الفصل الثاني: تنظيم الضغط الشرياني والحفاظ على التوازن المائي المعدني

مقدمة: يعد الضغط الشرياني La pression artérielle إحدى الثوابت البيولوجية القابلة للتنظيم عندما يتغير تحت تأثير مجموعة من العوامل. ففي الحالة العادية تتأرجح قيمته بين 9 cmHg و16 cmHg.
وتعتبر قيمة الضغط التنافذي للبلازما ثابتة فيزيولوجية ضرورية لضمان عمل الخلايا في ظروف عادية. وهي دالة على التوازن المائي المعدني للوسط الداخلي.

- **فما هي الآليات المسؤولة عن تنظيم الضغط الشرياني؟**
- **وكيف يتم الحفاظ على التوازن المائي المعدني للجسم؟**

I – الضغط الشرياني عامل بيولوجي ثابت

① قياس الضغط الشرياني

أ – القياس المباشر للضغط الشرياني

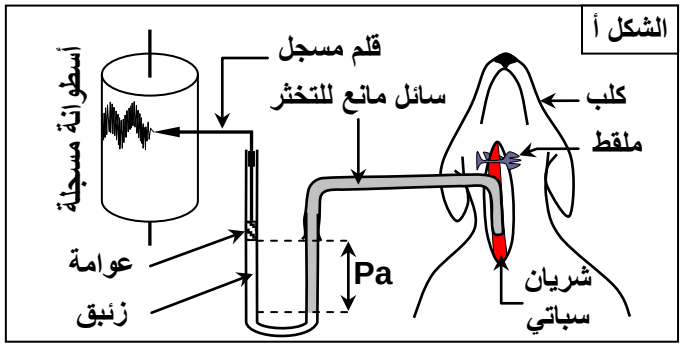
a – معطيات تجريبية: أنظر الوثيقة 1

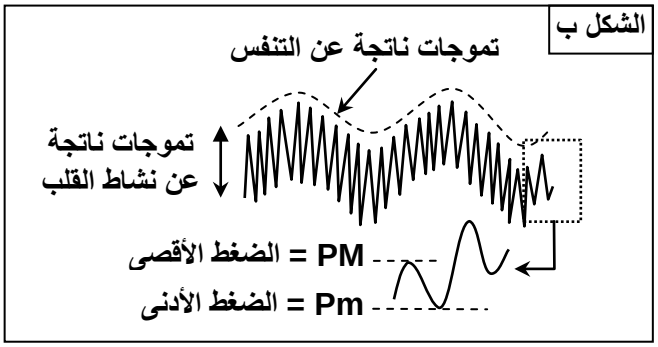
الوثيقة 1: القياس المباشر للضغط الشرياني La pression artérielle

★ 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؟

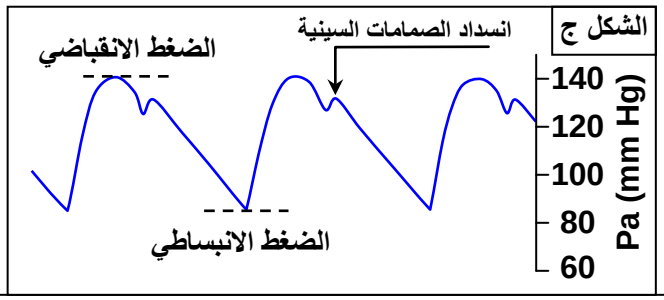
★ يبين الشكل أ طريقة القياس المباشر للضغط الشرياني عند الكلب، والشكل ب نتائج هذا القياس المباشر.





★ 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 و ج فسر تغيرات الضغط الشرياني الملاحظة.



b – تحليل واستنتاج

1) لقد لاحظ S.Hales أن الدم يرتفع في الأنبوب إلى مستوى 2.7m. نستنتج من هذه الملاحظة أن الدم يدور في الشرايين تحت ضغط معين، يفوق قيمة الضغط الجوي ويسمى الضغط الشرياني Pa.

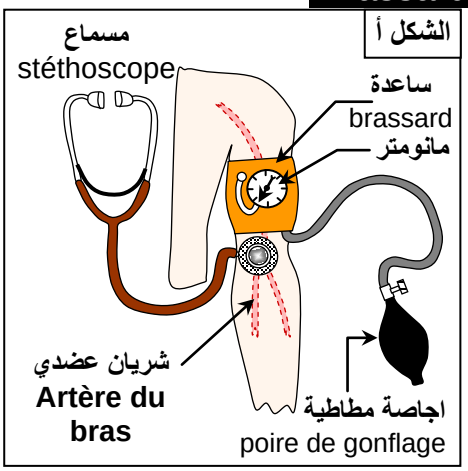
2) يمكن قياس الضغط الشرياني مباشرة على مستوى الشرايين:

- ✓ **عند الكلب:** نلاحظ أن الضغط الشرياني المسجل يتأرجح بين قيمتين، قيمة دنيا (Pm) وقيمة قصوى (PM). وتتأثر هذه القيم جزئيا بالنشاط القلبي وبعملية التنفس.
- ✓ **عند الإنسان:** الضغط الشرياني كذلك يتأرجح بين قيمتين، قيمة دنيا (Pm) تمثل الضغط الانبساطي La pression diastolique وهي القيمة القصوى للضغط على مستوى الأبهر الناتج عن انقباض البطين الأيسر. وقيمة قصوى (PM) تمثل الضغط الانقباضي La pression systolique وهي القيمة الدنيا للضغط الشرياني في الأبهر الناتج عن الانبساط العام للقلب.

