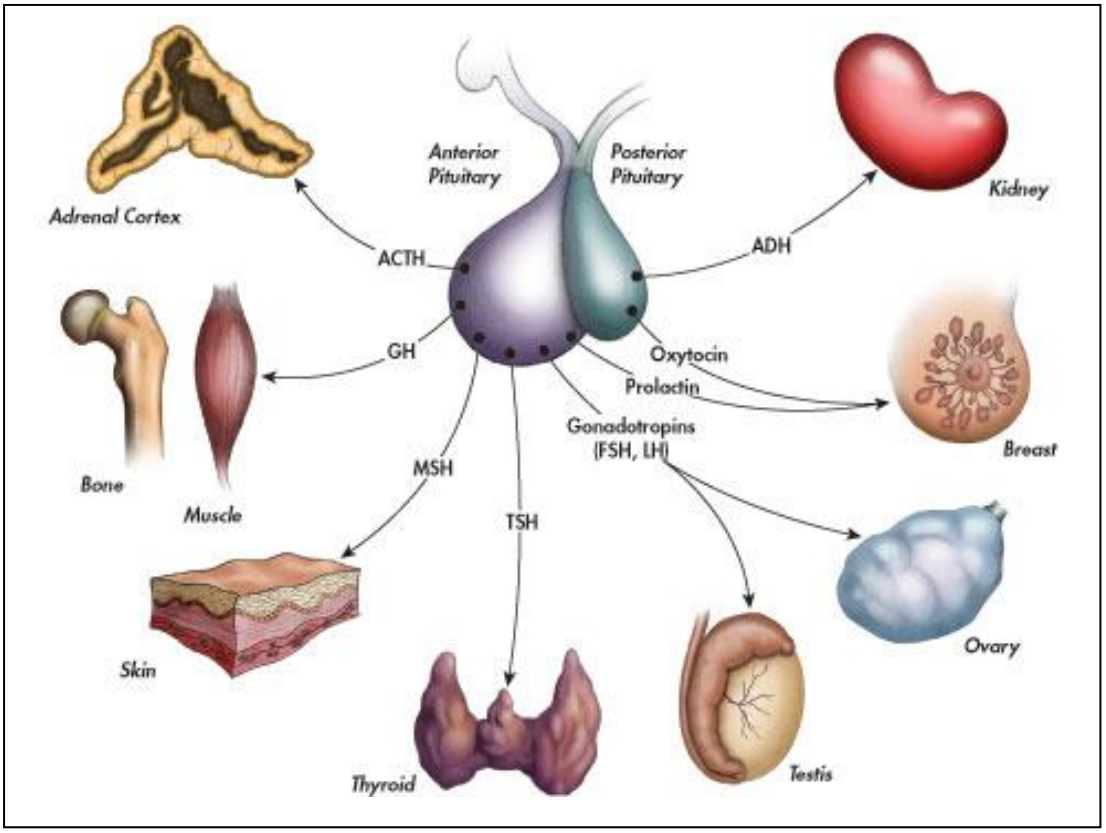
ثانوية عبد الله
الشفشاوني
التأهيلية
أولاد تايمة -
تارودانت

علوم الحياة و الأرض

الوحدة الثالثة : التواصلات الهرمونية و العصبية
LES COMMUNICATIONS HORMONALES ET NERVEUSES

الفصل 1 التواصلات الهرمونية : تحلون الدم كمثال



السنة الدراسية 2010 \ 2011

القسم: أولى باك علوم تجريبية

فهرس

I- تحلون الدم ثابتة بيولوجية

1- الكشف عن تحلون الدم

2- الكشف عن ثبات تحلون الدم

II- آلية تنظيم تحلون الدم

1- دور الكبد في تنظيم تحلون الدم

2- دور البنكرياس في تنظيم تحلون الدم

3- دور الهرمونات البنكرياسية في تنظيم تحلون الدم

4- البنيات البنكرياسية المسؤولة عن إفراز كل من الأنسولين و الكليكاكون

5- تسييب الهرمونات البنكرياسية في الدم و كيفية عمل الهرمون

أ- **دور** الكليكوز في تسييب الإفرازات الهرمونية البنكرياسية في الدم

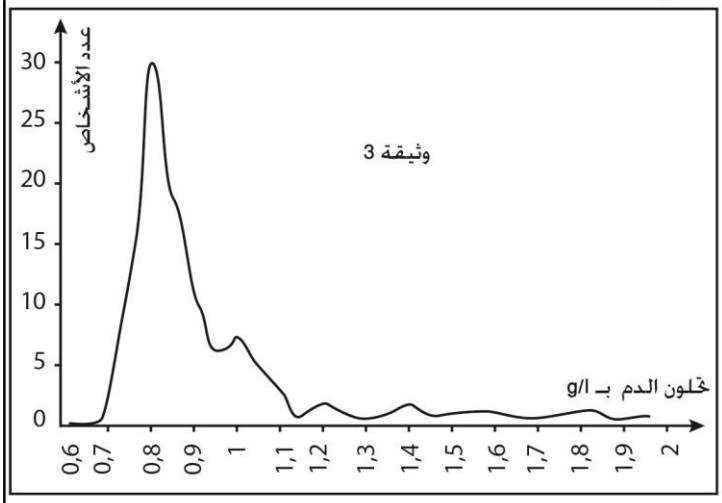
ب- **كيفية عمل الأنسولين و الكليكاكون**

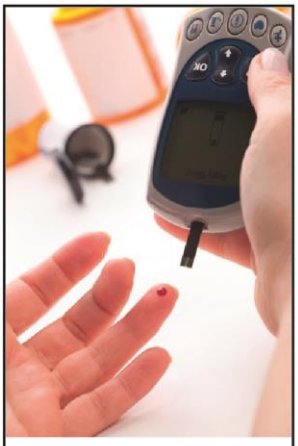
6- خطاطة عامة

I- تحلون الدم ثابتة بيولوجية

1- الكشف عن تحلون الدم

وثيقة 1 بعد معانات شخص جراء اضطرابات هضمية، و حاجة متكررة للتبول، و عطش، و فقدان الوزن....قام بزيارة الطبيب، الذي نصحه بإجراء تحليل للدم. بعد أن تفحص الطبيب نتائج التحليل المبينة في الوثيقة 1، أخبر المريض أنه مصاب بمرض السكري، و وصف له دواءا على شكل حقن يأخذه المريض مدى الحياة. و جهاز إلكتروني (وثيقة 2) يراقب به المريض تركيز السكر في الدم، و شرح له كيفية استعمال الجهاز و طريقة و وقت أخذ الدواء، و أطلعه على بعض إحصائيات قياس تحلون الدم عند 114 شخص من سكان منطقته (وثيقة 3) و أظاف أنه حوالي 5% من هذه الساكنة مصابون بمرض السكري.




