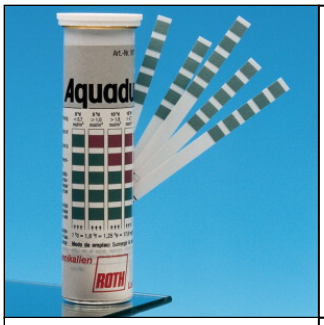
الفصل الأول: التواصل الهرموني

الوثيقة 1: الكشف عن وجود الكليكوز في الدم



الشكل أ

الشكل ب

للكشف عن وجود الكليكوز في الدم يمكن اللجوء إلى طريقتين مختلفتين:

★ استعمال أللسينات التفاعلية Bandelettes réactives (الشكل أ) وهي عبارة عن شريط تفاعلي يباع في الصيدليات.
نبلل شريطا تفاعليا في دم طري، نقارن اللون الذي يأخذه الشريط بمقياس مرجعي وهكذا نتوصل إلى تحديد قيمة تقريبية لنسبة الكليكوز في الدم.

★ استعمال جهاز قياس الكتروني (الشكل ب):
نضع قليلا من الدم على شريط يحتوي على منطقة مخصصة لذلك ثم نضع الشريط في جهاز إليكتروني يحتوي على نظام يمكنه من قياس نسبة السكر في الدم. تظهر النتيجة على لوحة إليكترونية ب mg/dl (لتحويل هذه القيمة إلى g/l نقسم العدد المحصل على 100). تمكن هذه التقنية من مراقبة نسبة الكليكوز في الدم بسهولة وبسرعة لعدة مرات في اليوم.

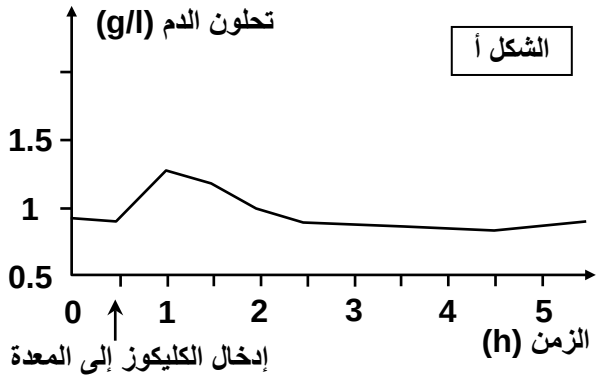
قارن بين تقنيتي قياس تركيز الكليكوز في الدم وبين أيتهما أكثر دقة.

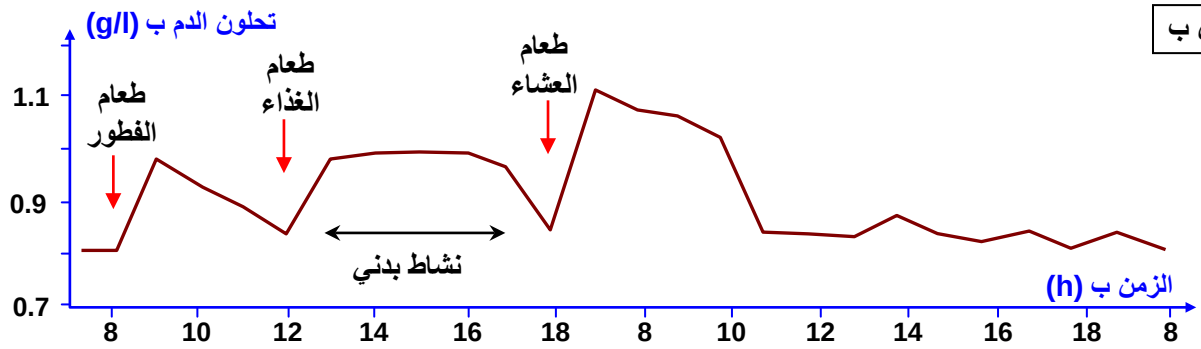
الوثيقة 2: الكشف عن ثبات تحلون الدم

★ بعد فترة صيام دامت 12 ساعة تناول شخص سليم 100g من الكليكوز، ثم قمنا بمعايرة الكليكوز في دم هذا الشخص فحصلنا على النتائج الممثلة على المبيان أمامه (الشكل أ).

