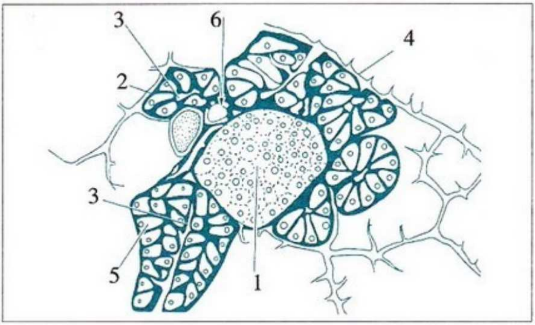
☑ تمارين محلولة: التواصل الهرموني - تنظيم تحلون الدم

⋮

① التمرين 1

علق على الرسم التخطيطي التالي بإعطاء الاسم المناسب لكل رقم:



✓ الحل ▴

1- جزيرة Langerhans
2- عنبة
3- تجويف العنبة
4- قناة مجمعة
5- خلية عنبية
6- شعيرة دموية

② التمرين 2

بين بواسطة نص سليم كيف يستجيب الجسم في حالة فرط في تحلون الدم.

✓ الحل ▴

في حالة فرط تحلون الدم تتدخل مجموعة من الأعضاء التي تعمل على تخزين الفائض من الكليكوز:

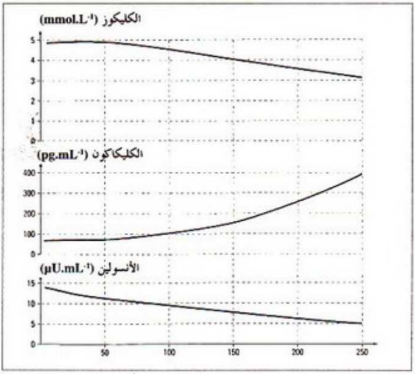
- الكبد: **يخزن هذا العضو الجزيئات البسيطة للكليكوز في شكل جزيئات معقدة من الغليكوجين بفضل تجهيز أنزيمي هام للخلايا الكبدية. ويسمى هذا التفاعل بالغليكوجينوجينيز.**
- العضلة: **تخزن الكليكوز على شكل غليكوجين في الخلايا العضلية.**

- **النسيج الودكي:** يخزن الكليكوز على شكل دهون في الخلايا الودكية.

تشكل الخلايا المخزنة لفائض الكليكوز خلايا هدف لهرمون الأنسولين الذي يعمل كذلك على تنشيط دخوله واستهلاكه من طرف خلايا الجسم. يفرز هرمون الأنسولين، إثر فرط تحلون الدم، من طرف الخلايا β لجزيرات Langherhans البنكرياسية. ويعمل على تخفيض تحلون الدم وعودته إلى قيمته العادية.

3 التمرين 3

لدراسة تأثير المجهود البدني الطويل الأمد على إفراز الهرمونات البنكرياسية نقوم بمعايرة التراكيز البلازمية لكل من الكليكوز والكليكاكون والأنسولين خلال تمرين رياضي مدته 250mn بمجهود متوسط وبشدة ثابتة.



وتمثل الوثيقة في الجانب النتائج المحصلة.

1- استخرج، من خلال تحليل المنحنيات وبناء على معارفك، تأثير التمرين البدني الطويل الأمد على إفراز الهرمونات البنكرياسية.

2- بين كيف تؤثر هذه الإفرازات على تحلون الدم في حالة المجهود البدني الطويل الأمد.

✓ الحل ▴

سؤال 1: يؤدي التمرين البدني الطويل الأمد إلى انخفاض تدريجي في إفراز الأنسلين متزامن مع ارتفاع تدريجي في إفراز الكليكاكون.

سؤال 2: أثناء التمرين العضلي الطويل الأمد يزداد طلب الخلايا العضلية على الكليكوز مما يفسر ارتفاع إفراز الكليكاكون في الجسم (هرمون مفرط لتحلون الدم) وانخفاض نسبة الأنسلين (هرمون مخفض لتحلون الدم) يؤدي إفراز الكليكاكون إلى تحرير الكليكوز من طرف الكبد في الدم غير أن التاثير المزامن لهذا التحرير واستهلاكه من طُرف الخلايا العضلية يجعل تركيز الكليكوز ينخفض تدريجيا في الدم مع استمرار التمرين العضلي.