وثيقة 2: جهاز Glucomètre

Laboratoire d'Analyses Médicales

BIOCHIMIE:

Glycémie (g/l).....à jeun: 1,6

Créatinine (mg/l).....: 10

Calcium (mg/l) .....: 95

Sodium (mEq/l) .....: 137

وثيقة 1: نتائج تحليل دم الشخص المصاب

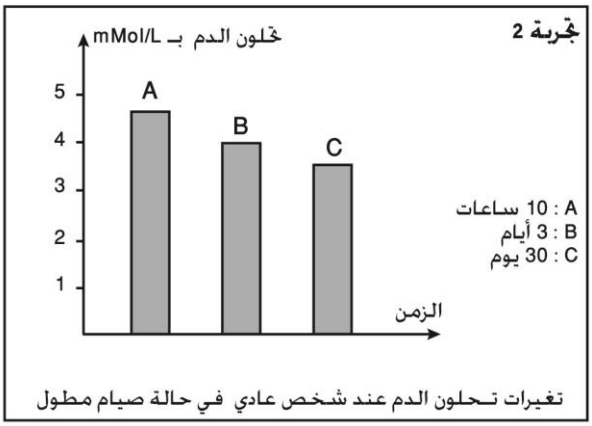
ماذا تستنتج من خلال تحليلك لمعطيات الوثيقة؟

يسمى تركيز الكليكوز في الدم تحلون الدم، و يعبر عنه بـ g/l.

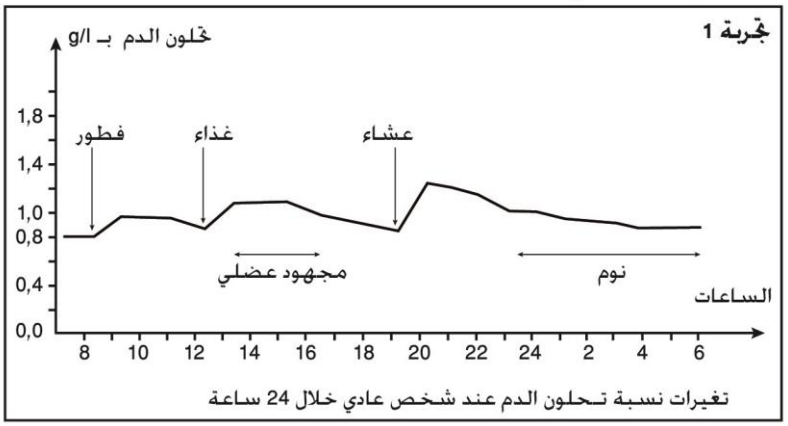
نستنتج أن الأشخاص الغير المصابين بمرض السكري تكون لديهم قيمة تحلون الدم محصورة بين 0,7g/l و 1,2g/l.

2- الكشف عن ثبات تحلون الدم

وثيقة 2 ماذا تستنتج انطلاقا من تحليلك للتجربين 1 و 2



تغيرات تحلون الدم عند شخص عادي في حالة صيام مطول



تغيرات نسبة تحلون الدم عند شخص عادي خلال 24 ساعة

تجربة 1 : يلاحظ ارتفاع تحلون الدم بعد كل وجبة غذائية ثم يعود إلى قيمته البدئية التي تقارب 0,8g/l، ويلاحظ أيضا أن عودة تحلون الدم إلى قيمته الأصلية يكون أسرع بعد مجهود عضلي بالمقارنة مع حالة راحة (نوم). نستنتج أنه بعد كل افراط في تحلون الدم سرعان ما يصحح هذا الإفراط ليعود ويستقر في قيمته الأصلية.

تجربة 2 : رغم فترات الصيام المتفاوتة فإن تحلون الدم لا يتغير إلا قليلا. نستنتج أن قيمة تحلون الدم تبقى ثابتة حول قيمة متوسطة.

خلاصة : يتبين أن تحلون الدم لا يطرأ عليه تغير ملحوظ (بعد تناول وجبة غذائية وفيرة، لا نلاحظ إلا افراط سكر ضئيل لا يلبث أن ينخفض بين الوجبات. كما أن تحلون الدم لا يطرأ عليه تغير ملحوظ حتى خلال مجهود عضلي شاق أو بعد صوم طويل) كل هذه الاحداث تسمح باستخلاص أن تحلون الدم عند شخص عادي يتذبذب حول قيمة متوسطة : إنه توازن ديناميكي. وهذا ما يعني أن الجسم يتوفر على آليات تعمل على تنظيم تحلون الدم.

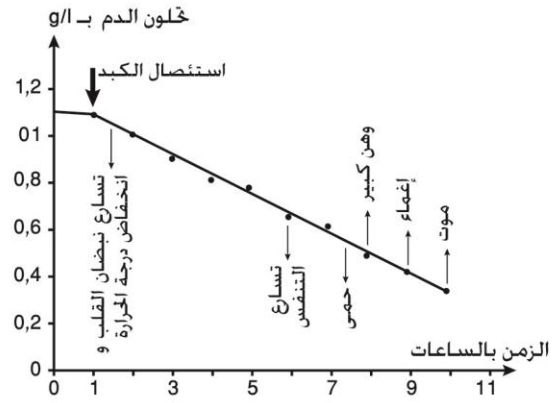
II- آلية تنظيم تحلون الدم

1- دور الكبد في تنظيم تحلون الدم

وثيقة 3

تـجربة 1 : استئصال الكبد عند كلب

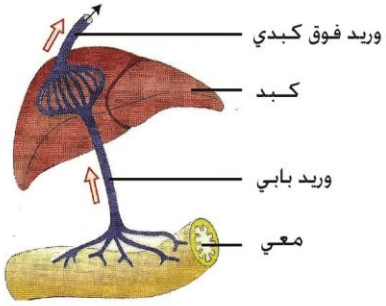
لا يعيش كلب بعد استئصال الكبد سوى بضع ساعات. حيث يصاب بعدة اضطرابات من بينها الإغماء الناتج عن نقص في تزويد الخلايا العصبية للدماغ بالكليكوز. يمكن للكلب أن يستفيق من الإغماء و يسترجع تنفسه العادي إذا تم حقنه بمحلول للكليكوز. غير أنه لا يواصل الحياة أكثر من 24 ساعة. لأن الكبد يلعب وظائف أخرى جد حيوية.



تـجربة 2: معايرة الكليكوز في الدم الداخل و الدم الخارج من الكبد

نقوم بقياس تحلون الدم على مستوى الوريد البابي و الوريد فوق كبدي. لشخص عادي بعد صيامه لبضع ساعات.ثم بعد تناوله لوجبة غذائية.

	تحلون الدم بـ g/l	
	في الوريد البابي	في الوريد فوق كبدي
بعد صوم لبضع ساعات	0,8	0,95 إلى 1,05
بعد تناول وجبة غذائية	2,5 أو أكثر	1 إلى 1,2



ماذا تستنتج انطلاقا من تـحليلك للنتائج التجريبية ؟

تجربة 1 : بعد استئصال الكبد يلاحظ انخفاض سريع في نسبة تحلون الدم و ظهور مجموعة من الاضطرابات.

تجربة 2 : **تكون قيمة تحلون الدم في الوريد البابي منخفضة في حالة الصيام و مرتفعة بعد تناول الوجبة الغذائية، أما على مستوى الوريد فوق الكبدي فتبقى شبه ثابتة في حدود 1g/l .**

نستنتج أن الكبد يلعب دورا مهما في ثبات تحلون الدم (الاضطرابات التي تظهر مباشرة بعد استئصال الكبد ناتجة عن نقص في تركيز الكليكوز الدموي بالإضافة إلى الوظائف الأخرى التي يلعبها الكبد).

وثيقة 4 **تـجربة الكبد المغسولة (Claude Bernard 1855)**

أجريت تجربة «الكبد المغسولة» في سنة 1855 وقد وصفها Claude Bernard بهذه العبارات : «لقد اخترت كلبا بالغا قويا وفي صحة جيدة. تمت تغذيته خلال عدة أيام باللحم. وضحيت به بعد 7 ساعات من تناوله وجبة وافرة من الكروش Tripes».