★ يعطي مبيان الشكل ب من الوثيقة تغيرات تحلون الدم عند شخص سليم خلال 24 ساعة.

بين من خلال تحليل معطيات الوثيقة أن تحلون الدم ثابتة بيولوجية (لا يبتعد في الحالة العادية عن قيمة متوسطة) وأنه يخضع للتنظيم.

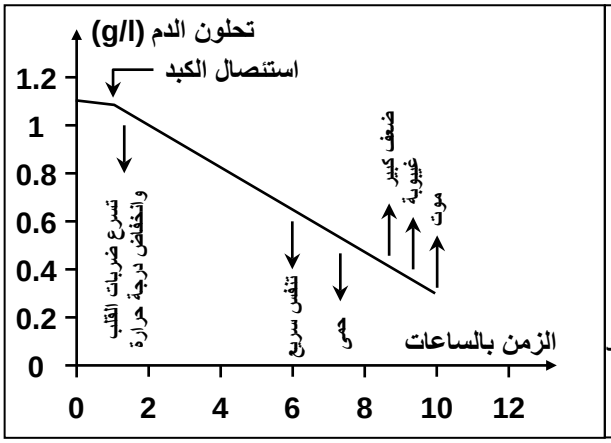




الوثيقة 3: الكشف عن علاقة الكبد بتحلون الدم

يؤدي استئصال الكبد عند كلب إلى انخفاض كبير في تحلون دمه يفضي به إلى الإغماء نتيجة افتقاد خلايا الدماغ للكليكوز، ثم الموت.يمكن للكلب أن يستفيق من الإغماء إذا تم حقنه بمحلول للكليكوز، إلا أنه لا يواصل الحياة أكثر من 18 إلى 24 ساعة، لأن للكبد وظائف أخرى جد حيوية.

يعطي المبيان أمامه تطور تحلون الدم خلال تجربة استئصال الكبد عند الكلب. اعتمادا على هذه الوثيقة بين كيف يتغير تحلون الدم بعد استئصال الكبد، ثم استنتج علاقة الكبد بتحلون الدم.



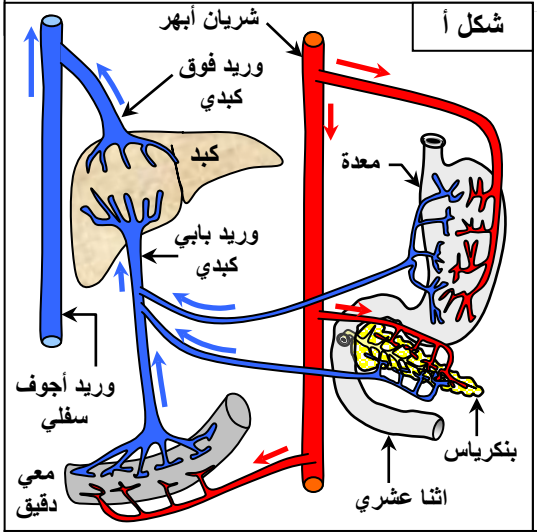
الوثيقة 4: تجربة الكبد المغسولة ل Claude Bernard

يرجع الفضل في اكتشاف دور الكبد في ثبات تحلون الدم إلى العالم الفرنسي Claude Bernard سنة 1855 حيث كتب ما يلي: "... لقد اخترت كلبا بالغا قويا وفي صحة جيدة، تمت تغذيته خلال عدة أيام باللحم. وضحيت به7 ساعات من تناوله وجبة وافرة من الكروش".

