عمل الطالبه :- عائشه بارقي قسم الكيمياء - المستوى الخامس .

المحاضره الثانيه .

التمثيل الغذائي للكربوهيدرات .

1) الكربوهيدرات من المركبات الغذائيه الرئيسيه حيث تمثل 70% من غذاء الأنسان .
2) تتوفر بكميات كبيرة في الطبيعه وسريعة الأكسدة في الجسم .
3) تعتبر مصدر جيد للطاقة في الجسم وذلك لتغطيه احتياجات الطاقه التي يحتاجها الأنسان للحركه وحفظ درجه حراره الجسم .
4) السكريات ضروريه لوظائف المخ واساسيه للتمثيل الغذائي للبروتينات والدهون في الجسم .
5) تدخل مع البروتينات في بناء الأغشيه المحاطيه والجلد والأطافر والعظام .

التمثيل الغذائي للكربوهيدرات في الجسم :-

اولاً الفم :

يبدأ هضم الكربوهيدرات في الفم عن طريق إنزيم الأميليز (Amylase) في اللعاب (Saliva) الذي يفرز من الغدد اللعابيه الموجوده في الفم.لذلك يسمى (Salivary amylase) ويكمل هذا الأنزيم عمله أثناء مرور الطعام في المرئ والمعده فيقوم بتكسير الروابط الجلكوسيدية في السلسله الطويله للسكريات العديده فتحولها إلى سلاسل أقصر .

نشا ← اميلو بكتين ← إرثرودكسترينات ← أكرودكسترينات ← دكسترينات ← مالتوز .

أنزيمات الفم:

1- انزيم الفا أميليز α-amylase ← يعمل على الروابط الداخلية Endoglycosidase ← يقوم بتكسير الروابط α -1-4 بشكل عشوائي داخل جزيئات السكريات العديده (اميلوز - اميلو بكتين - جلايكوجين) ← سكريات قليله 1- دكسترينات منخفضه الوزن الجزيئي أحاديه . 2- سكريات ثنائيه مثل المالتوز .

2- إنزيم بيتا أميليز β -amylase ← يعمل على الروابط الخارجيه Exoglycosidase ← يكسر الروابط بالنهايات غير المختزله للسكريات العديده .

من خلال الأنزيمين السابقين نحصل على الجلوكوز والمالتوز من الأميلوز ولكن لايمكن للأميلوبكتين ان يتحلل كلياً بسبب وجود التفرعات من نوع α-1-6 .

المعده Stomack :

1- لايحدث أي تأثير هاضم للكربوهيدرات بالمعدة نظراً لخلوها من الإنزيمات المحلله للنشا .

2- يعقد إنزيم اميليز اللعاب بنشاطه في المعده بعد فتره قصيره نظراً لارتفاع درجه الحموضه بها حيث يساعد حمض HCl المعدي على التحلل المائي لبعض السكريات .

الاثنى عشر:

ينتقل الغذاء إلى الاثنى عشر حيث يفرز عليها إنزيم الاميليز بنكرياس Pancreatic amylase الذي يقوم بأكمال عمليه التحلل المائي للسكريات الذي بدأ بالفم وبنفس الصوره التي بدأها أميليز اللعاب .

الامعاء الدقيقه :

في الامعاء الدقيقه تختلط الكتله الغذائيه بانزيم Pancreatic amylase الذي يفرزه البنكرياس (Pancreas) ويؤدي ذلك إلى تحلل النشا (Starch) حيث يفرز مجموعه من الأنزيمات التي تقوم بتحليل السكريات الثنائيه إلى أحاديه ويطلق عليها Disaccharidases enzy :

المالتيز Maltase : يحلل الرابطة α-1-4 في المالتوز وينتج الجلوكوز .

السكريز Sucrase : يحلل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز .

الاكتيز Lactase : يحلل الاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز .

(أو بيتا جالاكتوسيدار β - Galactosidase) .

الامتصاص Absorption :

يتم امتصاص السكريات البسيطة من خلال جدار الأمعاء الدقيقة Small intestinal بواسطة الخملات Villi

ويختلف سرعة الامتصاص تبعاً لنوع السكر والطاقة وأيونات الصوديوم وبعض العوامل الأخرى .