أزيلت الكبد مباشرة و أخضعت لغسل مستمر عن طريق الوريد البابي.

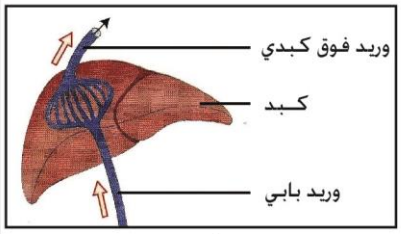
...تركت هذه الكبد معرضة للغسل المستمر طيلة 40 دقيقة. فلاحظت في بداية التجربة أن الماء الملون بالأحمر الذي يخرج من الأوردة فوق الكبدية حلو. كما لاحظت في نهاية التجربة أن الماء الذي يخرج أصبح عديم اللون ولا يحتوي على أي آثار للسكر...

...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 Claud Bernard على ذلك بقوله : ...«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. و حتى لا أعطي حكما مسبقا عن طبيعتها. سأسميها الكليكوجين Glycogène».

ماذا تستخلص من خلال تحليلك للمعطيات ؟



يطرح الكبد سكر شديد الذوبان في الماء ينقل بالغسل و هو الكليكوز، كما يحتوي على سكر قليل الذوبان يدعى الكليكوجين الكبدي يتفكك شيئا فشيئا إلى سكر الكليكوز حسب المعادلة التالية: **$n(C_6H_{12}O_6) \longleftarrow (C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O$**

الكليكوجين جزيئة متشعبة ناتجة عن ارتباط آلاف (5000 إلى 30000) الجزيئات من الكليكوز مع تحرير جزيئة ماء.

وثيقة 5 تـجربة معايرة الكليكوجين الكبدي ماذا تستخلص من خلال تحليلك للمعطيات ؟

	خلال فترة صيام						بعد تناول وجبة غذائية	
الأيام	1	2	3	4	5	6	1	2
كمية الكليكوجين بـ g/kg	50,80	30,1	7,3	7,1	7,1	6,9	84,2	88,5

خلال الصيام تنخفض كمية الكليكوجين الكبدي بشكل كبير خاصة خلال الأيام الأولى، لكن بعد تناول أغذية غنية بالسكريات يستعيد الكبد مدخراته من الكليكوجين
نستنتج مما سبق أن الكبد يتدخل في ثبات تحلون الدم بـ :

- في حالة ارتفاع تحلون الدم : تقوم الخلايا الكبدية بتخزين الفائض من الكليكوز على شكل كليكوجين، وتسمى هذه العملية بالكليكوجينوجنيز Glycogénogenèse

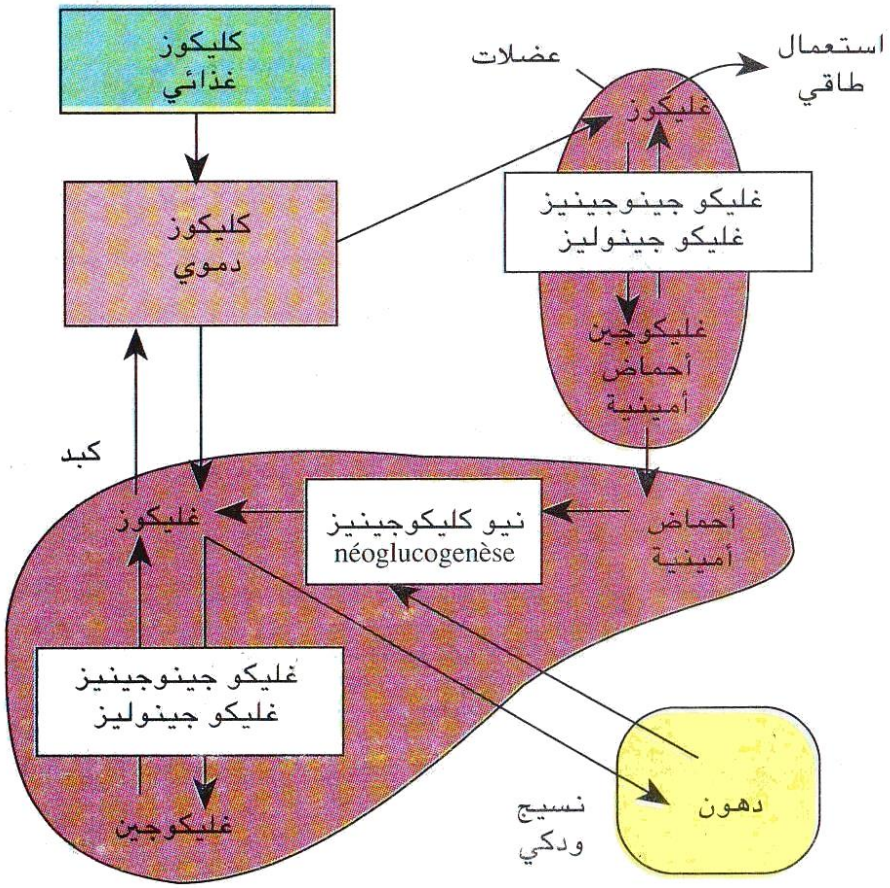
$n(C_6H_{12}O_6)$ ----------→ $(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O$

- في حالة انخفاض تحلون الدم : تقوم الخلايا الكبدية بتعويض النقص وذلك بتحرير الكليكوز في الدم بفعل حلمأة الكليكوجين وتسمى هذه العملية بالكليكوجينوليز Glycogénolyse.

$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O$ ----------→ $n(C_6H_{12}O_6)$

ملحوظات :

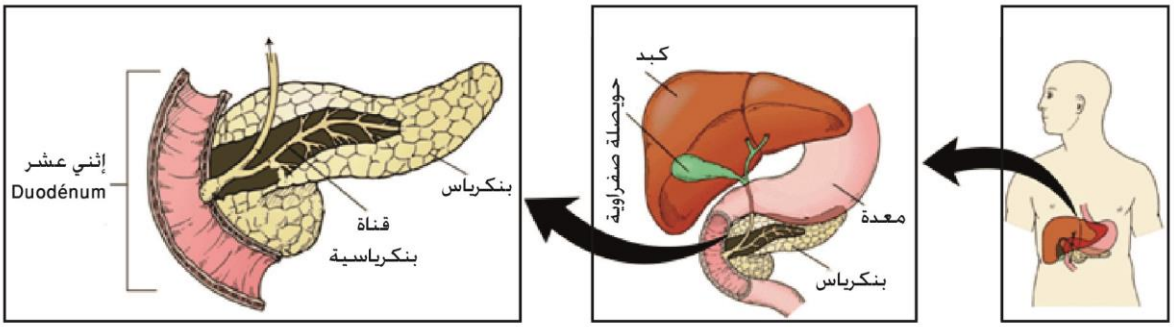
- في حالة صيام طويل يتم استنفاذ الكليكوجين الكبدي مما يحتم تركيب الكليكوز انطلاقا من نواتج حلمأة الدهنيات و البروتينات و تسمى هذه الظاهرة بالنيوكليكوجنيز Néoglucogenèse.
- تحتوي العضلات أيضا على الكليكوجين، لكنها لا تستطيع تحرير الكليكوز في الدم (بخلاف الكبد) لأنها لا تتوفر على أنزيم مزيل للفسفور من الكليكوز فوسفاط (GPase) الذي لا يستطيع في هذه الحالة اختراق الغشاء السيتوبلازمي للخلية.
- عند الإفراط في تناول السكريات يعمل الكبد و النسيج الودكي على تركيب الدهون انطلاقا من الكليكوز لتخزن في النسيج الودكي،و تسمى هذه العملية بالليبوجنيز Lipogenèse.



