المقرر: الايض

الكلية : التربية

الفرقة : الرابعة احياء

اعداد:

ا.م.د: حسين تميرك

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

المحتوى

الموضوعات	الصفحات
مقدمه	4
تقسيم العمليات الايضيه	4
هضم الكربوهيدرات	5
ايض السكريات	7-6
خطوات تحلل الجلوكوز	13-8
التفاعلات اللاهوائية للبيروفيت	14
التفاعلات الهوائية للبيروفيت	15
دورة كيربس	20-16
محصلة الطاقة الناتجة من دورة كربس	21
بناء الجلايكوجين	22
استحداث الجلايكوجين	23
تحليل الجلايكوجين	26-23
هضم البروتينات	28-27
اهمية الاحماض الامينيه	29
ايض الاحماض الامينيه	32-29
دورة اليوريا	35-32
التمثيل الغذائي للبيدات	38-36
الفيتامينات	41-39

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

Metabolism (الايض)

• تُعرف العمليات الأيضية : التمثيل الغذائي على أنها مجموع كل التفاعلات الكيميائية للجزيئات الحيوية التي تحدث داخل الخلية.

عملية الهدم: هي عملية تكسير الجزيئات الحيوية الكبيرة كالبروتينات، الكربوهيدرات، الدهون، والأحماض النووية إلى جزيئات أصغر منها كالأحماض الأمينية، السكريات الأحادية، الأحماض الدهنية، والنيوكليوتيدات.

عملية البناء: في هذه العملية تُستخدم الجزيئات الصغيرة كمواد أولية تدخل في تفاعلات عديدة لإنتاج جزيئات أكبر وأكثر تعقيد ا .

ملاحظة: عمليتا الهدم والبناء عمليتان منفصلتان وغير متعاكستان، فعملية الهدم تتم لإنتاج الطاقة وعملية البناء تحتاج إلى الطاقة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

هضم الكربوهيدرات

في الفم:

• يتم تحلل النشا إلى مالتوز وسلاسل من السكريات العديدة بواسطة إنزيم أميليز اللعاب وذلك بكسر الرابطة الجلايكوسيدية (α- 1→4)

• يتوقف عمل هذا الإنزيم عند وصوله مع الطعام إلى المعدة بسبب درجة حموضتها الشديدة.

في المعدة:

• لا يوجد هضم للمواد السكرية.

في الأمعاء:

• يُكمل إنزيم أميليز البنكرياس ما بدأه أميليز اللعاب ويُحطم المزيد من الروابط الجلايكوسيدية لينتج خليط من السكريات الثنائية.

• تُفرز الإنزيمات الخاصة بهضم السكريات الثنائية مثل إنزيم اللاكتيز، السكريز، والمالتيز ليكون الناتج النهائي خليط من السكريات الأحادية.

• يتم إمتصاص السكريات الأحادية من خلال الغشاء الطلائي المبطن للأمعاء الدقيقة.

• وبعد الإمتصاص يتم نقلها في الدم إلى الكبد، حيث يعمل الكبد على تحويل السكريات الأحادية المتنوعة مثل الفركتوز والجلاكتوز إلى جلوكوز لتستفيد منه باقي الخلايا.

يتم نقل الجلوكوز بواسطة الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة ليتم إستغلاله

بالطرق الآتية:

1 - أكسدة الجلوكوز لإنتاج الماء، ثاني أكسيد الكربون، والطاقة عن طريق تحلل الجلوكوز ودورة كربس.

2 -تحويل الجلوكوز إلى مكونات أخرى ذات أهمية بيولوجية مثل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

- الريبوز والديوكسي رايبوز لتصنيع الأحماض النووية.

- الفركتوز يدخل في تكوين السائل المنوي.

- حمض الجلوكيورونك في الكبد وهو هام للتفاعلات التي يتم فيها تحويل المواد السامة إلى مواد غير سامة.

- سكريات أمينية لصنع السكريات المتعددة المخاطية.

تخزين الفائض منه:

• يتم تخزين الجلوكوز في الكبد والعضلات على هيئة جلايكوجين بواسطة عملية تسمى الجليكوجينسس Glycogenesis .

• يتم تخزينه في الكبد والنسيج الشحمي على هيئة دهون متعادلة عن طريق عملية تسمى ليبوجنيسس Lipogenesis

أيض السكريات

- **تحليل الجلوكوز** **Glycolysis**
- **دورة كربس** **Krebs Cycle**
- **بناء الجلايكوجين** **Glycogenesis**
- **إستحداث الجلايكوجين** **Gluconeogenesis**
- **تحليل الجلايكوجين** **Glycogenolysis**

تحلل الجلوكوز Glycolysis

هو عبارة عن تحلل (تكسر) سكر الجلوكوز 6 ذرات كربون إلى جزيئين من البيروفيت) (Pyruvate) 2جزيء 3 X ذرات كربون من خلال 10 تفاعلات إنزيمية محفزة.

أهمية عملية تحلل الجلوكوز:

- تُعتبر هذه العملية بمثابة المرحلة الممهدة للأكسدة الكاملة لجزيء الجلوكوز ليعطي: ماء + ثاني أكسيد الكربون + طاقة (ATP)

- تزويد الخلية ببعض المركبات الحيوية اللازمة لعمليات البناء.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

• تتم جميع التفاعلات الإنزيمية لعملية الجليكوليسيس في سيتوبلازم جميع خلايا الكائنات الحية.

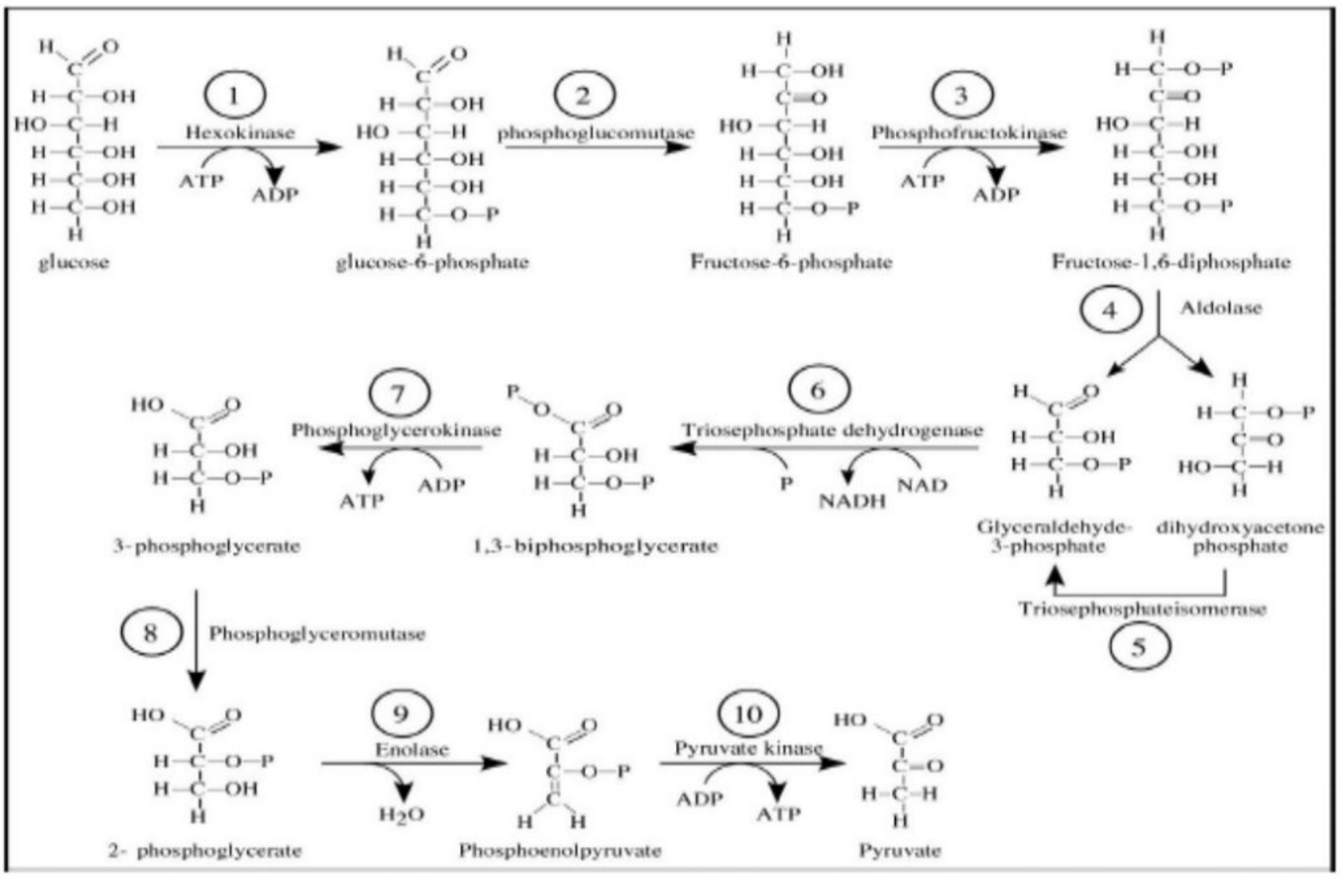
مراحل تحلل الجلوكوز:

Glucose + 2 Pi + 2 ADP ⟶ 2 Pyruvate + 2 ATP

• المرحلة الأولى : المرحلة التحضيرية (تتكون من خمسة تفاعلات إنزيمية) 1 إلى 5 تبدأ بالجلوكوز وتنتهي بالجليسر ألدهيد 3 -فوسفات ويتم في هذه التفاعلات إستهلاك للطاقة.

• المرحلة الثانية :مرحلة حفظ الطاقة تتكون من خمسة تفاعلات إنزيمية 6 إلى 10 (تبدأ بتحول الجليسر ألدهيد

3 -فوسفات وتنتهي بتكوين البيروفيت ويتم فيها إنتاج الطاقة



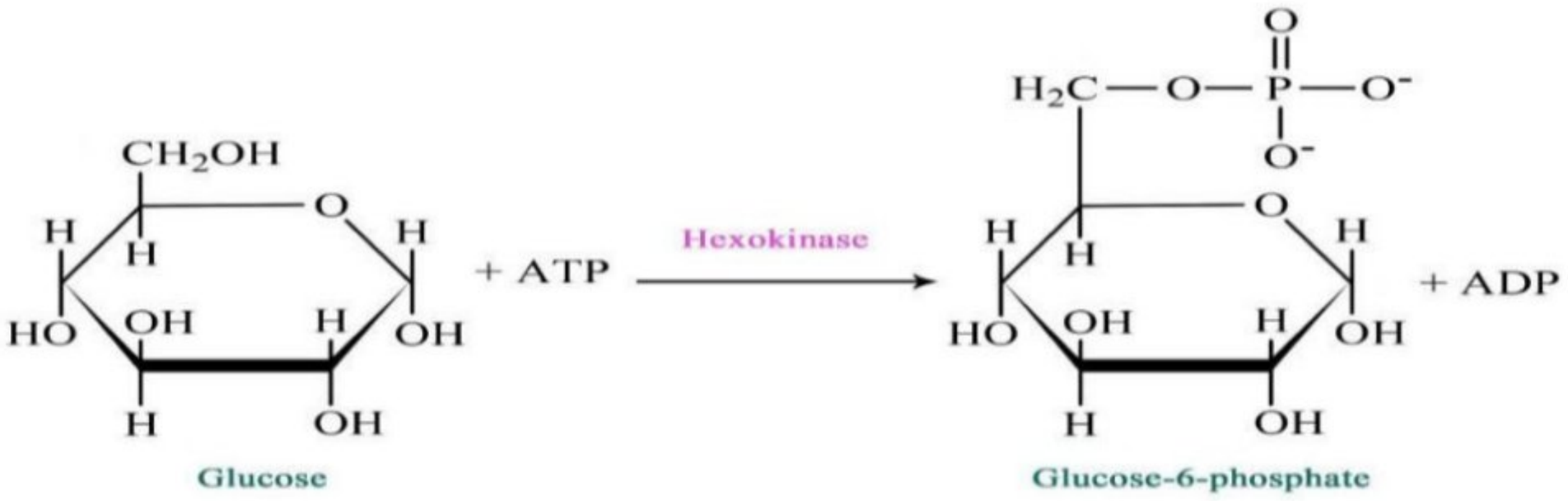
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

خطوات تحلل الجلوكوز

١) تحويل الجلوكوز إلى جلوكوز 6 -فوسفات:

• يتم إستهلاك جزيء ATP لتحويل جزيء جلوكوز إلى جلوكوز 6 -فوسفات بواسطة إنزيم الهكسوكينيز) Hexokinase (في تفاعل غير عكسي في وجود أيون الماغنسيوم (Mg+2) أو المنجنيز (Mn+2)

• إذا زاد تركيز الجلوكوز 6 -فوسفات المنتج فإنه يُثبط عمل إنزيم الهكسوكينيز، لذلك فهو يُمثل أحد نقاط التحكم في عملية تحلل الجلوكوز



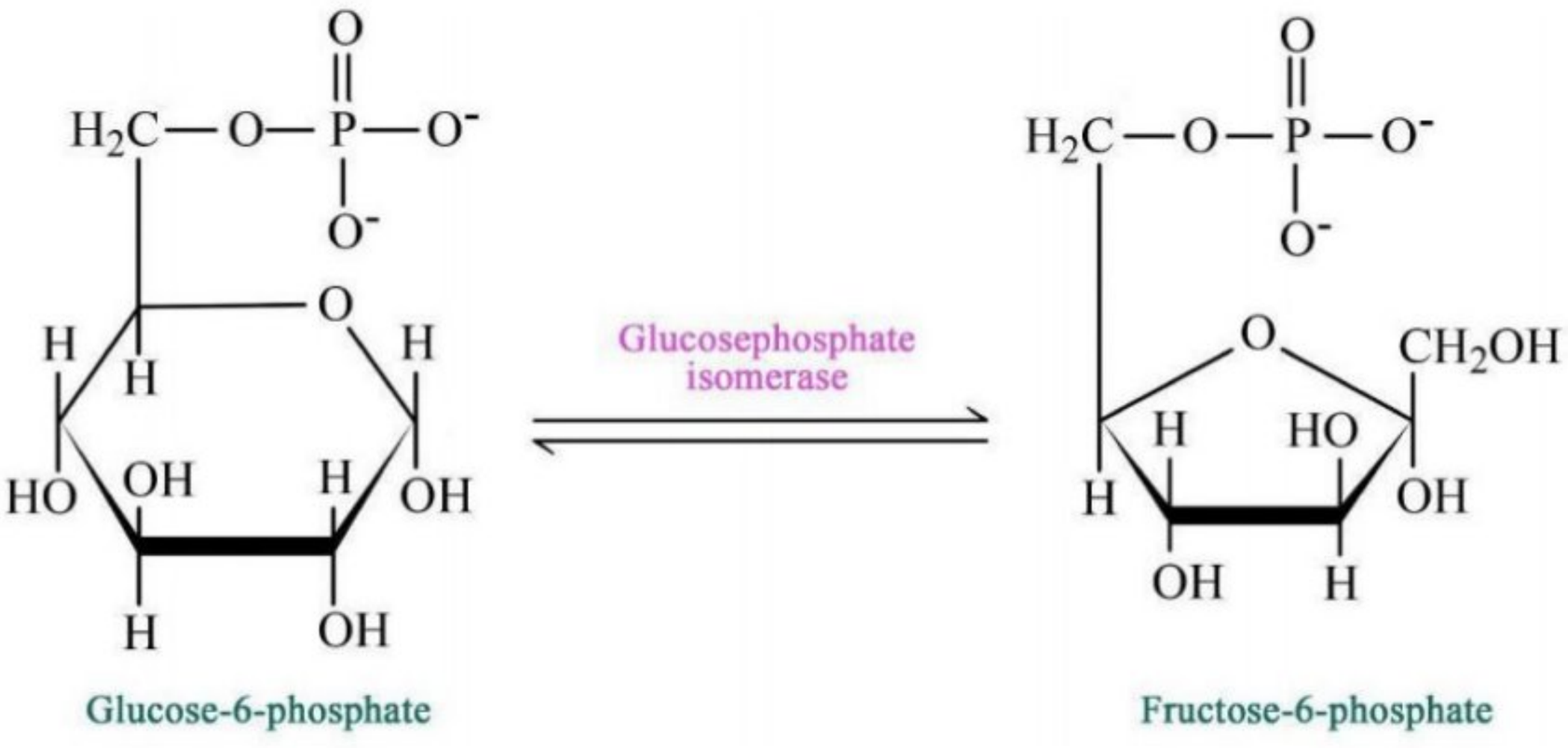
٢) تحويل الجلوكوز 6 -فوسفات إلى فركتوز 6 -فوسفات:

• يُحفز إنزيم الفوسفوجلوكوزأيسومريز (Phosphoglucoseisomerase)

تحويل الجلوكوز 6 -فوسفات إلى فركتوز 6 -فوسفات في تفاعل عكسي.

• يحتاج هذا الإنزيم إلى أيونات الماغنسيوم (Mg^{+2} (أو المنجنيز) Mn^{+2})

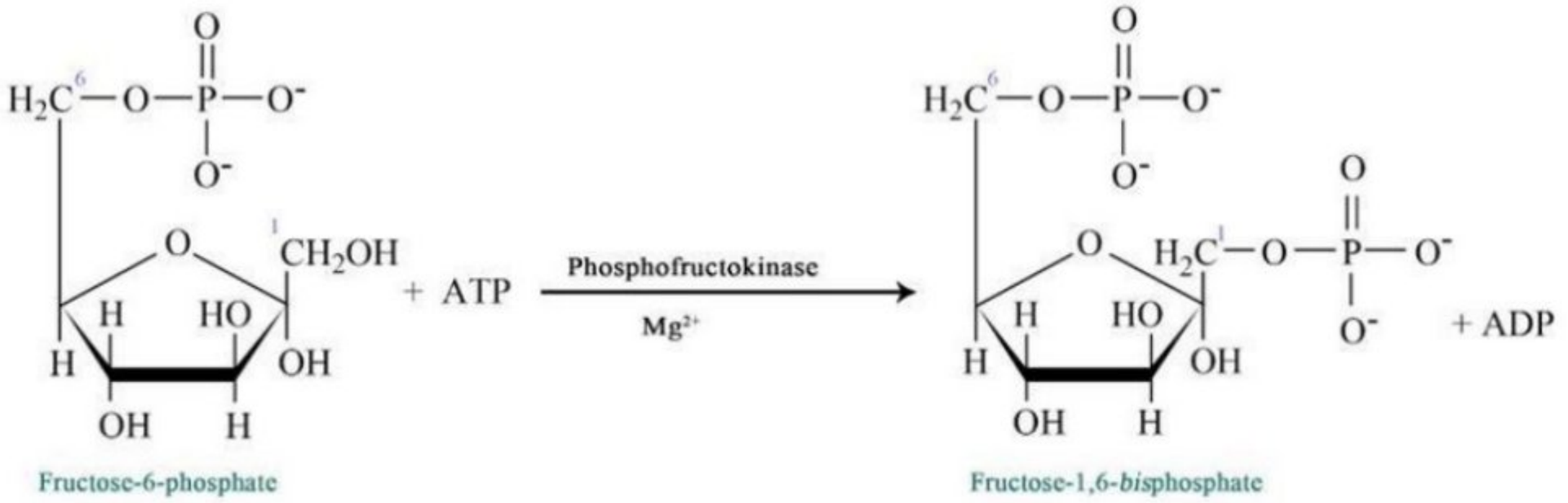
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner



3- تحويل الفركتوز 6 -فوسفات إلى فركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات:

• يحتاج إنزيم الفوسفوفركتو كاينيز إلى أيونات الماغنسيوم (Mg+2) حيث يُستهلك جزيء واحد من الطاقة) ATP (لإنتاج الفركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات.

