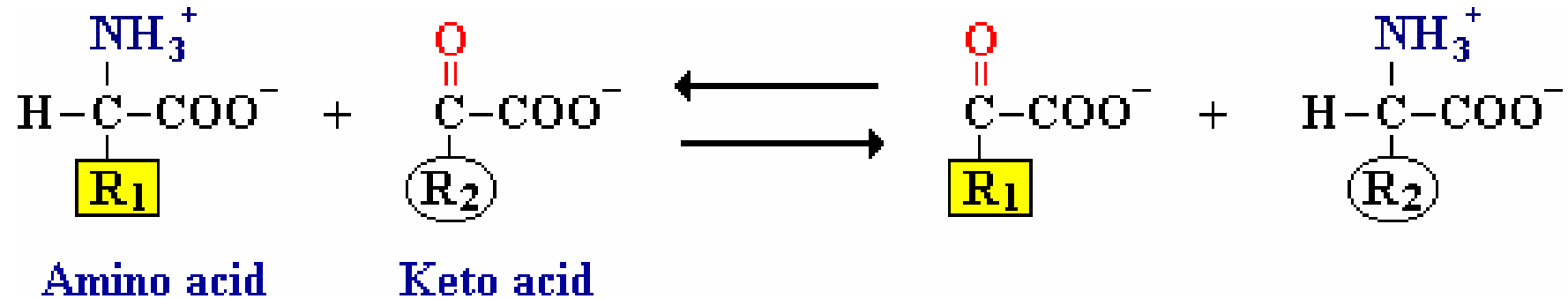
تكسير الأحماض الأمينية

• في هذه التفاعلات تنتقل مجموعة الأمين ألفا من الحمض الأميني إلى الألفا-كيتوجلوتريك أسيد فيعطيني حامض الجلوتاميك ، والألفا حمض أميني ← ألفا كيتوأسيد المقابل



تكسير الأحماض الأمينية

• في هذه التفاعلات تنتقل مجموعة الأمين ألفا من الحمض الأميني إلى ألفا-كيتوجلوتريك أسيد فيعطيني حامض الجلوتاميك ، والألفا حمض أميني ← ألفا كيتوأسيد المقابل



تكسير الأحماض الأمينية

- أنزيم **جلوتاميك ترانز أمينيز** هو خاص لتفاعل α -KG والجلوماتيك أسيد فقط ولا يحفز تفاعلات نقل مجموعات أمين أخرى .
- في هذا التفاعل لم يتم التخلص من المجموعة الأمينية نهائياً ولكنها تنتقل من الأحماض الأمينية إلى جلوتاميك أسيد .

تكسير الأحماض الأمينية

مثال ١ : يقوم أنزيم الألنين ترانز أمينيز بنقل مجموعة أمين من الألنين إلى ألفا - كيتوجلوتريك أسيد .