2- دور البنكرياس في تنظيم تحلون الدم

وثيقة 6

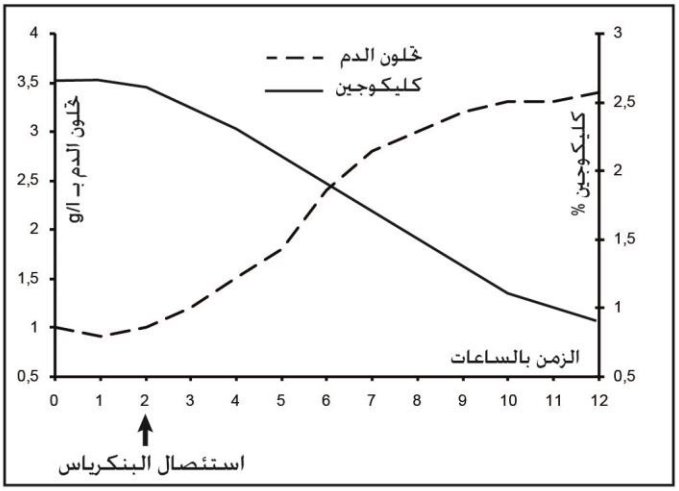
البنكرياس عضو من أعضاء الجهاز الهضمي يبلغ طوله 20cm و وزنه 100g يساهم في عملية الهضم عبر إفرازه للعصارة الهضمية الغنية بالأنزيمات داخل المعي الدقيق.



تجربة 1 :

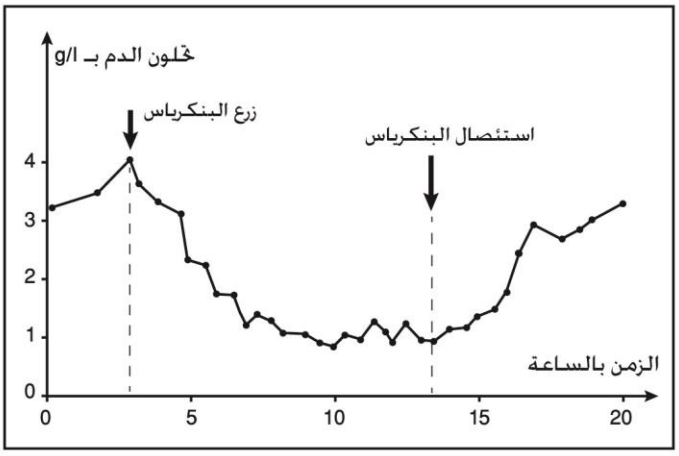
أجرى باحثون في القرن 19 تجارب استئصال البنكرياس عند كلب. فلاحظوا نوعين من الإضطرابات (المنحنى جانبه):

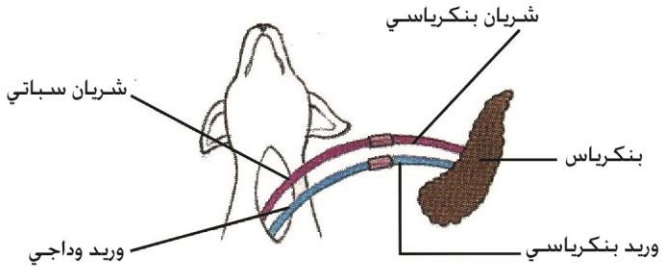
- اضطرابات هضمية ناجمة عن غياب العصارة البنكرياسية التي تلعب دورا مهما في الهضم.
- ارتفاع سريع و مهم في تحلون الدم يفضي إلى موت الحيوان بعد بضعة أسابيع في غياب العلاج.
- ظهور السكر في البول (البيلة السكرية glycosurie).



تجربة 2 :

كما قام مجموعة من الباحثون بتجارب استئصال و زرع البنكرياس. يبين المنحنى جانبه النتائج التجريبية:





ماذا تستخلص من خلال تحليلك للمنحنيات ؟

تجربة 1 : قبل استئصال البنكرياس يكون تحلون الدم ثابتا في حدود 1g/l ، أما بعد الاستئصال فترتفع نسبة السكر في الدم. نستنتج أن البنكرياس يتدخل في تنظيم تحلون الدم، ويتمثل دوره أساسا في تخفيض تحلون الدم.

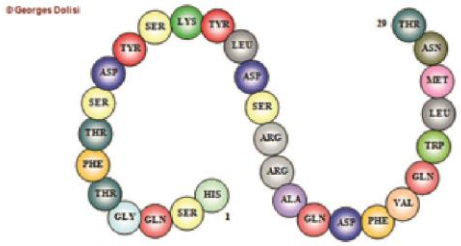
تجربة 2 : البنكرياس الموصل بالدورة الدموية يعيد تحلون الدم إلى القيمة العادية 1g/l. و بعد إزالته يرتفع تحلون الدم تدريجيا من جديد.

استنتاج : البنكرياس يعمل على تنظيم تحلون الدم عن طريق مسلك دموي، لذا يمكن افتراض أنه يؤثر عن طريق مواد يفرزها في الدم تسمى الهرمونات les hormones.

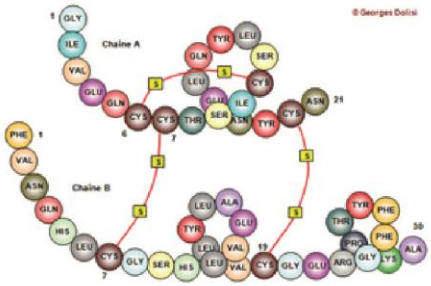
ملحوظة : الهرمون جزيئة تفرز من طرف خلايا مفرزة (تسمى غدد) و تنقل عبر الدم لتؤثر على خلايا هدف.

3- دور الهرمونات البنكرياسية في تنظيم تحلون الدم

وثيقة 7 يفرز البنكرياس نوعين من الهرمونات الببتيدية: الأنسولين و الكليكاكون

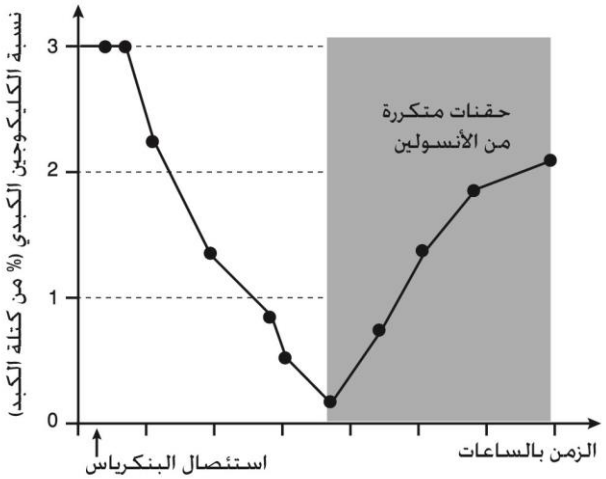


البنية الجزيئية للكليكاكون: عبارة عن عديد الببتيد يتكون من سلسلة واحدة تحتوي على 29 حمضا أمينيا

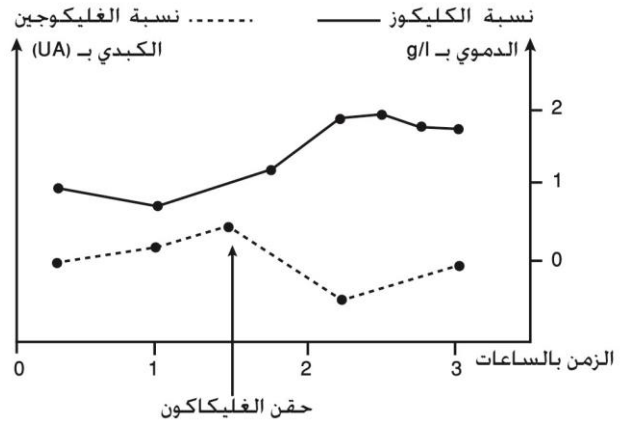


البنية الجزيئية للأنسولين: ذو طبيعة بروتينية يتكون من 51 حمضا أمينيا تتوزع على سلسلتين تجمع بينهما جسور ثنائي الكبريت.