• يُعتبر هذا التفاعل تفاعل غير عكسي حيث يُمثل هذا الإنزيم أحد نقاط التحكم في عملية تحلل الجلوكوز.

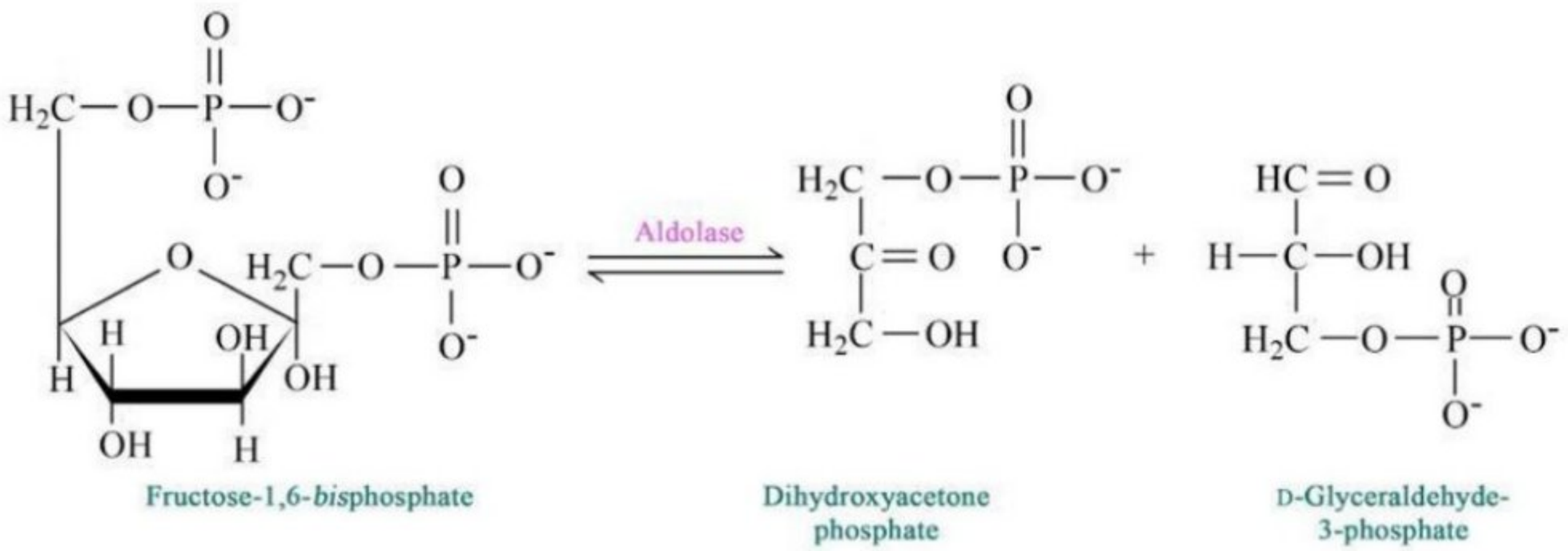


4) إنشطار مركب الفركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات:

• ينشطر الفركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات (6 ذرات كربون) ليعطي جزيئين سكرثلاثي وهما ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات (3 ذرات كربون) وجليسر ألدهيد

3 -فوسفات (3 ذرات كربون) بواسطة إنزيم الألدوليز Aldolase

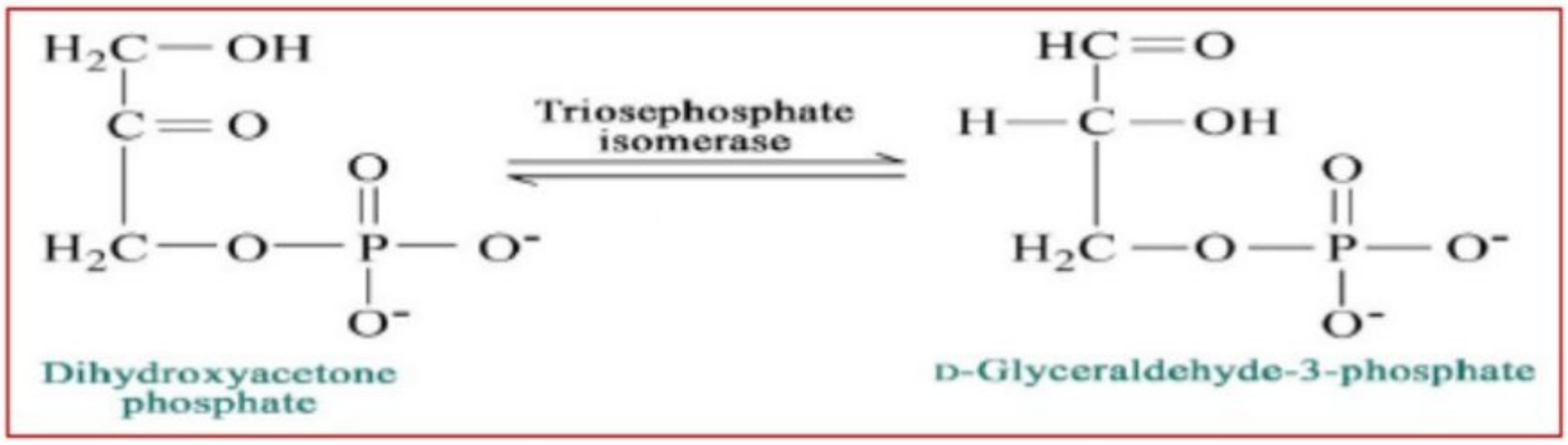
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner



5) تحول السكريات الثلاثية الفوسفاتية:

• بواسطة إنزيم الترايوز فوسفات أيزوميراز (Triose Phosphate Isomerase) يتم تحويل ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات إلى جليسر ألدهيد 3 -فوسفات الذي يقوم بدوره بإكمال عملية تحلل الجلوكوز.

• وبهذا تكون حصيلة المرحلة التحضيرية هي تحلل جزيء جلوكوز إلى جزيئيين من الجليسر ألدهيد 3 -فوسفات وإستهلاك جزيئيين من الطاقة ATP

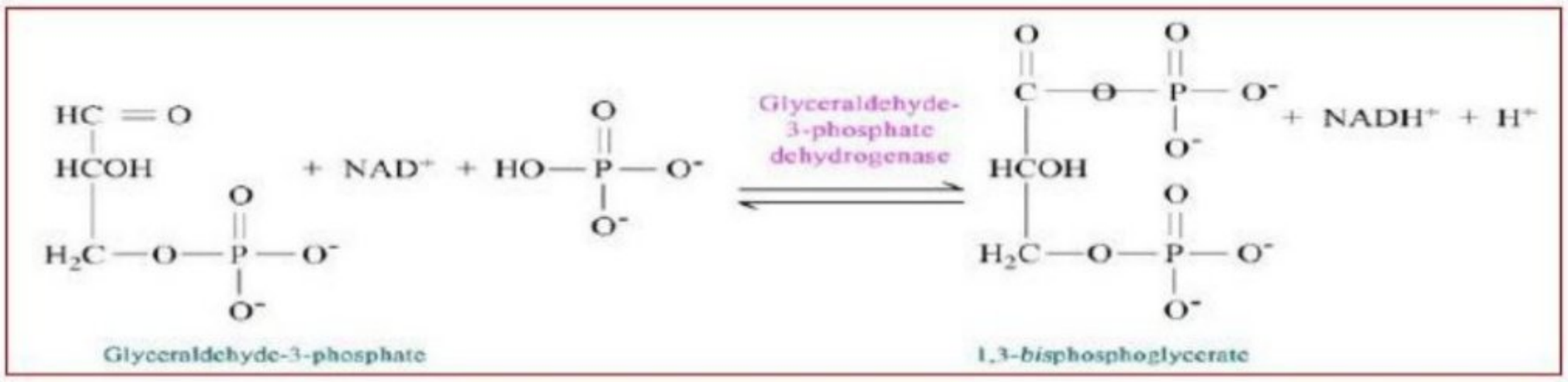


6) تحول الجليسر ألدهيد 3 -فوسفات إلى 3،1 ثنائي فوسفوجليسيريت:

• يُحفز إنزيم الجليسرألدهيد 3 -فوسفيت ديهيدروجينيز تحويل جزيئيين من جليسر ألدهيد 3 -فوسفات إلى جزيئين من 3،1 ثنائي فوسفوجليسيريت (مركب عالي الطاقة).

• هذا التفاعل يتم في وجود العامل المساعد نيكوتين أميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد NAD^+ حيث ينتقل إلكترون من الجليسر ألدهيد 3 -فوسفات إلى ال NAD^+

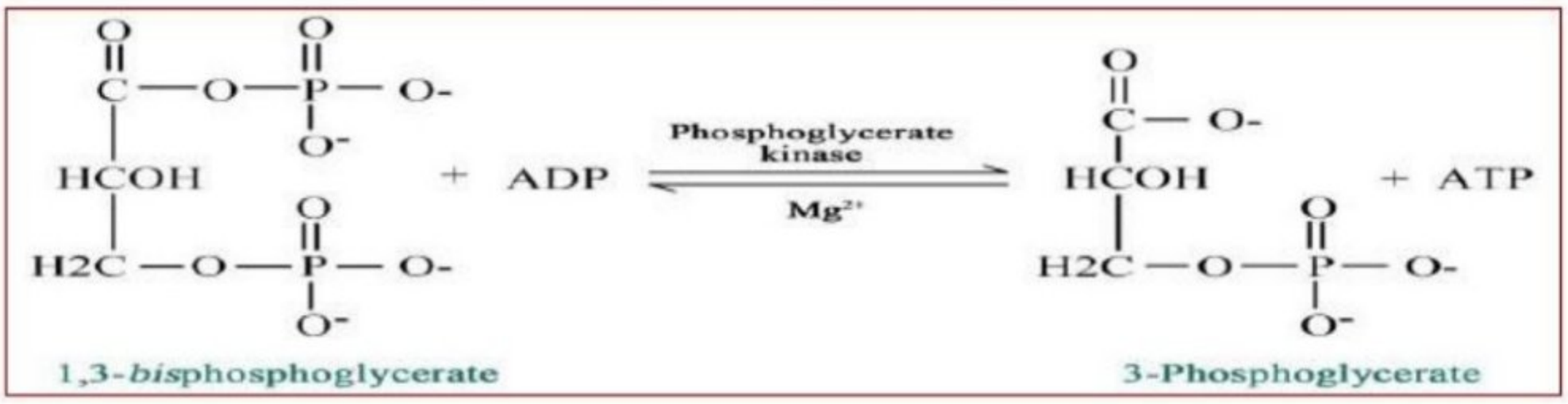
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner



7) تحول 3،1 ثنائي فوسفوجليسيريت إلى 3 -فوسفوجليسيريت:

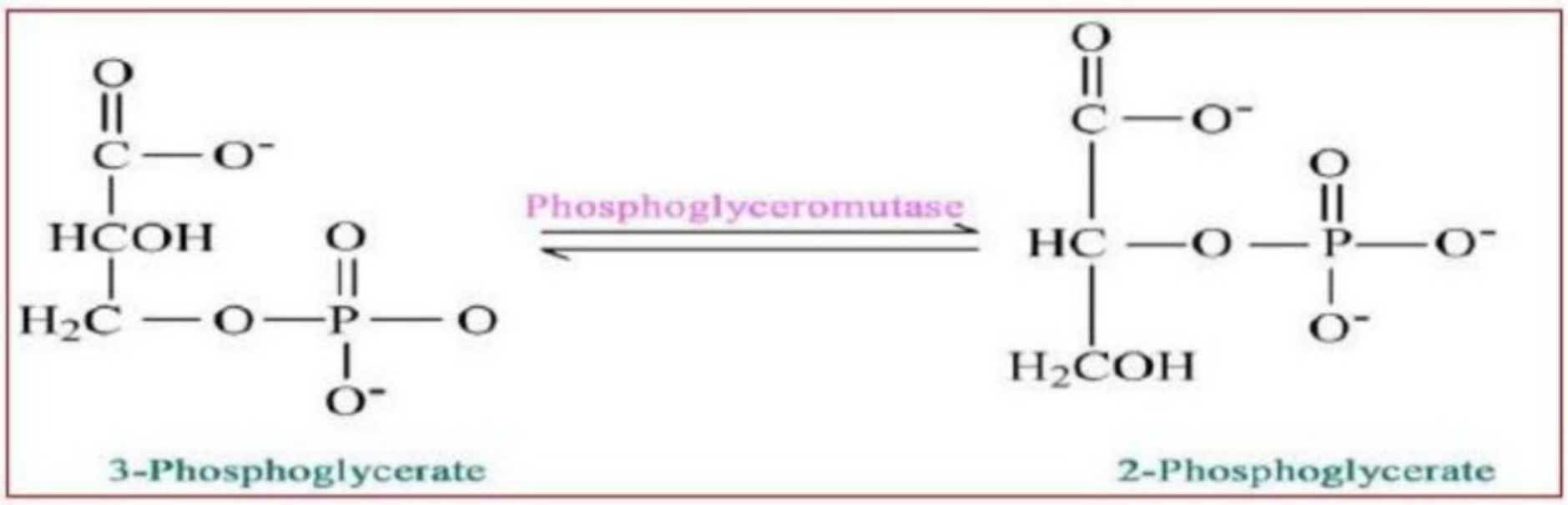
• يُحفز إنزيم فوسفوجلسيريد كينيز (Phosphoglycerate Kinase) تحويل جزيئيين من 3،1 ثنائي فوسفوجليسيريت إلى 3 -فوسفوجليسيريت وتكوين جزيئيين من ال ATP .

ملاحظة: تنتقل مجموعة الفوسفات من المادة الأساس إلى ال ADP بدون نقل إلكترونات



8) تحول 3 -فوسفوجليسيريت إلى 2 -فوسفوجليسيريت:

• يُحفز إنزيم فوسفوجليسروميوتيز(Phosphoglyceromutase) تحويل -فوسفوجليسيريت إلى 2 -فوسفوجليسيريت عن طريق نقل مجموعة الفوسفات من ذرة الكربون رقم 3 إلى رقم 2 في وجود أيونات الماغنسيوم

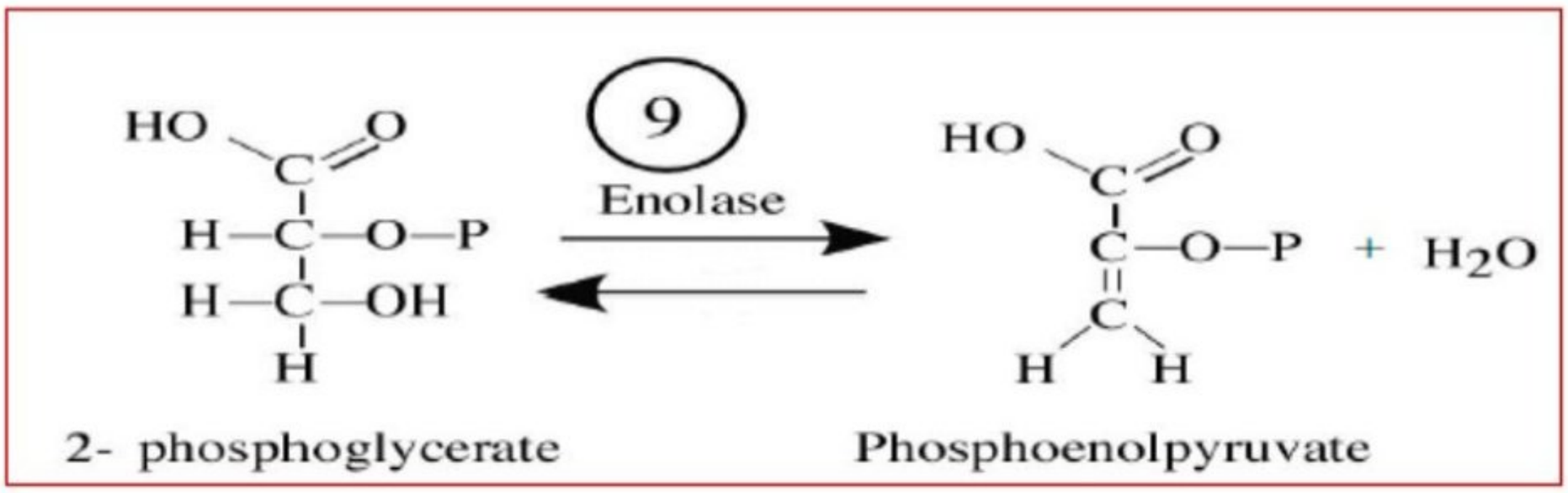


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

9) إزالة جزيء ماء من 2 -فوسفوجليسيريت:

• يُحفز إنزيم الإنوليز (Enolase) إزالة جزيء ماء من 2 -فوسفوجليسيريت وتكوين الفوسفوإينول بايروفيت (مركب عالي الطاقة).

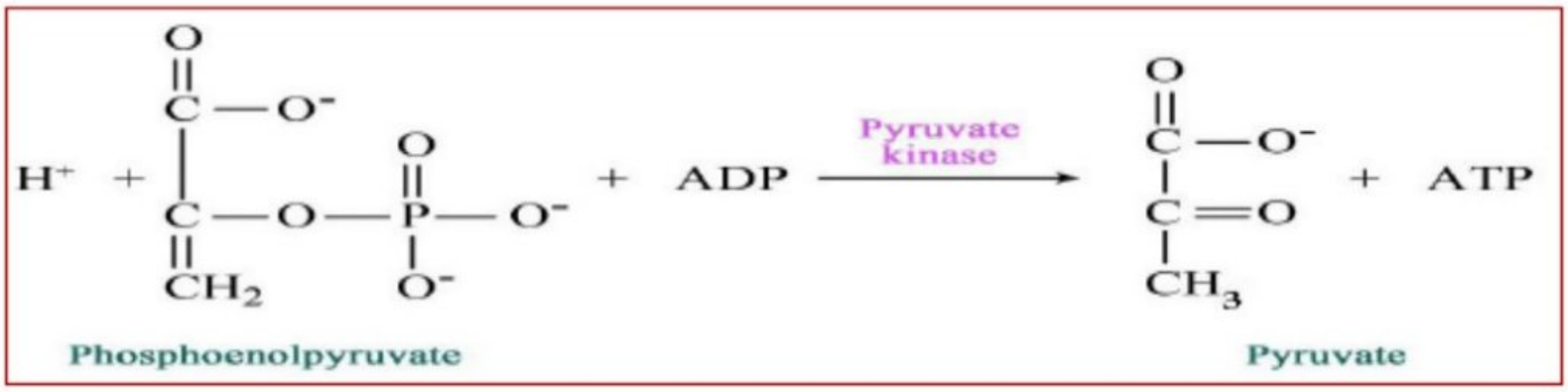
• يحتاج هذا الإنزيم إلى وجود أيون الماغنسيوم (Mg^{+2}) أو المنجنيز (Mn^{+2})



10) تكوين البيروفيت:

• يُحفز إنزيم البيروفيت كاينيز (Pyruvate Kinase) إنتقال مجموعة الفوسفات ذات الطاقة العالية من مركب الفوسفوإينول بايروفيت إلى ال ADP وإنتاج البيروفيت في تفاعل غير عكسي.