L-Alanine + α - Ketoglutaric acid

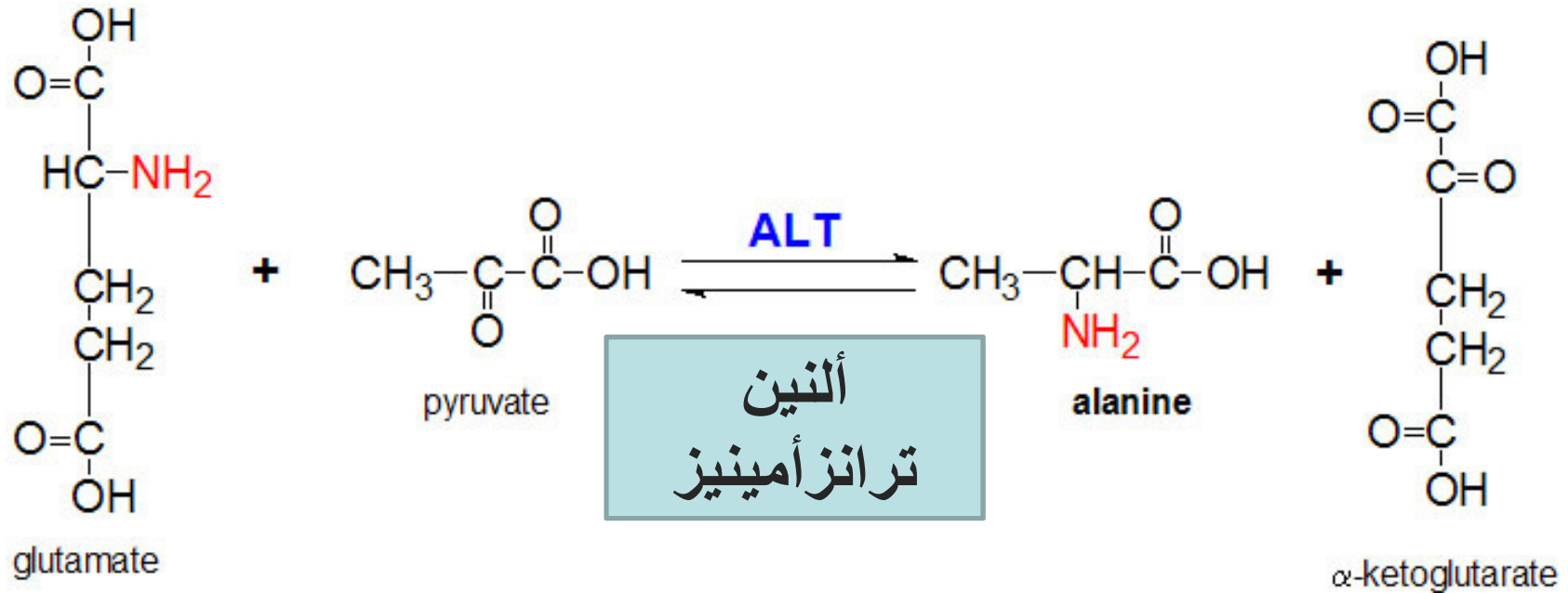


ألنين
ترانز أمينيز

Pyruvate + Glutamate

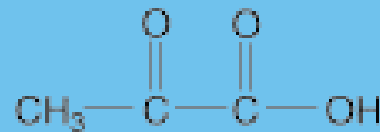
تكسير الأحماض الأمينية

مثال ١ : يقوم أنزيم الألنين ترانز أمينيز بنقل مجموعة أمين من الألنين إلى ألفا - كيتوجلوتريك أسيد .

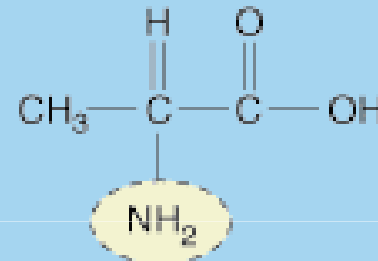


تكسير الأحماض الأمينية

مثال ١ : يقوم أنزيم الألنين ترانز أمينيز بنقل مجموعة أمين من الألنين إلى ألفا - كيتوجلوتريك أسيد .

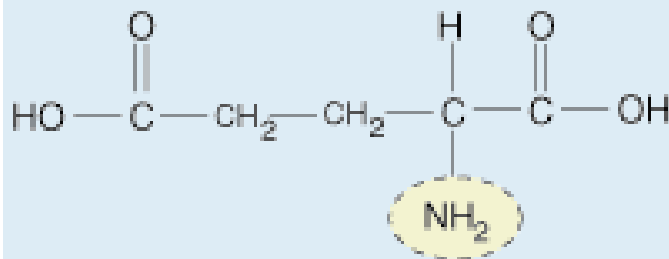


Pyruvic acid

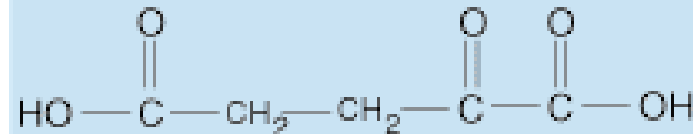


Alanine

Glutamic acid



Alpha-ketoglutaric acid



تكسير الأحماض الأمينية

مثال ١ : يقوم أنزيم الأسبارتيت ترانز أمينيز بنقل مجموعة أمين من الأسبارتيت إلى ألفا - كيتوجلوتريك أسيد (α - KG).