وثيقة 8 تجربة 1 : استجابة الخلايا الكبدية لتأثير الأنسولين عند كلب مستأصل البنكرياس. تعرض لحقنات متكررة من الأنسولين.



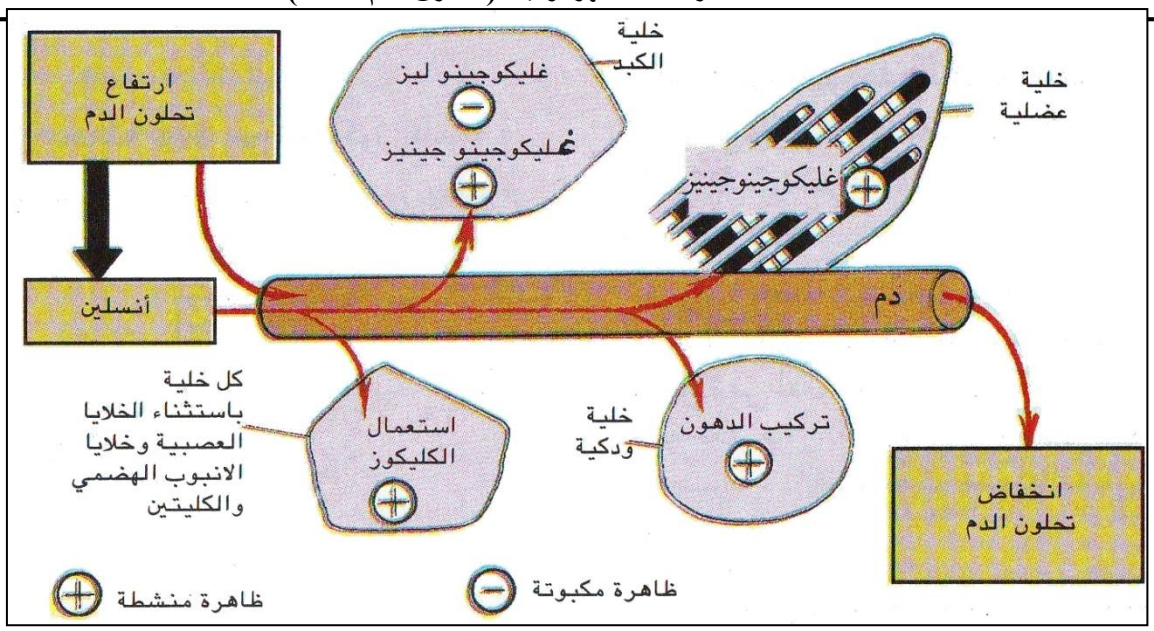
تجربة 2 : معايرة الغليكوجين الكبدي و الكليكوز الدموي قبل و بعد حقن الغليكاكون عند كلب.



ماذا تستنتج من خلال تحليلك لنتائج التجربتين ؟

تجربة 1 : تكون نسبة الغليكوجين ثابتة، وبعد استئصال البنكرياس مباشرة تنخفض نسبة الغليكوجين لتصل أدنى قيمة لها. بعد تلقي الكلب حقنات متكررة من هرمون الأنسولين ترتفع نسبة الغليكوجين.

نستنتج إذن أن الأنسولين يؤثر على الكبد بالرفع من الكليكوجينوجنيز و إيقاف الكليكوجينوليز كما يحث أيضا خلايا الجسم على الرفع من استعمال الكليكوز و الخلايا الودكية على تركيب الدهون انطلاقا من الكليكوز (الليبوجنيز). إذن الأنسولين هرمون مخفض لتحلون الدم.



تجربة 2 : يؤدي حقن الكليكاكون إلى انخفاض نسبة الغليكوجين الكبدي و ارتفاع نسبة الكليكوز الدموي. وبعد مرور 45 دقيقة تقريبا على حقن الكليكاكون ترتفع نسبة الغليكوجين الكبدي تدريجيا بينما تستقر نسبة الكليكوز الدموي في حدود 1,8g/l.

نستنتج أن الكليكاكون يؤثر على الكبد بالرفع من ظاهرة الكليكوجينوليز و إيقاف الكليكوجينوجنيز وبالتالي الرفع من تحلون الدم .كما يَحُث أيضا الخلايا الودكية على تحرير الأحماض الدهنية (الليبوليز) التي تستعمل في النيوكليكوجينيز. إذن الكليكاكون هرمون رافع لتحلون الدم

هرمونات أخرى تزيد من نسبة السكر في الدم

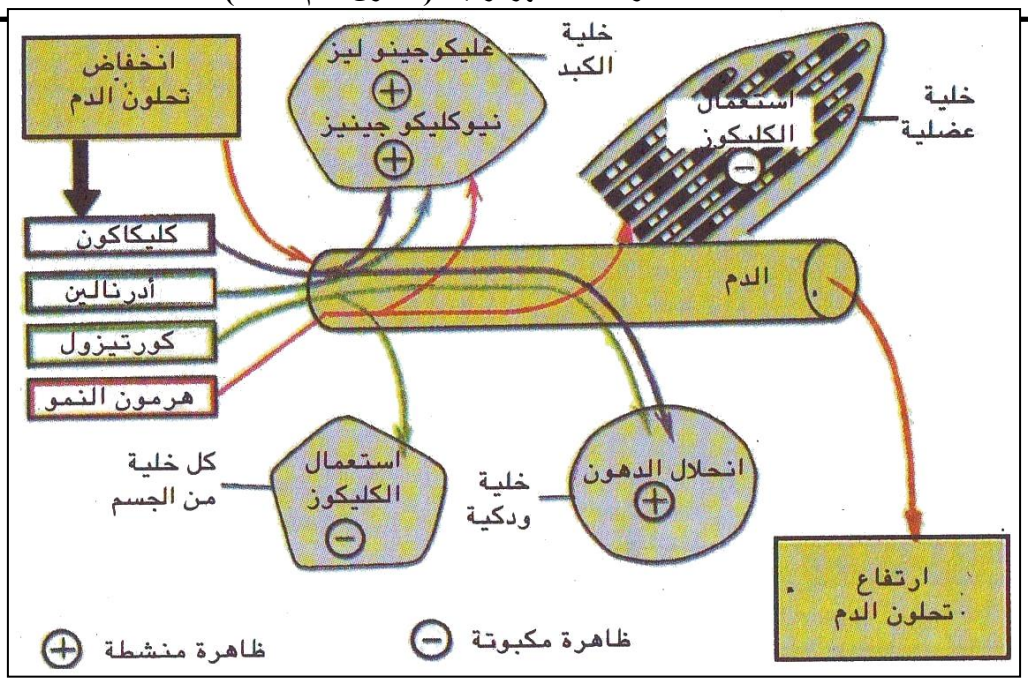
- **الأدرينالين :** هرمون تفرزه خلايا غدة لب الكضرية. و يتسبب في :

- ارتفاع سريع لتحلون الدم، رد فعل انفعالي، ضغط نفسي.