أزيلت الكبد مباشرة وأخضعت لغسل مستمر عن طريق الوريد البابي. (الشكل أ: تعرق الكبد والأعضاء المجاورة)

"... تركت هذه الكبد معرضة للغسل المستمر طيلة 40 دقيقة، فلاحظت في بداية التجربة أن الماء الملون بالأحمر الذي يخرج من الأوردة فوق الكبدية حلو. كما لاحظت في نهاية التجربة أن الماء الذي يخرج أصبح عديم اللون ولا يحتوي على آثار للسكر..."

الشكل أ



"... تركت هذه الكبد تحت درجة حرارة الوسط ورجعت بعد 24 ساعة، فلاحظت أن هذا العضو الذي تركته بالأمس فارغا تماما من السكر قد أصبح يحتوي على كمية وافرة منه". وعلق Claude Bernard على ذلك بالقول:

"... تثبت هذه التجربة أن الكبد الطرية في الحالة الفيزيولوجية، أي أثناء عملها، تحتوي على مادتين:

★ السكر الشديد الذوبان في الماء ينقل بالغسل.

★ مادة أخرى قليلة الذوبان في الماء. هذه المادة تتحول شيئا فشيئا في الكبد التي تركتها إلى سكر". وقد سمى Claude Bernard هذه المادة بالغليكوجين Glycogène.

تمت معايرة الغليكوجين الكبدي لدى شخصان أ وب، بعد فترة صيام دامت 6 أيام، وبعد تناول الشخصين لأغذية غنية بالسكريات. نتائج هذه المعايرة ممثلة على جدول الشكل ب.

بالاعتماد على معطيات الوثيقة استخرج علاقة الكبد بتحلون الدم.

الشكل ب

مقدار الغليكوجين الكبدي ب g/kg من الكبد								
خلال فترة صوم (6 أيام)						بعد تناول أغذية غنية بالسكريات		
الأيام	1	2	3	4	5	6	1	2
الشخص أ	50.8	30.1	20.7	7.1	7.1	6.9	84.2	88.5
الشخص ب	40.7	20.1	10.7	4.2	3.8	3.8	78.9	80.2

الوثيقة 5: الكشف عن علاقة البنكرياس بتحلون الدم

بينت عدة ملاحظات أن مرض السكري عند الإنسان مرتبط بخلل في وظيفة البنكرياس. وفي حالة الإصابة بمرض السكري، يلاحظ تعرض بعض المناطق من البنكرياس للتلف.

1) ماذا تستنتج من هذه المعطيات السريرية؟

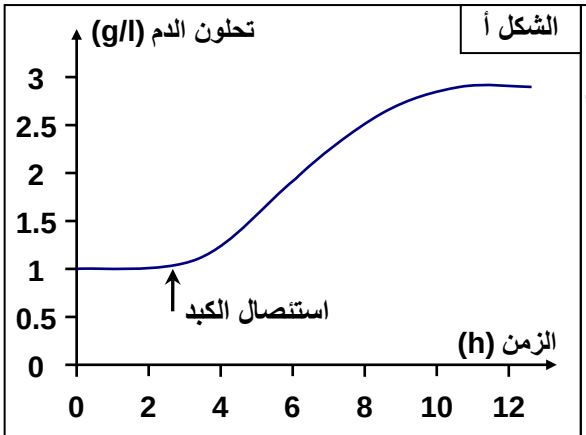
يؤدي استئصال البنكرياس عند الكلب إلى اضطرابات هضمية. كما أن معايرة تحلون الدم عند هذا الكلب تعطي النتائج الممثلة على الشكل أ من الوثيقة.

