استقلاب السكريات

استقلاب السكريات

إن النواتج النهائية لهضم السكريات هي معظمها الغلوكوز والفركتوز والغالاكتوز وسرعان ما ينقلب معظم الفركتوز والغالاكتوز بعد المرور في الأمعاء إلى غلوكوز وبالتالي يصبح الغلوكوز هو المسلك النهائي الشائع لنقل معظم السكريات إلى الخلايا النسيجية.

I- استقلاب الغلوكوز (Glucose Metbolism):

تتحقق الخطوات الأولى في تقويض (تفكك) الغلوكوز عن طريق المسلك الحال للسكر، ويعطي نواتج استقلابية تختلف بحسب الشروط البيئية المحيطية:

❖ بوجود الأوكسجين O_2: (السبيل العادي Aerobic glycolysis)

غلوكوز ← بيروفات ← أستيل التميم A ← حلقة كريبس ← $H_2O + CO_2$

يحدث هذا التسلسل في الخلايا التي تتلقى كميات كافية من الـ O_2

❖ تحلل السكر اللاهوائي (Anaerobic glycolysis):

وهو سبيل تضطر أن تنهجه الخلايا في حالة الطوارئ والاحتياج الشديد للطاقة وعدم توافر كمية كافية من الـ O_2، حيث في هذه الحالة ترجع البيروفات المتشكلة بعمليات تحلل السكر إلى حمض اللبن.

بيروفات (Pyruvate) ← شروط لا هوائية ← حمض اللبن (Lactate)

لا يصل الأوكسجين إلى المتقدرة بسرعة كافية لأكسدة جميع الـ NADH وبالتالي لن تتم إعادة أكسدتها عبر السلسلة التنفسية وإنما ترجع البيروفات لتعطي حمض اللبن بوجود أنزيم نازع هيدروجين حمض اللبن (LDH).

مما يسمح لعملية التحلل السكري بالاستمرار في حالة انعدام الأوكسجين وخاصة في النسيج العضلي ← تكدس حمض اللبن ← آلام عضلية

❖ التخمر الكحولي:

يمكن لبعض الكائنات المجهرية مثل خميرة الجعة (البيرة) وبالشروط اللاهوائية وبعملية التخمر أن تحول:

بيروفات ← تخمر ← كحول ايتيلي + CO_2

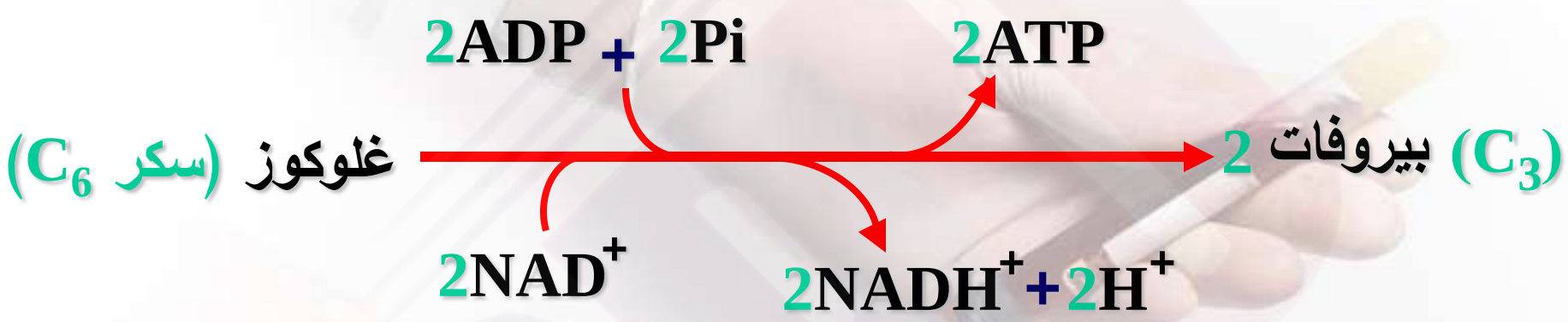
السبل المختلفة لتقويض الغلوكوز

GLYCOLYSIS
التحلل السكري

• التحلل السكري (Glycolysis):

هو عملية أكسدة جزيء الغلوكوز لتشكيل جزيئين من حمض البيروفيك من خلال (١٠ تفاعلات) كيميائية متتالية محفزة بأنزيمات محددة موجودة في السيتوزول.