بعد الامتصاص الكربوهيدرات تنتقل إلى الدم (تيار الدم Blood stream) حيث يتم استخدامها اما في :

1- انتاج الطاقه مباشراً .

2- تخزن في العضلات والكبد .

أكسده الجلوكوز :

يتأكسد الجلوكوز داخل الخليه خلال مرحلتين :

المرحله الأولى :الأكسده اللاهوائيه

1- تعرف بعملية الأنحلال الجلايكولي Glycolysis .

2- لاتحتاج إلى أكسجين .

3- تحدث في السيتوبلازم.

4- الجلوكوز ← كسر ← جزئ بيروفيك (PA) + 8 جزيئات ATP

المرحله الثانيه : الأكسده الهوائيه

1- يدخل البيروفات (PA) الناتج من عمليه انحلال الجلوكوز إلى الميتوكندريا .

2- تتأكسد إلى $CO_2 + H_2O$ في وجود الأكسجين .

3- تعرف بدورة كريبس (Krebs cycle) أو دورة حمض الستريك (Citric Acid cycle) أو دورة الأحماض ثلاثية الكربوكسيل (Tri carboxylic Acids cycle) .

4- يتحرر في هذه العمليه الجزء الأكبر من الطاقه الناتجه من أحتراق الجلوكوز

التحلل الجلايكولي giycolysis :

1- كل تفاعل من تفاعلات المسار الجلايكولي يعرف ايضاً بمسار امبدن – ماير هوف Embden – Meyer hoff .

2- العمليات الأيضيه اللاهوائيه هي المصدر الوحيد للطاقه لخلايا الدم الحمراء للثديات وكذلك بعض أنواع البكتريا مثل اللاكتوبسليس في اللبن الحامض وكلوستريديوم بوتيولينيوم في المعلبات الغذائيه الفاسده.

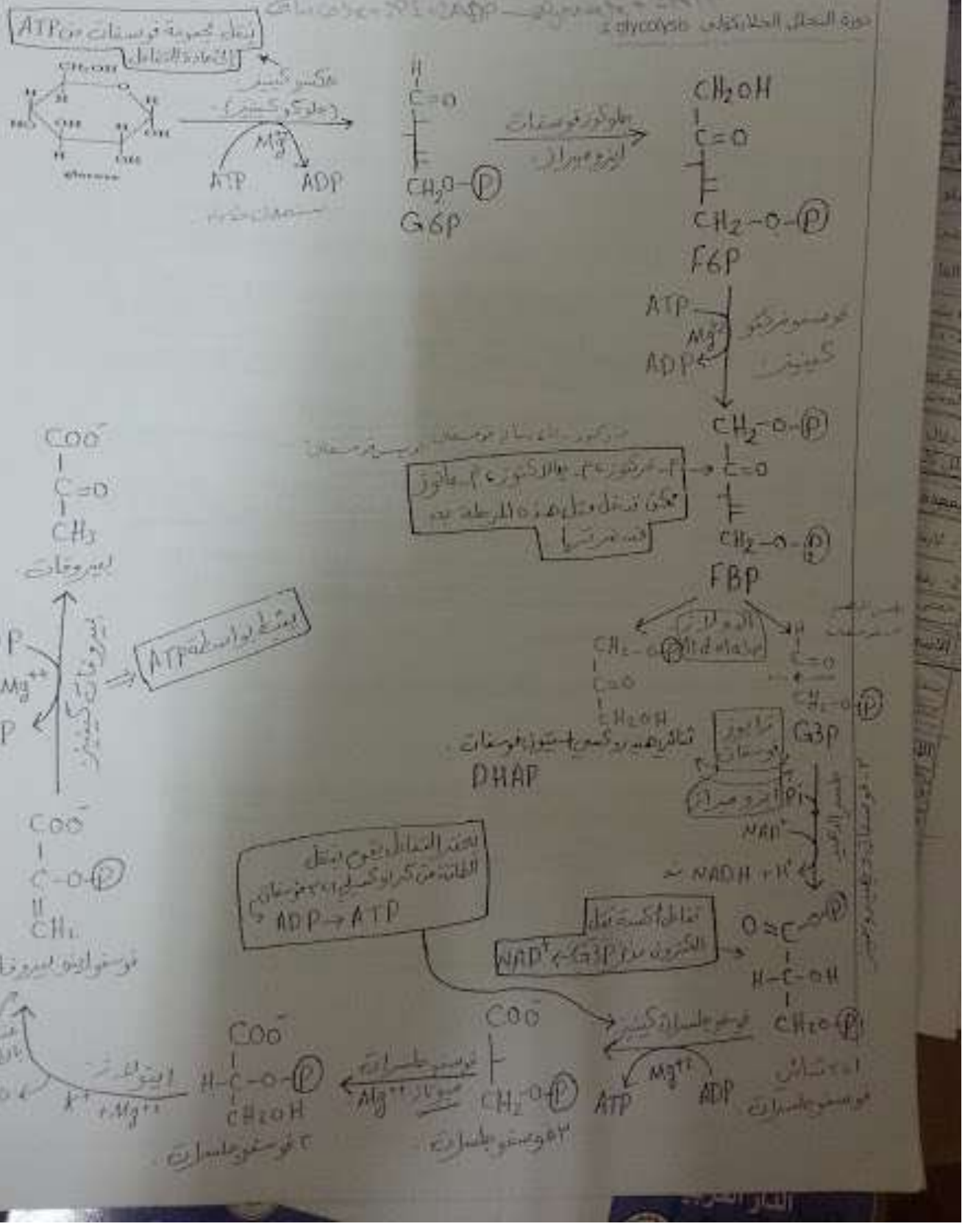
3- عمليات تحول الجلوكوز إلى نواتج هي تفاعلات اكسده تصاحبها تفاعلات أختزال حيث تتحول الـ NAD+ إلى NADH .