4 التمرين 4

نقيس، عند كلب في حالة صيام، تطور تحلون الدم، والبيلة السكرية (تركيز الكليكوز في البول) ونسبة الغليكوجين الكبدي قبل وبعد الاستئصال الكلي للبنكرياس (المنجز بساعتين قبل الشروع في القياسات).

الزمن بـ h	تحلون الدم بـ g/L	البيلة السكرية بـ g/L	نسبة الغليكوجين الكبدي بـ % بالنسبة لكتلة الكبد
0	1,0	0	2,8
1	0,9	0	2,7
2	1,0	0	2,6
الاستئصال الكلي للبنكرياس			
3	1,2	0	2,4
4	1,5	0	2,3
5	1,8	0,05	2,1
6	2,4	0,5	1,9
7	2,8	1,5	1,7
8	3,0	4,5	1,5
9	3,2	5,6	1,3
10	3,2	6,4	1,1
11	3,3	6,7	1,0
12	3,4	6,8	1,0
13	3,4	6,9	0,9

1- مثل في نفس المبيان تطور مختلف المعايير المقاسة.

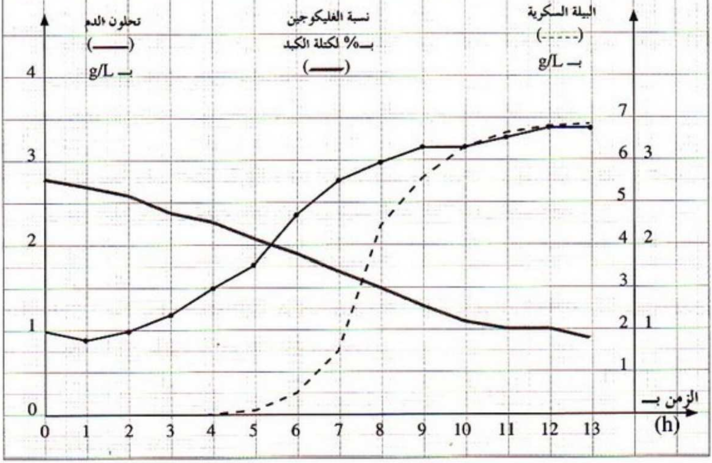
2- فسر لماذا يعد الكليكوز مادة "ذات عتبة".

3- بين أصل ارتفاع تحلون الدم بعد استئصال البنكرياس.

4- حدد دور البنكرياس المبين بهذه القياسات.

✓ الحل ▲

سؤال 1 : إنجاز المبيان



سؤال 2: يعد الكليكوز مادة ذات عتبة لأنه لا يطرح في البول إلا عند وصول قيمة تركيزه في الدم 1,8g//L (العتبة).

سؤال 3: يؤدي استئصال البنكرياس إلى انخفاض كبير في تركيز الأنسولين في الدم (هرمون مخفض لتحلون الدم) ويترتب عن ذلك ارتفاع في تحلون الدم.

سؤال 4: يحافظ البنكرياس على ثبات تحلون الدم في قيمه العادية وذلك بتأثيره على تخزين الكليكوز في الكبد على شكل غليكوجين.

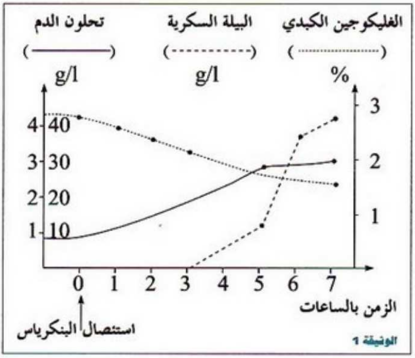
5 التمرين 5

لدراسة بعض مظاهر ثبات الوسط الداخلي نقوم باستئصال البنكرياس عند كلب صائم ثم نقيس نسبة تحلون الدم والبيلة السكرية ونسبة الغليكوجين الكبدي لديه تبين الوثيقة 1 النتائج المحصل عليها:

1- حلل هذه الوثيقة.

2- باعتمادك على هذه الوثيقة فقط، فسر تغيرات تحلون الدم الناتجة عن استئصال البنكرياس.