• يحتاج هذا الإنزيم إلى وجود أيون البوتاسيوم (K+) بالإضافة إلى الماغنسيوم (Mg^{+2}) والمنجنيز (Mn^{+2}).



محصلة الطاقة الناتجة من تحلل جزيء من الجلوكوز إلى جزيئيين من البيروفيت

• إستهلاك 1 ATP في الخطوة رقم 1 .

• إستهلاك 1 ATP في الخطوة رقم 3 .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

• إنتاج جزيئيين من ال (NADH) باعتبار أن الجلوكوز إنشطر إلى جزئيين في الخطوة رقم 6 . كل جزيء من ال NADH عند أكسدته يعطي 3 ATP .

• إنتاج 2 ATP في الخطوة رقم 7 باعتبار أن الجلوكوز إنشطر إلى جزئيين من الجليسر ألدهيد 3 -فوسفات وكل جزء يعطي 1 ATP .

• إنتاج 2 ATP في الخطوة رقم 10 باعتبار وجود جزئيين من 3 -فوسفو إنول بيروفيت ليعطي كلا منهما 1 ATP .

وبالتالي يكون الناتج: ATP 8 = 6+2+2+1-1

تنظيم عملية تحلل الجلوكوز

• يُلاحظ أن جميع المركبات الوسيطة بين الجلوكوز والبيروفيت هي مركبات مفسفرة.

• أي أنها متأينة عند درجة حموضة الخلية مما يجعلها مشحونة بشحنة سالبة تمنعها من المرور خلال الأغشية الخلوية لتظل في سيتوبلازم الخلية.

• أما البيروفيت أو اللاكتيت المتكون يمكن أن يمر خلال الأغشية الخلوية؛ فنظر ا لعدم فسفرة البيروفيت فإنه يمتلك القدرة على الإنتقال من السيتوبلازم إلى الميتوكوندريا ليبدأ الأكسدة الهوائية (دورة كربس).

يُلاحظ أن جميع التفاعلات الإنزيمية في الجليكوليسيس هي تفاعلات عكسية ماعدا ثلاثة تفاعلات غير عكسية.

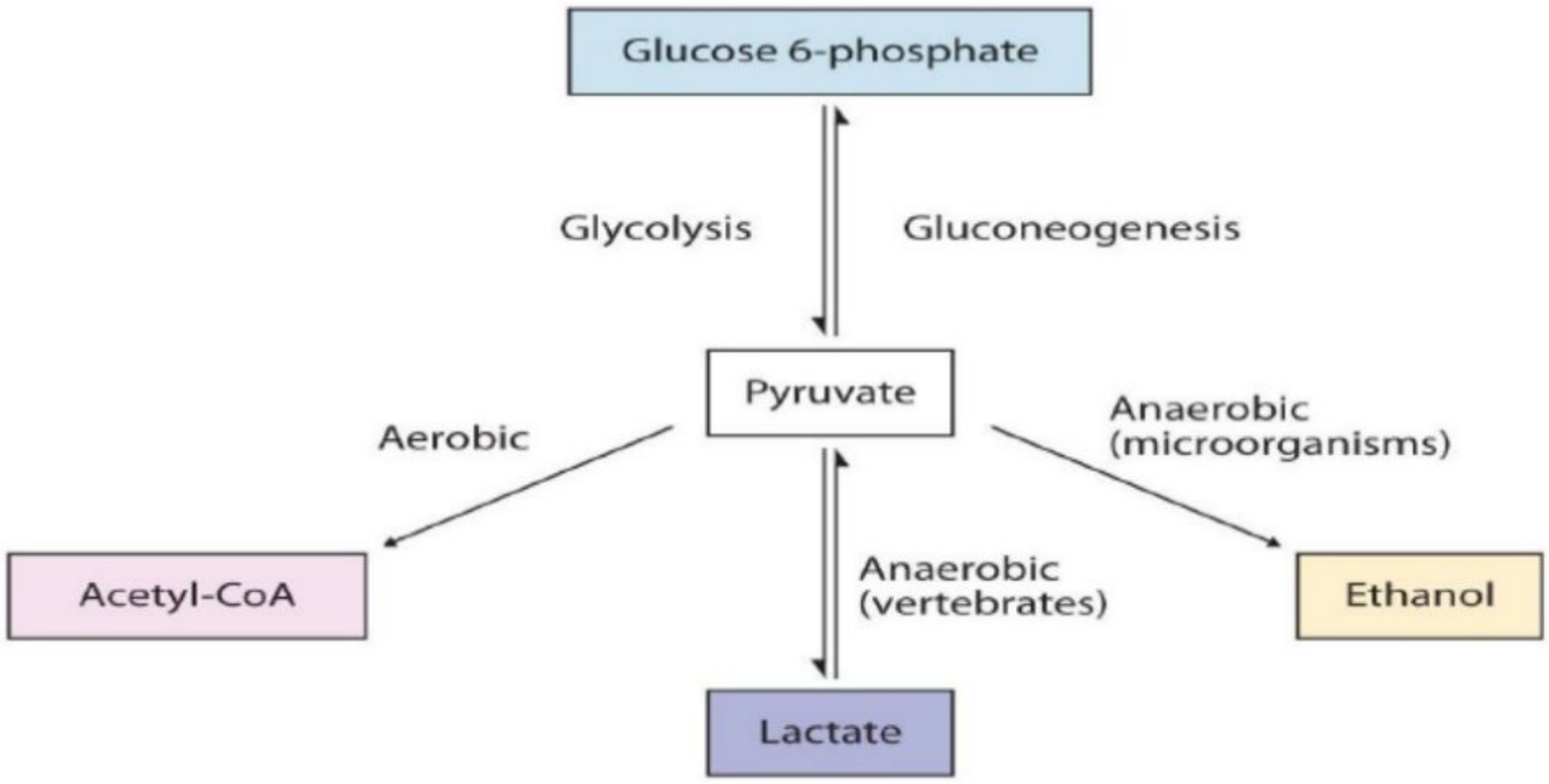
• هذه التفاعلات الثلاث هي تفاعلات منظمة لعملية تحلل الجلوكوز و تُسمى بالتفاعلات المحددة لمعدل التفاعل (Rate-Limitting-Steps) .

هذه التفاعلات المنظمة تتم بواسطة الإنزيمات التالية :

- هكسوكاينيز
- فوسفوفركتوكاينيز
- بيروفيت كاينيز

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

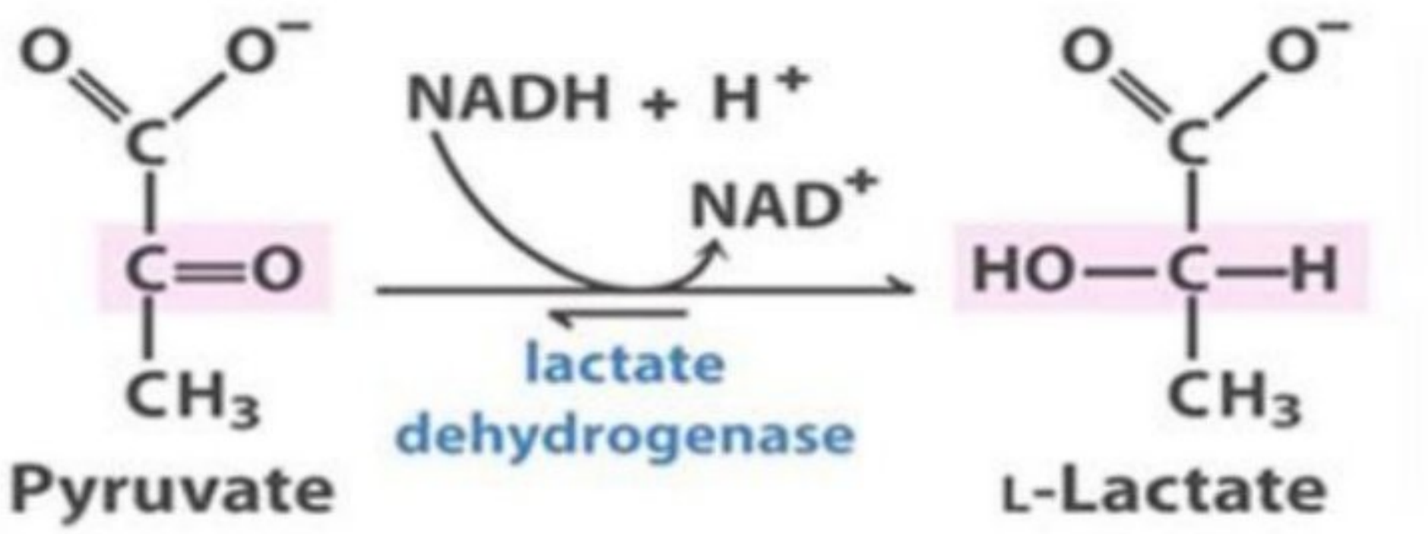
مصير البيروفيت الناتج من تحلل الجلوكوز



التفاعلات اللاهوائية للبيروفيت

يُحول إلى لاكتيت:

• في العضلات أو في البكتيريا وعند غياب الأكسجين يتحول البيروفيت إلى حامض اللاكتيت بواسطة إنزيم اللاكتيت ديهيدروجينيز (LDH) .



يُحول إلى إيثانول:

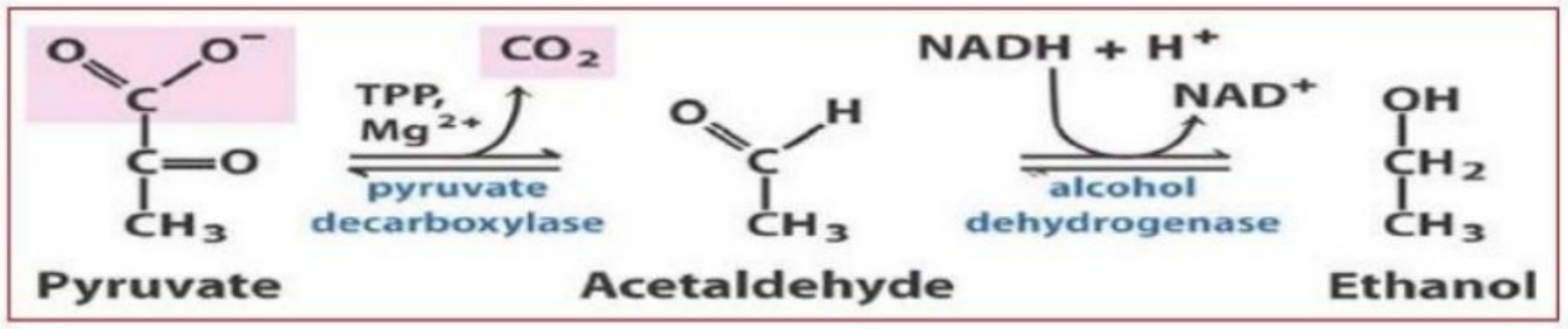
• في بعض الكائنات الدقيقة (مثل الخميرة) وفي غياب الأكسجين يتم تحويل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

تخمُر البيروفيت إلى كحول الإثانول في خطوتين:

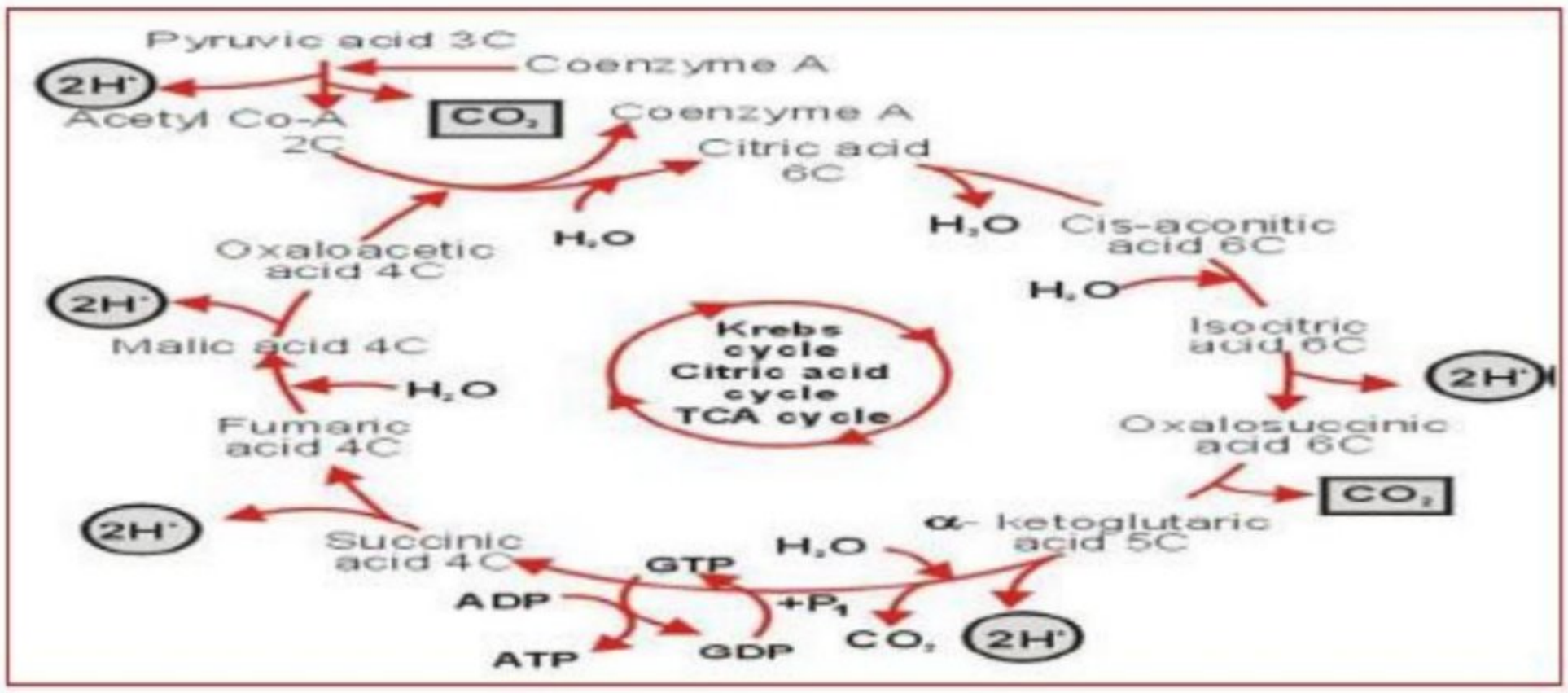
1 تحويل البيروفيت إلى أسيتلدهيد بفقد ثاني أكسيد الكربون بواسطة إنزيم بيروفيت ديكربوكسيليز في وجود أيونات المغنيسيوم.

2- إختزال الأسيتلدهيد إلى كحول إيثيلي مع أكسدة ال NADH إلى NAD^+



التفاعلات الهوائية للبيروفيت

في وجود الأكسجين ينتقل البيروفيت من السيتوبلازم إلى الميتوكوندريا ليبدأ سلسلة من تفاعلات الأكسدة (دورة كربس) والتي تنتهي بإنتاج ثاني أكسيد الكربون، ماء، وطاقة

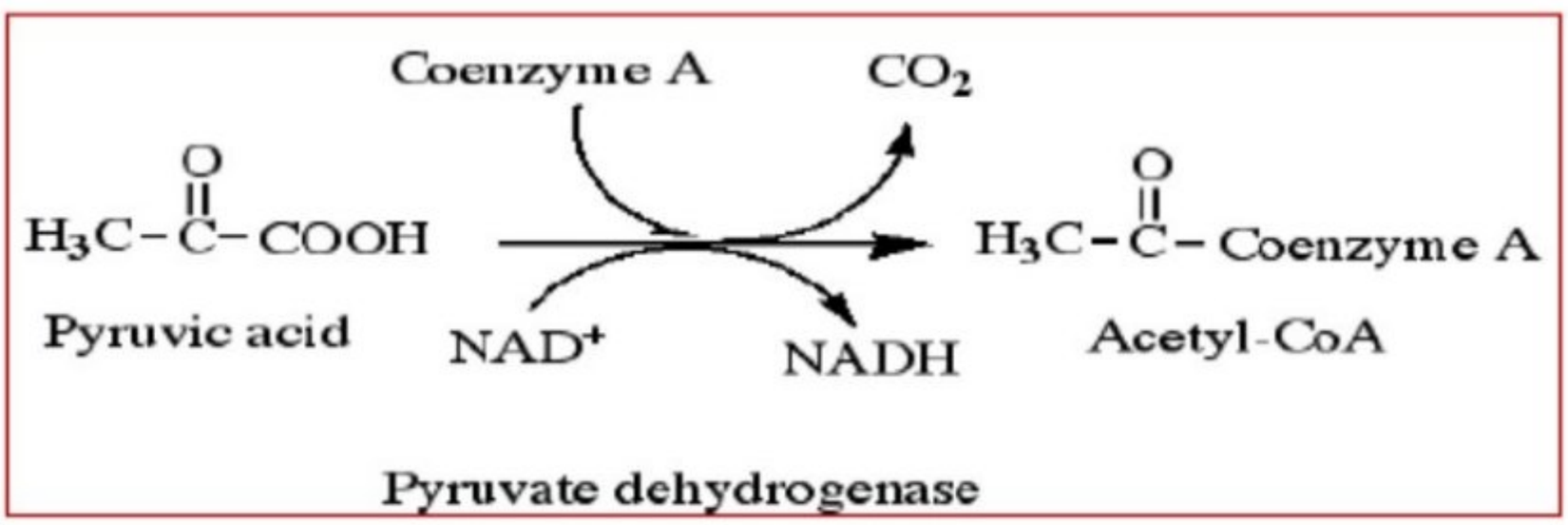


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

دورة كربس Krebs Cycle

تُمثل دورة كربس المسار الأخير في أكسدة الكربوهيدرات، الليبيدات،والبروتينات حيث يتم فيها أكسدة أستيل المرفق الإنزيمي أ (Acetyl Co A) إلى ثاني أكسيد الكربون + ماء + إنتاج طاقة.

• في وجود الأكسجين، ينتقل البيروفيت إلى الميتوكوندريا ليتحول إلى أستيل المرفق الإنزيمي أ الذي بدوره يبدأ سلسة تفاعلات دورة كربس

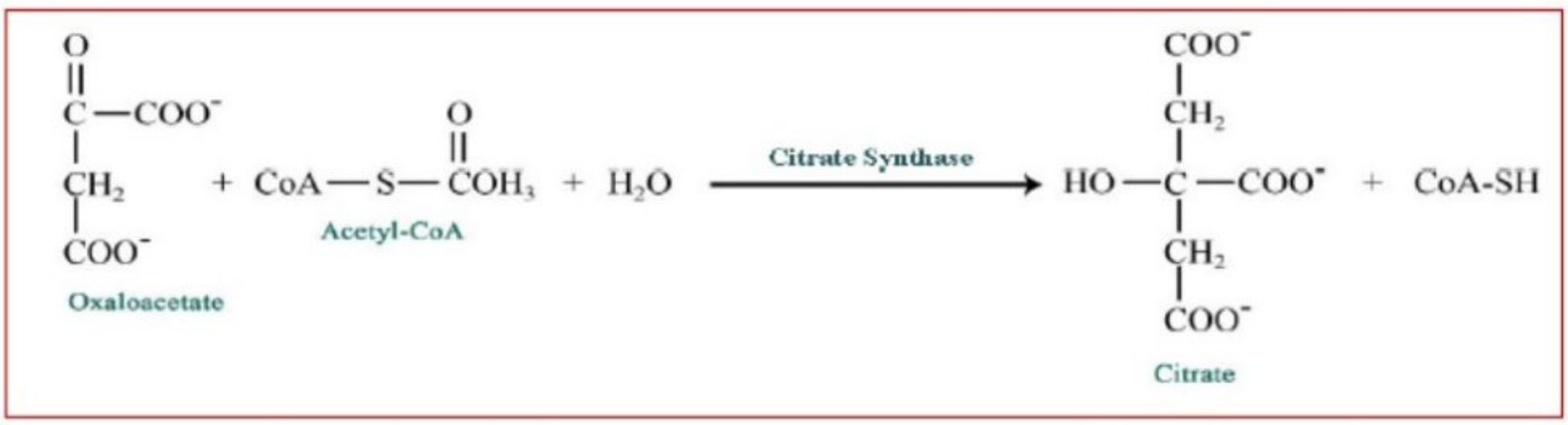


خطوات دورة كربس

١) تفاعل الأستيل مرفق الإنزيمي أ لتكوين السترات:

• يُحفز إنزيم سترات سينثيز (Citrate Synthase) تفاعل الأستيل مرفق الإنزيمي أ مع أوكسالو أسيتات لتكوين السترات.