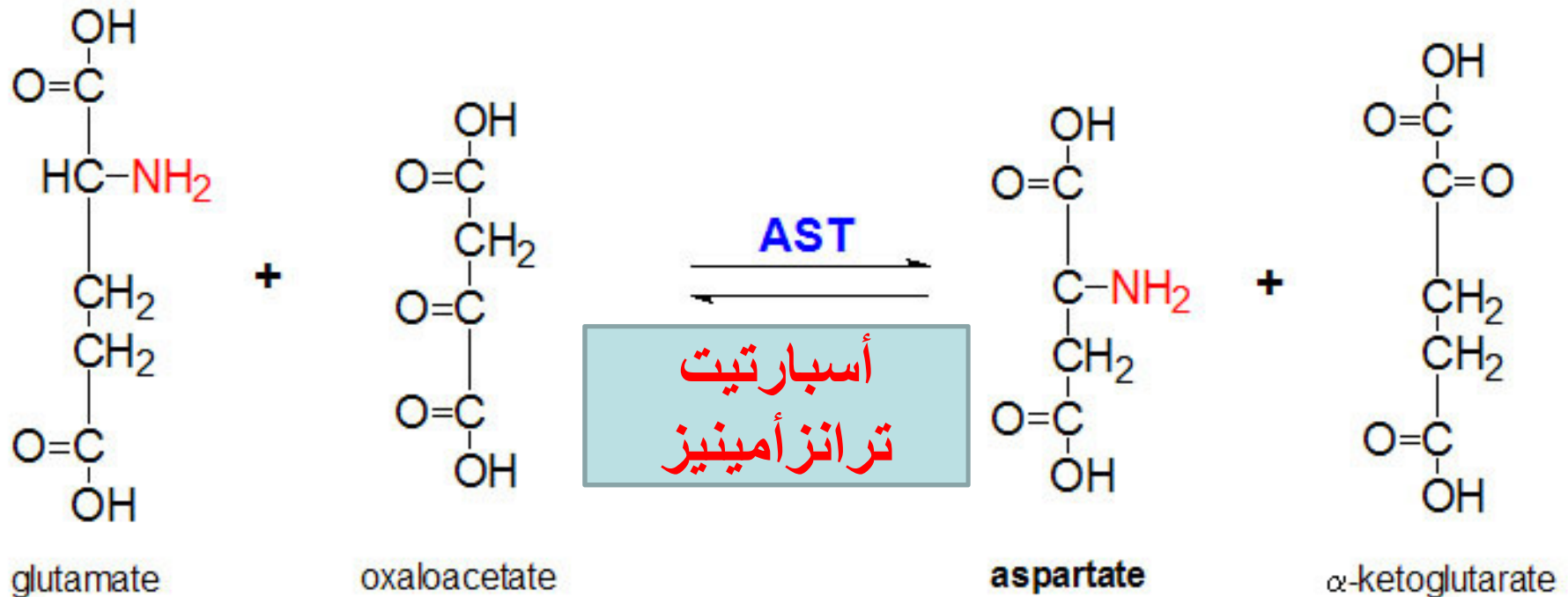
Aspartate + Ketoglutaric acid



أسبارتيت
ترانز أمينيز

Oxaloacetate + Glutamate

تكسير الأحماض الأمينية



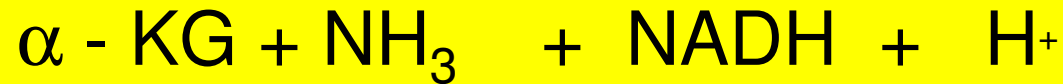
تكسير الأحماض الأمينية

□ **α -KG**: هو مستقبل المجاميع الأمينية من معظم الأحماض الأمينية (a.a) الأخرى **جلوتاميت** (**Glu**) الناتج من تفاعلات نقل مجموعة الأمين ينتقل من السيتوسول إلى الميتوكوندريا ، وبواسطة أنزيم جلوتاميت ديهيدروجيناز (Glu DH) يتحول Glu إلى α -KG وينتج من هذا التفاعل أيضاً **الأمونيا** . يسمى هذا التفاعل:

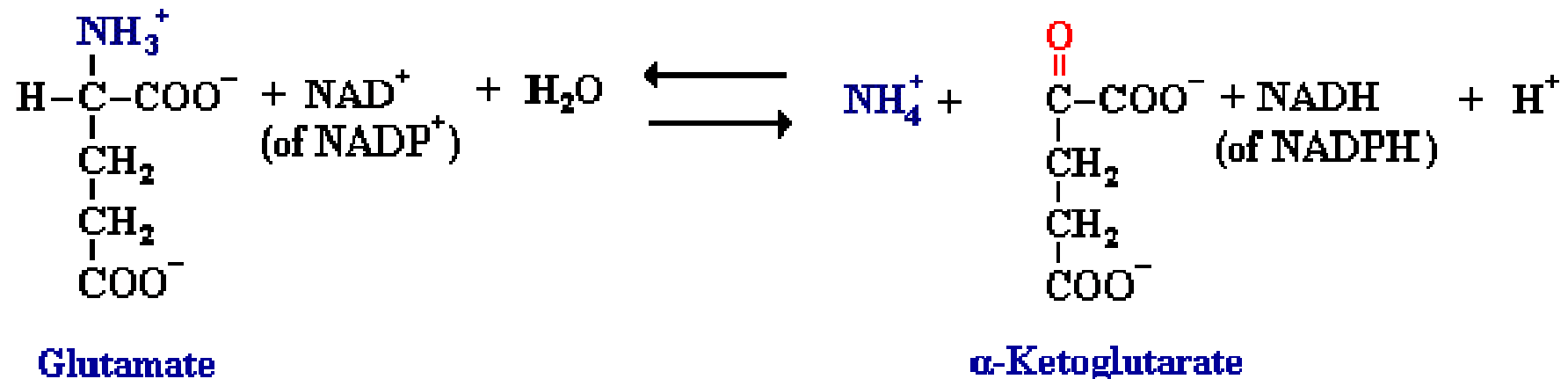
بإزالة الأمين بالأكسدة



جلوتاميت
ديهيدروجيناز



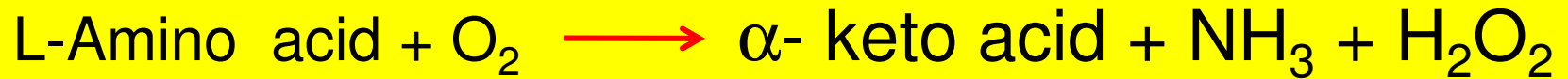
تكسير الأحماض الأمينية



تكسير الأحماض الأمينية بالتأكسد

□ عملية إزالة مجموعة الأمين بالأكسدة (Oxidative Deamination)

▪ في هذه العملية يقوم أنزيم L-Amino acid oxidase هو الفلافوبروتين بتحفيز التفاعل الآتي



▪ في هذا التفاعل تتم أكسدة الحامض الأميني إلى حامض α -كيتو وتحرر مجموعة الأمين على شكل أمونيا ، ويختزل الأوكسجين إلى فوق أوكسيد الهيدروجين H_2O_2 .