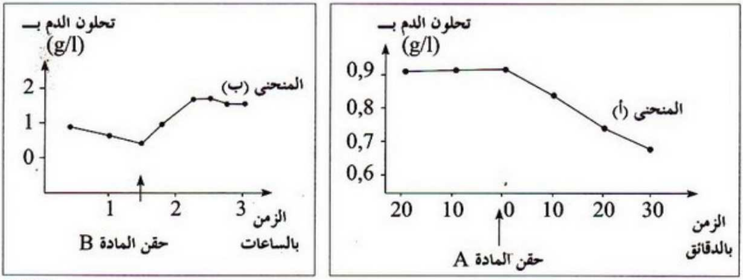
3- كيف تفسر طول المدة الزمنية الفاصلة بين استئصال البنكرياس وظهور البيلة السكرية لدى الكلب؟



الوثيقة 1

قصد تفسير آلية تحكم البنكرياس في ثبات تحلون الدم أجريت عدة أبحاث بينت أن هذا العضو يفرز بالإضافة للعصارة البنكرياسية ، مادتين A و B.

4- حلل المنحنيين المحصلين.



الوثيقة 2

نقوم بالتجربتين التاليتين عند كلبين 1 و 2 عاديين وفي حالة صيام:

- نحقن الكلب 1 بالمادة A ونقوم بقياس تحلون الدم لديه فنحصل على النتيجة الممثلة في المنحنى (أ) من الوثيقة 2.
- نحقن الكلب 2 بالمادة B ويمثل المنحنى (ب) من الوثيقة II تغيرات تحلون الدم لديه.

5- أعط اسم ودور كل من المادتين A و B.

6- اعتمادا على معلوماتك وعلى معطيات هذا التمرين بين بواسطة رسم تخطيطي مبسط آلية تنظيم تحلون الدم بواسطة المادتين A و B.

✓ الحل

سؤال 1 : قبل استئصال البنكرياس كانت قيمة تحلون الدم ثابتة في 1g/L ونسبة الغليكوجين الكبدي ثابتة في 45% مع انعدام البيلة السكرية.

بعد استئصال البنكرياس عرف تحلون الدم ارتفاعا تدريجيا إذ مر من 1g/L إلى 3,2g/L بعد 7 ساعات من الاستئصال في حين عرفت نسبة الغليكوجين الكبدي انخفاضا تدريجيا حيث انتقلت من 45% إلى 25% بعد 7 ساعات من الاستئصال.

بعد مرور 3 ساعات من الحقن ظهر الكليكوز في البول وعرف ارتفاعا ملحوظا.

سؤال 2 : البنكرياس عضو مسؤول عن ثبات تحلون الدم حيث أدى استئصاله إلى ارتفاع نسبة الكليكوز في الدم إلى قيمة فاقت العتبة 1,8g/L مما أدى إلى ظهوره في البول. ويرجع هذا الارتفاع في تحلون الدم إلى دور البنكرياس في تحرير الكليكوز من طرف الكبد انطلاقا من الغليكوجين.

سؤال 3 : ظهرت البيلة السكرية بعد بلوغ كمية الكليكوز في الدم 1,8g/L وهي قيمة عتبة تبدأ فيها الكلية في طرح الكليكوز في البول.

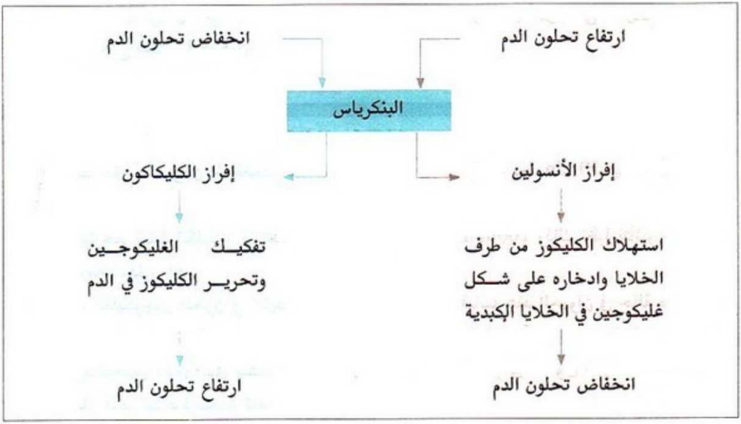
سؤال 4 : المنحنى – أ – قبل حقن المادة A كان تحلون الدم ثابتا في قيمة 0,9g/L وبعد حقنها انخفض تدريجيا ليبلغ 0,7g/L بعد 30min من الحقن.