• يُثبط هذا الإنزيم بواسطة ال NADH أو ال ATP

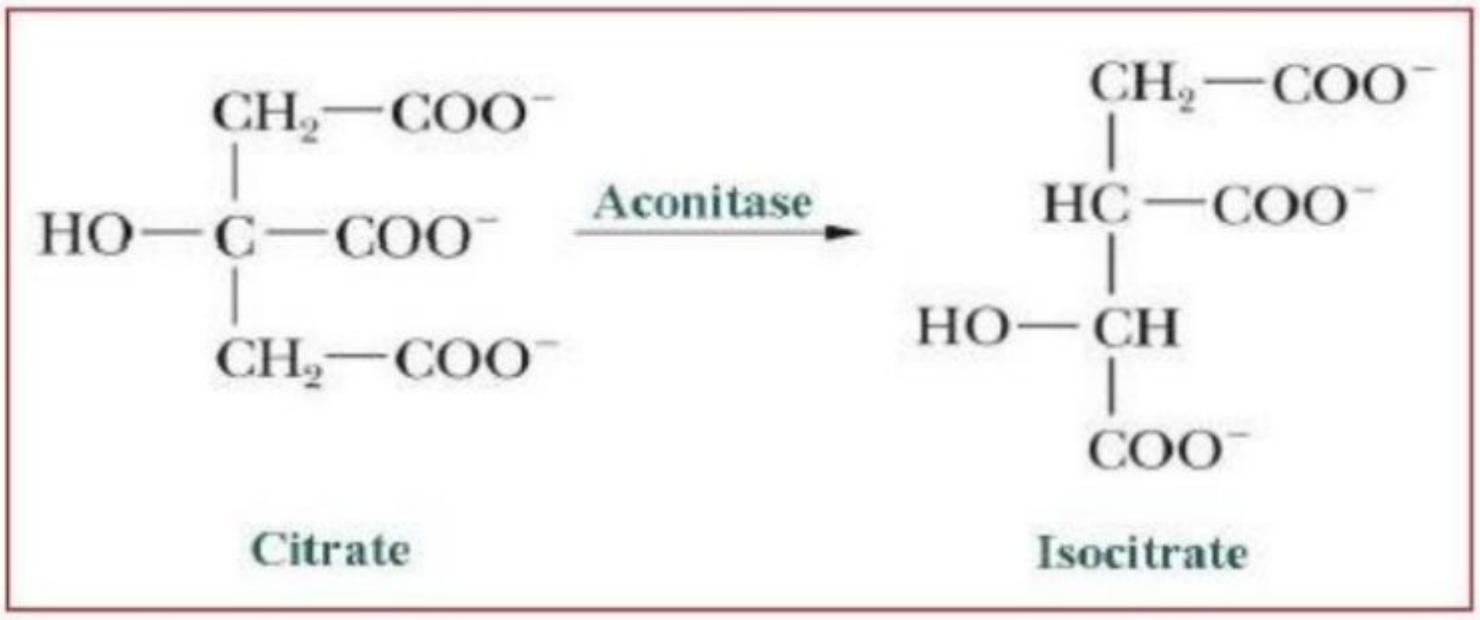


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

٢) تحول السترات إلى أيزوسيترات:

• يُحفز إنزيم أكونيتاز (Aconitase) تحول السترات إلى أيزوسيترات عن طريق إزاحة جزيء ماء.

• يحتاج هذا الإنزيم إلى أيونات الحديد كعامل مساعد

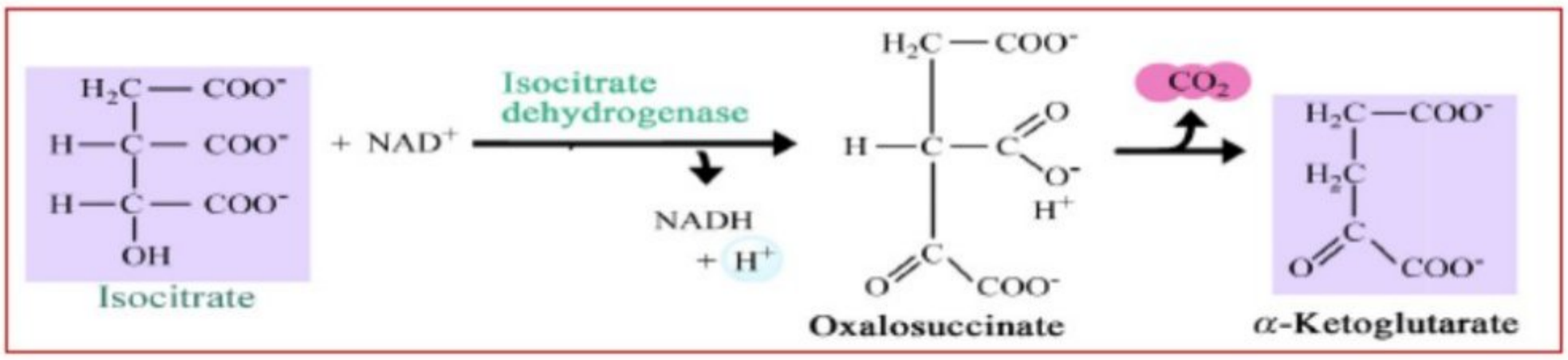


٣) نزع مجموعة كربوكسيل من الأيزوسيترات:

• يُحفز إنزيم الأيزوسيترات ديهيدروجينيز (Isocitrate Dehydrogenase)

نزع مجموعة الكربوكسيل من الأيزوسيترات 6 ذرات كربون ليكون الألفا كيتوجلوتاريت 5 ذرات كربون.

• أثناء التفاعل يتكون مركب وسيط وهو أوكسالوسكسنيت الذي يتحلل بسرعة ليعطي الألفا كيتوجلوتاريت.

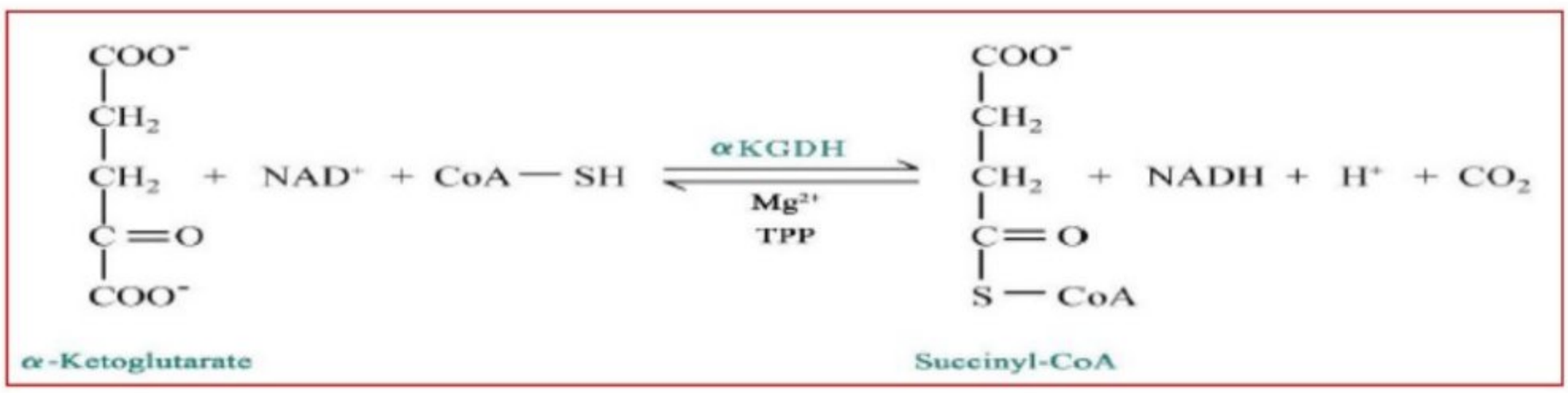


٤) نزع مجموعة كربوكسيل من الألفا كيتوجلوتاريت:

• يُحفز إنزيم الألفا كيتوجلوتاريت ديهيدروجينيز (Alpha ketoglutarate Dehydrogenase) نزع مجموعة الكربوكسيل من الألفا كيتوجلوتاريت (5 ذرات كربون) ليتحول إلى ساكسينيل مرفق إنزيمي أ (4 ذرات كربون).

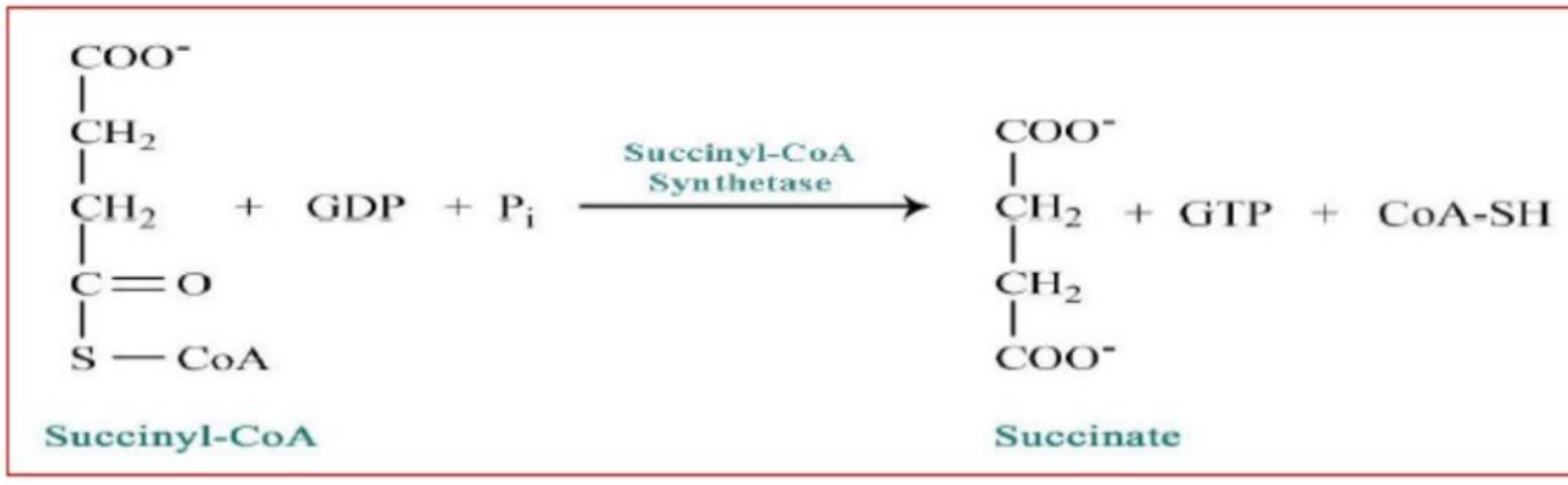
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

- هذا التفاعل يُنتج طاقة في شكل NADH



٥) تكوين مركب الساكسينات وتوليد جزيء طاقة (GTP):

- يُحفز إنزيم الساكسينات ثايوكينيز (Succinate Thiokinase) كسر رابطة الثيوإستر (عالية الطاقة) في مركب الساكسينيل مرفق إنزيمي أ ليعطي مركب الساكسينات وتوليد طاقة بصورة ال GTP

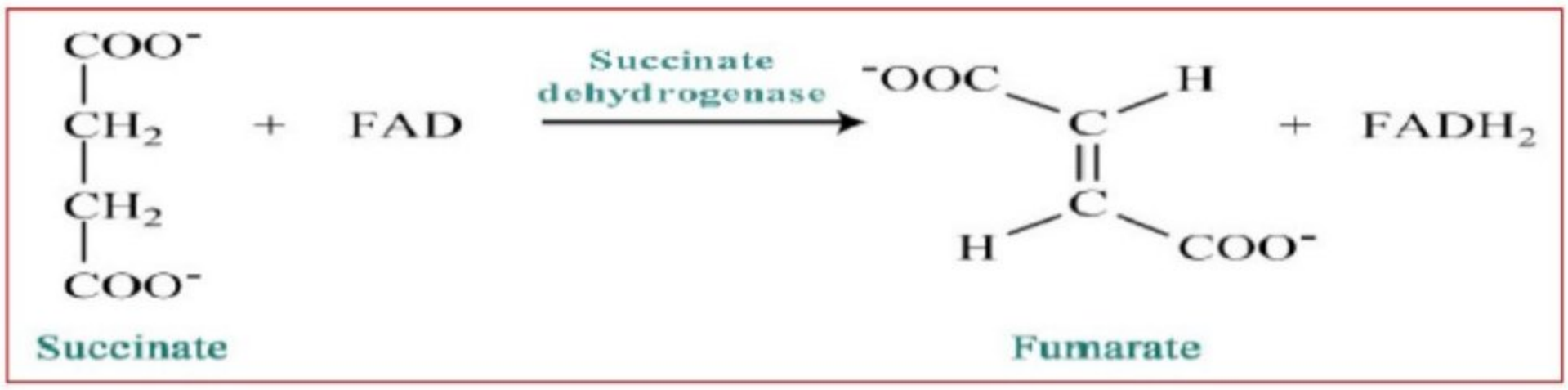


٦) أكسدة الساكسينات إلى فيومارات:

- يُحفز إنزيم الساكسينات ديهيدروجينيز (Succinate Dehydrogenase) أكسدة الساكسينات وتحويله إلى فيومارات.

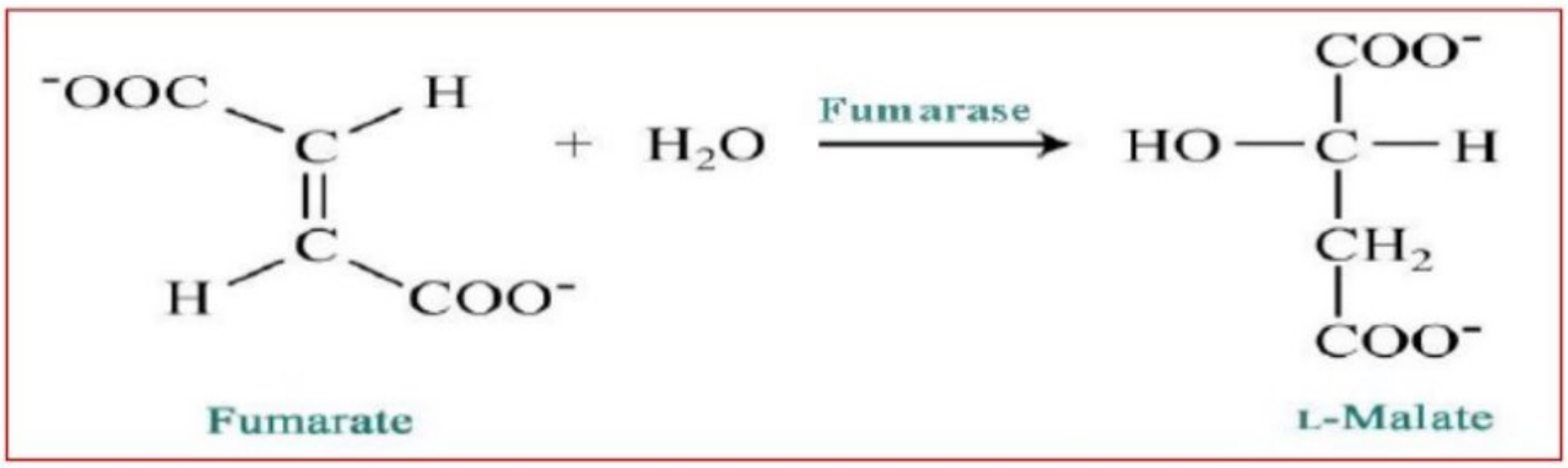
- يحتاج هذا الإنزيم لل FAD كعامل مساعد والذي يستقبل جزيء من الهيدروجين المزاح من مركب الساكسينات ليُختزل ويعطي ال $FADH_2$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner



٧) إنتاج المالات:

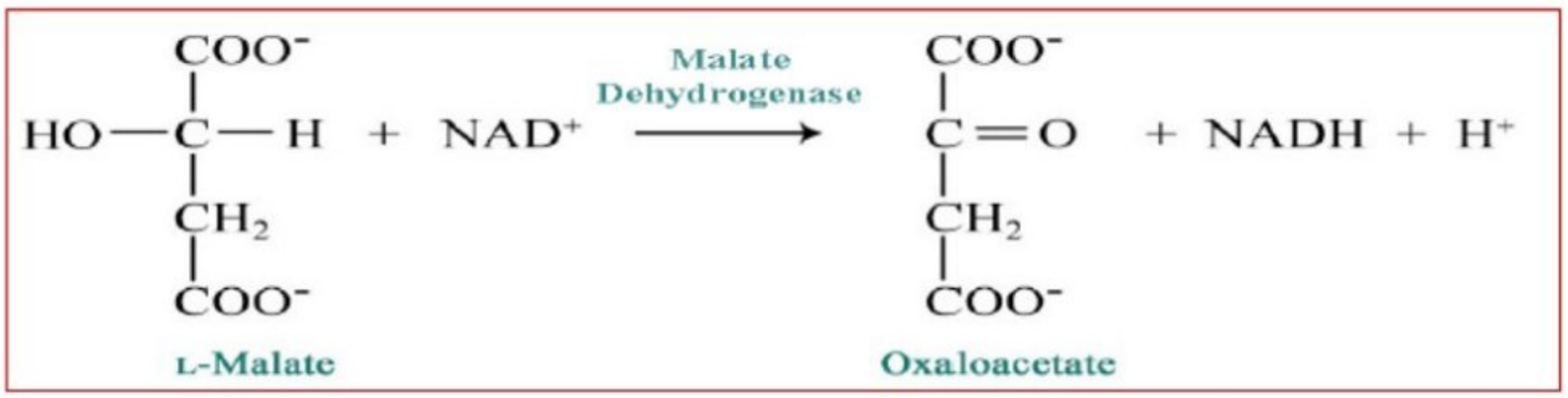
• يُحفز إنزيم الفيومارات هيدراتيز (Fumarate Hydratase) ويُطلق عليه الفيوماريز (Fumarase) إضافة جزيء ماء للفيومارات ليعطي المماكب اليساري المالات (L-malate)



٨) أكسدة المالات إلى أوكسالوأسيتات:

• يُحفز إنزيم المالات ديهيدروجينيز (Malate Dehydrogenase) أكسدة جزيء من المالات ليعطي أوكسالوأسيتات.