المعادله العامه لعمليه أنحلال الجلوكوز لتعطي بيروفات

Glucose (6C) ⟶ 2Pyruvate (3C).

2ATP +4ADP +2PI ⟶ 2ADP + 4ATP (Phosphorylation).

Glucose + 2PI + 2ADP ⟶ 2Pyruvate + 2ATP .



نقاط التحكم فى مسار التحلل الجلايكولى :

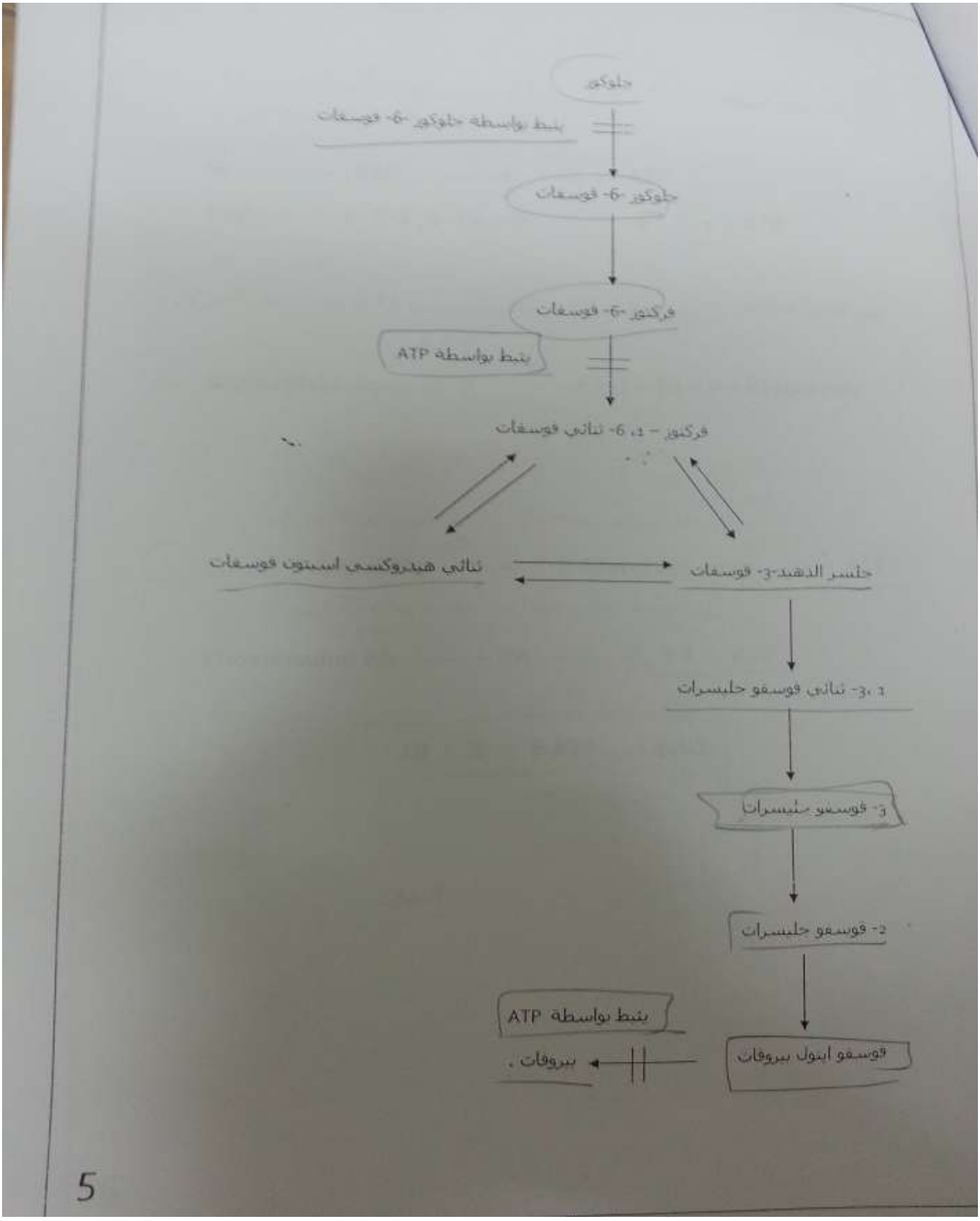
من المهم ايقاف مسار التحلل عندما لاتكون هناك حاجه ملحه الى النواتج لتوفير الطاقه .

هناك ثلاث تفاعلات هى نقاط التحكم هم :

1- تفاعل الجلوكوز لتكوين جلوكوز - 6- فوسفات المحفز بإنزيم هكسوكينيز (ينشط بواسطة G6P).
2- تكوين فركتوز – 1، 6 – ثنائى فوسفات المحفز بإنزيم فوسفوفركتوكينيز (ينشط بواسطة ATP).
3- التفاعل المحفز بواسطة إنزيم بيروفات كينيز (ينشط بواسطة ATP).

ملاحظه هامه :

التحكم يكون قرب من بداية و نهاية المسار وكذلك عند تفاعلات تعتبر اساسيه مثل تكوين فركتوز -1، 6- ثنائى فوسفات


جلوكوز
يتحد بواسطة جلوكوز -6- فوسفات
جلوكوز -6- فوسفات
فركتوز -6- فوسفات
يتحد بواسطة ATP
فركتوز – ١، 6- ثنائي فوسفات
ثنائي هيدروكسي اسيتون فوسفات
جليسر الدهيد-3- فوسفات
٣، ١- ثنائي فوسفو جليسرات
3- فوسفو جليسرات
2- فوسفو جليسرات
فوسفو ابنول بيروفات
يتحد بواسطة ATP
بيروفات .

طور استهلاك الطاقه :