المنحنى ب – قبل حقن المادة B لوحظ انخفاض مهم في تحلون الدم إذ مر من 1g/L إلى 0,5g/L وبعد حقنها ارتفعت قيمته تدريجيا لتبلغ حوالي 2g/L بعد حوالي ساعة من الحقن ولتستقر بعد ذلك تقريبا في هذه القيمة.

سؤال 5: المادة A: الأنسولين وهو هرمون مخفض لتحلون الدم.

المادة B: الكليكاكون وهو هرمون مفرط لتحلون الدم.

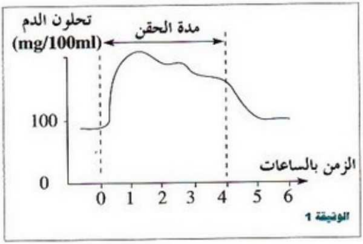
سؤال 6:


ارتفاع تحلون الدم
انخفاض تحلون الدم
البنكرياس
إفراز الأنسولين
إفراز الكليكاكون
استهلاك الكليكوز من طرف الخلايا وادخاره على شكل غليكوجين في الخلايا الكبدية
تفكيك الغليكوجين وتحرير الكليكوز في الدم
انخفاض تحلون الدم
ارتفاع تحلون الدم

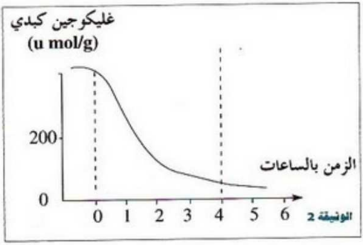
6 التمرين 6

لمعرفة تأثير حقن الكليكاكون في الدم أجريت التجارب التالية على 3 مجموعات من الكلاب:

خلال أربع ساعات من الحقن المتواصل بمادة الكيكاكون عند الكلب نقوم بقياس تغير كل من تحلون الدم والغليكوجين الكبدي والفوسفوريلاز الكبدي تمثل الوثائق 1و2و3 على التوالي نتائج هذه القياسات.



الوثيقة 1



الوثيقة 2

1- حدد من خلال معطيات الوثيقة 1 فعل الكليكاكون على تحلون الدم.

2- باعتماد معطيات الوثيقة 2، حدد مصدر التغير الملاحظ على مستوى تحلون الدم مع كتابة صيغة التفاعل المؤدي إليه.

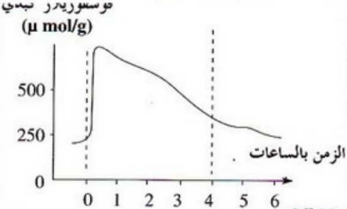
3- باعتمادك على معطيات الوثائق الثلاث، بين الاستنتاج الذي يمكن استخلاصه فيما يخص التسلسل الزمني للاستجابات، وحدد دور الفوسفوريلاز.

بعد صيام دام 12 ساعة، نقوم بقياس كمية الغليكوجين في كبد شخص عادي يمثل جدول الوثيقة 4 نتائج هذه القياسات بدلالة الزمن.

4- باعتماد معطيات جدول الوثيقة 4، حدد الوقت النظري الكافي لاستنفاد الغليكوجين في كبد هذا الشخص في حالة استمرار صيامه.

بعد صيام دام 4 أيام أوضحت المعايرة الحقيقية وجود نسبة تساوي 7g من الغليكوجين في كل kg من الكبد ولتفسير وجود هذا الغليكوجين نقترح فرضيتين:

الفرضية الأولى: وجود أعضاء أخرى زيادة على الكبد تدخر الغليكوجين وتحرره عند الحاجة مما يوفر جزءا من الغليكوجين الكبدي.



الوثيقة 3

الزمن بالساعات بعد فترة الصيام	0	2	4
الغليكوجين الكبدي (g/kg)	50	42	34

الوثيقة 4

الفرضية الثانية: يتم تركيب كمية من الغليكوجين على مستوى الكبد وحده، لتعويض الغليكوجين المستهلك.

للتحقق من الفرضيتين كل واحدة على حدة، نقترح التجارب التالية:

التجربة الأولى: نحقن مجموعة من الحيوانات بكليكوز مشع، وبعد مدة نلاحظ وجود غليكوجين مشع على مستوى الخلايا العضلية والخلايا الودكية والخلايا الكبدية.