2) ماذا تستخلص من تحليل هذه النتائج؟

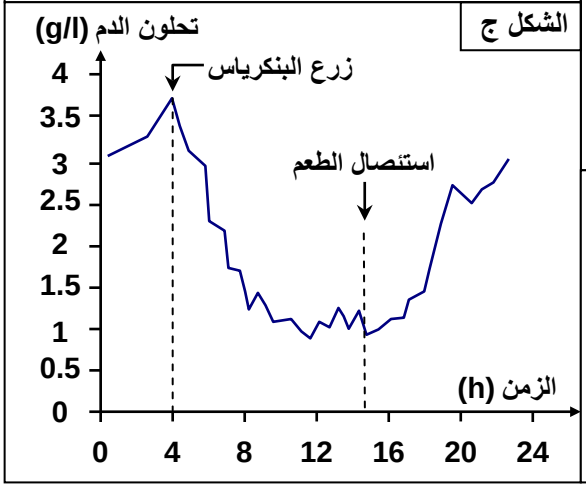
عند كلب مستأصل البنكرياس، أدرج بنكرياس في دورته الدموية على مستوى العنق (الشكل ب). فلوحظ اختفاء مرض السكري. وقد تمت معايرة تحلون دمه في فترات منتظمة (الشكل ج).

3) ماذا تستنتج من تحليل منحنى الشكل ج من الوثيقة؟

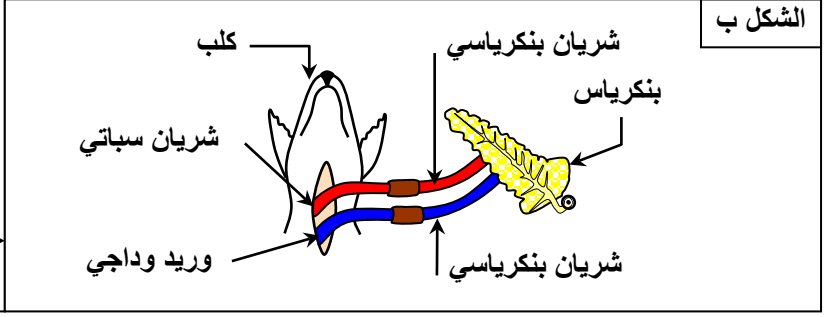
الشكل أ



الشكل ج



الشكل ب



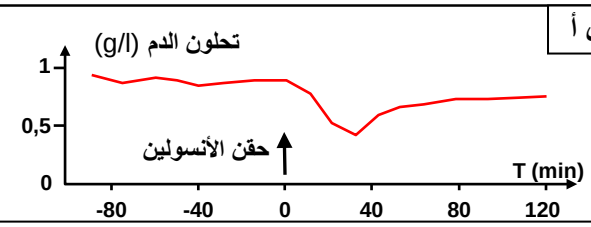
الوثيقة 6: دور الهرمونات البنكرياسية

★ نتتبع تطور تحلون الدم عند كلب قبل وبعد حقن كمية من الأنسولين. فحصلنا على النتائج الممثلة على الشكل أ.

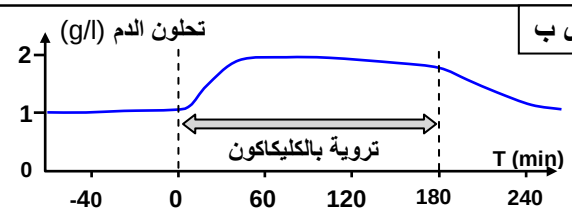
★ نتتبع تطور تحلون الدم عند كلب تلقى تروية بالغليكاكون، بحيث في الزمن t_0 تم رفع تركيز الكليكوز في محلول التروية 4 مرات.نتائج هذه الدراسة ممثلة على مبيان الشكل ب.

انطلاقا من تحليل المبيانين استنتج دور كل من الأنسولين والكليكاكون في تنظيم تحلون الدم.