ATP -١ جلوكوز ← جلوكوز ٦ فوسفات

ATP -١ فركتوز-٦-فوسفات ← فركتوز ١،٦ ثنائي فوسفات

G ⟶ G6P ⟶ (-1) ATP

F6P ⟶ F-1 ,6- Di – P ⟶ (-1) ATP

طور اطلاق الطاقه : ١) جليسر الدهيد-٣-فوسفات ← ١،٣-ثنائي فوسفو جليسرات

6 ATP

1 Glyceralaldehyde -3- P ⟶ 1,3 – Di – P - Glycearate

(+6) ATP

٢) ١،٣ ثنائي فوسفو جليسرات ← ٣ فوسفو جليسرات

2 ATP

2 1,3-Di-P-Glycerate ⟶ 3-P-Glycerate ⟶ (+2) ATP

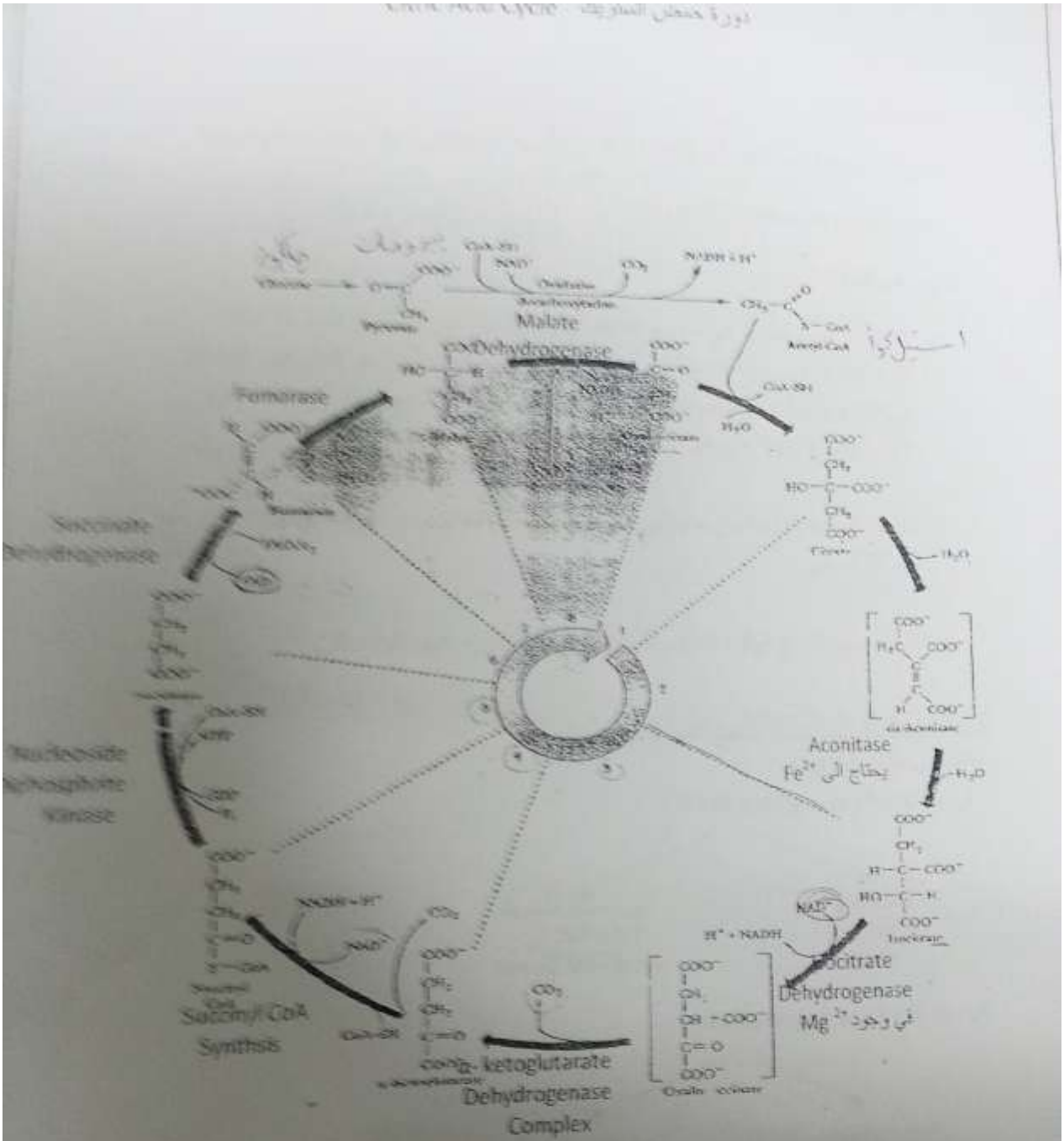
٣) فوسفوانول بيروفات ← بيروفات

+2 ATP

Phosphsenol PA ⟶ PA ⟶ (+2) ATP

النانج : 10 - 2 = 8 ATP

انتهى .