ب – القياس غير المباشر للضغط الشرياني

a – استعمال الساعدة المطاطية: أنظر الوثيقة 2

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

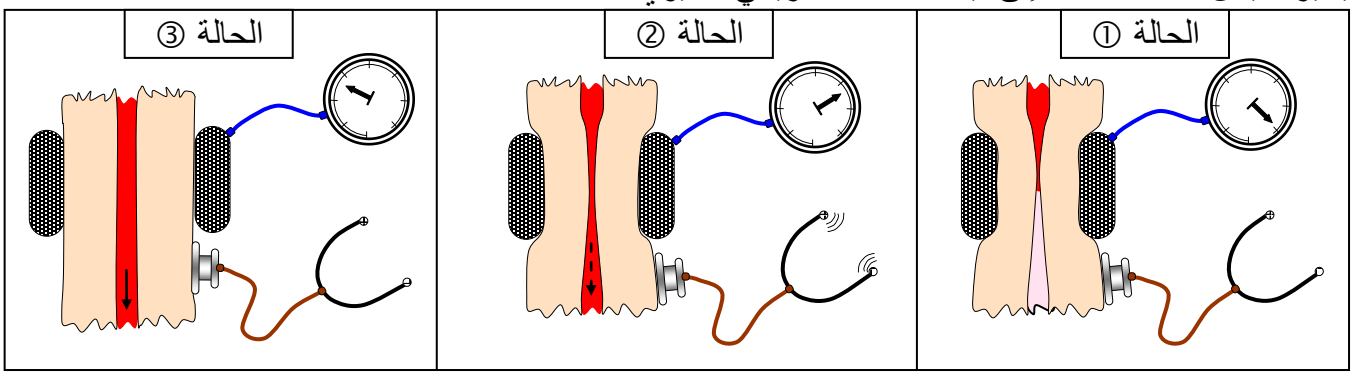


عند الإنسان يتم القياس غير المباشر للضغط الشرياني على مستوى الشريان العضدي بواسطة الساعدة والمسماع (الشكل أ). ويتم ذلك في ثلاث مراحل:

★ 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.



اعتمادا على معطيات الوثيقة صف قياس الضغط الشرياني بواسطة الساعدة والمسماع، مع تفسير نتائج كل مرحلة.
أنجز المناولة على أحد التلاميذ واستنتج مجال تغير الضغط الشرياني عنده.

b – تحليل وتفسير:

★ في المرحلة ① بعد نفخ الساعدة يكون الضغط الموجه من الخارج على الشريان بواسطة الاجاصة أكبر من الضغط الشرياني الأقصى، الشيء الذي يفسر توقف دوران الدم بهذا الشريان واختفاء الأصوات المصاحبة له.

★ في المرحلة ② عند إفراغ الساعدة وفي اللحظة التي تظهر فيها الأصوات من جديد نتيجة جريان الدم من جديد، فهذا يعني أن الضغط الشرياني قارب الضغط الموجه من الخارج. حينئذ نسجل الضغط الشرياني القصوي.

★ في المرحلة ③ عند الاستمرار في إفراغ الساعدة، تختفي الأصوات رغم استمرار تدفق الدم. هذا يعني أصبح الضغط الشرياني تحت أدنى قيمة للضغط الخارجي. حينئذ نسجل قيمة الضغط الدنيا.

c – خلاصة:

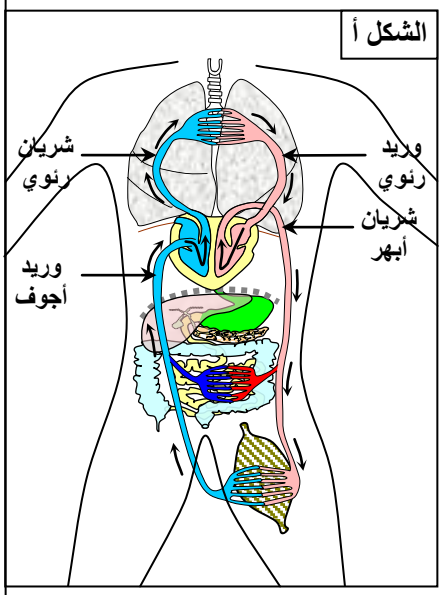
يبين القياس غير المباشر للضغط الشرياني أن قيمته تتأرجح بانتظام بين قيمة دنيا (Pm = 9cmHg) وقيمة قصوى (PM=16cmHg). إلا أن هذه القيم تتأثر بشكل طفيف بمجموعة من العوامل، وسرعان ما تصحح مما يدل على أن الضغط الشرياني عامل بيولوجي ثابت يخضع باستمرار لآلية تعمل على تنظيمه.

② تغيرات الضغط الشرياني

أ – بعض العوامل المؤثرة على الضغط الشرياني:

a – وثائق للاستثمار: أنظر الوثيقة 3

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.

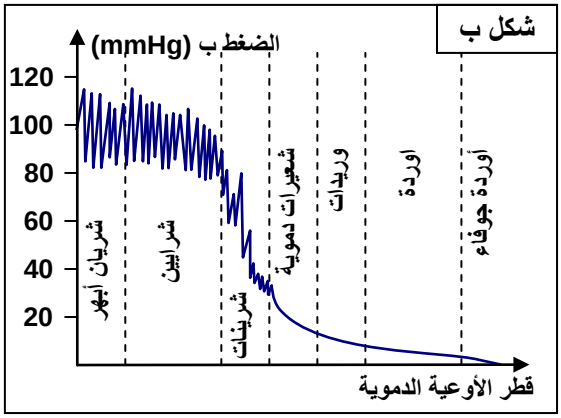
★ الشكل ب: تمثيل للضغط الشرياني في مختلف الأوعية الدموية للدورة العامة.

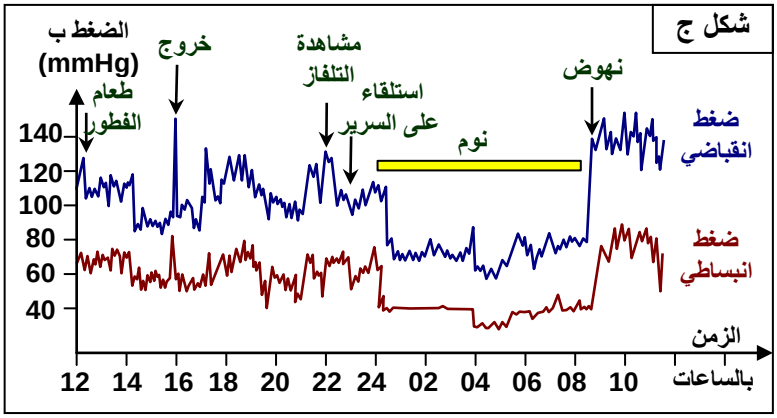
★ يعطي الجدول التالي القيم العادية للضغط الشرياني عند الإنسان حسب العمر:

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.





b – تحليل واستنتاج:

★ إن الدم يدور في الأوعية الدموية تحت ضغط معين. ينطلق الدم دوريا من القلب ليعود إليه بعد مروره في الشرايين والشرينات والشعيرات الدموية والوريدات والأوردة، وتتكرر هذه الدورة (الكبرى والصغرى) بدون توقف وفي نفس الاتجاه.

★ كلما ابتعدنا عن القلب انخفضت قيمة الضغط الشرياني وذلك حسب طبيعة الأوعية الدموية (شرايين، شرينات، ...).

★ تتغير القيم القصوى والدنيا للضغط الشرياني عند الإنسان حسب الفئات العمرية، إذ ترتفع مع زيادة العمر.

★ تتغير قيمة الضغط الشرياني القصوى والدنيا عند الإنسان بالتوازي حسب الأنشطة اليومية، والانفعالات التي يتعرض لها. وأدنى قيمة للضغط تكون خلال النوم حيث يبذل أقل مجهود.

نستنتج من هذا التحليل أن تغيرات الضغط الشرياني ترتبط بعدة عوامل منها ما يرتبط ببنية وطبيعة الأوعية الدموية، ومنها ما يرتبط بنشاط القلب. فما العلاقة بين تغيرات الضغط الشرياني ونشاط القلب؟

ب – العلاقة بين الضغط الشرياني ونشاط القلب

a – وثائق للاستثمار: أنظر الوثيقة 4

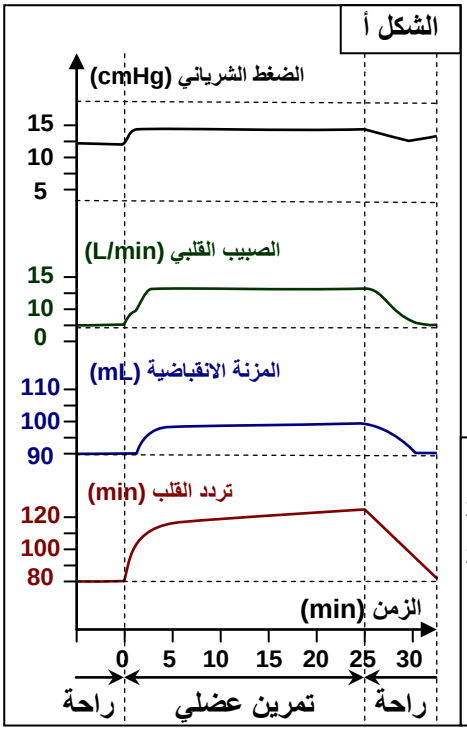
الوثيقة 4: العلاقة بين الضغط الشرياني ونشاط القلب

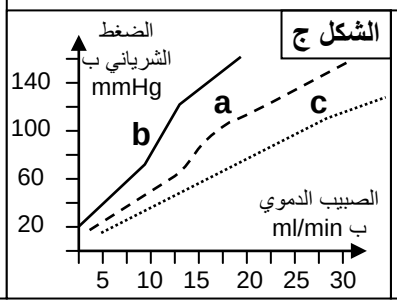
★ نسجل بانتظام عند شخص تردد القلب FC وصبيب القلب Q (حجم الدم الذي يمر من القلب خلال دقيقة واحدة)، والمزنة الانقباضية Vs (حجم الدم المدفوع من قبل البطين في كل انقباض)، والضغط الشرياني PA. وذلك في حالة راحة متبوعة بتمرين عضلي ذو شدة معتدلة وثابتة خلال عدة دقائق، والعودة لحالة الراحة.
تحول النتائج المحصلة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

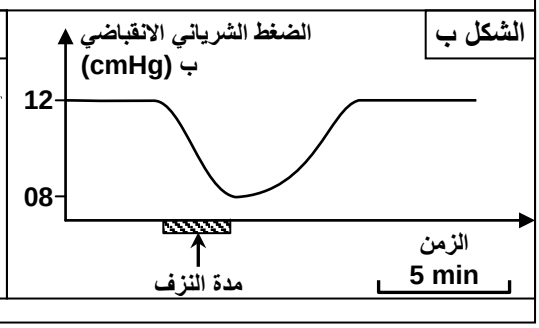
★ يعطي الشكل ب تغيرات متوسط الضغط الشرياني اثر نزف دموي.

★ 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.







b – تحليل واستنتاج:

1) تحليل الوثائق:

★ الشكل أ: في حالة الراحة كل القيم المقاسة (FC، Vs، Q، وPA) تبقى ثابتة. مع بداية التمرين العضلي نلاحظ ارتفاعا في كل من التردد القلبي والمزنة الانقباضية والصبيب الدموي والضغط الشرياني، فتبقى ثابتة في قيمة قصوية طيلة مدة التمرين العضلي. مباشرة بعد نهاية التمرين تعود تدريجيا جميع العوامل إلى قيمها الأصلية.

★ الشكل ب: يؤدي النزيف مباشرة إلى انخفاض الضغط الشرياني، وبمجرد توقف النزيف يعود الضغط الشرياني إلى قيمته الأصلية.

★ الشكل ج: يؤدي تضيق العروق الدموية إلى ارتفاع مقاومتها لجريان الدم ومن تم ارتفاع الضغط الشرياني. في حين يؤدي تمددها إلى انخفاض المقاومة وبالتالي انخفاض الضغط الشرياني.

يتبين من هذه الملاحظات أن كل تغير في نشاط القلب ينتج عنه تغير في الضغط الشرياني. فارتفاع تردد القلب ينتج عنه ارتفاع المزنة الانقباضية وبالتالي ارتفاع صبيب القلب، الشيء الذي يؤدي إلى ارتفاع الضغط الشرياني. والعكس صحيح فانخفاض الصبيب القلبي ينتج عنه انخفاض الضغط الشرياني.

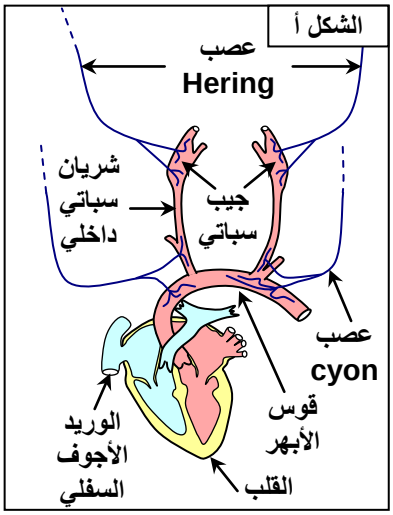
2) يتبين من هذه الملاحظات أن الضغط الشرياني يعود إلى قيمته الأصلية عند توقف كل العوامل المؤثرة عليه كالنشاط العضلي أو النزف أو الانفعال. وهكذا يمكن القول أن الضغط الشرياني عامل بيولوجي ثابت.

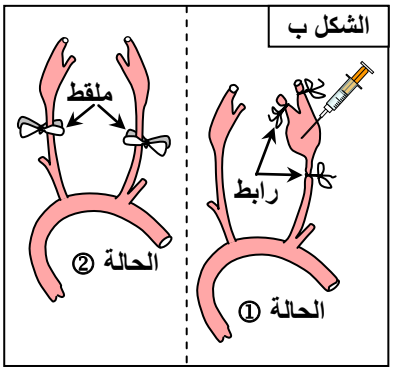
③ دور الجهاز العصبي في تنظيم الضغط الشرياني

أ – الكشف عن مستقبلات الضغط الشرياني:

a – تجارب Hering (1924): أنظر الوثيقة 5

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.

b – تحليل واستنتاج:

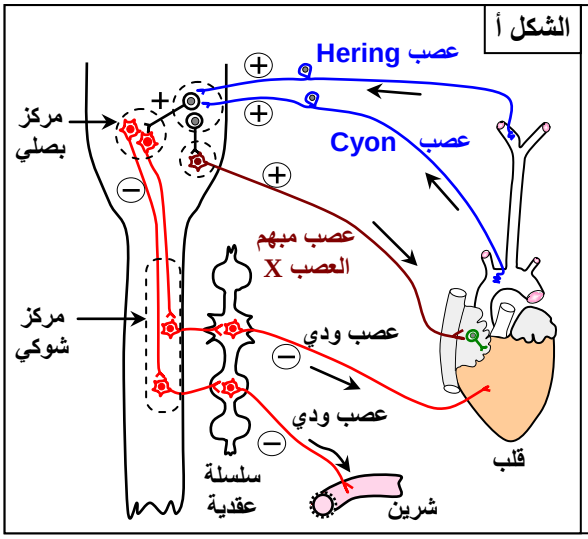
★ من خلال معطيات التجربة 1 يتبين أن الجهاز العصبي يتدخل في نشاط القلب ومن تم في تنظيم الضغط الشرياني.

★ من خلال معطيات التجربة 2 و3 و4 يتبين أن الجيب السباتي يحتوي على مستقبلات حساسة لتغيرات الضغط تسمى مستقبلات الضغط Les barorécepteurs، حيث انه كل ارتفاع في الضغط على مستوى الجيب السباتي يؤدي إلى انخفاض التردد القلبي وبالتالي انخفاض الضغط الشرياني وعودته إلى قيمته الأصلية، والعكس صحيح عند انخفاض الضغط على مستوى الجيب السباتي.
مستقبلات الضغط هذه هي عبارة عن نهايات عصبية تنتمي لأعصاب حسية هي عصبا Hering في مستوى الجيبين السباتيين، وعصبا Cyon في مستوى قوس الأبهر.

ب – دور الانعكاسات العصبية في تنظيم الضغط الشرياني:

a – ملاحظات وتجارب: أنظر الوثيقة 6

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:
(أنظر الصفحة الموالية)

★ 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:

الضغط الشرياني ب mmHg	ضغط منخفض	ضغط عادي	ضغط مرتفع
			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	↗	→	↘

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

3) بالاعتماد على كل ما سبق وضح كيف يتدخل الجهاز العصبي في تنظيم الضغط الشرياني.

b – تحليل واستنتاج:

1) نستنتج من تحليل المعطيات التجريبية أن هناك مركزين عصبيين يتحكمان في نشاط القلب وبالتالي الضغط الشرياني:
- مركز بصلي مبطئ للقلب اي مخفض للضغط الشرياني.
- مركز بصلي جانبي ومركز شوكي مسرع للقلب ومضيق للأوعية الدموية اي رافع للضغط الشرياني.

ويؤثر هذان المركزان العصبيان على نشاط القلب والأوعية الدموية بواسطة عصبات حركية تنطلق منهما لتعصب القلب وهي نوعان:
- ألياف العصب اللاودي (العصب الرئوي المعدي أو العصب X Nerf vague = Nerf pneumogastrique)، تتمركز أجسامها الخلوية بمركز البصلة السيسائية القلبي وتنقل سيالات عصبية كابحة لنشاط القلب.
- ألياف العصب الودي، تتمركز جل أجسامها الخلوية بالعقد النجمية وتنقل سيالات عصبية منبثقة من المركز النخاعي، منبهة لنشاط القلب ورافعة لمقاومة الأوعية الدموية.

2) يتبين من المعطيات التجريبية أن نشاط القلب يتغير مع تغير الضغط الشرياني:
- في حالة ارتفاع الضغط الشرياني يرتفع تردد جهود العمل على مستوى العصب المبهم بينما ينخفض هذا التردد على مستوى العصب الودي. كما ينخفض تردد القلب ومقاومة الأوعية الدموية.
- في حالة انخفاض الضغط الشرياني ينخفض تردد جهود العمل على مستوى العصب المبهم بينما يرتفع هذا التردد على مستوى العصب الودي. كما يرتفع تردد القلب ومقاومة الأوعية الدموية.

3) انطلاقا من المعطيات السابقة يمكن القول أن تنظيم الضغط الشرياني هو عبارة عن فعل انعكاسي يتم بواسطة آليات لا إرادية سريعة، ويتم كما يلي:

- في حالة ارتفاع الضغط الشرياني يتم تهييج مستقبلات الضغط على مستوى الجيب السباتي وقوس الأبهر، لتصل سيالة عصبية حسية عبر أعصاب Hering وCyon إلى المركز البصلي المبطئ للقلب. يتم من جهة كبح المركز النخاعي المسرع للقلب والمضيق للشرايين، ومن جهة أخرى تنبعث سيالة عصبية نابذة عبر العصب المبهم نحو القلب لتخفض من نشاطه. وكنتيجة لهذا ينخفض التردد القلبي وتتوسع العروق الدموية ومن تم انخفاض الضغط الشرياني ليعود إلى قيمته الأصلية.

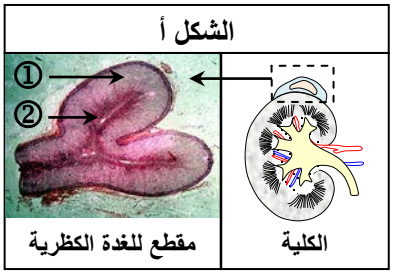
- في حالة انخفاض الضغط الشرياني لا يتم تهييج مستقبلات الضغط على مستوى الجيب السباتي وقوس الأبهر، ومن تم توقف نشاط أعصاب Hering وCyon، فيرفع الكبح عن المركز النخاعي المسرع للقلب والمضيق للشرايين، وتنبعث سيالة عصبية نابذة عبر الألياف العصبية الودية القلبية نحو القلب لترفع من نشاطه، وعبر الألياف العصبية الودية الشريانية نحو العروق الدموية لتضيقها. وكنتيجة لهذا يرتفع التردد القلبي وتتضيق العروق الدموية ومن تم ارتفاع الضغط الشرياني ليعود إلى قيمته الأصلية.

③ دور الهرمونات في تنظيم الضغط الشرياني

أ – التنظيم السريع للضغط الشرياني بواسطة الكاتيكولامينات: Catécholamine

a – وثائق ومعطيات للاستثمار: أنظر الوثيقة 7

الوثيقة 7: دور الكاتيكولامينات في تنظيم الضغط الشرياني

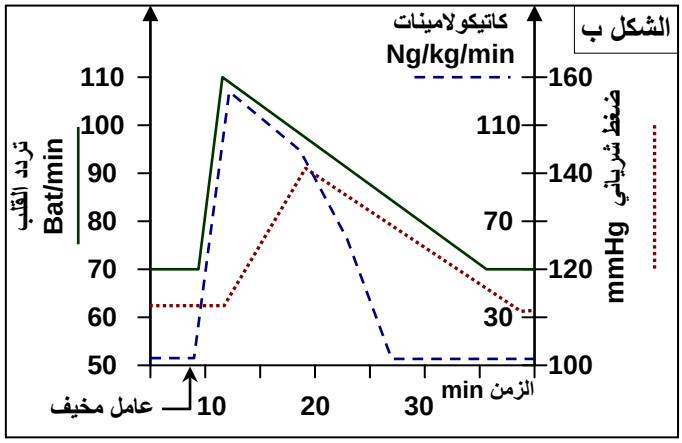


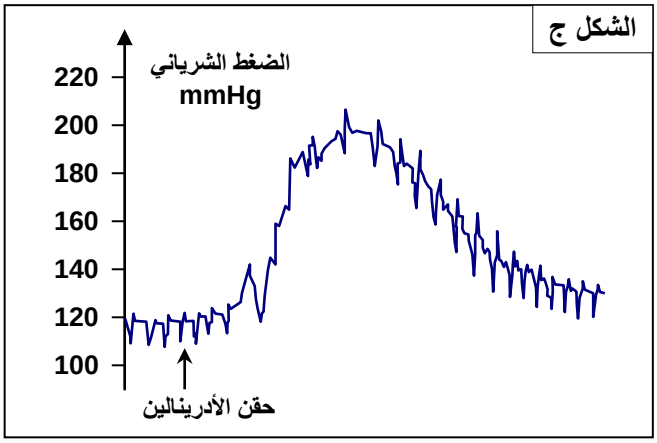
الأدرينالين adrénaline والنورادرينالين noradrénaline هرمونين ينتميان إلى مجموعة الكاتيكولامينات catécholamines، يفرزهما لب الغدة الكظرية في الدم، تحت تأثير الجهاز العصبي الودي.

★ 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 (الخوف مثلا).

★ 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.

b – تحليل واستنتاج:

★ في حالة الانفعال كالخوف مثلا يلاحظ ارتفاع سريع في تردد القلب، يصاحبه ارتفاع إفراز الأدرينالين من طرف لب الكظر، ثم بعد فترة زمنية قصيرة يرتفع الضغط الشرياني. تصحح هذه الاضطرابات بعد عدة دقائق.

★ عند حقن الأدرينالين لكلب سليم يلاحظ ارتفاع مفاجئ للضغط الشرياني. وبعد مدة زمنية يصحح هذا الارتفاع.

يتبين من هذه المعطيات أن الكاتيكولامينات هي هرمونات مفرطة للضغط الشرياني إذ أنها تسرع القلب وبالتالي تؤثر على الصبيب القلبي، وتضيق الشرايين وبالتالي تؤثر على مقاومة جريان الدم.

ب – التنظيم المتوسط المدى للضغط الشرياني بواسطة الرينين - الأنجيوتانسين:

a – وثائق ومعطيات للاستثمار: أنظر الوثيقة 8

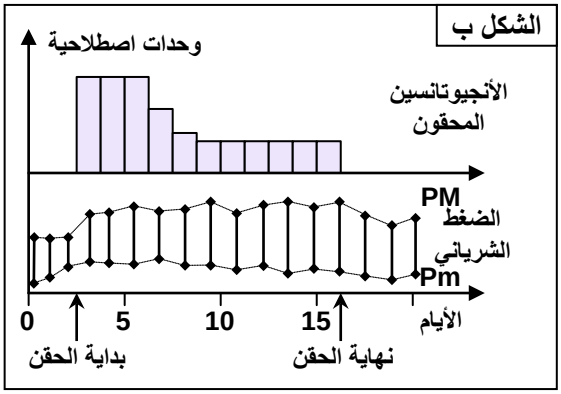
الوثيقة 8: دور نظام الرينين - أنجيوتانسين في تنظيم الضغط الشرياني

★ 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 مريض		شخص شاهد
	كلية يمنى	كلية يسرى	
شريان كلوي (دم داخل)	6	6	4
وريد كلوي (دم خارج)	6	12	5

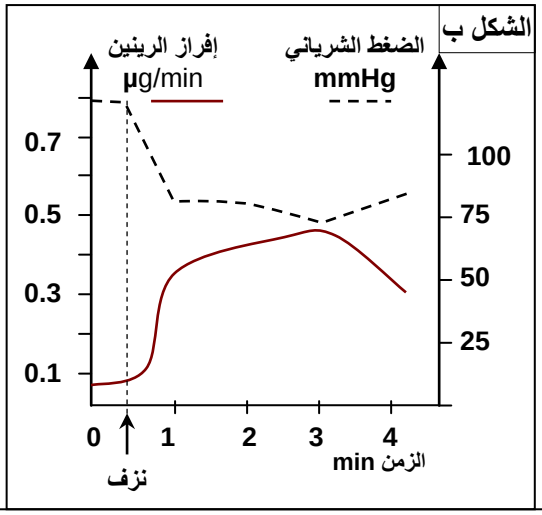
الشكل ب



★ 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.

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

الشكل ب



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.

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

b – تحليل واستنتاج:

1) يتبين من معطيات الشكل أ أن انخفاض الضغط في الشرينات الكلوية يحرض الكلية على إفراز الرينين في الدم، الشيء الذي يؤدي إلى ارتفاع الضغط الشرياني.
يتبين من معطيات الشكل ب أن حقن الأنجيوتانسين يؤدي إلى رفع قيمة الضغط الشرياني سواء منها القيمة الدنيا أو القصوى. وقد بينت الدراسات أن الأنجيوتانسين يسرع القلب ويضيق الشرايين وبذلك يرفع الضغط الشرياني.
نستخلص من هذه الملاحظات أن انخفاض الضغط الشرياني على مستوى الكلية يؤدي إلى إفراز الرينين في الدم حيث يقوم بتحويل الأنجيوتانسينوجين المفرز من قبل الكبد إلى أنجيوتانسين، هذا الأخير يعمل على زيادة ضغط الشرياني.

2) يؤدي النزف إلى نقصان حجم الدم، فيصل الدم إلى الكليتين بضغط منخفض، يمثل هذا الضغط المنخفض منبها للكليتين فتفرزان أنزيم الرينين. نستنتج من هذا أن العامل المسؤول عن تنظيم إفراز الرينين هو تغير الضغط الشرياني على مستوى الشرينات الكلوية. وقد بينت دراسات أخرى أن ارتفاع تركيز Na^+ في البلازما أو ارتفاع الضغط الشرياني يحفز الكليتين على إفراز أنزيم الرينين.

ج – التنظيم الطويل المدى للضغط الشرياني:

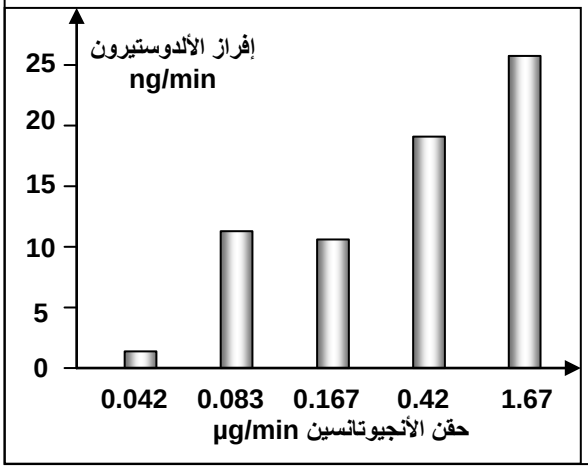
a – دور هرمون الألدوستيرون في تنظيم الضغط الشرياني: أنظر الوثيقة 9

الوثيقة 9: دور هرمون الألدوستيرون Aldostérone 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.

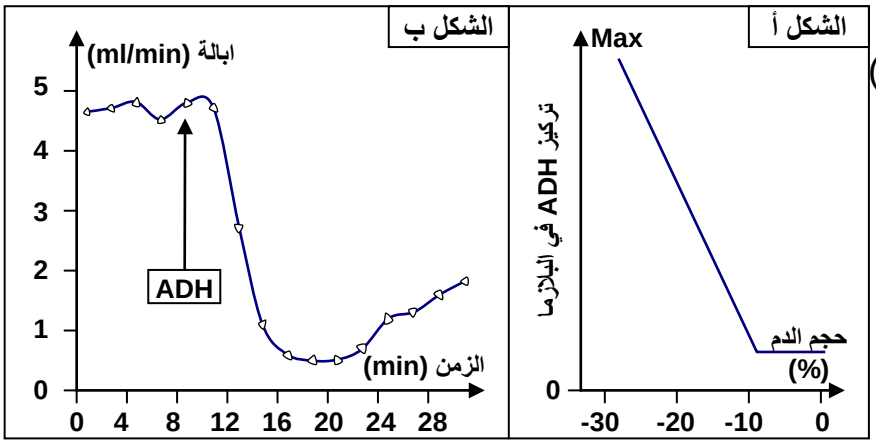
★ نتتبع عند كلب مستأصل الكليتين تغير إفراز الالدوستيرون من طرف قشرة الغدة الكظرية بعد حقن الأنجيوتانسين. يمثل المبيان أمامه النتائج المحصل عليها.

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

تتدخل القشرة الكظرية في تنظيم الضغط الشرياني عن طريق افراز هرمون الألدوستيرون، وهو الهرمون الذي يؤثر على الأنابيب الكلوية لاعادة امتصاص الصوديوم Na^+، ومن تم الاحتفاظ بالماء، مما يؤدي إلى زيادة حجم الدم، وبالتالي الزيادة في الضغط الشرياني.
ينشط وجود الأنجيوتانسين في الدم افراز الألدوستيرون.

b – دور هرمون ADH في تنظيم الضغط الشرياني أنظر الوثيقة 10

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

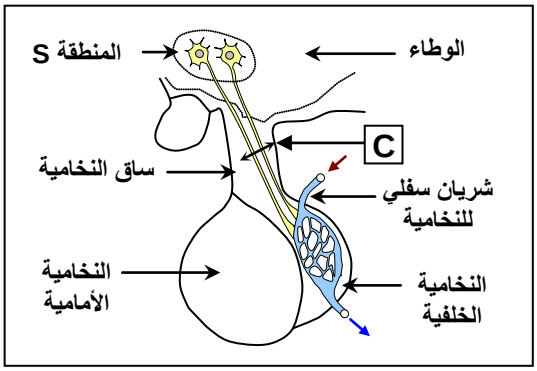


★ قصد الكشف عن دور هرمون ADH (هرمون مضاد الابالة Antidiuritique) في تنظيم الضغط الشرياني، أجري عند كلب قياس كل من تركيز ADH وحجم البول المطروح، ويبين الشكلان أ وب النتائج المحصل عليها.

- 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.

- تحفيز الغدة النخامية الخلفية لافراز فاسوبريسين (هرمون المضاد للابالة ADH) الذي يؤثر أيضا على الكليتين لاعادة امتصاص الماء، مما يؤدي إلى زيادة حجم الدم اي الصبيب الدموي،ويضيق الاوعية الدموية وبالتالي الزيادة في الضغط الشرياني.

معالجة ارتفاع الضغط الشرياني عن طريق كبح نظام الرينين ـ الأنجيوتانسين

4 ـ خلاصة:

يتم تنظيم الضغط الشرياني بواسطة أعضاء مختلفة بينها تواصل عصبي ـ هرموني أي اندماج الاليات العصبية والهرمونية.

تتدخل في البداية الاليات العصبية السريعة وفي حالة استمرار انخفاض الضغط تتدخل الاليات الهرمونية لتكمل عمل الجهاز العصبي.

تتدخل كل هذه الاليات اما بتسريع القلب او تضييق الأوعية الدموية او الزيادة في حجم الدم.