• يُستخدم هذا الإنزيم العامل المساعد ال NAD^+ كمستقبل للهيدروجين ليتحول بدوره إلى NADH .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

محصلة الطاقة الناتجة من دورة كربس

- إنتاج جزيء واحد من ال NADH في الخطوة رقم 3 ليعطي 3 ATP .
- إنتاج جزيء واحد من ال NADH في الخطوة رقم 4 ليعطي 3 ATP .
- إنتاج جزيء واحد من ال GTP في الخطوة رقم 5 والذي يتحول إلى جزيء واحد من ال ATP .
- إنتاج جزيء واحد من ال $FADH_2$ في الخطوة رقم 6 ليعطي 2 ATP .
- إنتاج جزيء واحد من ال NADH في الخطوة رقم 8 ليعطي 3 ATP .
- وبالتالي يكون ناتج تحول جزيء واحد من البيروفيت إلى ثاني أكسيد الكربون وماء تساوي:

ATP 12 = 3+ 2+ 1 + 3 + 3

- خطوت تحول جزيئين من البيروفيت إلى جزيئين من الأستيل المرفق الإنزيمي أ تنتج 6 ATP .
- ويكون ناتج تحول جزيء الجلوكوز إلى 2 جزيء بيروفيت يساوي 8 ATP .
- وبالتالي تحلل جزيء من جلوكوز إلى ثاني أكسيد الكربون وماء تساوي:

ATP 38 =(2x 12) + 6 + 8

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

بناء الجلايكوجين (Glycogenesis)

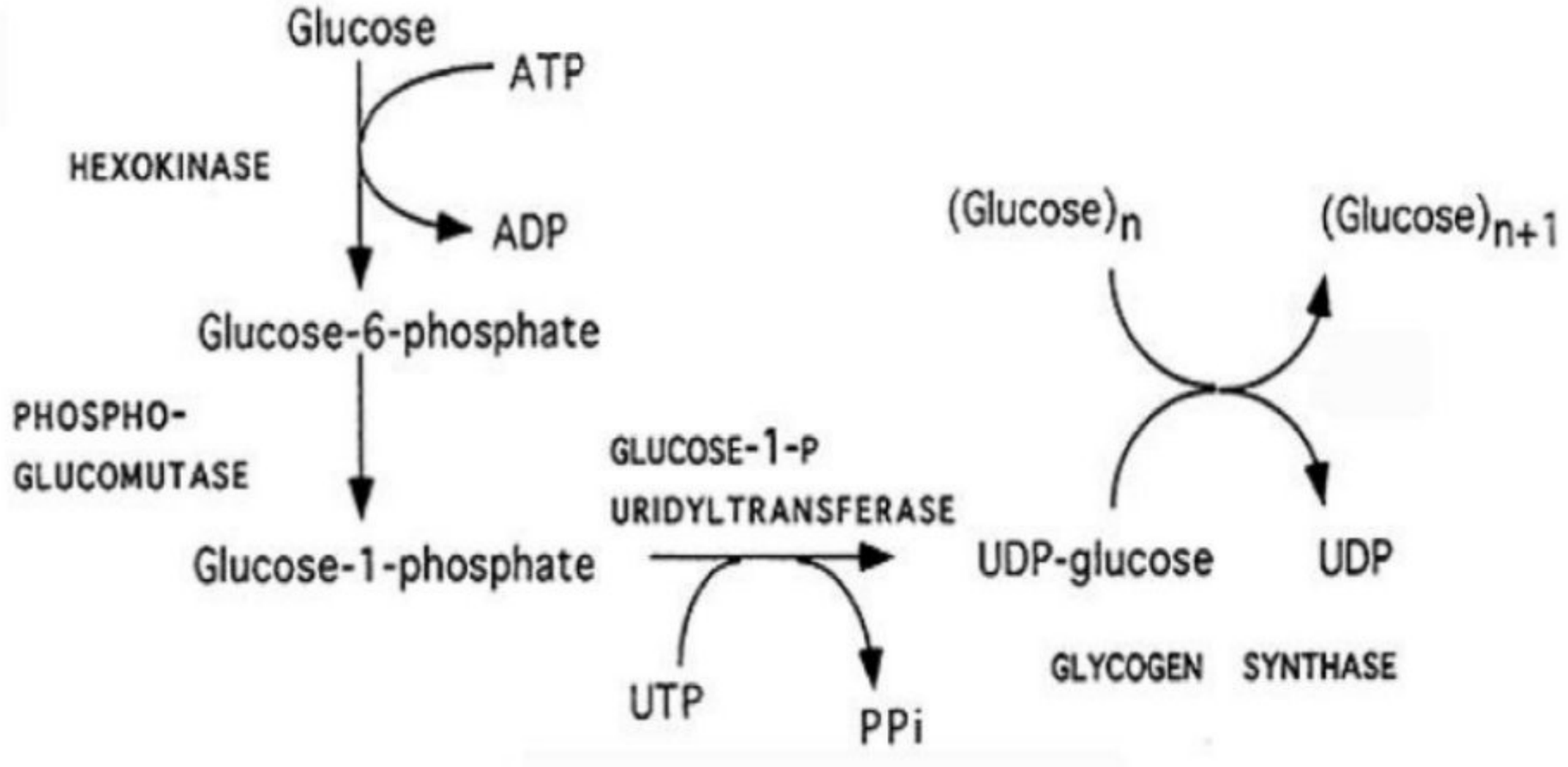
• يتم تحويل الجلوكوز إلى جلوكوز -6- فوسفات بواسطة إنزيم الجلوكوكيناز (Glucokinase) أو إنزيم الهكسوكيناز (Hexokinase) .

• يتحول الجلوكوز -6- فوسفات إلى جلوكوز -1- فوسفات عن طريق إنزيم فوسفوجلوكوميوتيز (Phosphoglucomutase) .

• يُحول إنزيم اليوريديل ترانسفسريز (Uridyl Transferase) الجلوكوز -1- فوسفات إلى يوريدين ثنائي فوسفات الجلوكوز (UDP-Glucose) .

• يقوم الإنزيم الصانع للجلايكوجين (Glycogen Synthase) بتجميع جزيئات الجلوكوز على شكل سلاسل (روابط α-1→4).

• تتفرع السلسلة بواسطة إنزيم ال (α-1→4:α-1→6 Transglycosylase) والذي يقطع 6 وحدات من الجلوكوز ونقلها في سلسلة طرفية برابطة (α-1→6).



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

إستحداث الجلايكوجين (Gluconeogenesis)

•هي عملية تكوين الجلوكوز أو الجلايكوجين من مصادر غيركربوهيدراتية مثل الأحماض الأمينية، حمض اللاكتيت، البيروفيت، والجليسرول.

• تحدث في السيتوبلازم وليس في الميتوكوندريا، ويحدث 90 % من هذه العملية في الكبد و 10 % في الكليتان.

تحليل الجلايكوجين (Glycogenolysis)

•في هذه العملية يتم تكسير الجلايكوجين إلى وحدات متكررة من الجلوكوز والتي تدخل بدورها في عملية تحلل الجلوكوز (Glycolysis)لإنتاج الطاقة.

• الجلايكوجين الموجود في الكبد والعضلات يتم تكسيره بواسطة إنزيم

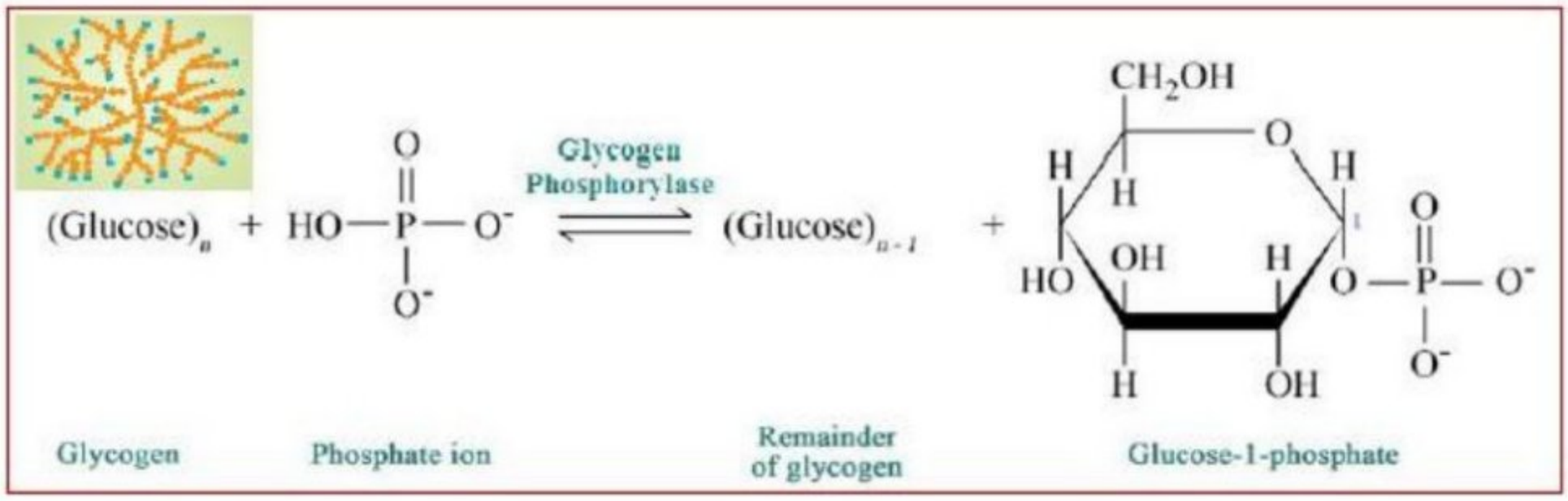
جلايكوجين فوسفورايليز في الحالات التالية :

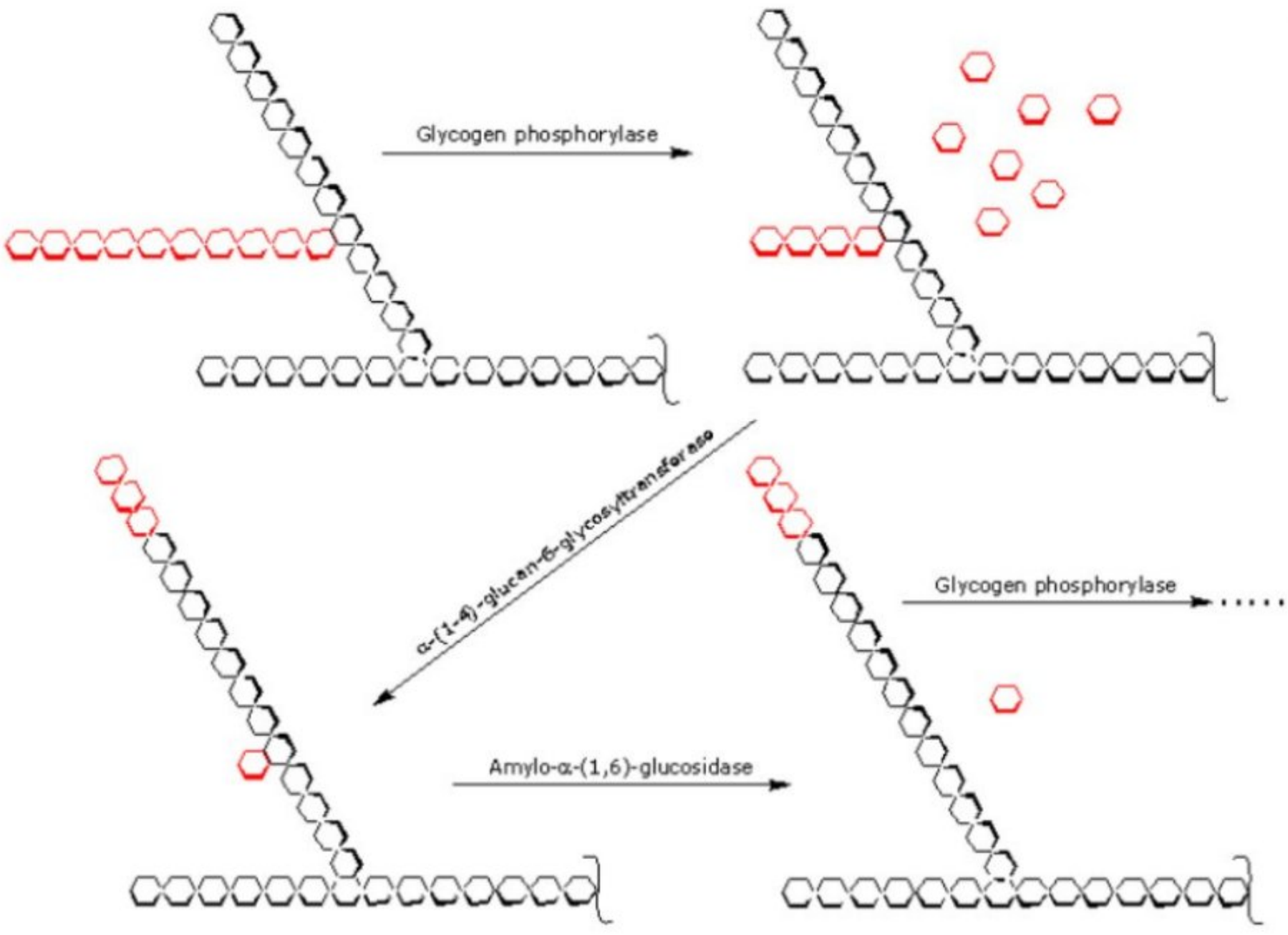
- في حالات الجوع الشديد حيث يقل الجلوكوزالذي يؤخذ من الطعام .
- في حالة داء السكري حيث لايتم الإستفادة من الجلوكوز الموجود في الغذاء .

• يُعتبر هذا الإنزيم مُنظم ومُتحكم بعملية تحلل الجلوكوز حيث أن هذا الإنزيم يحدد كمية جزيئات الجلوكوز الناتجة من تحلل الجلايكوجين والداخلة في عملية إنتاج الطاقة (Glycolysis)

• يتم تحليل الجلايكوجين بفعل إنزيم الجلايكوجين فوسفورايليز(Glycogen Phosphorylase)، والذي يزيح جزيء جلوكوز من طرف السلسلة عن طريق ربطه بمجموعة فوسفات عند ذرة الكربون رقم 1حتى يتبقى 4 جزيئات من الجلوكوز قبل نقطة التفرع

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

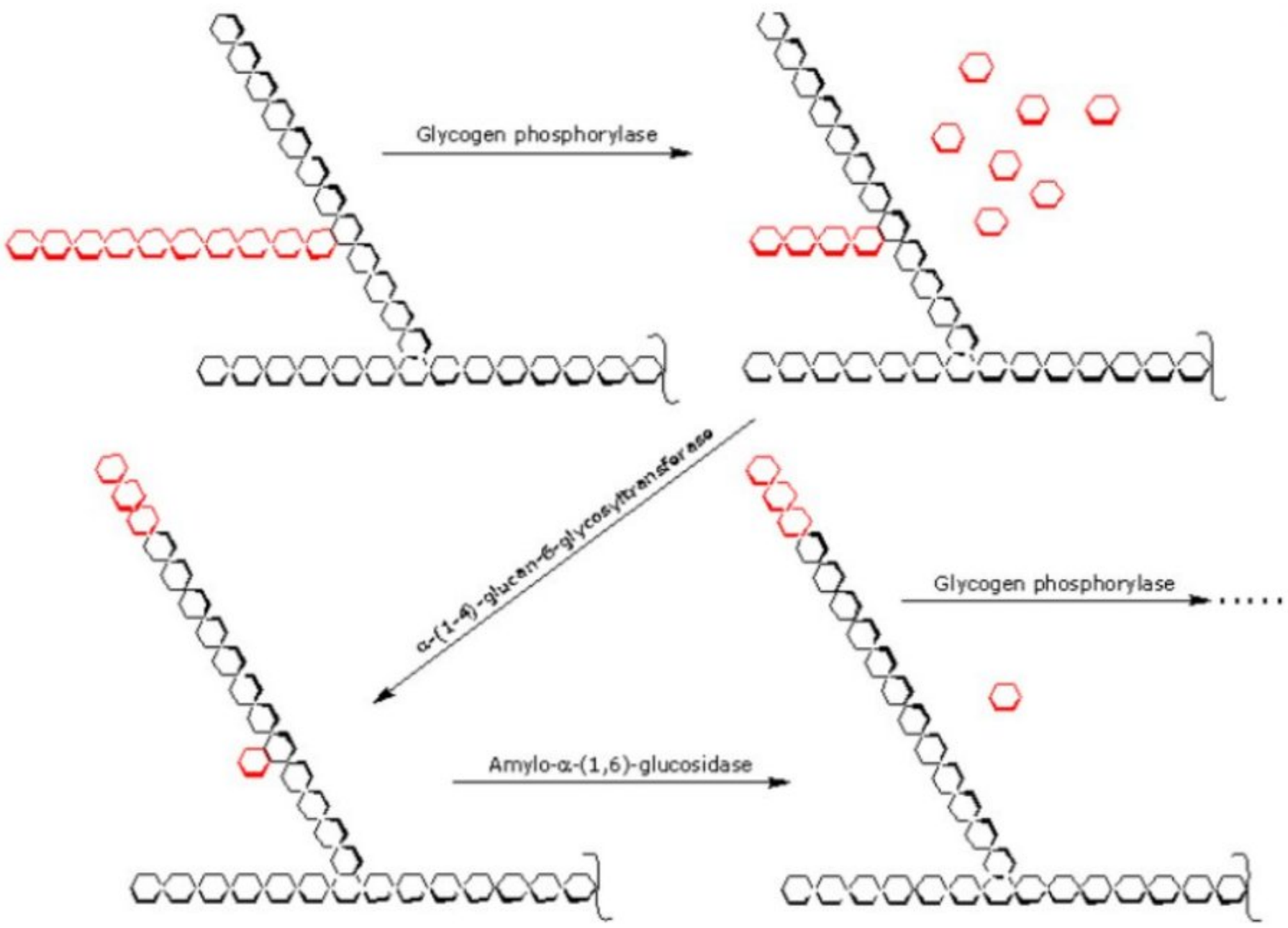




الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

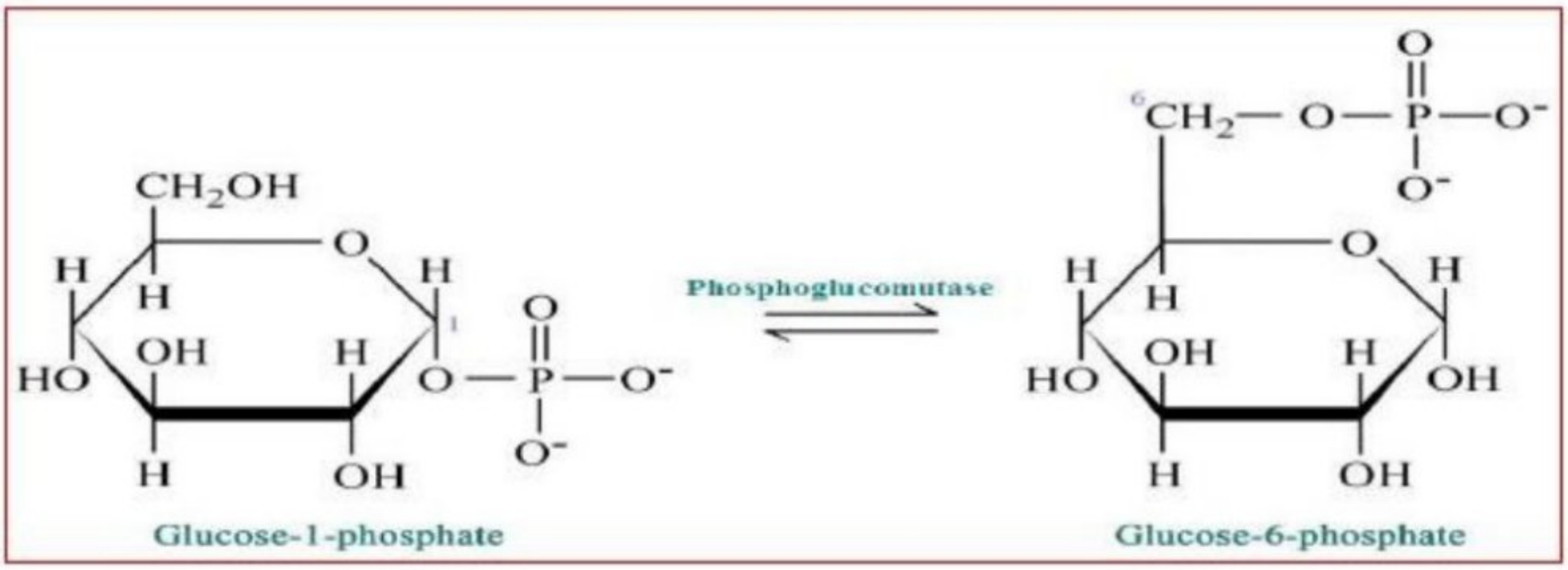
يقوم إنزيم جلوكوز ترانسفيريز (Glucose transferase) بنقل وحدات السكر الثلاثة المتبقية قبل موضع التفرع إلى سلسلة أُخرى تارك ا جزيء جلوكوز واحد مرتبط برابطة α-1→6 موضع التفرع.