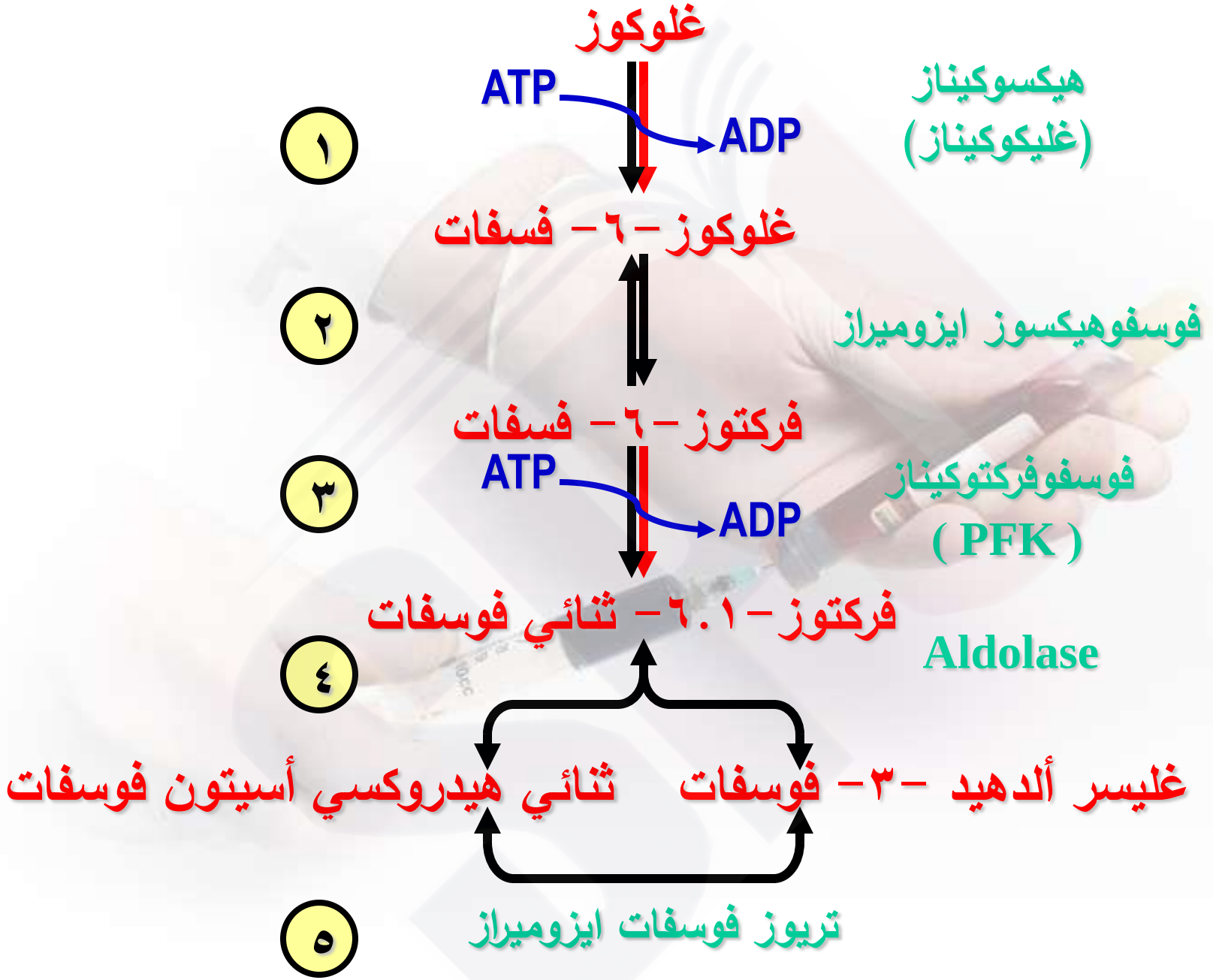
أما الشكل العام لتفاعل تحلل السكر:



ويتألف تحلل السكر من طورين:

آ- الطور الأول: تشكيل التيريوزات فوسفات حيث تتم فسفرة الغلوكوز مرتين وانشطاره إلى جزيئين من الغليسر الدهيد ٣ فوسفات. (٥ مراحل)

ب- الطور الثاني: استخدام التيريوزات فوسفات لأجل اصطناع الـ ATP وإنتاج الطاقة. (٥ مراحل)