تكسير الأحماض الأمينية بالتأكسد

الحامض α - كيتو الناتج هو مساوٍ في عدد ذرات الكربون وترتيبها للحامض الأميني الأصلي ويختلف عنه في وجود مجموعة كيتون عوضاً عن مجموعة الأمين على ذرة الكربون الثانية (α) .

تكسير الأحماض الأمينية بالتأكسد

R_1 - α - Amino acid + R_2 - α -Ketoacid

R_2 - α - Amino acid + R_1 - α -Ketoacid

تكسير الهياكل الكربونية للأحماض الأمينية

□ تتحول الهياكل الكربونية لعشرة أحماض أمينية إلى **أسيتيل**
CoA إما عن طريق **البيروفيت** أو **الأسيتوأسيتيل CoA** .

FATS

Lipases

Fatty acids
glycerol

β -Oxidation

POLYSACCHARIDES

Carbohydrases

Glucose
other sugars

Glycolysis

Pyruvate

Acetyl CoA

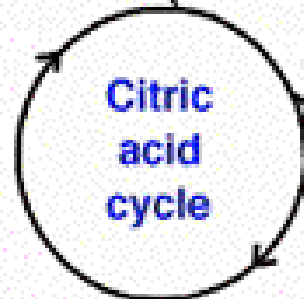
PROTEINS

Proteases

Amino acids

Amino acid catabolism

تكسير
الهياكل
الكربونية
للأحماض
الأمينية



Citric
acid
cycle

CO₂

Electron transport and
Oxidative phosphorylation

2H⁺ + 1/2 O₂

e⁻

ADP + P_i

ATP

H₂O

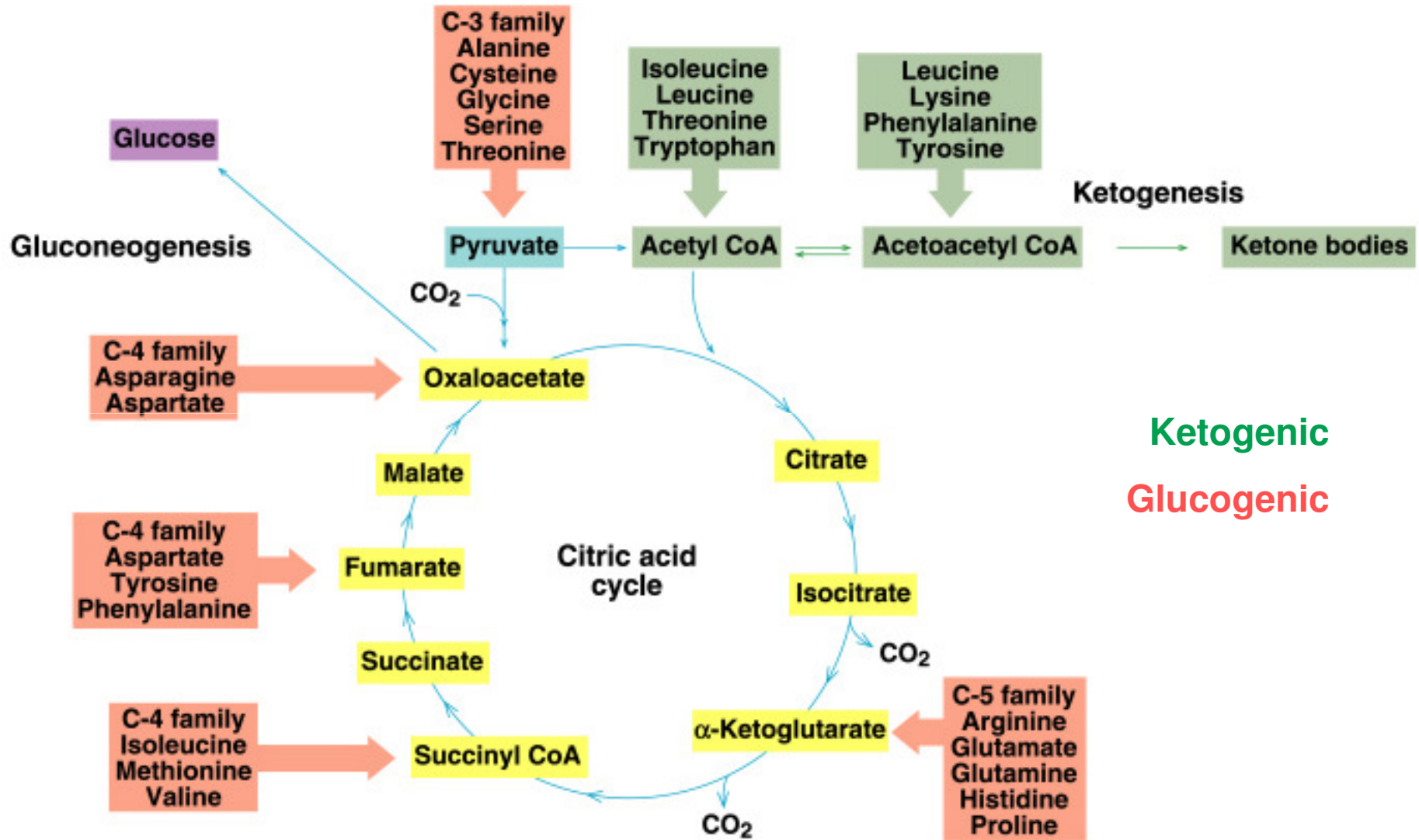
علاقة تكسير الأحماض الأمينية بتركيز ال ATP في الخلايا الحية