• يتم تحليل جزيء الجلوكوز في موضع التفرع بواسطة إنزيم أميلو-ألفا 1 → 6 جلوكوسيداز Amylo-α-1→6 Glucosidase

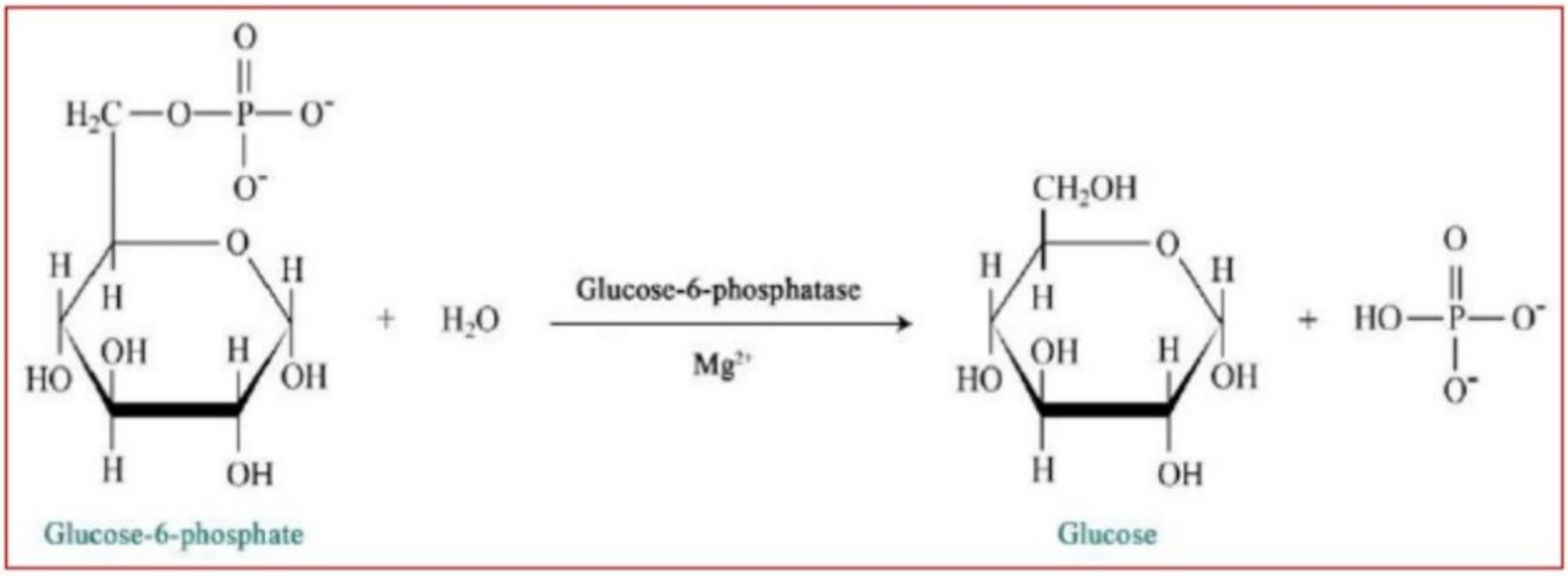


- يتم تحويل جميع وحدات الجلوكوز- 1 فوسفات الناتجة من عملية تحلل الجلايكوجين إلى جلوكوز- 6 فوسفات عن طريق إنزيم الفوسفوجلوكوميوتيز (Phosphoglucomuta)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner



- تحول وحدات جلوكوز- 6 فوسفات إلى جلوكوز عن طريق إنزيم الجلوكوز- 6 فوسفاتيز (Glucose-6-phosphatase) والذي له القدره على الخروج من الخلية إلى مجرى الدم



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

هضم البروتينات

في الفم :

لا يحدث هضم للمواد البروتينيه

في المعده:

- في هذه العمليه تنشط انزيمات المعده والامعاء المسؤله عن هضم البروتينات حيث تحول من صوره غير نشطه (زيموجين) الي صوره نشطه (انزيم).
- يوجد ثلاث انزيمات في المعده تعمل علي تحطيم الروابط الببتيديه في البروتينات لتحولها الي ببتيدات وهي:
- الببسين
- الرينين
- الجيلاتينيز
- بالاضافه الي هذه الانزيمات يساعد حمض HCl الموجود في المعده علي هضم البروتينات وتحويلها الي عديد ببتيد حمضي.

الببسين

- ينشط انزيم الببسين بواسطه حمض الهيدروكلوريك الموجود في المعده الرقم الهيدروجيني 1و5 ويحول من ببسينوجين الي ببسين
- يكسر الببسين الروابط الببتيديه في البروتينات ويحولها الي عديده الببتيد

الرينين

يفرز هذا الانزيم من خلال جدار المعده الداخلي ويعمل علي هضم بروتين الحليب في وجود ايونات الكالسيوم

يوجد في وسط متعادل لذلك لا يوجد في معدة الكبار نظرا للحموضه ولكن يوجد في معدة الاطفال لان الوسط متعادل.

الجيلاتينيز

يعمل هذا الانزيم علي هضم بروتين الجيلاتين وتحويله الي عديد الببتيد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

في الاثني عشر

يستكمل هضم البروتينات بواسطه العصاره البنكرياسيه في الاثني عشر والتي تحتوي علي اربع انزيمات وهي:

التربسين

الكيموتربسين

الكربوكسي ببتيدايز

الكولاجينايز

تقوم هذه الانزيمات بتكسير الرابطه الببتيديه في عديد الببتيدات المختلفه وتحويلها الي ببتيدات صغيره ثنائيه وثلاثيه واحماض امينيه.

في الامعاء الدقيقه

يتم هضم البروتين وعديد الببتيد والببتيدات الثنائيه والثلاثيه وتحويلها الي الناتج النهائي من الاحماض الامينيه.

انزيمات الامعاء الهاضمه للبروتين هي:-

الامينوببتيدايز: يعمل علي كسر الرابطه الببتيديه الاولي من طرف مجموعة الامين.

الدايببتيدايز: يعمل علي كسر الرابطه الببتيديه بين ثنائيات الببتيد الناتجه من عمل انزيم الببسين.

امتصاص الاحماض الامينيه

تمتص الاحماض الامينيه حيث انها تذوب في الماء في الاجزاء العلويه من الامعاء الدقيقه بواسطة النقل النشط الذي يحتاج الي طاقه.

تنتقل الاحماض الامينيه بعد امتصاصها من خلال جدار الامعاء الي الدم وتنقل من خلاله الي الكبد حيث يخزن 80 % منها في الكبد حتي يحتاجها الجسم في عملياته المختلفه.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

اهمية الاحماض الامينيه الناتجه من هضم البروتينات

١- تصنيع البروتينات مثل البروتينات الموجوده في الانسجه والبلازما والانزيمات

٢- تصنيع بعض الهرمونات مثل هرمون الانسولين

٣- بناء المركبات النيتروجينيه مثل القةاعد النيتروجينيه في الاحماض النوويه والكرياتين وبعض الناقلات العصبيه

٤- اكسدة الاحماض الامينيه للحصول علي الطاقه او تحويلها الي جلوكوز او احماض دهنيه

٥- يتم تكسيرها الي امونيا وهيكل كربوني ليستفيد منها الجسم في عمليات اخري

ايض الاحماض الامينيه

عمليات البناء:

- تستخدم الاحماض الامينيه كمواد اوليه لبناء البروتينات المختلفه
- تستخدم لبناء سكر الجلوكوز من مصدر غير كربوهيدراتي

عمليات الهدم:

- تتاكسد الاحماض الامينيه لانتاج الطاقه عند تناول كميه كبيره منها او عند الامتناع عن الاكل او في حالة الاصابه بمرض السكر
- في هذه العملية يتاكسد الهيكل الكربوني في الحمض الاميني الي ثاني اكسيد الكربون وماء وتحول مجموعات الامين الي يوريا او مركبات نيتروجينيه اخر
- تتم عملية هدم الاحماض الامينيه في الكبد وبصوره اقل في الكليتين.

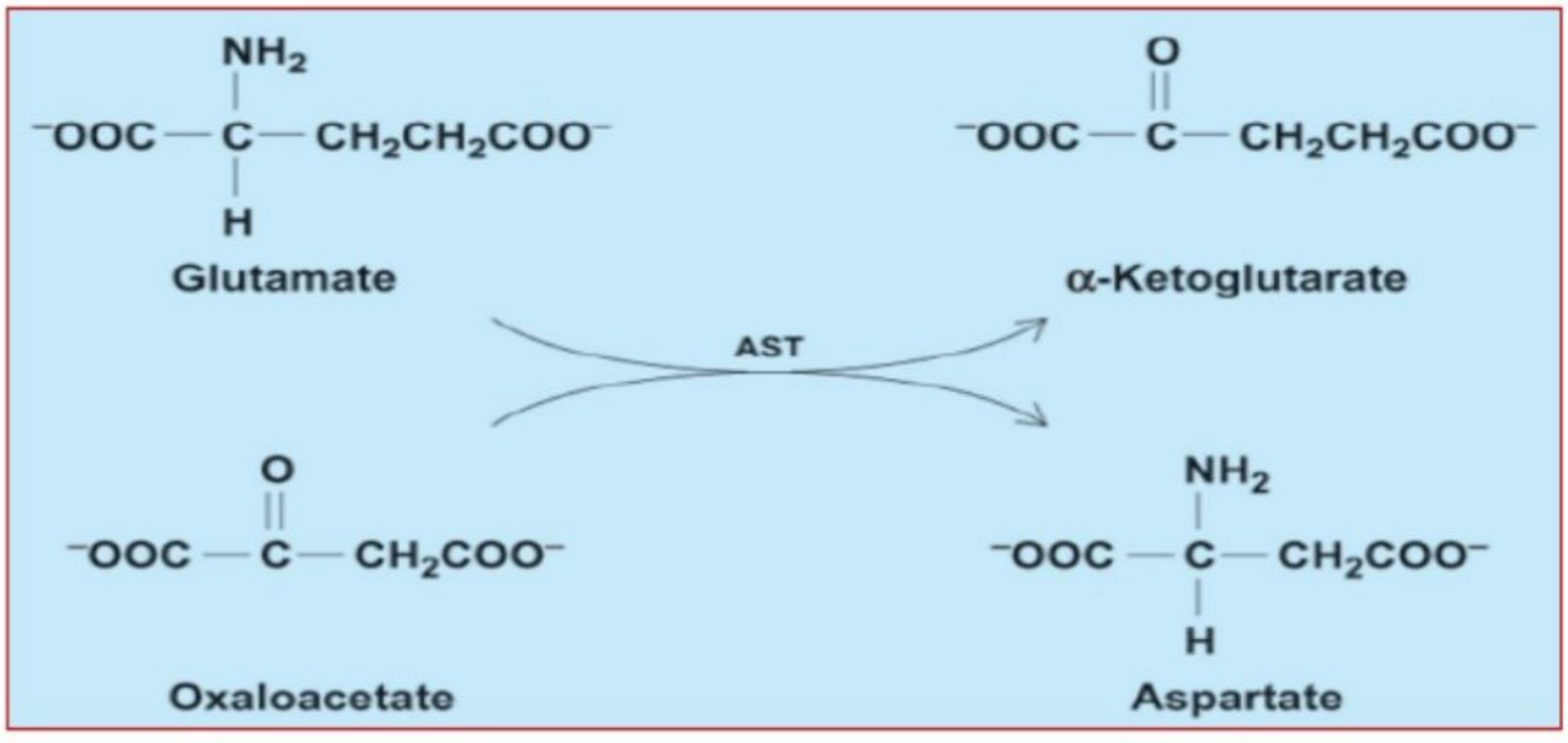
ايض مجموعة الالفا-امينو للاحماض الامينيه

- **تفاعل نقل مجموعة الامين Trans amination**
- **تفاعل النزع التاكسدي لمجموعة الامين Oxidative Deamination**
- **تفاعل النزع غير التاكسدي لمجموعة الامين Non-oxidative Deamination**
- **تفاعل نزع مجموعة الكربوكسيل Decarboxylation**

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

١- نقل مجموعة الامين

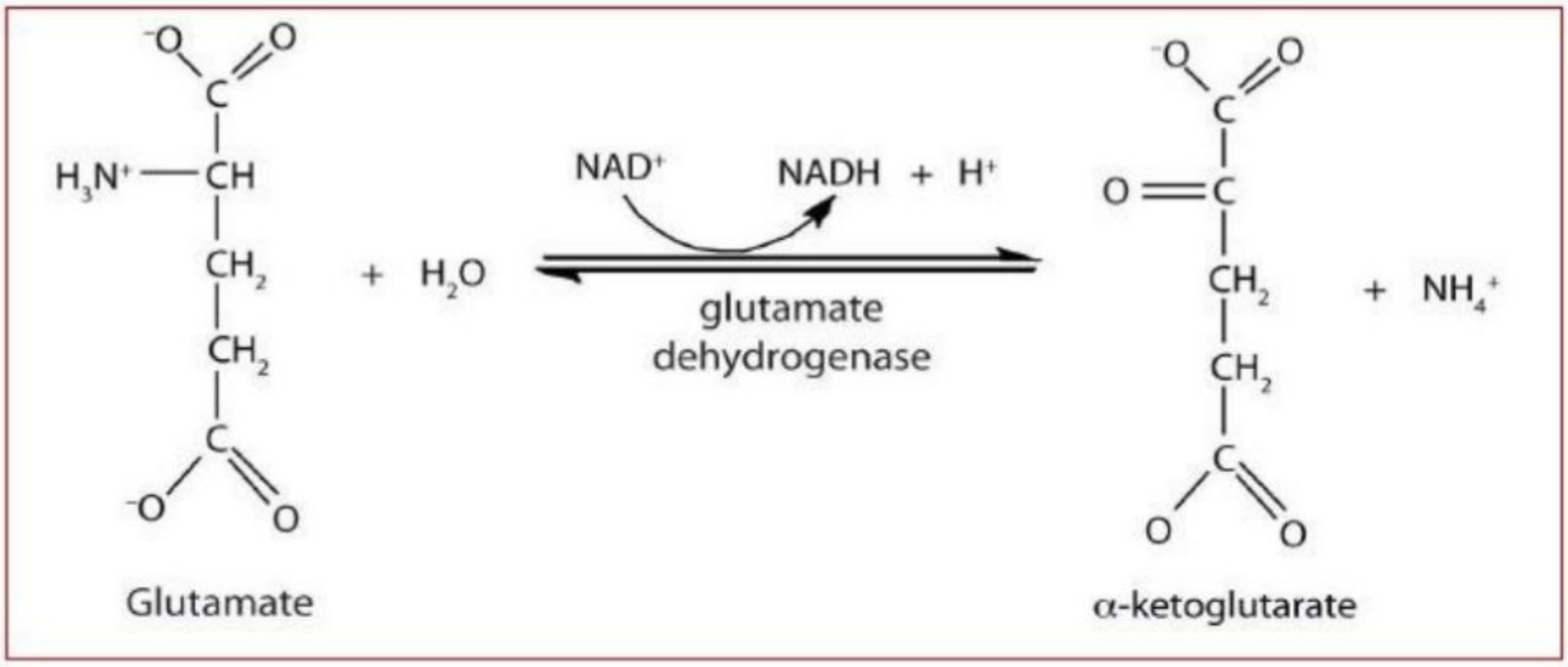
- هي عملية نقل مجموعة الافا امين من حمض اميني الي هيكل حمض كيتوني لتكوين حمض اميني جديد.
- تحدث هذه العمليه في سيتوبلازم وميتوكوندريا خلاتيا الكبد
- يحفز هذا التفاعل العكسي بواسطة انزيم الترانس امينيز الذي يلعب دور هام في في عملية هدم وبناء الاحماض الامينيه



2. تفاعل النزع التاكسدي لمجموعة الأمين:

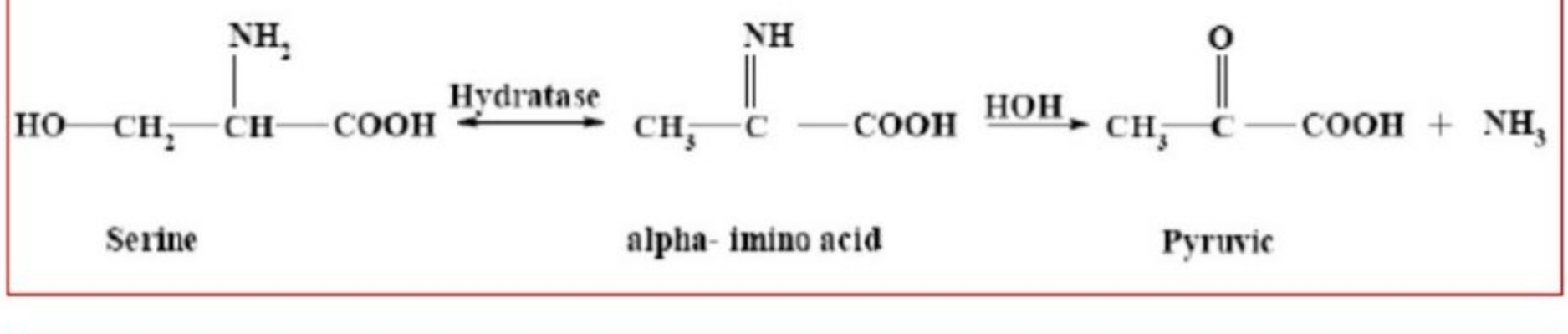
- هي عملية إزالة مجموعة الألفا أمين من الحمض الأميني الجلوتاميت لتبقى السلسلة الكربونية لهذا الحمض.
- تنتقل مجموعة الأمين المنزوعة إلى دورة اليوريا (Urea Cycle)، أما السلسلة الكربونية المتبقية تتحول إلى حمض كيتوني ليتحول بعدها لمركب وسيط يدخل في دورة كربس.
- تحدث هذه العملية في ميتوكوندريا خلايا الكبد.
- يُحفز هذا التفاعل العكسي وفي وجود الـ NAD^+ بواسطة إنزيم الجلوتاميت ديهيدروجينيز (Glutamate Dehydrogenase) الذي يلعب دوراً هاماً في عملية تنظيم مستوى الطاقة في الخلية.