5- ما الفرضية التي تمكن نتائج هذه التجربة من اختبارها؟ علل جوابك.

التجربة الثانية: مكنت تقنية ملائمة من معايرة الكليكوز المحرر من طرف غليكوجين الخلايا الكبدية والعضلية والودكية كما تمت معايرة بعض المواد الأخرى على مستوى نفس الخلايا، وكذا نفاذية أغشية هذه الخلايا للكليكوز يمثل جدول الوثيقة 5 نتائج هذه القياسات.

	خلايا كبدية	خلايا عضلية ودكية
غليكوجين	موجود	موجود
كليكوز P	موجود	موجود
كليكوز – فوسفاتاز	موجود	منعدم
نفاذية الغشاء للكليكوز P	منعدمة	منعدمة
نفاذية الغشاء للكليكوز الحر	موجود	موجودة

الوثيقة 5

6- علما بأن الكليكوز فوسفاتاز تحول الكليكوز – فوسفات (G –P) إلى كليكوز حر بدون فوسفات (G) ما الاختلافات الوظيفية لكل من الخلايا الكبدية من جهة والخلايا العضلية والودكية من جهة أخرى، فيما يخص تنظيم تحلون الدم؟

7- هل تمكن معطيات التجربة الثانية من اختبار إحدى الفرضيتين؟ علل جوابك.

8- هل يمكن الجزم، من خلال معطيات التجربتين، بأن الكبد هو العضو الوحيد الذي يمكن أن يحرر الكليكوز.

✓ الحل ▴

سؤال 1 : يؤدي الكليكاكون إلى الرفع من نسبة الكليكوز في الد م.

سؤال 2 : مصدر الكليكوز يعود إلى حلمأة الغليكوجين الكبدي وتحرير الكليكوز في الدم وفق التفاعل التالي:

$$(C_6H_{10}O_S)_n + nH_2O \xrightarrow[\text{كليكوجينوليز}]{} nC_6H_{12}O_6$$

سؤال 3 : يؤدي حقن الكليكاكون إلى حث أنزيم الفوسفوريلاز الكبدي على تحفيز تفاعل الكليكوجينوليز المؤدي إلى جلمأة الغليكوجين إلى كليكوز الذي يتم تحريره في الدم.

سؤال 4 : الوقت النظري لاستنفاد الغليكوجين هو: 12h30min

سؤال 5 : الفرضية الأولى ؛ التعليل: يدل وجود الإشعاع في النسيج الودكي والنسيج العضلي على أن هذه الأنسجة تتدخل كذلك في ادخار الكليكوز.

سؤال 6 : الخلايا الكبدية قادرة على ادخار وتحرير الكليكوز في الدم. بينما الخلايا الأخرى تقتصر فقط على ادخاره دون تحريره نظرا لعدم توفرها على أنزيم كليكوز فوسفاتاز الذي يسمح بمرور الكليكوز من داخل الخلية إلى خارجها.

سؤال 7 : تمكن من التحقق من الفرضية الأولى.إذ أن كل من الكبد والعضلة قادرة على تخزين الكليكوز على شكل غليكوجين . وقادرة كذلك على حلمأة هذا الأخير إلى كليكوز الذي يفرز في الدم من طرف الخلايا الكبدية ويستهلك مباشرة من طرف الخلايا العضلية دون تحريره خارجها.

سؤال 8 : نعم يمكن الجزم بذلك

التعليل: تتوفر الخلايا الكبدية وحدها على أنزيم كليكوز فوسفاتاز الذي يمكن من تحويل الكليكوز 6 فوسفات إلى كليكوز حر قادر على التدفق خارج الخلايا.

7 التمرين 7

خضع شخص سليم لصيام دام ثلاثة أيام وبعد ذلك تناول أغذية غنية بالكليكوز خلال يومين آخرين متتاليين. ويبين الجدول الموالي نتائج قياس كمية الغليكوجين الكبدي عند هذا الشخص في هذه الظروف.

	خلال فترة الصوم			بعد تناول أغذية غنية بالكليكوز	
	اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث	اليوم الرابع	اليوم الخامس
كمية الغليكوجين الكبدي ب $g.Kg^{-1}$ من الكبد	50.8	30.1	7.3	84.2	88.5

1- من خلال معطيات الجدول، حدد مصدر الغليكوجين الكبدي. علل جوابك.