- ينشط الغليكوجينوليز مما يوفر بسرعة للجسم الكليكوز الذي هو في حاجة إليه. لذا يسمى الأدرينالين بهرمون الإستعجال، ولكن دوره ضئيل في التنظيم العادي لتحلون الدم.

- **الكورتيزول :** هرمون يفرز من طرف قشرة الغدة الكظرية و يخفض استعمال الكليكوز من طرف الخلايا و يرفع من انحلال الدهون و البروتينات، حيث أن الأحماض الدهنية و الأحماض الأمينية المحررة تتحول إلى كليكوز على مستوى الكبد (نيوكليكوجنيز).

- **هرمون النمو أو GH :** هرمون يفرز من طرف الغدة النخامية الأمامية و يخفض استعمال الكليكوز من طرف الخلايا و ينشط ظاهرة الكليكو جينوليز. وله أيضا تأثير إيجابي على النيوكليكوجنيز في مستوى الكبد..

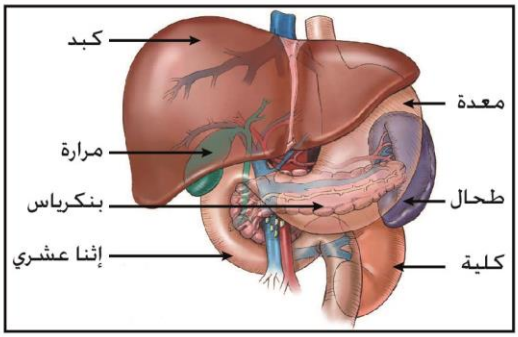


4- البنيات البنكرياسية المسؤولة عن إفراز كل من الأنسولين و الكليكاكون

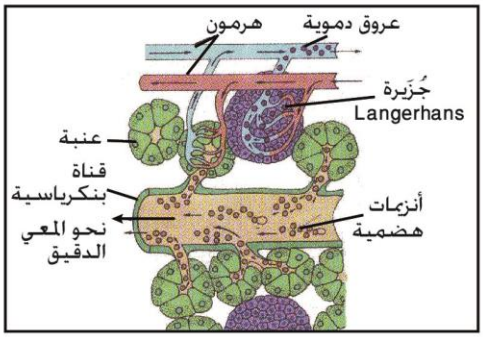
يتكون البنكرياس من مجموعتين من البنيات :

- العنبات Acinus و هي المسؤولة عن إفراز العصارة البنكرياسية (الهضمية) .
- جزيرات Langerhans المسؤولة عن إفراز الهرمونات البنكرياسية.

وثيقة 9

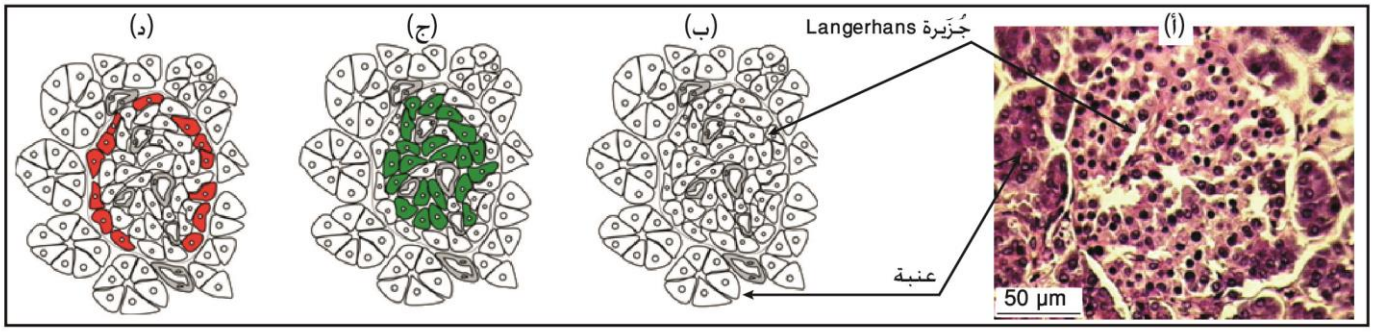


شكل 1 : رت يبين تموضع البنكرياس



شكل 2 : رت تفسيري للبنية النسيجية للبنكرياس

للكشف عن الخلايا المفرزة للكليكاكون و الأنسولين نقوم بحقن مقاطع بنكرياسية بمضادات أجسام مشعة موجهة ضد هرمون الكليكاكون أو الأنسولين, ثم تتم ملاحظة جزيرات Langerhans. في حالة استعمال مضادات أجسام مشعة موجهة ضد هرمون الكليكاكون نحصل على النتيجة الممثلة في الشكل 3 (د) من الوثيقة أسفله . و عند استعمال مضادات أجسام مشعة موجهة ضد الأنسولين,نحصل على النتيجة الممثلة في الشكل 3 (ج).



شكل 3 : (أ) صورة مجهرية لمقطع على مستوى البنكرياس (ب) رت تفسيري لجزيرة Langerhans (ج) الخلايا β (د) الخلايا þ

يتبين أن الخلايا المحيطية لجزيرات Langerhans هي التي تفرز الكليكاكون و تسمى الخلايا α ، في حين الخلايا المركزية تفرز الأنسولين و تسمى الخلايا β.

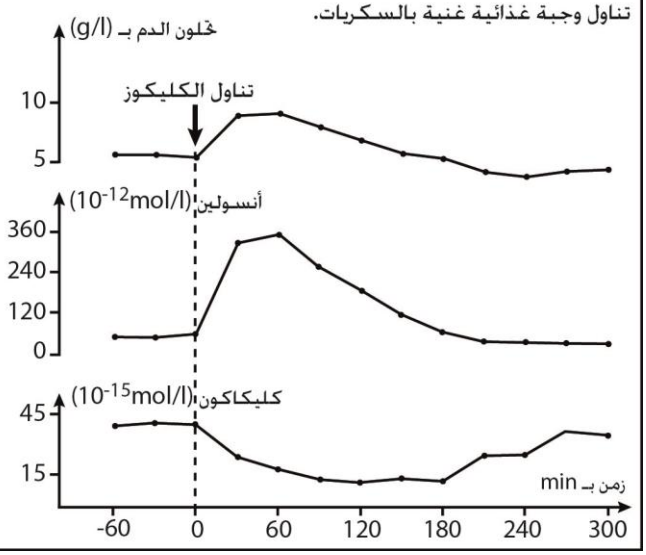
5- تسييب (إفراز) الهرمونات البنكرياسية في الدم و كيفية عمل الهرمون

أ- **دور** الكليكوز في تسيب الإفرازات الهرمونية البنكرياسية في الدم

وثيقة 10

تجربة 1

تطور كل من تحلون الدم وتركيز الأنسولين و الكليكاكون في الدم بعد تناول وجبة غذائية غنية بالسكريات.



تجربة 2

قياس تغيرات تحلون الدم وتركيز الأنسولين و الكليكاكون في الدم, في حالة صيام.