مسلك تحلل الغلوكوز A

مسلك تحلل الغلوكوز B

GLYCOLYSIS

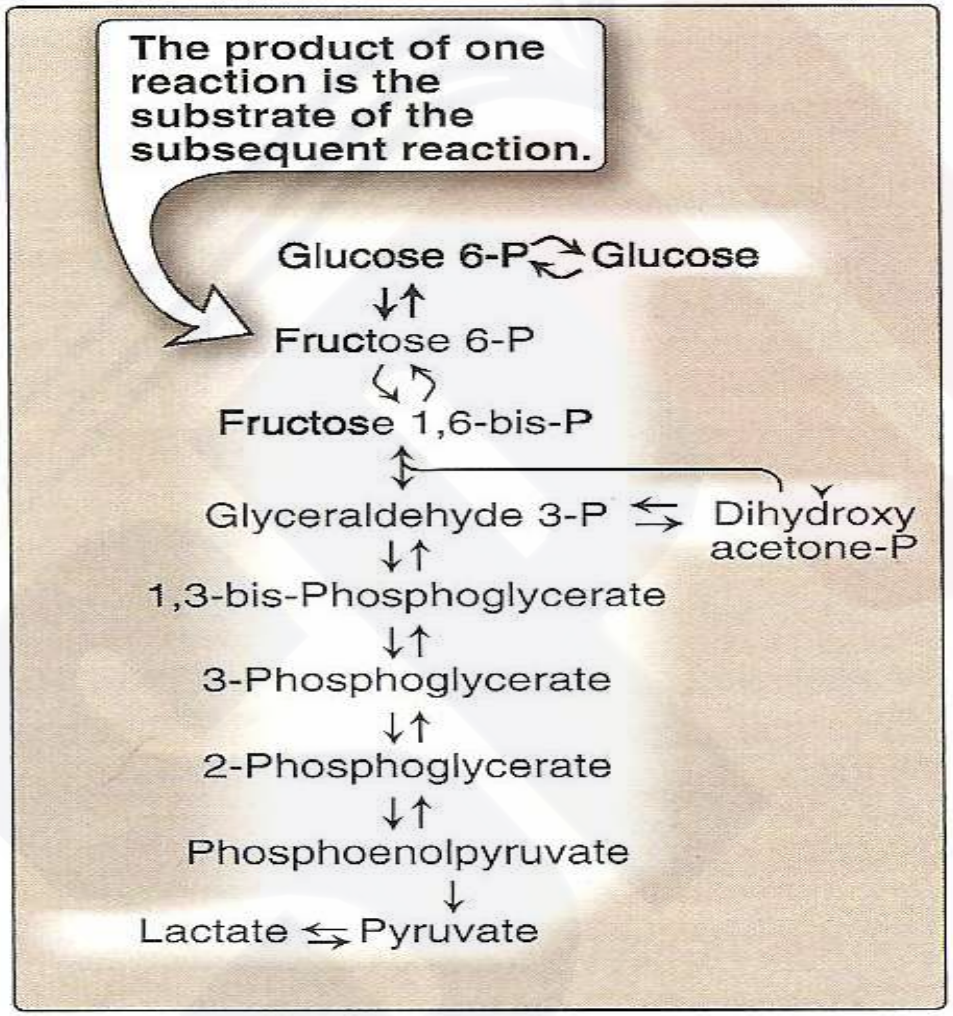


Figure 8.1
Glycolysis, an example of a metabolic pathway.

- **الطاقة الناتجة عن أكسدة الغلوكوز:**

في الطور الأول: يستهلك جزيئين (-٢) من الـ ATP. تفاعلان ١ و ٣

في الطور الثاني: يتم انتاج الطاقة:

أ- تفاعل ٧ : +٢ ATP

ب- تفاعل ١٠ : +٢ ATP

ج- تفاعل ٦ : +٦ ATP ناتجة عن أكسدة جزيئتين من الـ NADH

وبالتالي تكون محصلة الطاقة الناتجة عن عملية التحلل السكري لجزيء واحد من الغلوكوز = ١٠ - ٢ = ٨ جزيئات من الـ ATP

II- استقلاب البيروفات:

تحدث الأكسدة الكاملة للبيروفات ضمن المتقدرات ليتحول إلى أستيل التميم A و CO_2 بوساطة معقد متعدد الأنزيمات وهو نازع هيدروجين البيروفات ويحتاج لتمام فاعليته إلى وجود التيامين بيروفوسفات (TPP) وحمض الليبوئيك والتميم A إضافة إلى NAD^+ ليتحقق التفاعل:

البيروفات
+
التميم A
+
NAD^+

$\longrightarrow$

CO_2
+
أستيل التميم A
+
$NADH^+ + H^+$

GLUCONEOGENESIS

استحداث السكر

III- استحداث السكر (Gluconeogenesis):

تتم بوساطة الكبد حيث تؤمن تزويداً داعماً للغلوكوز عندما تكون السكريات الداخلة مع القوت غير كافية. ومعظم ذرات الكربون المستخدمة في تصنيع الغلوكوز تأتي من تقويض الحموض الأمينية، وكذلك يمكن لحمض اللبن المتشكل تحت شروط لاهوائية أن يستخدم كركيزة لاستحداث السكر.

ولأسباب ترموديناميكية لا يعد استحداث السكر عملية عكوسة بسيطة لتحلل السكر لوجود ثلاثة أنزيمات تحفز التفاعلات ١ و ٣ و ١٠ غير عكوسة وهي:

الغلوكوكيناز، فسفوفركتوكيناز ، بيروفات كيناز.