2- اعتمادا على معارفك وعلى ما سبق، وضح العلاقة التي تربط بين الأنسولين والبنكرياس وتحلون الدم والغليكوجين الكبدي في حالة تناول أغذية غنية بالكليكوز.

✓ الحل ▴

سؤال 1 : مصدر الغليكوجين الكبدي هو الكليكوز الغذائي.

التعليل: ارتفاع كمية الغليكوجين الكبدي بعد تناول أغذية غنية بالكليكوز.

سؤال 2 : يؤدي تناول أغذية غنية بالكليكوز إلى فرط في تحلون الدم وهذا يسبب إفراز الأنسولين من طرف البنكرياس. يؤثر هذا الهرمون على خلايا الكبد حيث ينشط تخزين الكليكوز في شكل غليكوجين.

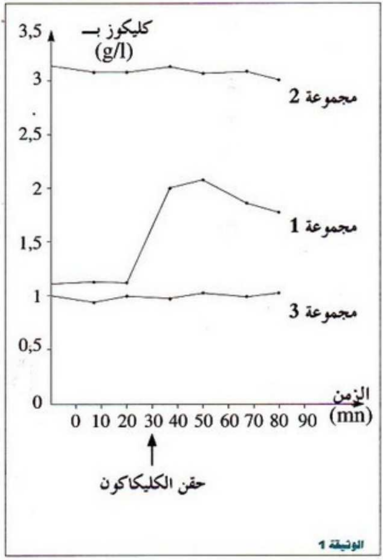
8 التمرين 8

لمعرفة تأثير حقن الكليكاكون في الدم أجريت التجارب التالية على 3 مجموعات من الكلاب:

– المجموعة 1: كلاب عادية.

– المجموعة 2: كلاب أصيبت بمرض السكري تجريبيا (دُمِّرَتْ خلاياها المفرزة للأنسولين بصفة نوعية).

– المجموعة 3: كلاب خضعت لصيام طويل.



الوثيقة 1

تمت معايرة نسبة الكليكوجين الكبدي عند هذه المجموعات الثلاث (معبر عنها بالنسبة المائوية من وزن الكبد الطري). وقد كانت النتائج كالتالي: المجموعة 1: 4%. المجموعة 2: 0,3%. المجموعة 3: 0,1%.

تبين منحنيات الوثيقة 1 تطور معدل تحلون الدم عند هذه المجموعات.

1- بين تأثير حقن الكليكاكون الملاحظ عند كل مجموعة.

2- إعط تفسيراً للنتيجة الملاحظة عند الكلاب العادية مبينا تأثير الكليكاكون على الكبد.

✓ الحل ▴

سؤال 1 : – المجموعة 1 (الكلاب العادية): قبل الحقن كانت قيمة تحلون الدم تابثة في 1,1g/L تقريباً، بعد حقن الكليكاكون ارتفعت هذه القيمة بشكل سَريع لتصل إلى قيمة قصوى (2,3g/L) بعد 30min من الحقن لتنخفض تدريجيا بعد ذلك. إذن الكليكاكون هرمون مفرط لتحلون الدم عند الكلاب العادية.

– المجموعة 2 (المصابة بمرض السكري المحدث) قبل الحقن كانت نسبة تحلون الدم مرتفعة $(\simeq 3,2g/L)$. بعد الحقن لم تعرف أي تغير ملحوظ. إذن الكليكاكون لم يؤثر على تحلون الدم عند هذه المجموعة

– المجموعة 3 (في حالة صيام طويل) قبل الحقن كانت نسبة الكليكوز في الدم ثابتة في 1g/L وبعد الحقن بقيت هذه النسبة مستقرة. إذن الكليكاكون لم يؤثر على تحلون الدم عند هذه المجموعة.