الشكل أ



الشكل ب

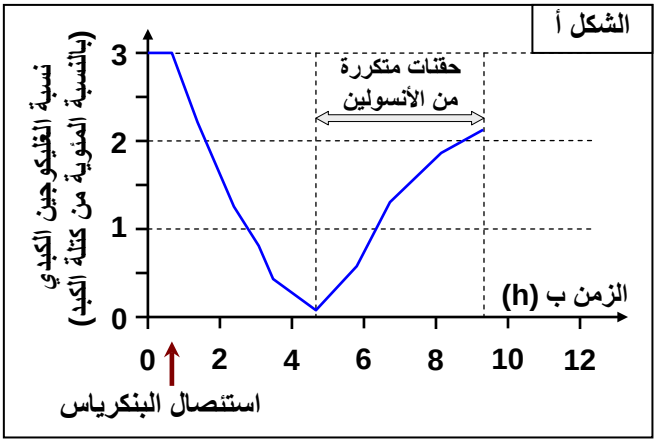


الوثيقة 7: تأثير الأنسولين والغليكاكون على الأعضاء الهدف

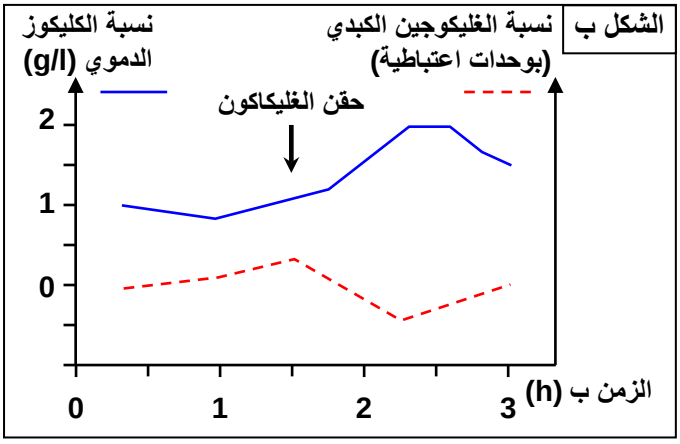
★ نقوم بمعايرة نسبة الغليكوجين الكبدي عند كلب مستأصل البنكرياس تعرض لحقنات متكررة من الأنسولين، فحصلنا على النتائج الممثلة على مبيان الشكل أ.

★ نقوم بمعايرة الغليكوجين الكبدي والكليكوز الدموي عند كلب صائم قبل وبعد حقن الغليكاكون. النتائج ممثلة على مبيان الشكل ب.

الشكل أ



الشكل ب



★ نضع نسيجا عضليا في وسط زرع ملائم ونعاير كمية الكليكوز التي يستهلكها هذا النسيج من الوسط وكمية الغليكوجين التي يدخرها، وذلك خلال 10 دقائق. النتائج ممثلة على الجدول التالي:

تركيز الكليكوز في النسيج العضلي ب mg/g من العضلة خلال 10min		كمية الكليكوز المستهلك ب mg بالنسبة لكل g من العضلة خلال 10min	
وسط به أنسولين	وسط بدون أنسولين	وسط به أنسولين	وسط بدون أنسولين
2.85	2.45	1.88	1.43

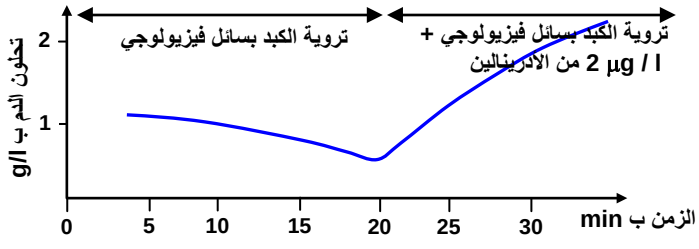
★ تتسبب التغذية الغنية بالسكريات في البدانة. ولتعرف العلاقة بين الكليكوز والبدانة أخضع حيوان لمرض السكري التجريبي (تدمير الخلايا المفرزة للأنسولين) فلوحظ أن تركيب الدهنيات في النسيج الودكي Tissu adipeux قد انخفض ب 90%.

بالاعتماد على معطيات الوثيقة، بين كيف تؤثر الهرمونات البنكرياسية على الكبد، وعلى كل من النسيجين العضلي والودكي. ثم استنتج الخلايا الهدف للهرمونات البنكرياسية.