أخذ القياسات كل يوم بين الثامنة والتاسعة صباحا	24h قبل الصيام	بداية الصيام	24h بعد الصيام	48h بعد الصيام	72h بعد الصيام	96h بعد الصيام
تحلون الدم (mg/100ml)	89,0	86,0	78,0	72,0	70,0	71,0
كليكاكون (pg/ml)	126	126	157	189	178	165
أنسولين (µu/ml)	9,0	10,0	5,0	4,0	3,0	2,0

ماذا تستنتج من خلال تحليلك لنتائج التجربتين ؟

تجربة 1 : نلاحظ أن الارتفاع في تحلون الدم يليه مباشرة ارتفاع في نسبة الأنسولين و انخفاض في نسبة الكليكاكون.

تجربة 2 : مع ازدياد مدة الصيام تنخفض نسبة تحلون الدم وكذا نسبة الأنسولين في حين ترتفع نسبة الكليكاكون.

نستنتج أن نسبة كل من الأنسولين و الكليكاكون تتغيران بتغير تحلون الدم، حيث أن ارتفاع نسبة الكليكوز في الدم تتسبب في ارتفاع نسبة الأنسولين وانخفاض الكليكاكون، وانخفاض نسبة الكليكوز في الدم تتسبب في ارتفاع نسبة الكليكاكون وانخفاض الأنسولين.

خلاصة : نسبة الكليكوز في الدم هي المسئولة عن تسييب الهرمونات البنكرياسية. فالخلايا α و β تلتقطان الفارق بالنسبة للقيمة العادية و تستجيب إما بإفراز الأنسولين أو الكليكاكون فيتم الحفاظ على ثبات تحلون الدم عن طريق التنظيم الذاتي.

ب- كيفية عمل الأنسولين و الكليكاكون

رغم أن الهرمونات تتوزع على كل خلايا الجسم بواسطة الدم إلا أنها لا تؤثر إلا على خلايا معينة تسمى الخلايا الهدف.
لماذا للهرمونات تأثير هادف؟ وكيف تتلقى الخلايا الهدف الرسالة؟ وكيف تترجمها؟

▪ استقبال الرسالة الهرمونية

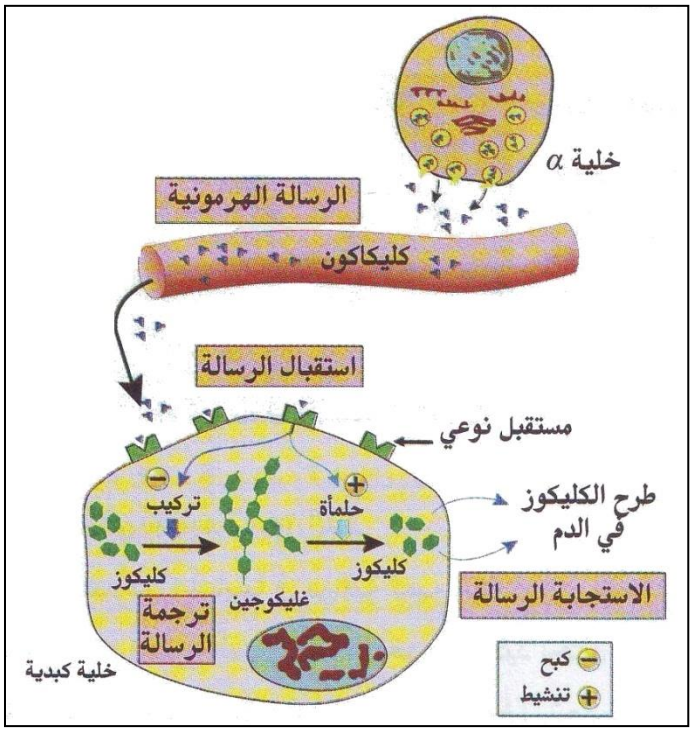
تجربة 1 : بعد حقن الأنسولين المشع لفأر، نكشف عن إشعاع في مستوى الخلايا الكبدية والعضلية والودكية. وتسمح تقنية التصوير الذاتي بتحديد تموضع الجزيئات المشعة في الأغشية الخلوية. ومن هنا يتبين أن الأنسولين يتعرف على مستقبله النوعي المتواجد على الغشاء السيتوبلازمي للخلية الهدف، و يشكل بذلك الرسول الأول.
تتوفر خلايا هدف لهرمون معين على مستقبلات نوعية لهذا الهرمون ولا تستجيب للرسالة إلا بعد اتحاد الهرمون بالمستقبل.

▪ ترجمة الرسالة الهرمونية

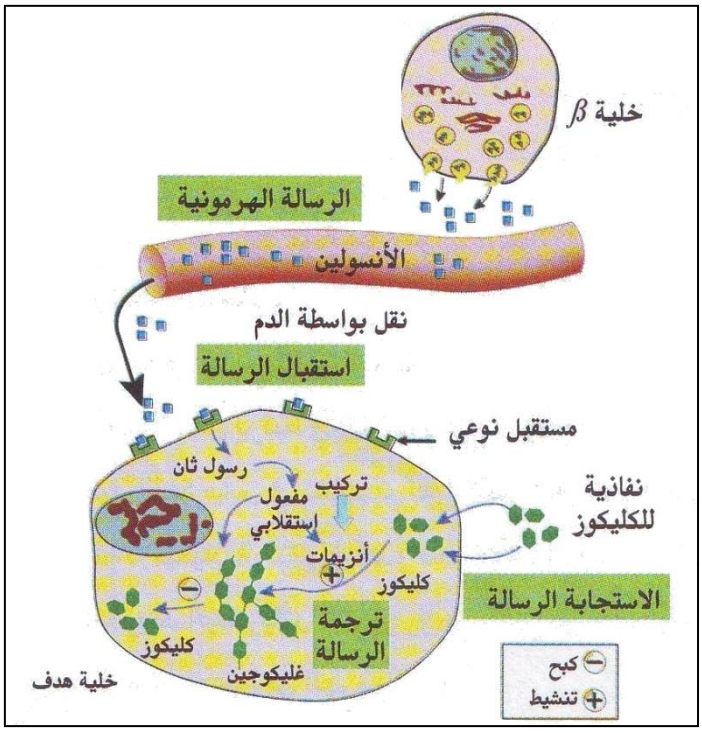
يعد الهرمون رسولا أوليا، يؤثر بمقادير ضئيلة، يترجم في داخل الخلية لرسول ثان (جزيئة مفسفرة في حالة الأنسولين و AMPc في حالة الكليكاكون) يُنتج بكميات هامة مما يؤدي إلى تضخيم الرسالة الهرمونية.

▪ الجواب عن الرسالة الهرمونية

تتدخل الأنزيمات المُنَشّطة في عدة تفاعلات:
- بالنسبة للكليكاكون: يُنَشِط الرسول الثاني (AMPc) الأنزيمات المسؤولة عن حلمأة الكليكوجين (كليكوجينوليز) إلى كليكوز 1P ثم إلى كليكوز 6P و تتم إزالة تفسفر الكليكوز بواسطة أنزيم يدعى الكليكوز 6P فوسفتاز (GPase) مما يسمح بخروجه من الخلية نحو الدم.
- بالنسبة للأنسولين: تُنشِط الجزيئات المفسفرة (الرسول الثاني) أنزيمات الكليكوجينوجنيز و أنزيمات الليبوجنيز و أنزيمات الاستقلاب الطاقي للكليكوز .

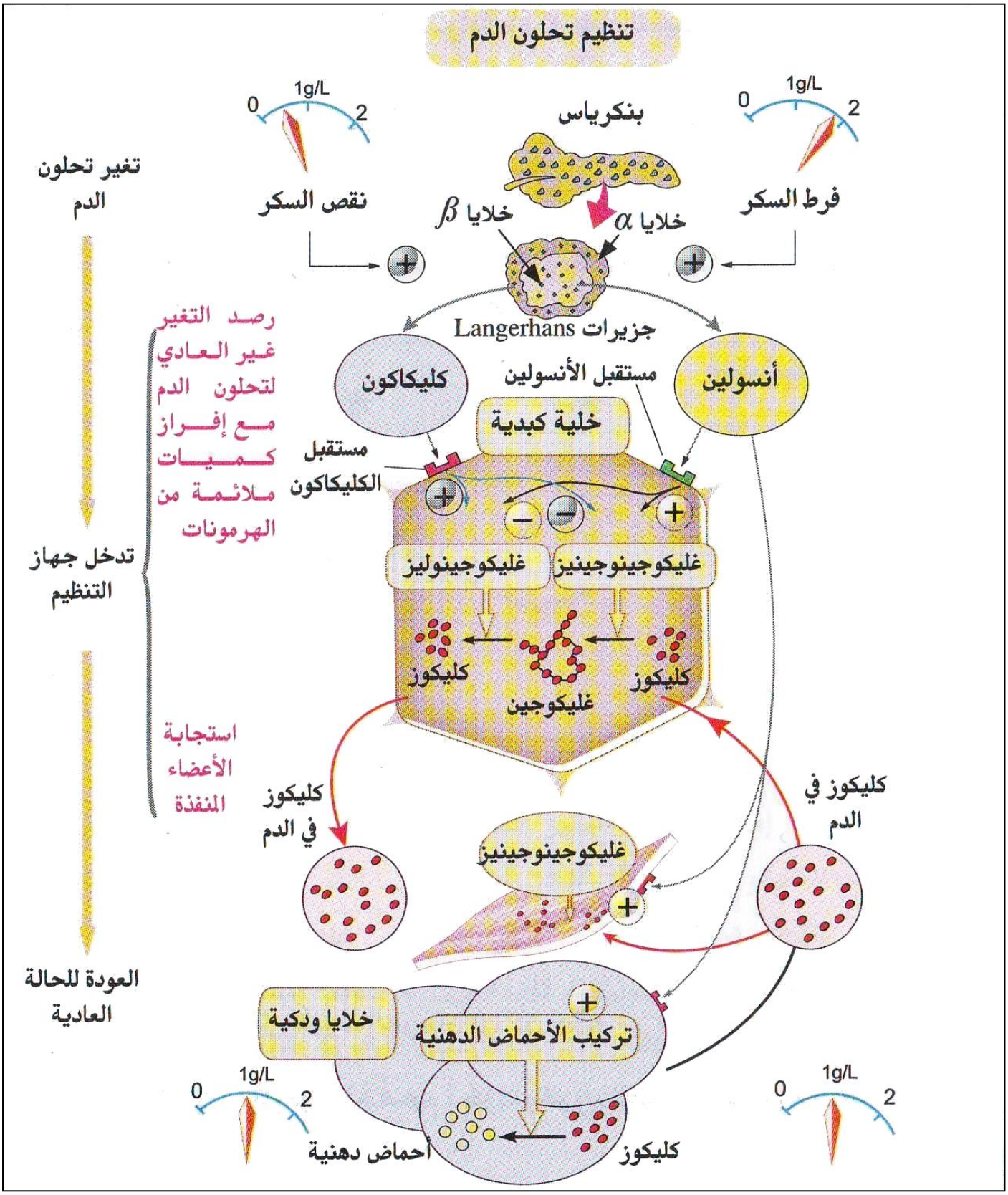


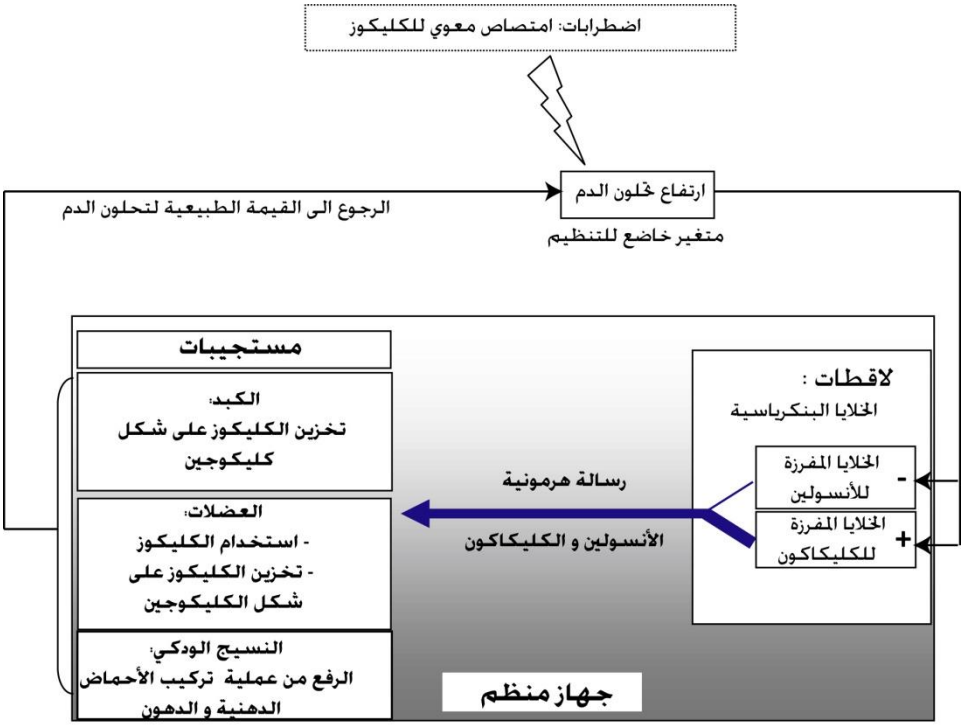
رسم تفسيري لكيفية عمل هرمون الكليكاكون



رسم تفسيري لكيفية عمل هرمون الأنسولين

6- خطاطة عامة


تنظيم تحلون الدم
تغير تحلون الدم
تدخل جهاز التنظيم
العودة للحالة العادية
رصد التغير غير العادي لتحلون الدم مع إفراز كميات ملائمة من الهرمونات
استجابة الأعضاء المنفذة
1g/L
0
2
نقص السكر
فرط السكر
بنكرياس
خلايا β
خلايا α
جزيرات Langerhans
كليكاكون
مستقبل الأنسولين
أنسولين
خلية كبدية
مستقبل الكليكاكون
غليكوجينوليز
غليكوجينوجينيز
كليكوز
غليكوجين
كليكوز في الدم
غليكوجينوجينيز
خلايا ودكية
تركيب الأحماض الدهنية
أحماض دهنية
كليكوز


اضطرابات: امتصاص معوي للكليكوز
ارتفاع تحلون الدم
متغير خاضع للتنظيم
الرجوع الى القيمة الطبيعية لتحلون الدم
مستجيبات
الكبد:
تخزين الكليكوز على شكل كليكوجين
العضلات:
- استخدام الكليكوز
- تخزين الكليكوز على شكل الكليكوجين
النسيج الودكي:
الرفع من عملية تركيب الأحماض الدهنية و الدهون
رسالة هرمونية
الأنسولين و الكليكاكون
لاقطات :
الخلايا البنكرياسية
الخلايا المفرزة للأنسولين
-
الخلايا المفرزة للكليكاكون
+
جهاز منظم