- إذا كان [ATP] في الخلية عالٍ فإن تحول جلوتاميت إلى حمض الألفا كيتوجلوتريك (α - KG) يكون محدود أي يقل.
- إذا كان [ATP] قليل في الخلية فإن جلوتاميت يتحول إلى الأمونيا و α - KG (أكسدة جلوتاميت تنشط) .
- * عملية إزالة الأمين بالأكسدة تحدث بصورة أساسية للجلوتاميك أسيد لأنه الناتج النهائي للعديد من تفاعلات نقل المجموعات الأمينية .

دخول الهياكل الكربونية للأحماض الأمينية مسارات أيضية مختلفة

- تتحول الهياكل الكربونية لخمسة أحماض أمينية إلى كيتو جلوتريت .
- وثلاثة أحماض أمينية إلى سكسنييل CoA .
- ٢ يتحولان إلى الأوكزالوأسيتيت .
- بالنسبة للفينايل ألينين (Phe) والتايروسين (Tyr) فإن جزءاً من هيكليهما الكربوني يدخل الدورة بشكل أسيتيل CoA ، والجزء الآخر بشكل فيومريت .
- ليست جميع ذرات الكربون لكل حامض أميني من الأحماض الأمينية العشرين تدخل تفاعلات دورة حامض ثلاثي الكربوكسيل (دورة كريس) .

