جامعة تكريت / كلية التربية للبنات

القسم: **الكيمياء**

المرحلة: **الرابعة**

المادة : **الكيمياء الحياتية**

استاذ المادة : **أ.د.اسراء اسماعيل ياسين الطائي**

altaiiasr@tu.edu.iq

بناء الكلوكوز Gluconeogenesis

بناء الكلوكوز Gluconeogenesis

يمكن لمعظم أنسجة الجسم أن تكتفي بالأحماض الدهنية كمصدر للطاقة في حال عدم توفر الكلوكوز بكميات مناسبة. وتشذ عن هذه القاعدة خلايا الدماغ وخلايا الدم الحمر ، إذ تعتمد هذه الخلايا على الكلوكوز كمصدر أساسي للطاقة لقيامها بوظائفها ، وهذا يتطلب توافر الكلوكوز في الدم بتركيز كافي، وبذلك يتحلل جزءا من الكلايكوجين المخزون في الكبد إلى كلوكوز وإطلاقه إلى الدم ، لكن كمية الكلايكوجين التي يخزنها الكبد لا تكفي لأكثر من 10–14 ساعة، فإذا لم يتناول الإنسان طعاماً خلال هذه الفترة فإن على خلايا الكبد أن تصنع الكلوكوز من **مصادر أخرى غير الكربوهيدراتية** لتزود به خلايا الدماغ وخلايا الدم الحمر، تعد هذه المهمة من مسؤوليات الكبد.

الخطوات الضرورية لبناء الكلوكوز :

- الجلوكوز وقود مهم
  - ✓ الجهاز العصبي المركزي
  - ✓ خلايا الدم الحمر
- بناء الكلوكوز ليس مجرد انعكاس لمسار التحلل السكري (glycolysis)
- هرموني الأنسولين Insulin والكلوكاكون glucagon هما المنظمان الأساسيان

- **يصنع الكلوكوز من مواد اولية غير كاربوهيدراتية:**

- Glycerol
- Amino acids
- Lactate
- Pyruvate
- Propionate

1- **يتم إنتاج الكلوكوز** في حالة الصيام بسلسلة من التفاعلات تعرف بمسار استحداث الكلوكوز من مصادر غير الكربوهيدرات gluconeogenesis. وتبدأ تفاعلات هذا المسار بالبايروفيت وتنتهي بالكلوكوز. وقد يبدو ظاهرياً أن هذا هو عكس مسار تحلل الكلوكوز glycolysis الذي يبدأ بالكلوكوز وينتهي بالبيروفيت لكن المسارين مختلفان وإن اشتركا في معظم التفاعلات.

- عملية تصنيع الكلوكوز بالطريق المعكوس لل glycolysis تتم بعملية By pass او تسمى CO_2 fixation reaction للخطوة غير القابلة للارتداد أي تجاوز تفاعل pyruvic acid

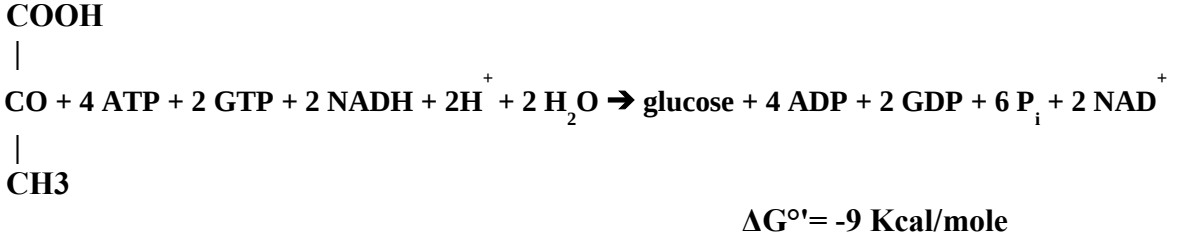
وهنالك تفاعلان يمر بهما حامض البيروفيك هما :

- يتحول pyruvic الى oxaloacetate (OAA) بإضافة CO_2 بمساعدة أنزيم pyruvic carboxlyase الذي يحتاج إلى Biotin الذي يدخل في تركيب الانزيم و ACoA المنشط لعمل الانزيم .
- ثم يتحول OAA الى phospho enol pyruvate بمساعدة انزيم phospho enol pyruvic carboxy kinase.