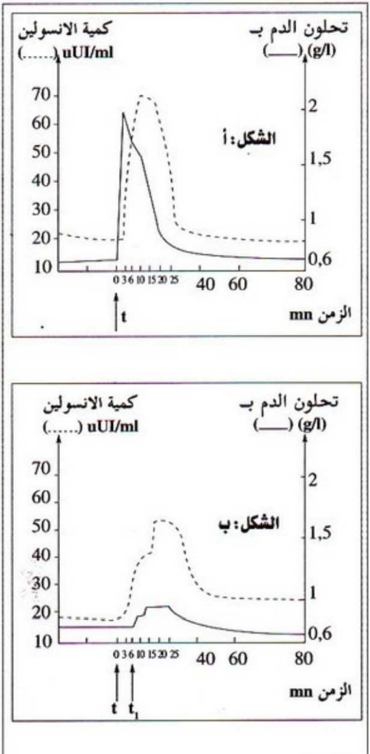
سؤال 2: يلاحظ عند مقارنة مخزون الغليكوجين الكبدي عند المجموعات الثلاث أن المجموعة الأولى تتوفر على مخزون مهم من هذه المادة بالمقارنة مع المجموعتين 2 و3 التي يعد فيها هذا المخزون جدّ ضعيف. واعتمادا على هذه المعطيات يمكن تفسير ارتفاع تحلون الدم إثر حقن الكليكاكون عند المجموعة الأولى بتأثير هذا الهرمون على الخلايا الكبدية وذلك بتنشيط تفاعل الغليكوجينوليز وتحرير الكليكوز في الدم. ويُؤكد ذلك عدم تأثير حقن الكليكاكون عند المجموعتين 2 و 3 نظراً لعدم توفر كبدهما على المخزون الملائم من الغليكوجين.

9 التمرين 9

قصد فهم آلية إفراز هرمون الانسولين تم إنجاز التجربة التالية :

خضعت مجموعتان من كلاب متشابهة (من حيث الوزن والعمر) لمدة 20 ساعة للصوم، ثم حقنت كلاب المجموعة الأولى ب 12,5g من الكليكوز عبر الوريد، وتناولت كلاب المجموعة الثانية نفس كمية الكليكوز 12,5g عن طريق الفم.

ثم أخذت عينات من الدم بكيفية منتظمة عند كل حيوان من المجموعتين، وتمت بها معايرة تحلون الدم وكمية الأنسولين.



الوثيقة 1

ويمثل الشكلان. (أ) و (ب) بالوثيقة 1 النتائج المحصل عليها على التوالي عند كل من المجموعتين.

ملحوظة: تمثل القيم المستعملة معدلات المعايرات المنجزة.

1- سم كلا من العضو والخلايا المسؤولة عن إفراز الأنسولين.

2- قارن زمنيا بين كل من بداية ارتفاع قيمة تحلون الدم وبداية ارتفاع كمية الأنسولين بالدم، في حالة المجموعة الأولى ثم في حالة المجموعة الثانية.

3- اشرح ثبات تحلون الدم في المجال $t-t_1$ بالشكل (ب)

4- اقترح فرضيتين تفسر بهما الفرق الملاحظ (السؤال 2) في إنتاج الأنسولين عند المجموعتين.

✓ الحل ▴

سؤال 1 : العضو المسؤول عن إفراز الأنسولين هو البنكرياس

والخلايا المسؤولة عن إفرازه في هذا العضو هي الخلايا β لجزيرات Langerhans

سؤال 2 : عند المجموعة الأولى التي تم حقنها بالكليكوز عبر الوريد ارتفعت قيمة تحلون الدم بشكل مباشر تلاها ارتفاع مباشر كذلك في كمية الأنسولين في الدم. بخلاف ذلك عند تناول الكليكوز عبر الفم ارتفعت في الأول قيمة الأنسولين في الدم وبعد ستة دقائق تقريبا ارتفع تحلون الدم لكن بشكل غير ملحوظ بالمقارنة مع الحالة الأولى.

سؤال 3 : يعود ثبات تحلون الدم في المجال $t-t_1$ إلى مرور الكليكوز المستهلك الممتص من طرف المعي الدقيق مباشرة نحو الكبد عن طريق الوريد البابي الكبدي حيث يتم تخزينه تحت تأثير الأنسولين.

سؤال 4 : – يتم إفراز الأنسولين من طرف البنكرياس تحت تأثير ارتفاع تركيز الكليكوز في الدم.

– بالنسبة للمجموعة 1 تطلب إفراز الأنسولين نقل الكليكوز عبر الدورة الدموية نحو البنكرياس العضو الوحيد المفرز للأنسولين مما يفسر إفراز هذا الهرمون بعد ارتفاع تحلون الدم.

– بالنسبة للمجموعة 2 إفراز الأنسولين قبل ارتفاع تحلون الدم يعود إلى تدخل آلية أخرى (الجهاز العصبي) تنشط إثر تناول السكر عن طريق الفم.

Moutamadris.ma