تكسير الهياكل الكربونية للأحماض الأمينية



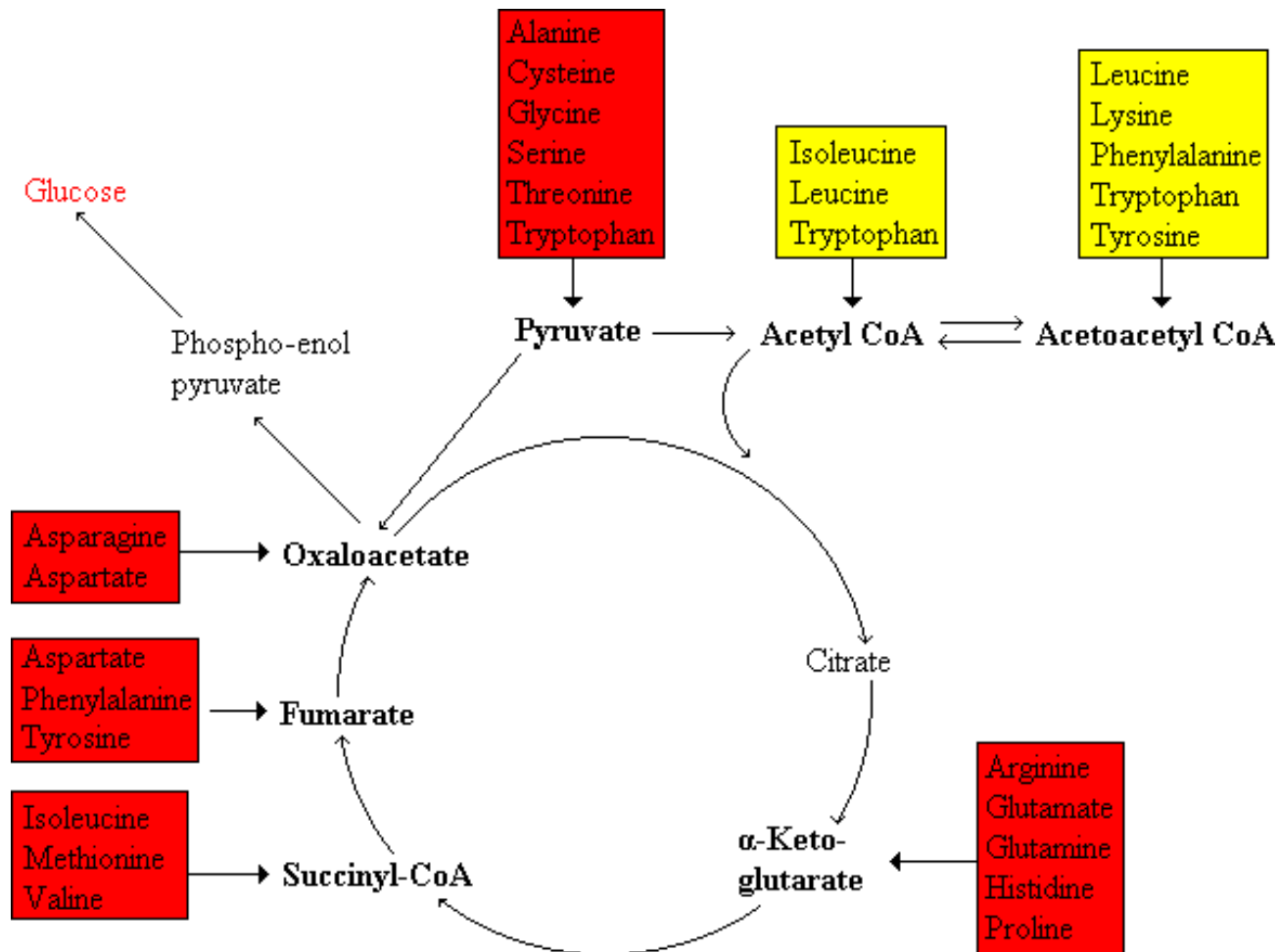
الهيكل الكربونية للأحماض الأمينية

- الهيكل الكربونية للأحماض الأمينية تدخل دورة حامض ثلاثي الكربوكسيل للأكسدة وإطلاق الطاقة .

تكسير الأحماض الأمينية

- مسار حامض الألفا – كيتوجلوتريت :
- الهياكل الكربونية لخمسة أحماض أمينية هي (الأرجينين ، هستيدين ، حامض الجلوتاميك أسيد ، جلوتامين ، برولين) تدخل دورة الحامض ثلاثي الكربوكسيل عن طريق الألفا الكيتوجلوتريت .

دخول الهياكل الهيدروكربونية للأحماض الأمينية دورة حامض ثلاثي الكربوكسيل



تكسير الأحماض الأمينية

١) تكوين النواتج الأبرازية النيتروجينية

- بعض الكائنات عند هدم أحماضها الأمينية تقوم بالاحتفاظ بمجموعة الأمين واستخدامها في صنع أحماض أمينية أخرى .

- المتبقي من مجموعات الأمين يتحول إلى :

١- يوريا .

٢- أمونيا .

٣- حامض اليوريك .