- ويستمر الطريق المعكوس لل Glygolesis وصولا إلى G-6-P الذي يتحول إلى Glucose ، ويتم التحول بمساعدة أنزيم Glucose-6-Phosphatase الذي يعد نقطة سيطرة ، فانه الأنزيم المسؤول عن تحرر الكلوكوز في الدم ويوجد الأنزيم في خلايا الأنسجة المصنعة للكلوكوز في الشبكة الاندوبلازمية أي قريب من غشاء الخلية . هنالك أربعة أنزيمات هي المفتاح في تصنيع الكلوكوز في الجسم وهي :

- **Pyruvic Carboxlyase (PC)**
- **Phospho enol Pyruvic Carboxy kinase (PEPCK)**
- **fructo 1,6-bisphosphatase**
- **Glucose-6-phosphotase**

ملخص تفاعل انتاج الكلوكوز



ΔG°'= -9 Kcal/mole

ملخص تفاعل تحلل الكلوكوز

$$\text{Glucose} + 2\,\text{ADP} + 2\,P_i + 2\,\text{NAD}^+ \rightarrow 2\,\underset{\underset{\text{CH3}}{|}}{\overset{\overset{\text{COOH}}{|}}{\text{CO}}} + 2\,\text{ATP} + 2\,\text{NADH} + 2\text{H}+ + 2\,\text{H2O}$$

$\Delta G^{\circ\prime} = -20$ Kcal/mole

اختلاف الانزيمات بين مساري هدم وبناء الكلوكوز

Glycolysis	Gluconeogenesis
Hexokinase	Glucose 6-phosphatase
Phosphofructokinase	Fructose 1,6-bisphosphatase
Pyruvate kinase	Pyruvate carboxylase
	Phosphoenolpyruvate carboxykinase

مصادر استحداث الكلوكوز غير الكربوهيدراتية

1. **الدهون:** الكليسيرول Glycerol الذي يتم تحلله من الأنسجة الدهنية Adipocyte lipolysis
2. **اللاكتات Lactate** تنتج في العضلات نتيجة المجهود العضلي الشديد نتيجة لفعل أنزيم lactate dehydrogenase ثم يذهب إلى الدم الذي ما يلبث عند وجود الأكسجين (العملية تحدث في الكبد) أن يتحول إلى كلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية ومن ثم إلى المجرى الدموي ثم إلى العضلات مباشرة أو يخزن على صورة كلاكوجين لحين الحاجة إليه مرة أخرى وتسمى هذه العملية دورة كوري أو تمثيل اللاكتات.
3. الأحماض الأمينية Amino acids وتتكون بنقل مجموعة الأمين إلى البيروفات أو من البيروفات الناتج من عملية تحلل الكلوكوز Glycolysis أومن تحلل الأحماض الأمينية أو من دورة الألانين.

تنظيم الإنزيمات في عمليتي التحلل واستحداث للكلوكوز:

أ- عند الصوم : هرمون (الجلوكاجون ، الكورتيزول)

- تنشيط إنزيمات استحداث او تصنيع الكلوكوز gluconeogenic
- يثبط إنزيمات تحلل الكلوكوز glycolytic
- يساعد على تصنيع الكلوكوز في الكبد

ب- عند التغذية :هرمون الأنسولين

- ينشط إنزيمات تحلل الكلوكوز glycolytic
- تثبط إنزيمات استحداث او تصنيع الكلوكوز gluconeogenic
- استخدام الكلوكوز في الكبد