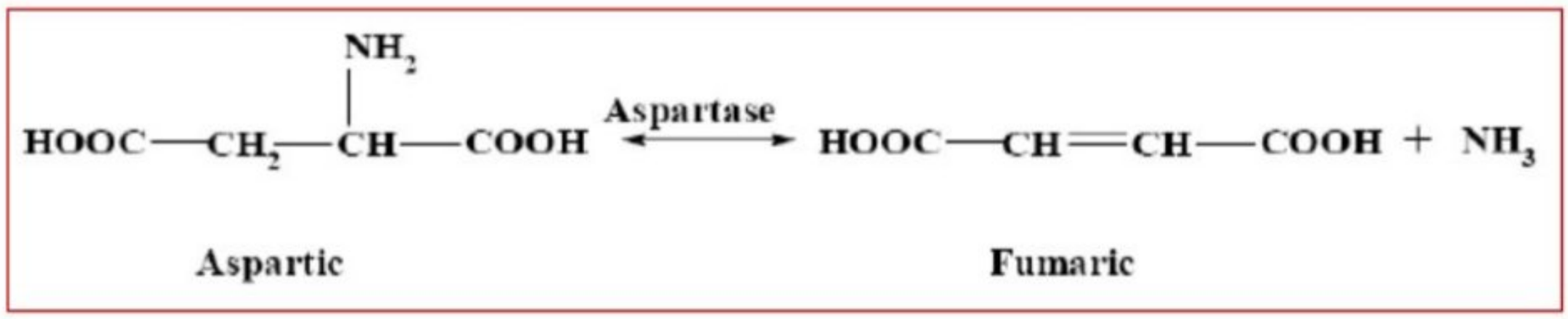
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner



3. تفاعل النزع غير التأكسدي لمجموعة الأمين:

هي عملية إزالة مجموعة الألفا أمين من الحمض الأميني مشبعة بواسطة إنزيمات ألفا دي أمينيز (deaminases) ليعطي الأمونيا والأحماض الغير مشبعة.





الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

4. تفاعل نزع مجموعة الكربوكسيل:

- يحفز تلك التفاعلات إنزيمات دي كربوكسيليز (decarboxylase)
- ينتج من نزع مجموعة الكربوكسيل المرتبطة بذرة الكربون ألفا إلى تكوين مركبات ذات أهمية كبيرة.

مثال:

- ✓ يتم إنتاج مركب الهيستامين بواسطة نزع مجموعة الألفا كربوكسيل من الحمض الأميني الهستيدين.
- ✓ يتم إنتاج مركب الجاما أمينو بيوتريك (ناقل عصبي) بواسطة نزع مجموعة الألفا كربوكسيل من الحمض الأميني الجلوتاميك.
- ✓ يتم إنتاج مركب السيروتونين (ناقل عصبي) بواسطة نزع مجموعة الألفا كربوكسيل من الحمض الأميني التريبتوفان.

دورة اليوريا

التفاعل الأول:

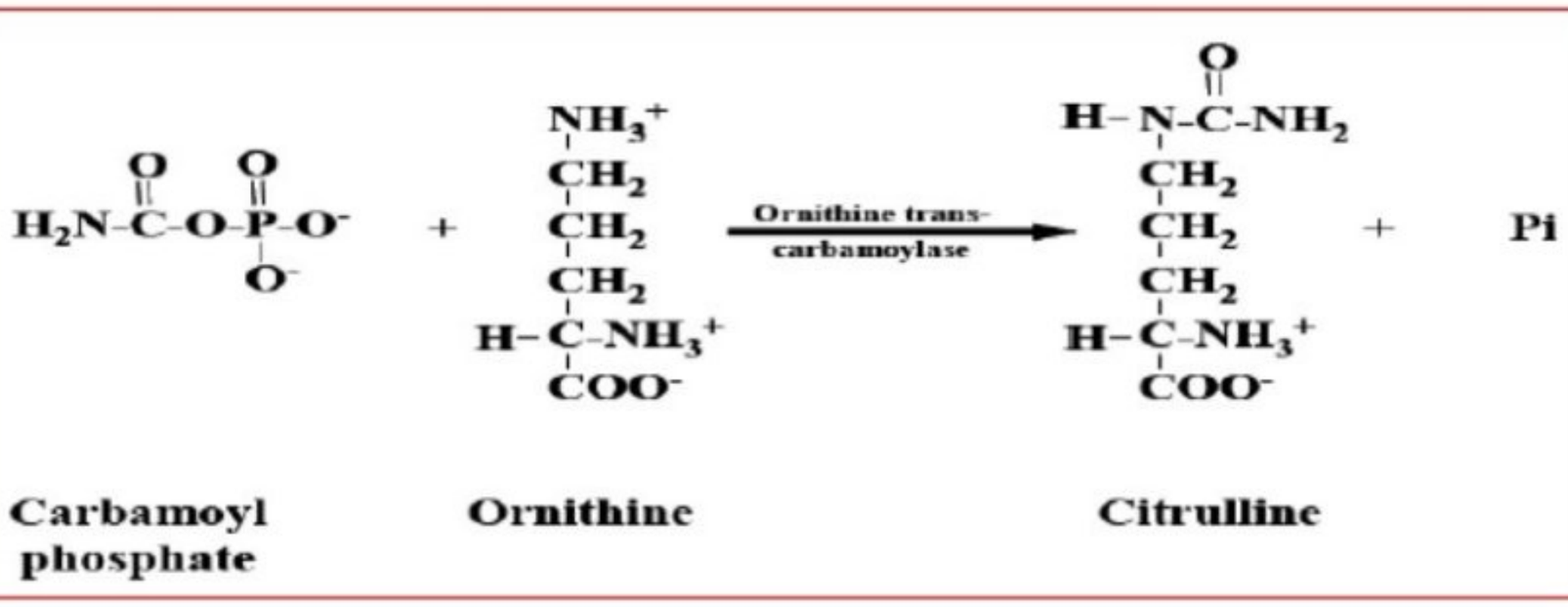
- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا ويُكون مركب الكربوميل فوسفات (Carbamyl Phosphate) من إتحاد الأمونيا (من الجلوتاميت) مع ثاني أكسيد الكربون (من سلسلة التنفس في دورة كربس) + ماء + 2ATP.
- يُحفز هذا التفاعل إنزيم الكاربامیل فوسفیت سینثیز-1 (Carbamyl Phosphate Synthase 1).

$$CO_2 + NH_4^+ + 2ATP + H_2O \longrightarrow H_2N\text{-}C(=O)\text{-}O\text{-}P(=O)(O^-)\text{-}O^- + 2ADP + Pi$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

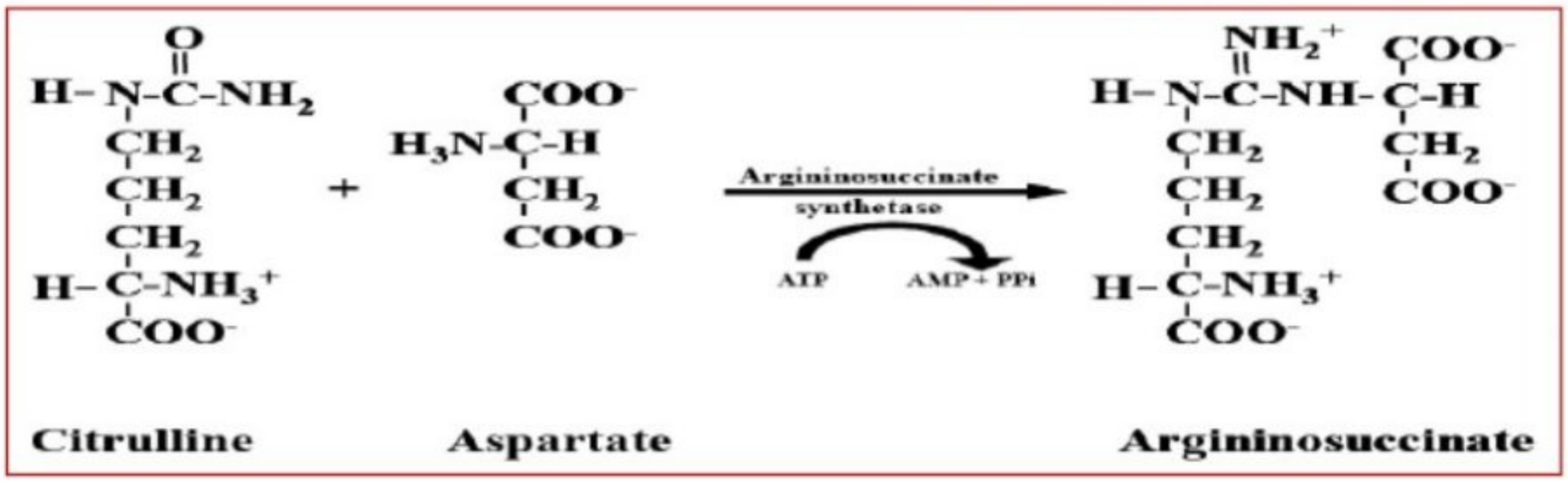
التفاعل الثاني:

- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا حيث يُحفز إنزيم أورنيثين ترانزكربميليز (Ornithine Transcarbamylase) نقل مجموعة الكربمايل إلى مركب الأورنيثين لتعطي الستروليين.



التفاعل الثالث:

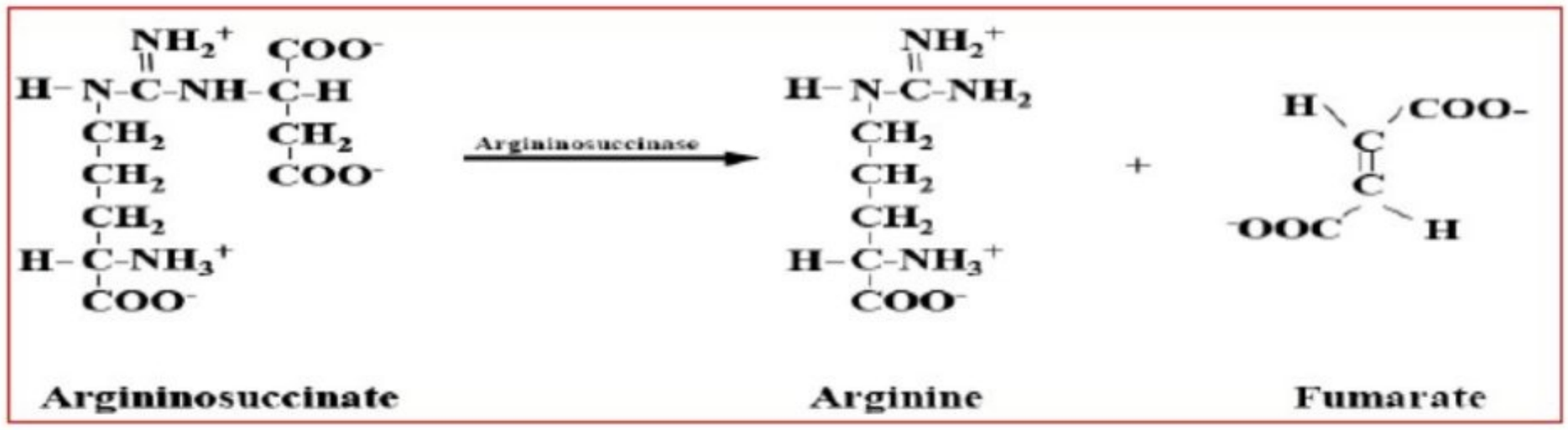
يتم هذا التفاعل في السيتوبلازم حيث يُحفز إنزيم الأرجينينوسكسينيت سينثيز (Argininosuccinate Synthetase) إندماج مركب الستروليين مع الحمض الأميني الأسبارتيت (بالتالي إضافة مجموعة الأمين الثانية المكونة لليوريا) ليعطي مركب الأرجينينوسكسينيت.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

التفاعل الرابع:

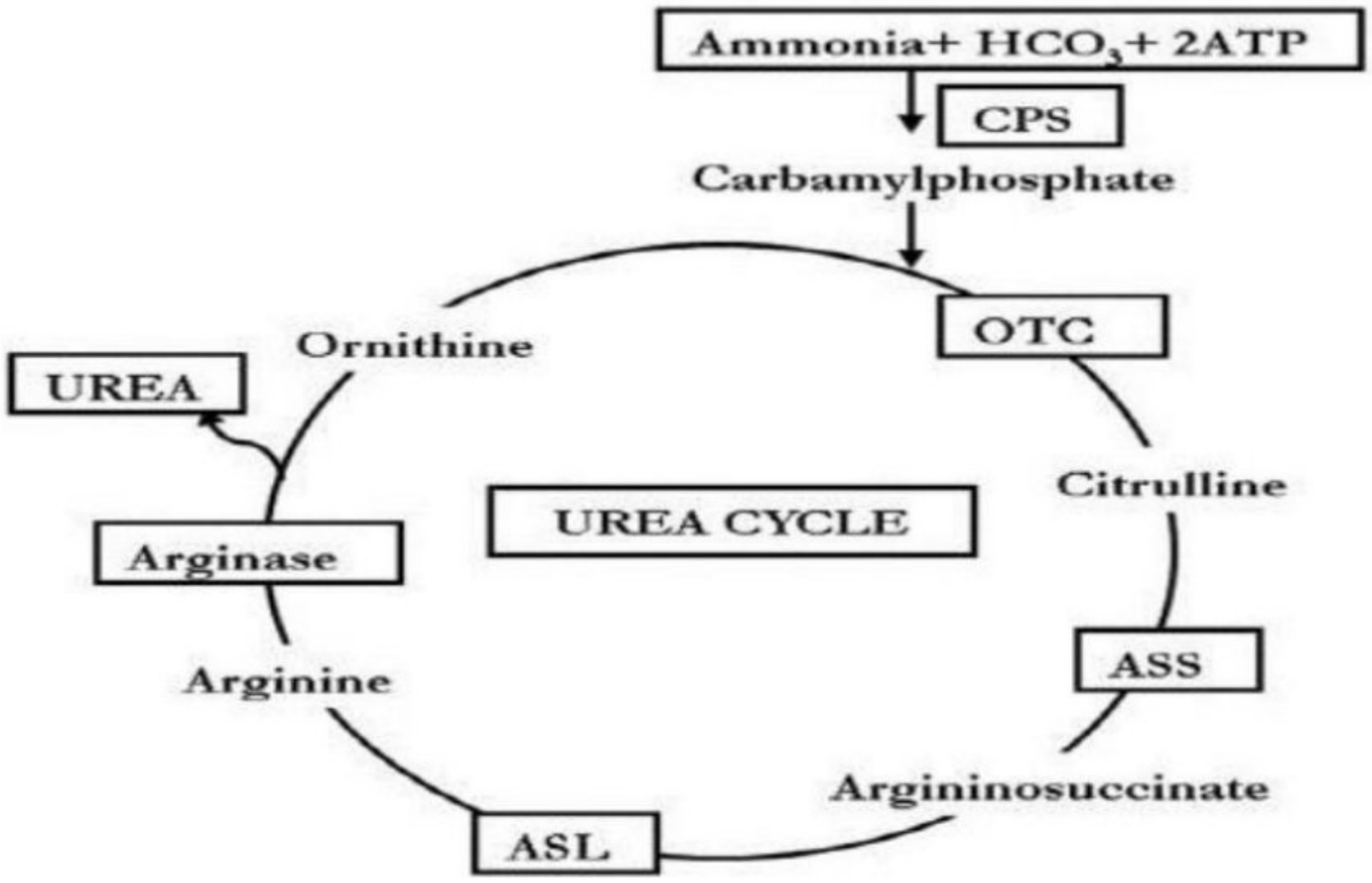
- يتم هذا التفاعل في السيتوبلازم حيث يحفز إنزيم الأرجينينوسكسينيت لايز (Argininosuccinate Layase) تحلل مركب الأرجينينوسكسينيت وتكوين الحمض الأميني الأرجنين والفيوماريت.
- يتحول الفيوماريت إلى الأكسالوأسيتيت الذي يتحول بدوره إلى الأسبارتيت.



التفاعل الخامس:

- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا حيث يُحفز إنزيم الأرجينيز (Arginase) تحلل الحمض الأميني الأرجنين إلى يوريا والأورنيثين.
- هذا الإنزيم لا يوجد إلا في الكبد، أي أن الكبد هو العضو الوحيد القادر على تكوين اليوريا والتي تنتقل بعد تصنيعها في الكبد إلى الكلية (عن طريق الدم) للتخلص منها بواسطة تكوين البول.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

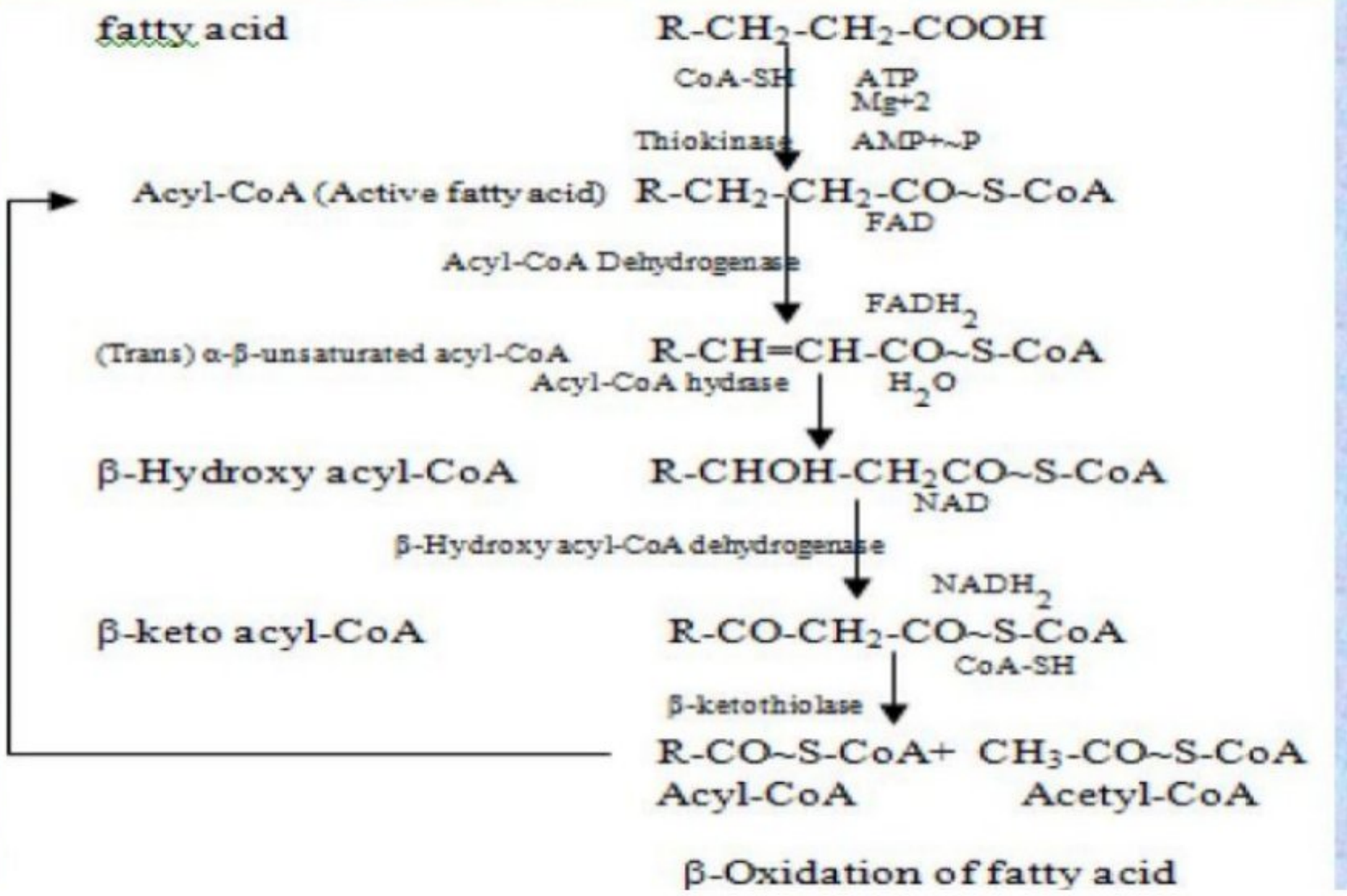


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التمثيل الغذائى لليبيدات Metabolism of lipids