تكوين النواتج الإبرازية النيتروجينية

Glutamate + water + NADP⁺



Ketoglutarate + NADPH + H⁺ +
Ammonia



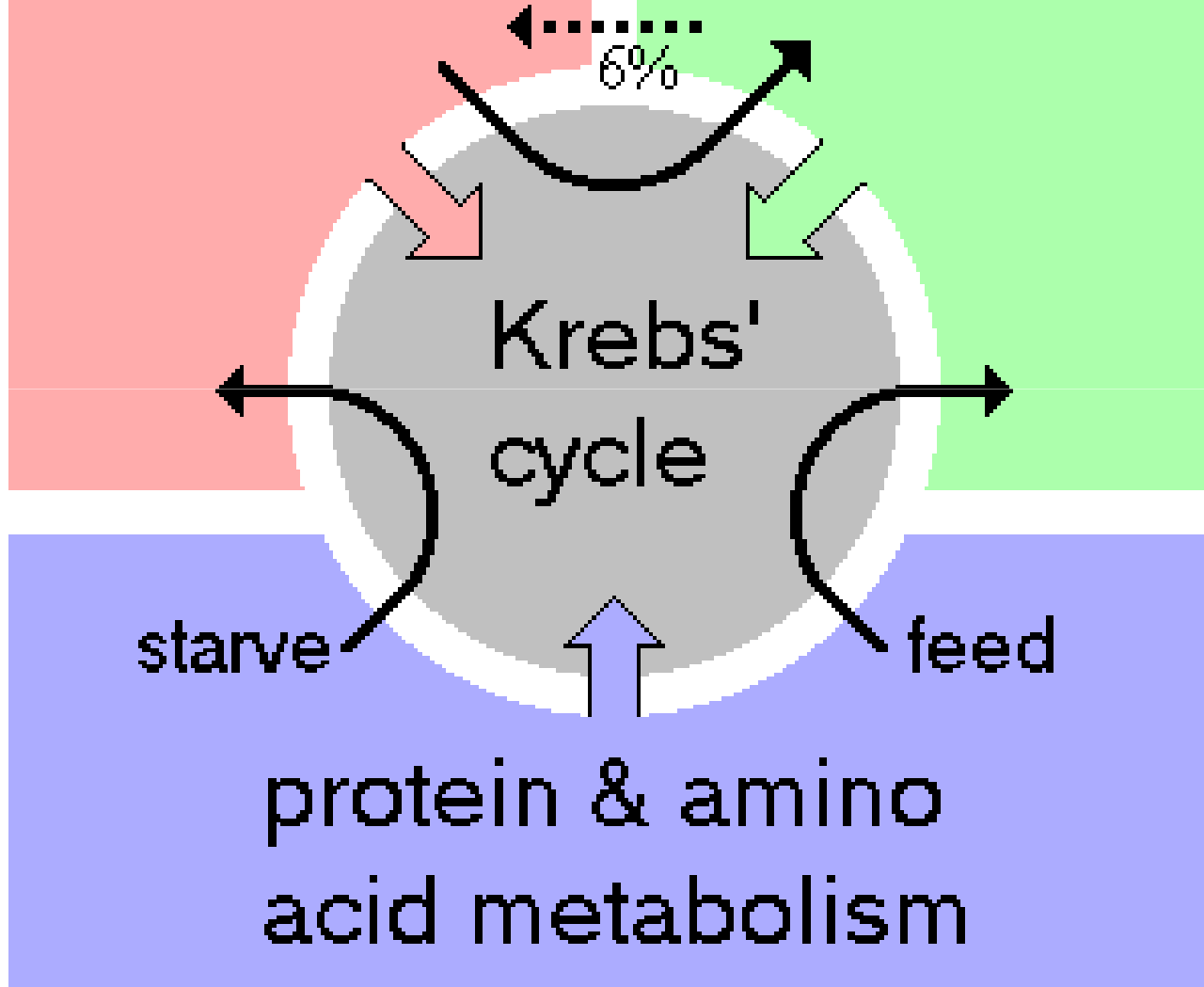
يوريا

تحول الأحماض الأمينية إلى دهون

(٢) إذا كان عندي كمية البروتينات المأخوذة من الغذاء إليه كبيرة ، فإن الأحماض الأمينية سوف تتحول إلى **البيروفيك أسيد و الأسيتيل CoA** اللذان يدخلان في **تكوين الدهون** بواسطة عملية تصنيع الدهون .