تحفظ الأسماء فقط دون الرموز في هذه الدوره فقط.

ملاحظات هامة

- نزع مجموعه الكربوكسيل في الخطوة 3،4،5 تأكسيدا Oxidative Decarboxylation

- FAD، NAD^+ هم مستقبلين الالكترونات.

تعليق على الدورة:

1. إذا كانت الميتوكندريا هي مصنع الطاقة في الخلية فإن دوره حمض الستريك داخل الميتوكندريا هي غرفة المحركات والوقود الحيوي بصفه خاصة هو الجلوكوز المشتق من الكربوهيدرات ثم الأحماض الأمينيه والأحماض الدهنية حيث يتم أكسدتها داخل الدورة وإنتاج $H_2O + CO_2$.

2. يتم نقل الطاقة الناتجة من هذه المواد بواسطة نواقل الالكترونات إلى المستقبل الأخير لها وهو الأكسجين.

3. تدخل جميع أنواع الوقود الحيوي إلى الدورة في صوره Acetyl coA.

الإختلاف بين التحلل الجلايكولي ودوره حمض الستريك:

يختلف في مكان الحدوث:

في بدائيات النوى Prokaryotes:

- التحلل الجلايكولي: السيتوسول Cytosol
- دوره حمض الستريك: الغشاء البلازمي Plasma Membrane

في حقيقيات النوى Eukaryotes:

- التحلل الجلايكولي: السيتوسول Cytosol
- دوره حمض الستريك: الميتوكندريا Metochondoria

تحديث كل تفاعلات دوره حمض الستريك بالحشو الداخلي للميتوكوندريا Matrix.
فيما عدا الذي يكون فيه المستقبل الوسط للالكترونات هو الـ FAD لان الانزيم الذي يحفز التفاعل يستلزم الـ FAD هو جزء من الغشاء الداخلي للميتوكوندريا Inner Membrane

أغشية الميتوكوندريا:

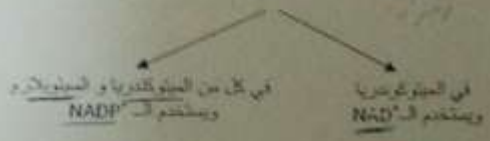
غشاء داخلي Inner Membrane — غشاء خارجي Outer Membrane
طبقة وسطيه بين الغشائين Inter Membrane Space — حشو الميتوكوندريا Matrix

4. في كل لفه من الدورة يتم إطلاق جزيئين من CO_2 و بعد تكوين الأوكسالوسيتات وتمرر العوامل المختزله إلى السلسلة الناقلة للالكترونات.

5. في الخطوة النهائية من أيض الجلوكوز تتدفق البروتونات خلال الغشاء الداخلي للميتوكوندريا لتكوين ATP ولا يقتصر دور دوره حمض الستريك على تجهيز الطاقة وإنما هي محور مسارات الأيض الحيوية التي تربط تفاعلات الهدم والبناء للبروتينات و الكربوهيدرات والدهون.

6. إنزيم سنثيز اسمه الأصلي هو الإنزيم المكثف Condensing Enzyme ويثبط هذا الإنزيم بواسطة ATP و الـ NADH.

7. يثبط إنزيم ايزوسترات ديهيدروجينز بواسطة الـ ATP ، NADH وينشط بواسطة الـ ADP ، NAD^+ وهذا الانزيم يوجد منه نوعين



8. التفاعل رقم 3 يعتبر أحد نقاط التحكم في تحديد المعدل الكلي للدورة.

9. يحفز إنزيم Nucleoside Diphosphote Kinase نقل مجموعه فوسفات من الـ GTP إلى الـ ADP

$$GTP + ADP \longrightarrow GDP + ATP$$

10. إنزيم سكسينات ديهيدروجينز يحتوي على حديد ولا يحتوي على هيم non heme Iron protein أي انه يحتوي على حديد وكبريت Iron - sulfur - protein.