- تخزن الزيوت والدهون على صورة مركبات متعادلة Glycerides فى النبات والحيوان وهذه توجد فى الخلية الحية لإنتاج الطاقة حيث تعتبر الليبيدات من المصادر الغنية فى الطاقة المخزونه داخل الجسم. فعند تناول مادة غذائية تحتوى على دهون فانها تمر من المعدة الى الإمعاء حيث يقوم انزيم الـ Lipase المفرز من البنكرياس بتحليل الدهون او الزيوت الى احماض دهنية وجلسرول التى تمتص خلال جدر الامعاء وتنتقل بصور مختلفة الى حيث استخدامها. وتخزن الزيادة من الدهنيات فى مواضع مختلفة من جسم الحيوان اهمها تجويف البطن وتحت الجلد وبين العضلات. والجلسرول يتحول الى جليكوجين فى الكبد ويمثل الى كربوهيدرات ويتم الحصول على الطاقة المخزنه فى المواد الدهنية عن طريق عملية الاكسدة للأحماض الدهنية طويلة السلسلة.
- **وهناك نوعان من الاكسدة :-**

اولا : الاكسدة فى الوضع بيتا:- β-oxidation وتسمى ايضا (Knoops oxidation)



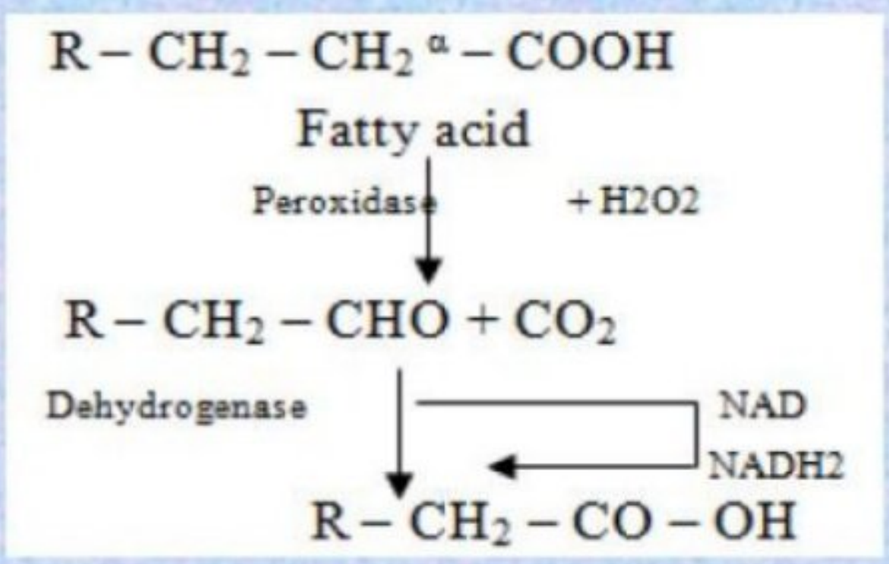
β-Oxidation of fatty acid

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

- **ويلاحظ في هذه التفاعلات مايلي:**
- **1-** في الخطوة الاولى يلزم جزيء واحد فقط من ATP لتنشيط الحمض الدهني في بدأ β-oxidation وفي وجود مرافق انزيمي Co-enzyme A-SH فنحصل على مشتق معاون للحمض الدهني في صورة نشطة Acyl Co-A ويتبع ذلك استمرار الاكسدة لهذا المركب النشط بصرف النظر عن عدد ذرات الكربون في السلسلة الكربونية للحمض الدهني0 يعمل مركب ATP على تنشيط الحمض الدهني فقط لتكوين مركب Acyl Co-A.
- **2-** يتبع الخطوة السابقة عملية نزع ايدروجين بين ذرتي الكربون α, β ويحدث ذلك في وجود FAD الذي يتحول الى الصورة المختزلة $FADH_2$ وينتج خلال هذه الخطوات جزيئان من الـ ATP.
- **3-** عند تحويل المركب β-Hydroxy acyl Co-A الى المركب β-Keto acyl Co-A ويحتاج هذا التفاعل الى NAD الذي يتحول الى $NADH_2$ وينتج خلال ذلك 3 جزيئات من الـATP. وعلى ذلك فان كل β-Oxidation ينتج خلالها 5 جزيئات من الـATP.
- **4-** يلاحظ ايضا انه في كل β- Oxidation ينقص ذرتين كربون من الحمض الدهنى على صورة acetyl-COA والتى يدخل دورة كرب للاحماض ثلاثية الكربوكسيل Tricarboxylic acid cycle (Krebs cycle) حيث يتاكسد الى $H_2O + CO_2$.
- **5-** اما باقى جزئ الحمض الدهنى فيكون على صورة acyl Co-A الذى يحدث له β-Oxidation ليخرج منه ذرتين كربون على صورة acetyl CoA وهكذا حتى يتم اكسدة الحمض الدهنى كله وهكذا فتكون النتيجة النهائية هى :-
- Fatty acid Acetyl CoA $CO_2 + H_2O$
- وعلى ذلك فحمض دهنى يحتوى على 18 ذرة كربون يحدث له ثمانى مرات β-Oxidation.
- **6-** يلاحظ ان هذه الدورة لا هوائية حيث تتم الاكسدة والاختزال بواسطة انزيمات dehydrogenase.

ثانيا : الاكسدة فى الوضع (α – oxidation):

- يتم هذا النوع من الاكسدة فى احوال خاصة فى البذور والاجنه وبعض الانسجة كالمخ وتتم كالآتى :-



- وهكذا تتكرر العملية من جديد

- يلاحظ فى هذا النوع من الاكسدة استخدام الـNAD الذى يتحول الى $NADH_2$ (مختزل) وينطلق ثلاثة روابط غنية فى الطاقة وينقص الحمض الدهنى ذرة كربون واحدة تخرج على صورة CO_2ويلاحظ ان الطاقة الناتجة من عملية الـ β-Oxidation تكون اكبر منها فى حالة الـ α – oxidation كما ان عملية الاكسدة فى النوع الاول تتم فى بطء عن النوع الثانى ولذا تحدث الـ α – oxidation فى البذور النابتة لأنتاج طاقة بسرعة تساعد على عملية الانبات.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

تكوين اجسام كيتونية من الاحماض الدهنية
Formation of Ketone bodies (Ketogenesis)

- تتكون هذه الاجسام اذا كانت كمية الدهن فى الغذاء كبيرة جدا او اذا حدث اضطراب فى دورة كرب لظروف معينة مما يؤدى الى انتاج كميات كبيرة من مركب Acetyl CoA حيث تتراكم لعدم امكان اكسدته فى دورة كرب وينتج عن ذلك ان حرق الدهون فى الجسم يسلك طريق اخر اذ ينتج مركبات تسمى بالاجسام الكيتونية Ketone bodies وتسمى هذه العملية بعملية الـ Ketogenesis وهذه المركبات هى :-

- β-acetoacetic acid, β-hydroxybutyric acid , acetone

وتتلخص التفاعلات الخاصة بتكوين هذه المركبات فيما يلى:

$CH_3 - CO \sim S - CoA$ (Acetyl CoA) $+ CH_3 - CO \sim S - CoA$ (acetyl CoA)

$\downarrow$

$CH_3 - CO - CH_2 - CO \sim S - CoA + CoASH$ (Acetoacetyl CoA) $+ H_2O$ Deacylase

$\downarrow$

$CH_3 - CO - CH_2 - COOH + CoASH$

Aceto actic acid

$\swarrow$ $-CO_2$ — $NADH_2$ $\searrow$

$CH_3 - CO - CH_3$ — Acetonc

$CH_3 - CHOH - CH_2 - COOH$ — β-Hydroxy butyric acid

وبعد تكوين الـ Aceto acetic acid فاما ينزع منه CO_2 ليتكون الإسيتون او يحدث له اختزال بواسطة $NADH_2$ ليتكون المركب β-Hydroxy butyric acid.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

الفيتـــــامينـــــات Vitamins

- **تقسم المواد الغذائية الى الاقسام الرئيسية الاتية :-**
- **الكربوهيدرات** : كأغذية طاقة.
- **الليـبـيـدات** : كأغذية طاقة مركزة. حيث تستخدم الدهون والزيوت بجانب الكربوهيدرات فى توليد الحرارة اللازمة للكائن الحى.
- **البروتينـــات** : وهى المسؤلة عن بناء الخلايا وتجديدها سواء للنمو او لتعويض ما يفقد منها.
- **الماء والاملاح المعدنية** : حيث تدخل فى جميع العمليات الفسيولوجية بجميع الكائن الحى.
- **وقد وجد ان تغذية حيوانات التجارب على المركبات الغذائية السابقة فى صورة تامة وبنسب صحيحة يؤدى الى اعراض مرضية على الحيوانات ثم يتبعه نقص في النمو ثم الموت. بينما تستمر الحيوانات الاخرى التى تتغذى على علائق كاملة التركيب بصحة جيدة ومع استمرار تجارب التغذية وتعددها امكن توصيفها وتقسيمها واطلق عليها اسم الفيتامينات Vitamins.**

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

الفيتامينات عبارة عن مركبات كيميائية عضوية لا تتكون عادة بواسطة اعضاء الجسم وتوجد عادة فى المواد الغذائية المختلفة ويحتاج اليها الجسم بكميات صغيرة لكى يحتفظ بصحة جيدة ونمو سليم. **ولا تتدخل الفيتامينات فى بناء الانسجة ولا يتولد عنها طاقة مثل المواد الغذائية الاخرى.** وتختلف احتياجات الحيوان من الفيتامينات باختلاف نوعه ويتسبب نقصها فى ظهور اعراض مرضية على الكائن الحى وتتكون الفيتامينات فى انسجة النبات وفى انواع معينة من البكتريا وقد توجد فى صورة نشطة او ما يسمى مولد الفيتامينات Precursors.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

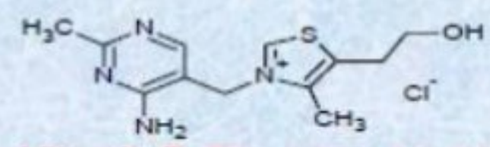
تقسم الفيتامينات بالنسبة للذوبان

- **أولا : فيتامينات قابلة للذوبان فى الماء Water Soluble Vitamins:-** وهى تشمل مجموعه فيتامينات B، C

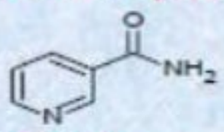
- **ثانيا : فيتامينات قابلة للذوبان فى الدهون _Fat souble Vitamins :-** وبالتالى تذوب فى مذيبات الدهون وتشمل فيتامينات A, K, E, D.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

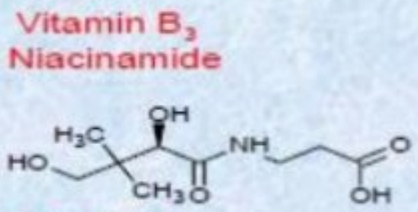
الفيتامينات الذائبة فى الماء



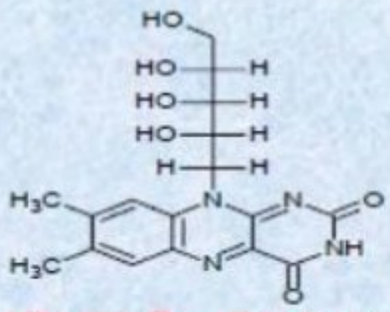
Vitamin B_1 Thiamine chloride



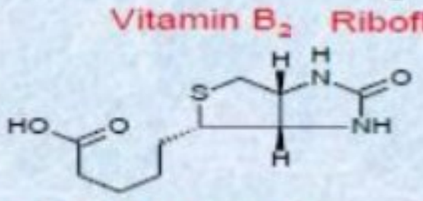
Vitamin B_3
Niacinamide



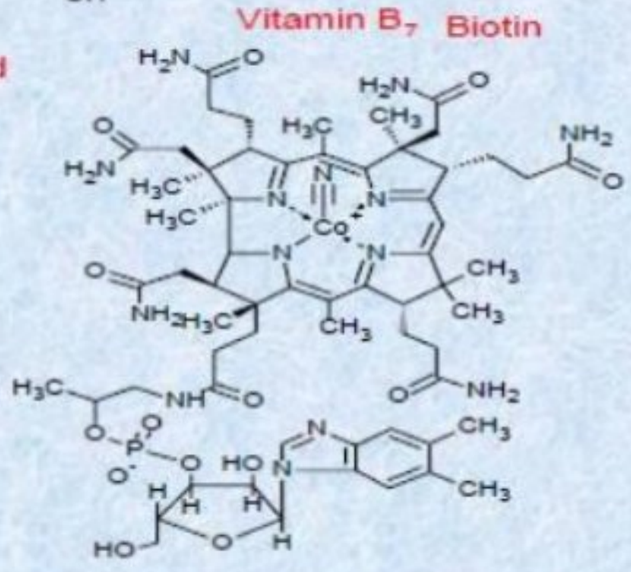
Vitamin B_5
Pantothenic acid



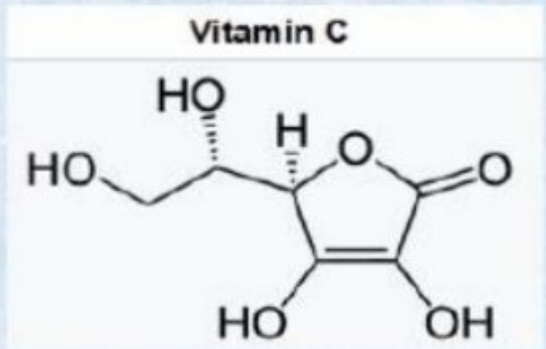
Vitamin B_2 Riboflavin



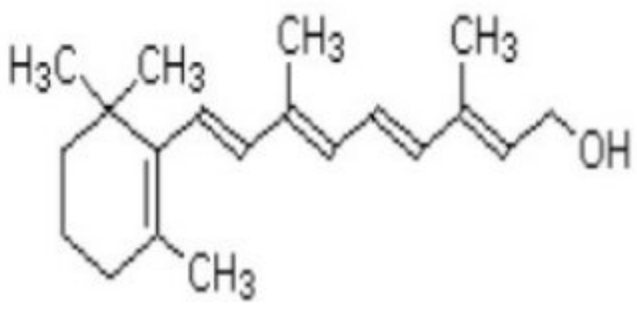
Vitamin B_7 Biotin



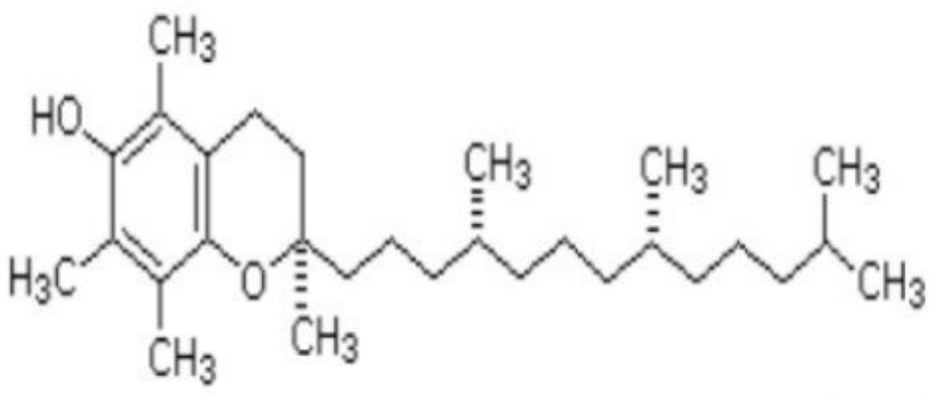
Vitamin B_{12}



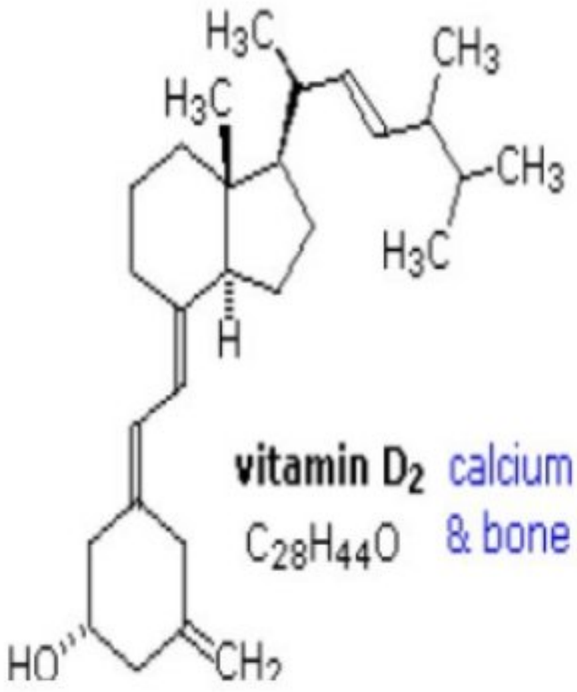
Lipid Soluble Vitamins



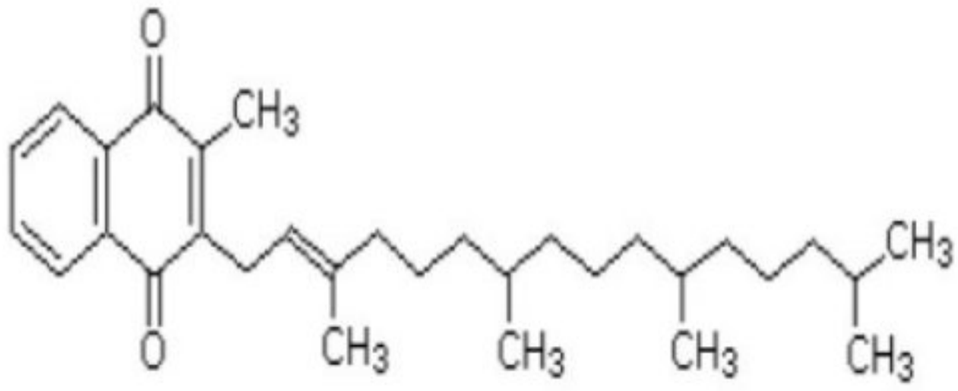
vitamin A
$C_{20}H_{30}O$ part of the visual pigment



$C_{29}H_{50}O_2$ **vitamin E** an antioxidant



vitamin D_2 calcium metabolism
$C_{28}H_{44}O$ & bone growth



vitamin K_1 a blood clotting factor
$C_{31}H_{46}O_2$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner