الفصل الثاني: تنظيم الضغط الشرياني والحفاظ على التوازن المائي المعدني

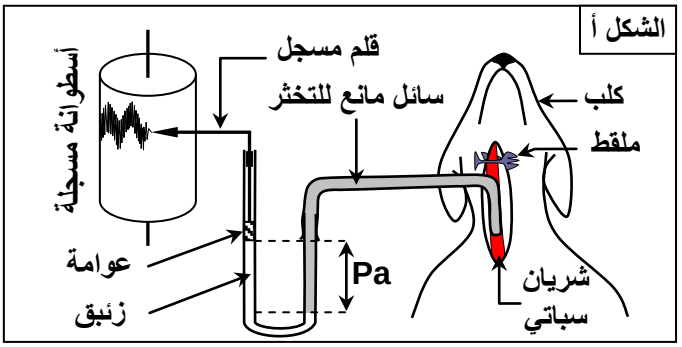
الوثيقة 1: القياس المباشر للضغط الشرياني La pression artérielle

★ في سنة 1732 قطع الباحث الانجليزي Stephen Hales الشريان الفخذي لأنثى فرس ملقاة على ظهرها، ثم أوصل جزء الشريان المتصل بالقلب بأنبوب عمودي طوله 3 m، فلاحظ ارتفاع الدم في الأنبوب إلى مستوى 2.7m.

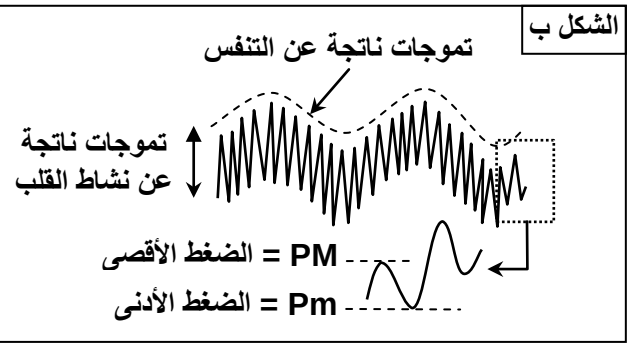
1) ماذا يمكنك استنتاجه من هذه الملاحظة؟

★ يبين الشكل أ طريقة القياس المباشر للضغط الشرياني عند الكلب، والشكل ب نتائج هذا القياس المباشر.

الشكل أ



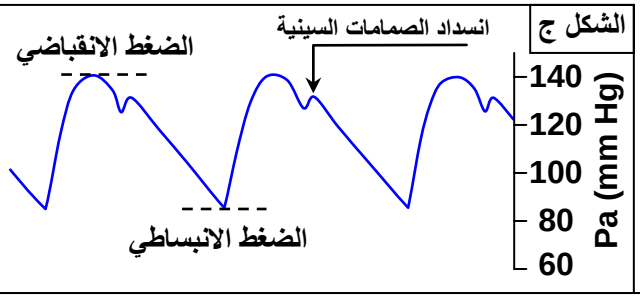
الشكل ب



★ يعطي الشكل ج نتائج قياس الضغط الشرياني داخل الشريان الأبهر L'artère Aorte عند الإنسان عن طريق القسطرة Cathétérisme (إدخال مجس في الأبهر)

2) من خلال تسجيلات الشكلين ب وج فسر تغيرات الضغط الشرياني الملاحظة.

الشكل ج



الوثيقة 2: القياس غير المباشر للضغط الشرياني بواسطة الساعدة المطاطية Brassard

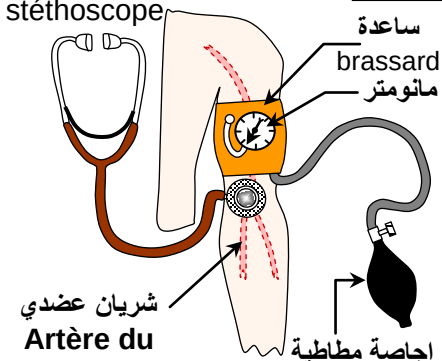
عند الإنسان يتم القياس غير المباشر للضغط الشرياني على مستوى الشريان العضدي بواسطة الساعدة والمسماع (الشكل أ). ويتم ذلك في ثلاث مراحل:

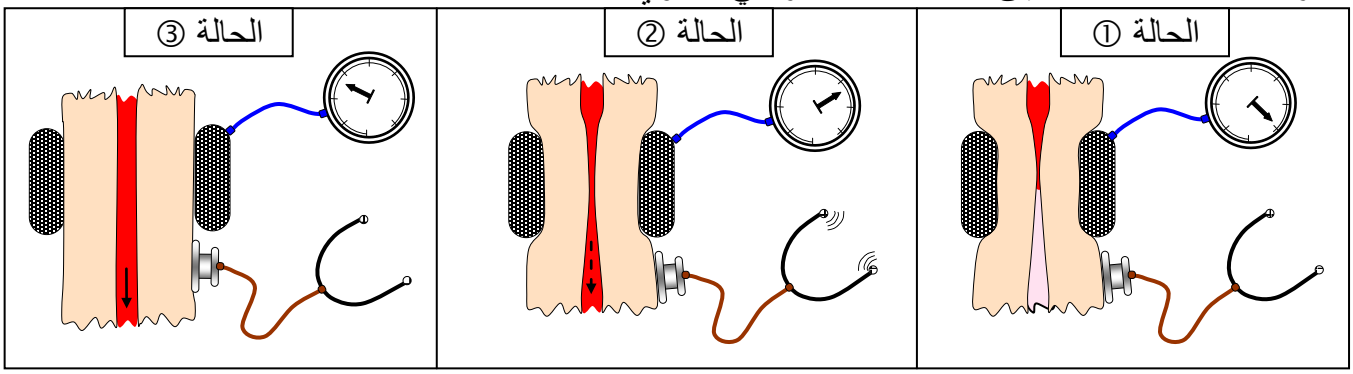
★ المرحلة ①: تنفخ الساعدة بواسطة اجاصة مطاطية ضاغطة للهواء إلى أن يتوقف جريان الدم في الشريان العضدي، وتختفي بذلك كل الأصوات في المسماع.

★ المرحلة ②: تفرغ الساعدة المطاطية تدريجيا من الهواء حتى سماع الأصوات المصاحبة لعودة جريان الدم، حينئذ نقرأ الضغط الشرياني القصوي مباشرة على مقياس الضغط Manomètre.

★ المرحلة ③: نستمر في إفراغ الساعدة إلى أن تختفي الأصوات نهائيا فيشير مقياس الضغط آنذاك إلى قيمة الضغط الشرياني الدنيوي.

الشكل أ





اعتمادا على معطيات الوثيقة صف قياس الضغط الشرياني بواسطة الساعدة والمسماع، مع تفسير نتائج كل مرحلة.

أنجز المناولة على أح7د التلاميذ واستنتج مجال تغير الضغط الشرياني عنده.

الوثيقة 3: تغيرات الضغط الشرياني

لمعرفة بعض العوامل المسؤولة عن تغيرات الضغط نعطي الوثائق التالية:

★ الشكل أ: هو رسم تخطيطي مبسط للدورتان الدمويتان الصغرى والكبرى.

★ الشكل ب: تمثيل للضغط الشرياني في مختلف الأوعية الدموية للدورة العامة.

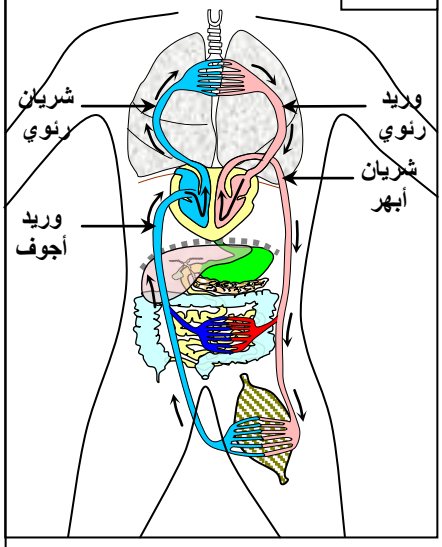
★ يعطي الجدول التالي القيم العادية للضغط الشرياني عند الإنسان حسب العمر:

العمر بالسنوات	الحدود القصوى للقيم العادية للضغط ب (cmHg)	
	القيم القصوى للضغط	القيم الدنيا للضغط
من 4 إلى 16	ما بين 10.5 و13	ما بين 7 و8
من 16 إلى 30	13	8
من 30 إلى 50	ما بين 14.5 و15.5	ما بين 9 و9.5
من 50 وما فوق	ما بين 16.5 و17.5	ما بين 10 و10.5

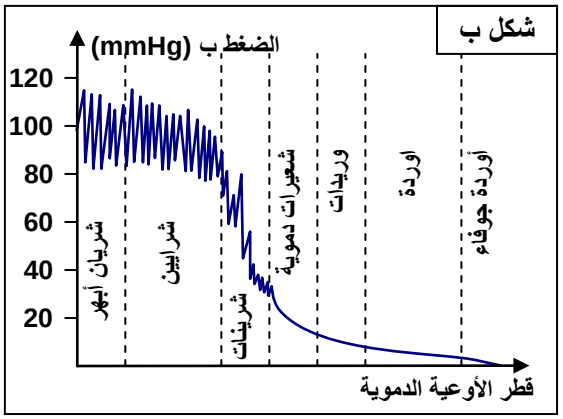
★ الشكل ج: تمثيل لتغيرات الضغط الشرياني عند إنسان بالغ خلال 24 ساعة.

من خلال تحليل معطيات هذه الوثائق استنتج العوامل المؤثرة في الضغط الشرياني.

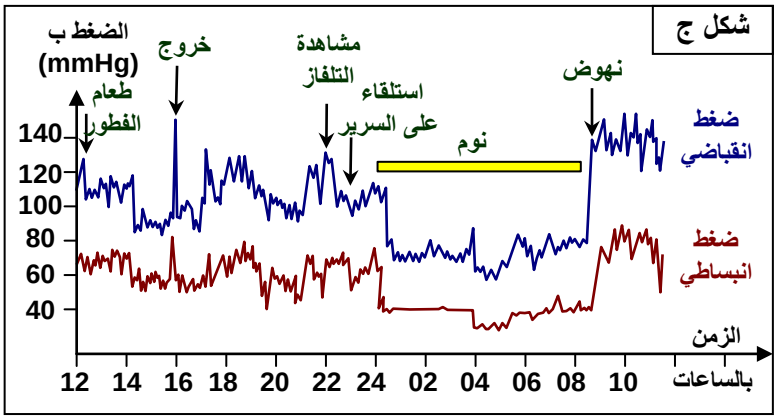
الشكل أ



شكل ب



شكل ج



الوثيقة 4: العلاقة بين الضغط الشرياني ونشاط القلب

★ نسجل بانتظام عند شخص تردد القلب FC وصبيب القلب Q (حجم الدم الذي يمر من القلب خلال دقيقة واحدة)، والمزنة الانقباضية Vs (حجم الدم المدفوع من قبل البطين في كل انقباض)، والضغط الشرياني PA. وذلك في حالة راحة متبوعة بتمرين عضلي ذو شدة معتدلة وثابتة خلال عدة دقائق، والعودة لحالة الراحة.

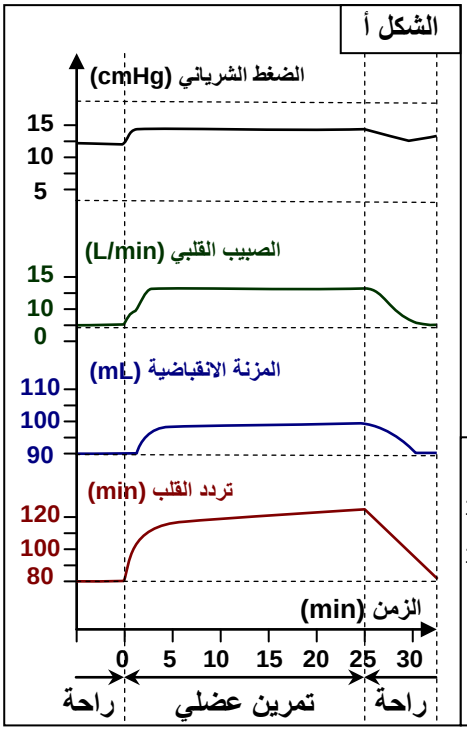
تحول النتائج المحصلة إلى سلسلة من البيانات هي الممثلة على الشكل أ.

★ يعطي الشكل ب تغيرات متوسط الضغط الشرياني اثر نزف دموي.

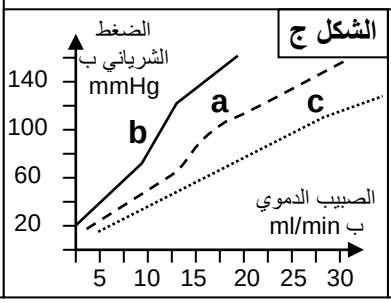
★ يعطي الشكل ج تغيرات الضغط الشرياني حسب تغيرات الصبيب الدموي وقطر الشرينات: a: حالة عادية، b: حالة تضيق قطر الشرينات، c: حالة تمدد قطر الشرينات.

1) حلل المنحنيات واربط العلاقة بين نشاط القلب وتغير الضغط الشرياني.
2) انطلاقا من تحليل معطيات الوثيقة وضح أن الضغط الشرياني عامل بيولوجي ثابت.

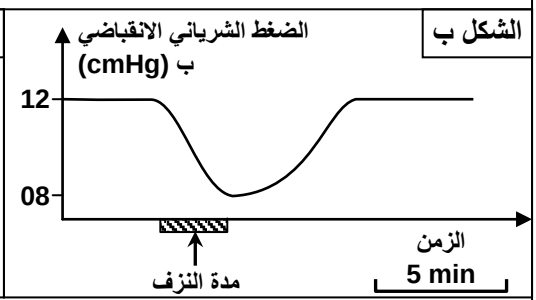
الشكل أ



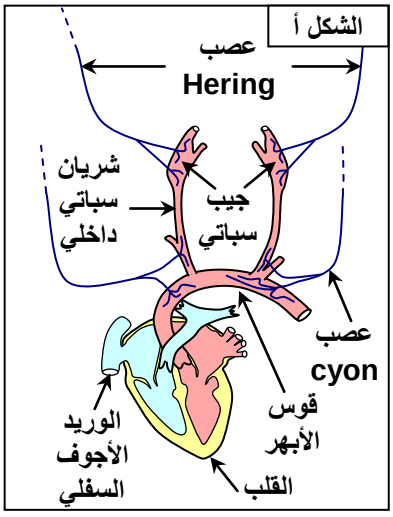
الشكل ج

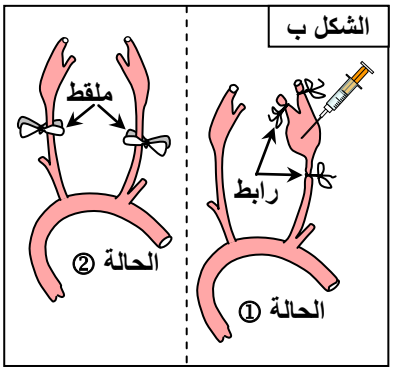


الشكل ب



الوثيقة 5: الكشف عن مستقبلات الضغط الشرياني





للكشف عن مناطق رصد تغيرات الضغط الشرياني نقوم بالتجارب التالية:
يعطي الشكل أ من الوثيقة رسم تخطيطي لتعصيب الشرايين المرتبطة بالقلب.

★ **التجربة 1:** عند قطع الأعصاب القلبية التي تربط القلب بالمراكز العصبية عند كلب ونجبره على الجري، يلاحظ انه يسقط منهكا خلال وقت وجيز ويبقى إيقاع قلبه ثابتا.

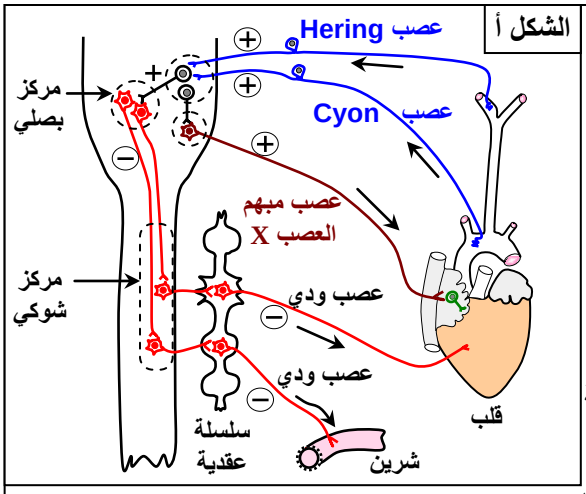
★ **التجربة 2:** بعد عزل الجيب السباتي عند حيوان بواسطة رابطات (الشكل ب) تم حقن سائل فيزيولوجي في المنطقة المعزولة للرفع من الضغط بداخلها، فلوحظ انخفاض في كل من التردد القلبي والضغط الشرياني في الجهاز الدوراني للحيوان.

★ **التجربة 3:** يؤدي ربط الشريانين السباتيين أسفل الجيب السباتي بواسطة ملقط (الشكل ب) إلى انخفاض الضغط في هذه المنطقة يترتب عليه تسارع في إيقاع القلب وارتفاع في الضغط الشرياني في الجهاز الدوراني للحيوان.

★ **التجربة 4:** تحتوي منطقة الجيب السباتي على نهايات عصبية تعصب الطبقة العضلية لجدار الشريان. يؤدي تهييج هذه الألياف العصبية إلى تبطيء تردد القلب. ويؤدي قطعها إلى تسريع تردد القلب. ولا ينتج عن تهييج الطرف المحيطي أي تأثير بينما يترتب على تهييج الطرف المركزي تبطيء لتردد القلب.

حلل المعطيات التجريبية وفسر دور الجيب السباتي واستنتج المعلومات التي تمكن من إبراز وجود مستقبلات الضغط في هذا الجيب السباتي.

الوثيقة 6: دور الانعكاسات العصبية في تنظيم الضغط الشرياني



للقلب تعصيب مزدوج ينتمي للجهاز العصبي الاعاشي Végétatif الشكل أ (= تسمى ذاتية وتوجد خارج الجهاز العصبي المركزي):

- ألياف عصبية لا ودية Parasympathique تتمركز أجسامها الخلوية بالبصلة السيسائية Bulbe rachidien. (عصب مبهم)
- ألياف عصبية ودية Orthosympathique تتمركز أجسامها الخلوية بعقد نجمية ترتبط بالمركز النخاعي.

للكشف عن دور هذه المراكز والأعصاب الودية والأعصاب اللاودية في تنظيم الضغط الشرياني نقترح التجارب التالية:

★ تحديد دور المراكز العصبية والأعصاب في تنظيم الضغط الشرياني:

البنية	نتائج تهييجها	نتائج تخريبها أو قطعها
البصلة السيسائية البطنية	**- انخفاض تردد القلب. - توسيع الشرايين. - انخفاض الضغط الشرياني.**	**- ارتفاع تردد القلب. - ارتفاع الضغط الشرياني.**
البصلة السيسائية الجانبية والنخاع الشوكي	**- ارتفاع تردد القلب. - تضيق الشرايين. - ارتفاع الضغط الشرياني.**	**- انخفاض تردد القلب. - انخفاض الضغط الشرياني.**
اللاودي: العصب X.	**- انخفاض تردد القلب. - انخفاض الضغط الشرياني.**	**- ارتفاع تردد القلب. - ارتفاع الضغط الشرياني.**
الودي: العصب القلبي الودي المحرك	**- ارتفاع تردد القلب. - ارتفاع الضغط الشرياني.**	**- انخفاض تردد القلب. - انخفاض الضغط الشرياني.**

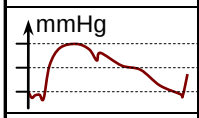
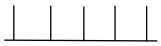
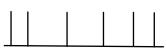
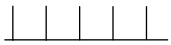
1) حلل المعطيات التجريبية واستنتج المراكز العصبية والأعصاب المتدخلة في تنظيم الضغط الشرياني مبينا دورها.

★ النشاط العصبي للألياف العصبية المرتبطة بالقلب وعلاقتها بنشاط القلب والأوعية الدموية.

نقوم بتسجيل السيالات العصبية في الألياف العصبية المرتبطة بالقلب والأوعية الدموية عند حيوان ثديي، اثر تغيرات الضغط الشرياني، كما نحدد تغيرات تردد القلب ومقاومة الأوعية الدموية.
النتائج مدونة على الجدول أمامه:

2) بين كيف تؤثر تغيرات الضغط الشرياني على نشاط مختلف المسالك العصبية.

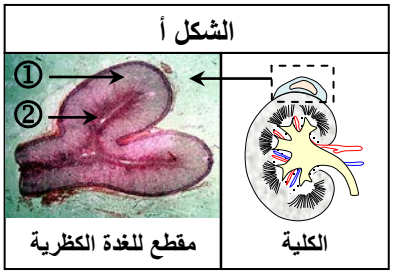
3) بالاعتماد على كل المعطيات السابقة وضح كيف يتدخل الجهاز العصبي في تنظيم الضغط الشرياني.

	ضغط منخفض	ضغط عادي	ضغط مرتفع
الضغط الشرياني ب mmHg			
رسالة عصبية موردة نحو القلب (العصب المبهم)			
رسالة عصبية موردة نحو القلب (العصب الودي)			
تردد القلب (bat/min)			
رسالة عصبية متجهة نحو الأوعية الدموية (العصب الودي)			
مقاومة الأوعية الدموية			

الوثيقة 7: دور الكاتيكولامينات في تنظيم الضغط الشرياني

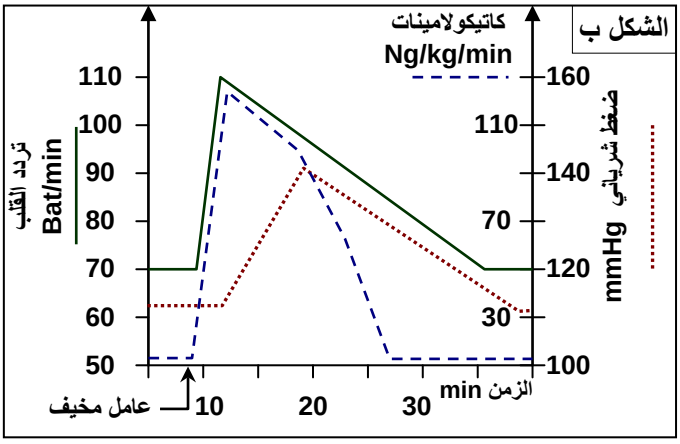
الأدرينالين adrénaline والنورادرينالين noradrénaline هرمونين ينتميان إلى مجموعة الكاتيكولامينات catécholamines، يفرزهما لب الغدة الكظرية في الدم، تحت تأثير الجهاز العصبي الودي.

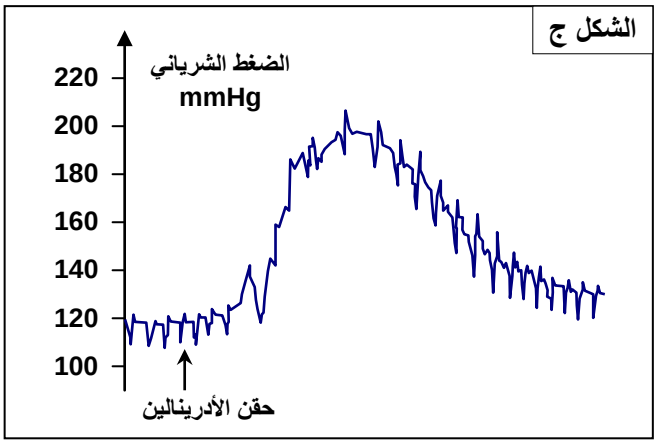
★ يعطي الشكل أ رسم تخطيطي لمقطع للغدة الكظرية الموجودة فوق الكلية.
وتتكون من جزء خارجي (①) يسمى قشرة الكظر Corticosurrénale، وجزء مركزي (②) يدعى لب الكظر Medullosurrénale



★ بينت تجارب أنجزت على حيوانات أن الانفعال يحدث ارتفاعا مفاجئا لإفراز مادة الأدرينالين من لدن غدة لب الكظر. ويبين الشكل ب من الوثيقة تسجيلات تردد القلب والضغط الشرياني وكمية الكاتيكولامينات البلازمية عند الإنسان في حالة الانفعال.

★ بعد حقن الأدرينالين أو النورادرينالين لكلب سليم، نتتبع تغيرات الضغط الشرياني. النتائج المحصل عليها ممثلة على الشكل ج من الوثيقة.





انطلاقا من تحليل معطيات الوثيقة حدد تأثير الكاتيكولامينات (الأدرينالين مثلا) على نشاط القلب، والية تدخلها في تنظيم الضغط الشرياني.

الوثيقة 8: دور نظام الرينين - أنجيوتانسين في تنظيم الضغط الشرياني

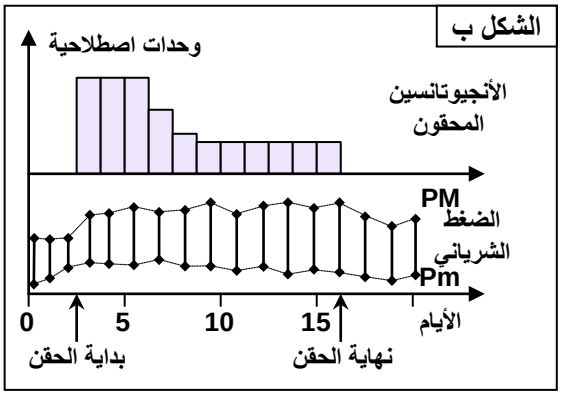
★ لوحظ عند شخص مصاب بفرط الضغط الشرياني انغلاق جزئي للشريان الكلوي الأيسر نتج عنه انخفاض كبير للضغط الدموي في الكلية اليسرى مصحوب بارتفاع مهم للضغط في الكلية اليمنى. يبين الجدول أمامه قياس تركيز الرينين (أنزيم تفرزه الكلية) في الدم الداخل والدم الخارج من كل كلية.

الشكل أ

تركيز الرينين في البلازما ب UA			
شخص شاهد	شخص مريض		
	كلية يسرى	كلية يمنى	
4	6	6	شريان كلوي (دم داخل)
5	12	6	وريد كلوي (دم خارج)

★ الأنجيوتانسين Angiotensine بروتين يفرز من طرف بعض الخلايا الكبدية على شكل بشير خامل يدعى الأنجيوتانسينوجين. يوجد هذا الأخير في البلازما بصفة دائمة، ولا يتحول إلى هرمون نشيط إلا بتواجد أنزيم الرينين Rénine المفرز من طرف الكليتين. خضع شخص عادي لتروية مطولة (عدة أيام) بالأنجيوتانسين، وتم عنده تتبع تغير قيمة الضغط الشرياني، ويلخص الشكل ب من الوثيقة النتائج المحصل عليها.

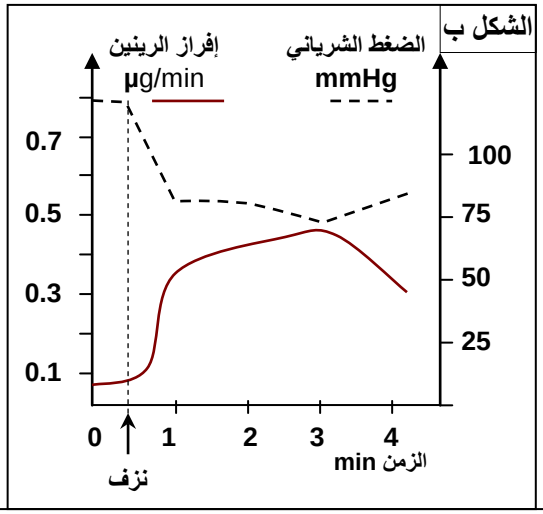
الشكل ب



1) حلل هذه الملاحظات السريرية، والمعطيات التجريبية واستنتج الآلية المتحكمة في إفراز الرينين وعلاقة هذا الأخير بتنظيم الضغط الشرياني.

بعد استئصال الغدتين الكظريتين وإحدى كليتي كلب، وقطع الأعصاب المرتبطة بالكلية المتبقية، تم تتبع كل من كمية الرينين المفرزة من طرف الكلية المتبقية، وتغير الضغط الشرياني داخلها حسب الزمن قبل وبعد خضوع هذا الكلب لنزف دموي. يمثل مبيان الشكل ج من الوثيقة النتائج المحصل عليها.

الشكل ب



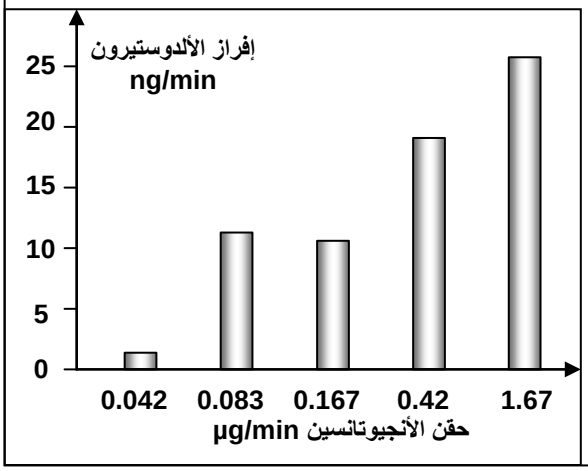
2) انطلاقا من تحليل هذه المعطيات التجريبية حدد العامل المسؤول عن تنظيم إفراز الرينين من طرف الكلية.

الوثيقة 9: دور هرمون الألدوستيرون في تنظيم الضغط الشرياني

★ ينتج عن ورم في الغدة الكظرية فرط في الضغط الشرياني بسبب احتفاظ الجسم بكميات كبيرة من Na^+، وبالتالي الاحتفاظ بالماء، في حين يؤدي ضمور هذه الغدة، عند بعض المرضى، إلى انخفاض الضغط الشرياني الناتج عن طرح كميات كبيرة من Na^+ في البول، وبالتالي فقدان كميات مهمة من الماء.

★ يؤدي حقن حيوان مستأصل الغدة الكظرية بمستخلصات قشرة الكظر إلى انخفاض كبير في طرح Na^+ في البول، وقد بينت التحاليل أن المادة النشيطة في المستخلصات هي هرمون الألدوستيرون Aldostérone.

★ لوحظ عند حيوان ثديي خضع لنظام غذائي بدون Na^+ فرط في إفراز الألدوستيرون، وبالمقابل يسبب النظام الغذائي الغني بملح الطعام انخفاض في إفراز هذا الهرمون.

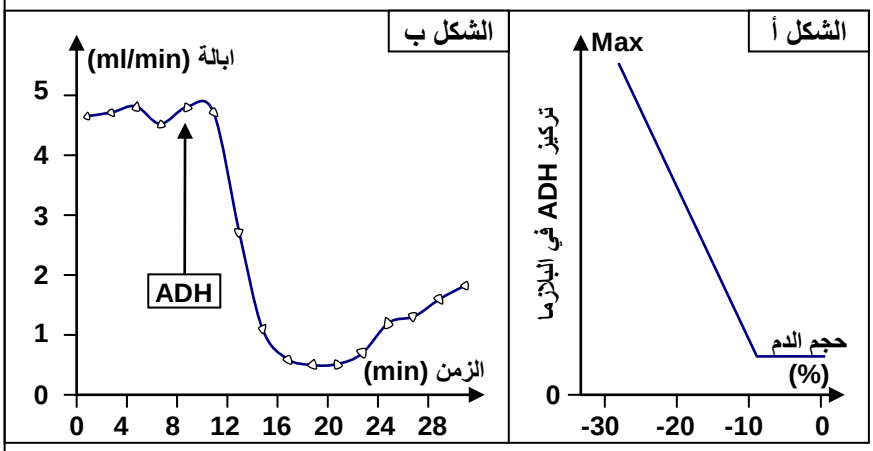


★ عند تروية الغدة الكظرية بمحاليل ذات تركيز ضعيف أو كبير ل NaCl لا يلاحظ أي تغيير في إفراز الألدوستيرون. وعند تروية الشرين المورد للكبيبة بمحلول NaCl المخفف يسيب إفراز الرينين المتبوع بإفراز الألدوستيرون.

★ نتتبع عند كلب مستأصل الكليتين تغير إفراز الالدوستيرون من طرف قشرة الغدة الكظرية بعد حقن الأنجيوتانسين. يمثل المبيان أمامه النتائج المحصل عليها.

حلل المعطيات السريرية والتجريبية واستنتج آلية إفراز ودور الألدوستيرون في تنظيم الضغط الشرياني.

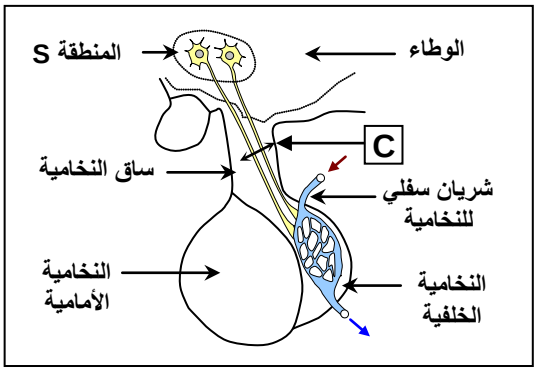
الوثيقة 9: دور هرمون ADH (Anti-Diuritic-Hormon) في تنظيم الضغط الشرياني



★ قصد الكشف عن دور هرمون ADH (هرمون مضاد الابالة Antidiuritique) في تنظيم الضغط الشرياني، أجري عند كلب قياس كل من تركيز ADH وحجم البول المطروح، ويبين الشكلان أ وب النتائج المحصل عليها.

- الشكل أ: تغير تركيز هرمون ADH في الدم بدلالة تغير نسبة حجم الدم.
- الشكل ب: تغير الابالة على اثر الحقن الضموريدي بهرمون ADH.

★ قصد الكشف عن مصدر هرمون ADH وعن مراحل تدخله في تنظيم الضغط الشرياني، تم عند الكلب، القيام بالتجارب الممثلة في الجدول التالي:



التجربة	النتائج
اهاجة المنطقة S من الوطاء (مركز اندماجي)	**- انخفاض طرح البول.** **- ارتفاع نسبة ADH في الدم الوريدي للنخامية.**
قطع الألياف في مستوى C ثم تهييج المنطقة S	**- ارتفاع طرح البول.** **- انعدام ADH في الدم الوريدي للنخامية.**
استئصال النخامية الخلفية	**- ارتفاع حجم البول المطروح**
عزل الكلية وحقنها بمستخلصات النخامية الخلفية	**- نقص في حجم البول المطروح.**

انطلاقا من تحليلك لمعطيات الوثيقة:

- أبرز العلاقة الموجودة بين تركيز ADH وتغير حجم الدم. ثم حدد تأثير حقن ADH على حجم البول المطروح.
- حدد مصدر ADH والبنيات الشراحية المتدخلة في تنظيم حجم البول المطروح.
- استنتج دور ADH في تنظيم الضغط الشرياني.