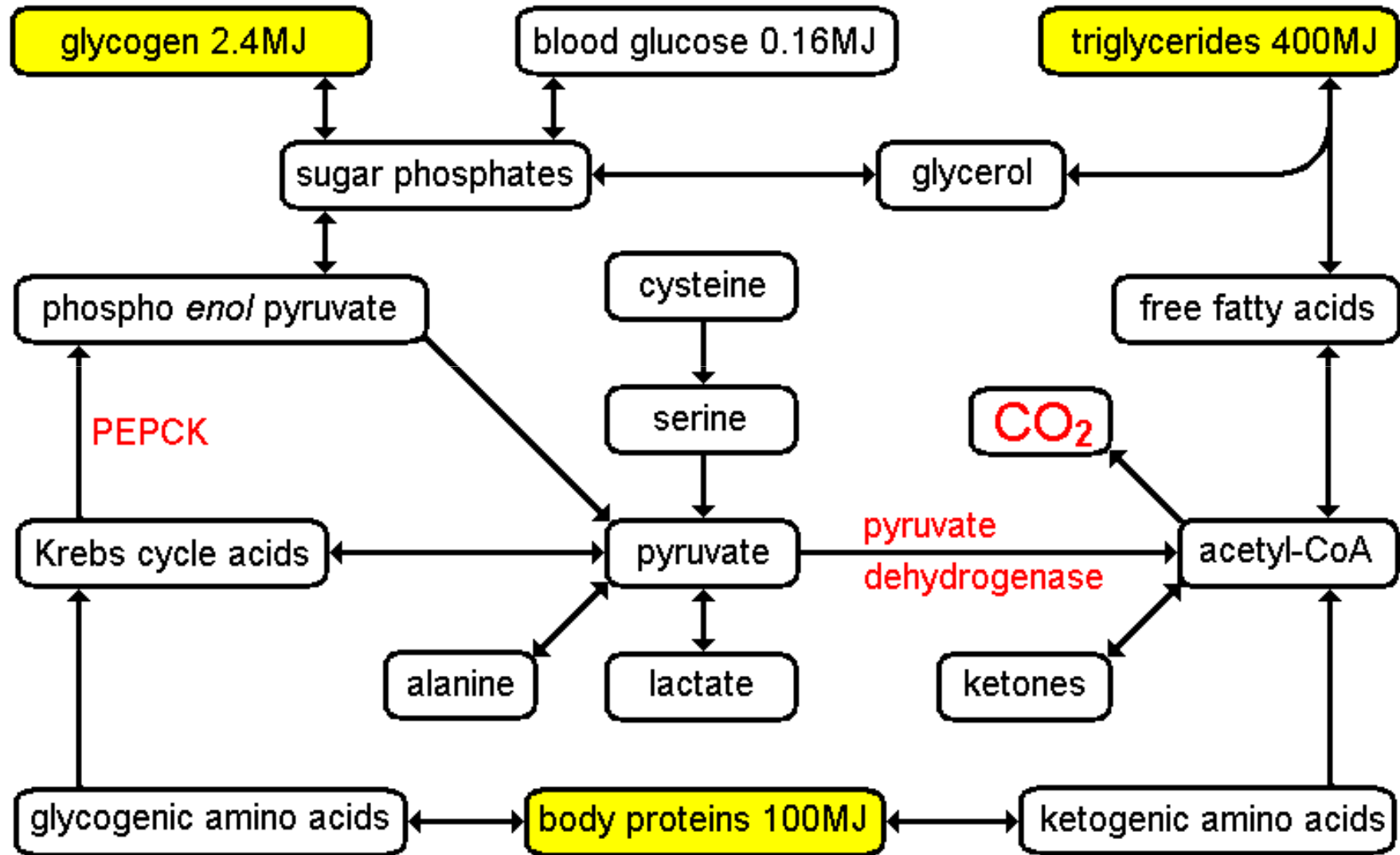
carbohydrate
metabolism

lipid (= fat)
metabolism

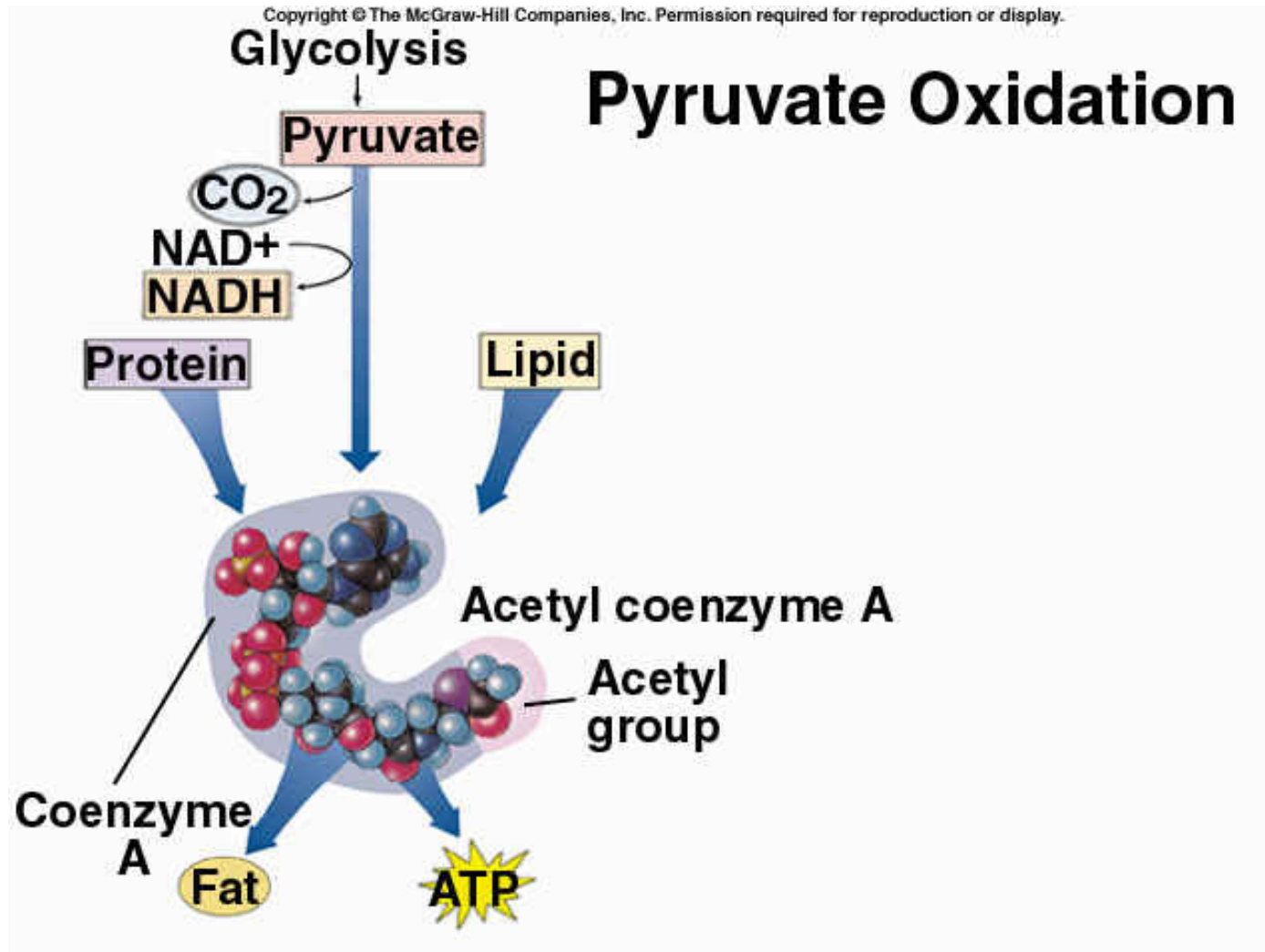


تحول
الأحماض
الأمينية
إلى
دهون

تحويل الأحماض الأمينية إلى دهون



تحويل الأحماض الأمينية إلى دهون



تحول الأحماض الأمينية إلى جلوكوز

(٣) إذا كانت كمية الكربوهيدرات المأخوذة من الغذاء قليلة أو كان الجلوكوز لا يدخل الخلايا ، كما في مرضى السكري ، فإن هذه الأحماض الأمينية المأخوذة من الغذاء بتراكيز عالية تتحول إلى بيروفيك أسيد و أوكسالوأستيك أسيد اللذان يتحولان إلى جلوكوز (glucose) و جلايكوجين .

تحويل الأحماض الأمينية إلى جلوكوز