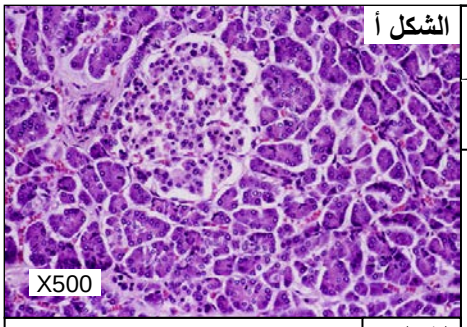
الوثيقة 8: تأثير الأدرينالين على تحلون الدم

يعطي المبيان أمامه تغير نسبة تحلون الدم في غياب أو تواجد هرمون الأدرينالين L'adrénaline الذي تفرزه الغدة الكُظْرية (غدة فوق كلوية).

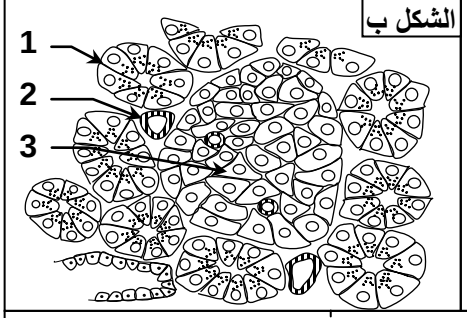
ماذا تستنتج من تحليل هذه المعطيات؟



الوثيقة 9: البنيات البنكرياسية المسؤولة عن تنظيم تحلون الدم



بنكرياس



يعطي الشكل أ من الوثيقة ملاحظة مجهرية لمقطع بنكرياس. والشكل ب رسم تخطيطي تفسيري لهذه الملاحظة المجهرية.

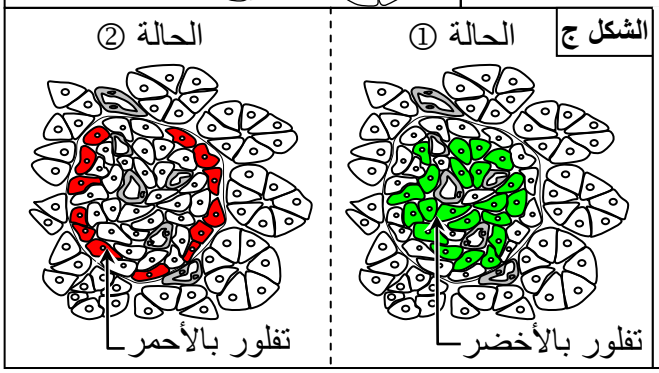
1) انطلاقا من المعطيات السابقة حدد البنية النسيجية للبنكرياس.

للكشف عن دور مختلف خلايا البنكرياس أجريت التجارب التالية:

★ **التجربة 1**: يؤدي حقن مادة الألوكسان Alloxane لأرنب إلى إصابة هذا الأخير بالسكري دون حدوث اضطرابات في وظيفة الهضم. وقد كشفت الملاحظة المجهرية لبنكرياس هذا الأرنب عن تدمير معظم الخلايا المكونة لجزيرات Langerhans دون باقي خلايا البنكرياس.

★ **التجربة 2**: يؤدي ربط القناة البنكرياسية عند حيوان إلى منع وصول العصارة البنكرياسية إلى الاثنى عشري، فينتج عن ذلك اضطرابات هضمية دون ظهور أعراض داء السكري، مع بقاء خلايا الجزيرات في حالة عادية.

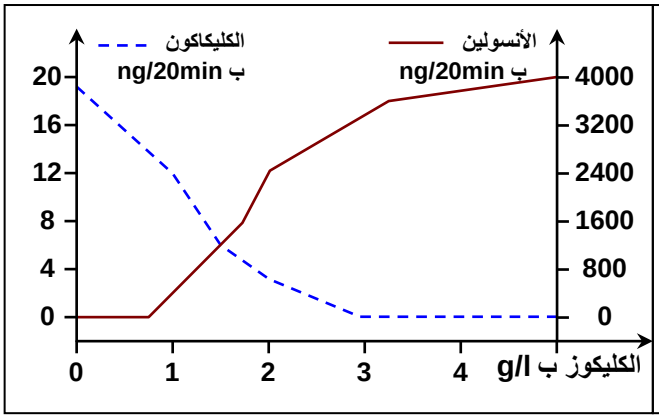
2) استنتج هذه المعطيات البنيات المسؤولة عن إفراز الهرمونات البنكرياسية، مبينا المسلك الذي تؤثر بواسطته في تنظيم تحلون الدم.