تستبدل هذه التفاعلات الثلاثة بتفاعلات أخرى مختلفة:

- تحول البيروفات ← فوسفو اينول بيروفات (PEP) حيث ينجز هذا التحول في أربع مراحل:

بيروفات المتقدرة ← (بيروفات كربوكسيلاز، ATP ، بيوتين) ← أوكزالو أسيتات

أوكزالو أسيتات ← (نازع هيدروجين المالات) ← المالات

المالات ← (إلى خارج المتقدرة) ← أوكزالو أسيتات

أوكزالو أسيتات ← (PEP كربوكسي كيناز) ← PEP

Gluconeogenesis

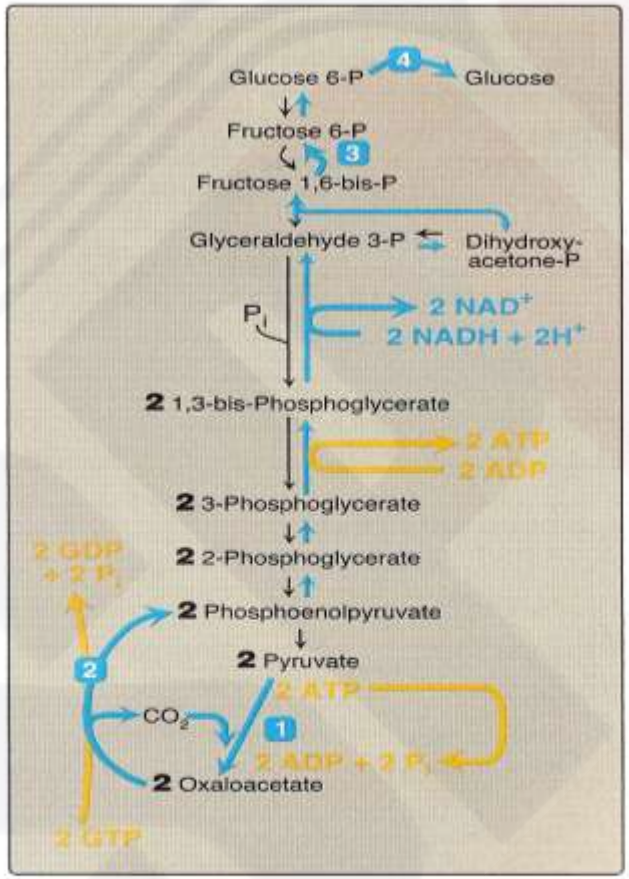


Figure 10.7
Summary of the reactions of glycolysis and gluconeogenesis, showing the energy requirements of gluconeogenesis.

- تحول الفركتوز ١، ٦- ثنائي فوسفات ← (فركتوز ١،٦– ثنائي فوسفاتاز) فركتوز ٦- فوسفات

- تحول الغلوكوز ٦ – فوسفات ← (غلوكوز ٦– فوسفاتاز) غلوكوز حر

IV- استقلاب الفركتوز (Fructose Metabolism):

تتم عملية فسفرة الفركتوز بوساطة أنزيم الفركتوكيناز الذي يتواجد في الكبد ليعطي

فركتوز ١– فوسفات ← (الدولاز) ثنائي هيدروكسي أسيتون فسفات

غليسر ألدهيد ٣– فوسفات ← تحلل السكر

ثنائي هيدروكسي أسيتون فسفات ← (تريوزكيناز) غليسر ألدهيد

ATP → ADP

V- استقلاب الغالاكتوز (Galactose Metabolism):

تتم فسفرة الغالاكتوز في الكبد بوساطة ATP ومحفزاً بالغالاكتوكيناز ليعطي ADP والغالاكتوز ١ـ فوسفات:

• تنظيم استقلاب السكريات ودور الهرمونات:

يلعب الكبد دوراً هاماً في تنظيم استقلاب السكريات:

غلوكوز ⟷ غليكوجين

ومن أهم الهرمونات:

- الأنسولين: يخفض معدل الغلوكوز في الدم بزيادة نفوذيته لغشاء الخلايا ← G 6 P

لا يستطيع العودة إلى الدم، وإنما يختزن ← التحلل السكري

يختزن ← غليكوجين

- الأدرينالين: يفرز عادةً في حالات الشدة ويقوم برفع غلوكوز الدم (بتفكيك الغليكوجين)

- الغلوكاكون: تأثيره يشابه الأدرينالين برفع معدل غلوكوز الدم.

- الهرمونات القشرية السكرية: ترفع أيضاً معدل الغلوكوز في الدم (بتنشيطها عملية استحداث السكر)

النهاية

THE END