11. في الخطوه رقم 7 الإنزيم الفيومارز يقوم بتحفيز اضافه جزئ ماء للفيومارات وذلك للتخلص من الرابطة الزوجيه في تفاعل إماهه لإنتاج المالات.

12. يتكون في الخطوة 8 الأخيرة الأوكسالوسيتات ويمكن أن ترتبط بجزيء أخر من الاسيتيل كوا لتبدأ الدورة الجديدة.

استنتاجات:

أكسدة البيروفات بواسطة المعقد الإنزيمي بيروفات ديهيدروجينز ودورة حمض الستريك تؤدي إلى إنتاج:

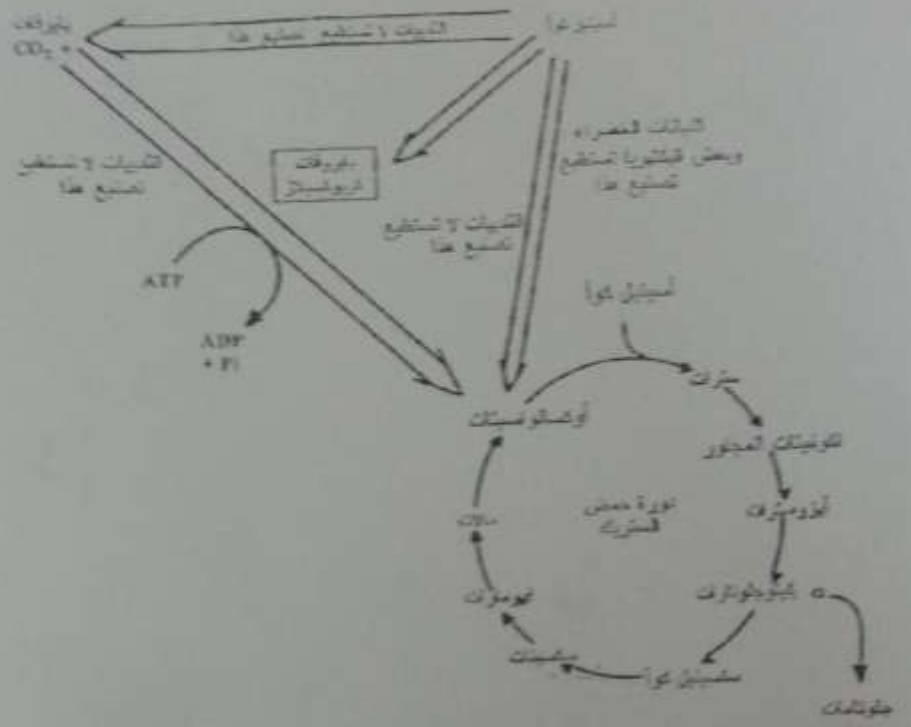
أ- ثلاث جزيئات CO_2.

ب- فسفرة جزئ GDP لتكوين GTP.

ت- اختزال جزيء FAD إلى $FADH_2$.

ث- اختزال أربع جزيئات NAD^+ إلى NADH.

دورة حمض الستريك ودورها في عملية البناء:



دور دورة حمض الستريك في البناء في الثدييات

- لابد من وجود إنزيم بيروفات كربوكسيليز حتى تستطيع الثدييات تكوين اوكسالواسيتات من البيروفات.
- الثدييات لا يمكنها تحويل الاستيل كوأ إلى بيروفات وحيث إن الاستيل كوأ هو أخر نواتج هدم الأحماض الدهنية ، فإن الثدييات لا يمكنها أن تتواجد أو تكون في الدهون أو الأسيتات كمصدر وحيد للكربون فالكربوهيدرات تعتبر المصدر الأساسي للطاقة ومصدر الكربون في الثدييات.
- النباتات يمكنها تحويل الاستيل كوأ إلى بيروفات و أكسالو اسيتات لذلك يمكنها ان توجد في غياب اكربوهيدرات كمصدر للكربون وفي المقابل يمكن للثدييات والنباتات تحول البيروفات إلى استيل كوأ.

pyruvat → Acetyl coA

أنتهى.