★ **التجربة 3:** لتحديد الخلايا المفرزة للأنسولين والخلايا المفرزة للكليكاكون، حقنت بمحاذاة جزيرات Langerhans جزيئات متفلورة بالأخضر ترتبط بصفة نوعية بالأنسولين (الحالة ①) وجزيئات أخرى متفلورة بالأحمر ترتبط بصفة نوعية بالكليكاكون (الحالة ②). فحصلنا على النتائج الممثلة على الشكل ج من الوثيقة.

3) استنتج الخلايا المسؤولة عن إفراز الأنسولين والخلايا المسؤولة عن إفراز الكليكاكون.

الوثيقة 10: تنظيم إفراز الهرمونات البنكرياسية



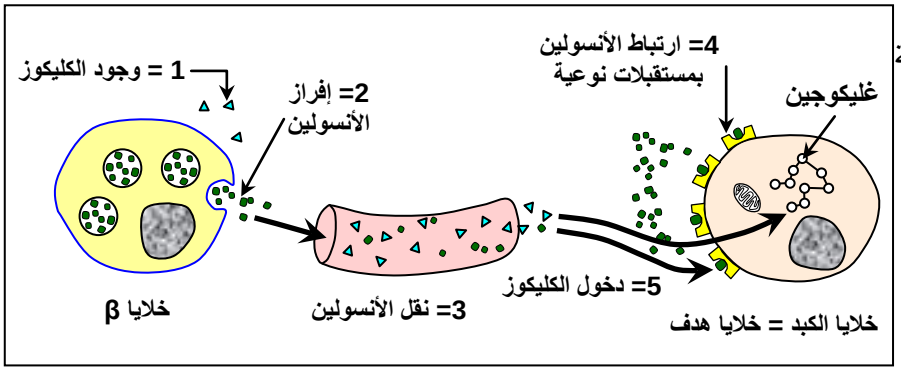
نقوم بعزل خلايا جزيرات Langerhans ونضعها في وسط زرع ملائم يتغير فيه تركيز الكليكوز كل 20 دقيقة، ثم نقوم بمعايرة نسبة كل من الكليكاكون والأنسولين في هذا الوسط. النتائج المحصلة ممثلة على المبيان أمامه.

حلل هذه المنحنيات وبرهن على أن الخلايا α و β تستطيع رصد تغيرات تحلون الدم فتستجيب بكيفية ملائمة مكيفة مع هذا الفارق.

الوثيقة 11: تأثير الهرمونات البنكرياسية على الخلايا الهدف

عند حقن فأر بالأنسولين المشع، يلاحظ انتشار النشاط الإشعاعي حول الخلايا الكبدية والعضلية والودكية. وقد بينت تقنية التصوير الذاتي L'autoradiographie تثبيت الجزيئات المشعة على الأغشية الخلوية في مستوى جزيئات بروتينية تلعب دور المستقبلات النوعية.

تمثل الخطاطة أمامه أهم مراحل استجابة الخلية الهدف للرسالة الهرمونية



بالاعتماد على معطيات الوثيقة حدد تأثير الهرمونات البنكرياسية على الخلايا الهدف. تعرف مراحل استجابة الخلية الهدف للرسالة الهرمونية.

الوثيقة 12: آلية تنظيم تحلون الدم

تعطي الخطاطة التالية أهم مراحل تنظيم تحلون الدم.
أتمم عناصر هذه الخطاطة، ثم أبرز أن تنظيم تحلون الدم هو آلية فيزيولوجية تمكن من الحفاظ على أحد العوامل (فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية) عند حدود قيم معينة.