

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

بعض المواد التي تحتاج إليها خلايا الكبد في الإنسان والأسباب الموجبة لذلك:

الجلوكوز	مادة متفاعلة للتنفس مونمر لبناء الجلايكوجين
الأكسجين	ضروري للفسفرة التأكسدية
الأحماض الأمينية	مونمرات لبناء البروتينات، على سبيل المثال، إنزيمات خلايا الكبد، بروتينات غشائية، وبروتينات البلازما
الأحماض الدهنية	مادة متفاعلة للتنفس ضرورية لبناء الدهون الثلاثية والدهون المفسفرة
الفيتامينات	تخزنها خلايا الكبد تستخدم بعض الفيتامينات لتكوين NAD و FAD
الأيونات	الحفاظ على جهد الماء للسيتوبلازم
الماء	مكوّن رئيسي في السيتوبلازم مذيب للمواد في السيتوبلازم ضروري لتفاعلات التحلل المائي
أيونات الفوسفات	ضرورية لبناء ATP و DNA و RNA ضرورية لبناء الدهون المفسفرة

بعض الفضلات التي تنتجها خلايا الكبد:

ثاني أكسيد الكربون	ينتج من تفاعل نزع الكربوكسيل Decarboxylation
اليوريا	فضلات نيتروجينية تنتج من الأمونيا بعد نزع الأمين (المجموعة الأمينية) من الأحماض الأمينية الزائدة
بروتينات البلازما	نقل الأيونات للمساعدة في الحفاظ على جهد الماء للبلازما

الظروف التي يتم الحفاظ عليها في مستوياتها المثلى لخلايا الكبد لتعمل بكفاءة:

درجة الحرارة	الحفاظ عليها عند/ بالقرب من 37°C درجة حرارة الجسم هي درجة الحرارة المثلى للإنزيمات
جهد الماء للبيئة المحيطة/ للدم/ للسائل النسيجي	الحفاظ على التوازن الأسموزي لكي لا تمتص الخلايا الكثير من الماء وتتفجر أو تفقد الكثير من الماء وتجف
الرقم الهيدروجيني pH	الحفاظ عليه عند/ بالقرب من pH7 الحفاظ على pH السيتوبلازم عند الدرجة المثلى لـ pH الإنزيمات

العلوم ضمن سياقها: النوم العميق لدى الدب الأسود

فيما يأتي بعض المشكلات المرتبطة بصحة رواد الفضاء والحلول المقترحة والتي يمكن أن تطرح للمناقشة.

المشكلة	الحل
توفير الأكسجين	تستخدم الطاقة الشمسية لتحليل الكهربائي للماء إلى أكسجين وهيدروجين. يتم إطلاق الهيدروجين إلى الخارج
إزالة ثاني أكسيد الكربون	يمتص ثاني أكسيد الكربون بواسطة الزيوليت Zeolite، وهو معدن (فلز) يشبه الإسفنج. ويمر ثاني أكسيد الكربون من خلاله إلى الخارج عند تعريضه لفراغ الفضاء
إزالة البول	يعاد تدوير البول إلى ماء. يستخدم الماء المعاد تدويره للشرب ولإعادة تركيب الغذاء وللغسيل
إزالة البراز	يعاد تدوير البراز إلى طعام لرواد الفضاء باستخدام الهضم اللاهوائي من الكائنات الحية الدقيقة (ليس عملياً تخزين البراز لإعادته إلى الأرض)
توفير ما يكفي من الطعام /الغذاء للرحلات الخارجية والعودة ووقت المكوث على سطح المريخ	يؤخذ الطعام المجفف بالتجميد والمعبأ بالتفريغ. يمكن زراعة بعض النباتات الغذائية أو البكتيريا /الميكروبات (الكائنات الدقيقة)
الحفاظ على اللياقة البدنية أثناء التواجد في ظروف انعدام الجاذبية	ممارسة التمارين الرياضية بانتظام
الحفاظ على صحة العظام	ممارسة التمارين الرياضية بانتظام
إزالة العرق من الجسم	يُزال بخار ماء العرق من الهواء ويعالج بالطريقة نفسها التي يعالج فيها البول

ستستغرق رحلة الفضاء إلى خارج مجرتنا وقتاً أطول بكثير من الرحلة إلى المريخ. يمكن أن تتضمن المناقشة دخول الإنسان في حالة «الرسوم المتحركة المعلقة» أي طرائق الدخول في حالة يصبح فيها الإنسان غير نشط ليعمل جسمه ببطء شديد مثل حالة الدخول في السُّبات العميق (الإبطاء المؤقت للوظائف الحيوية أو إيقافها) كما يفعل الدب الأسود في حالة السُّبات.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

ثابتة، على سبيل المثال، الرقم الهيدروجيني pH، ودرجة الحرارة وجهد الماء.

ج. تتمثل المنبهات التي تتحسسها المستقبلات بالتغيرات في عوامل البيئة الخارجية والداخلية للكائن الحي مثل درجة الحرارة. يوجد تحكّم/ منظم مركزي لكل آلية اتزان داخلي، وتحت المهاد هي مركز التحكم/المنظم المركزي للعديد من آليات الاتزان الداخلي. تنقل أجهزة

1. أ. البيئة المباشرة لمعظم خلايا الجسم هي السائل النسيجي. مع ذلك، تحاط خلايا الدم بالبلازما. تماثل مكّونات السائل النسيجي مكّونات بلازما الدم تقريباً.

ب. تعمل الخلايا بكفاءة عند الحفاظ عليها في بيئة ثابتة، وتعمل الإنزيمات داخل الخلايا بمعدل ثابت إذا تمّ الحفاظ على ظروف بيئية داخلية

٣. أ. يأتي الدم في الشعيرات الدموية المحيطة بالأنيبيب الملتوي القريب من الشعيرات الكبيبية عبر الشريين الصادر.

ب. بروتينات البلازما.

ج. تزيد بروتينات البلازما من تركيز المواد المذابة في بلازما الدم، وتخفض بالتالي من جهد الماء لها، وتزيد من منحدر جهد الماء بين الراشح والدم.

د. الأسموزية.

٤. أ. حجم الراشح الذي يدخل الأنبيبات الملتوية القريبة = 125 mL/min

النسبة المئوية من هذا الحجم التي تدخل التواء هنلي = 64% (أخذ الحجم والنسبة المئوية من نص كتاب الطالب).

= 64% من 125 mL/min

$$= 125 \times \frac{64}{100}$$

80 mL

ب. توفر الخملات الدقيقة للغشاء المتصل مع الراشح (غشاء التجويف) مساحة سطح كبيرة لامصاص المواد المذابة والماء.

٢. يوجد الملائد من الميتوكوندريا لتوفر ATP للبروتينات الموجودة في الأغشية القاعدية التي تضخ أيونات الصوديوم إلى خارج الخلايا.

٣. الأغشية القاعدية مطوية لتوفر مساحة كبيرة للعديد من بروتينات الضخ والبروتينات الحاملة في الأغشية القاعدية، والتي تنقل المواد إلى خارج الخلايا وإلى الدم.

التسيق المعلومات من المستقبلات إلى مركز التحكم/التنظيم، ومن مركز التحكم/التنظيم إلى المستجيبات. تنتقل المعلومات على شكل نبضات عصبية على طول الخلايا العصبية وعلى شكل هرمونات في الدم. العضلات والغدد هي مستجيبات تستجيب للمعلومات من مركز التحكم/التنظيم المركزي بتغيير العامل الفسيولوجي.

د. المدخلات: هي المعلومات الحسية من المستقبلات عن التغيرات في العوامل الفسيولوجية. تنتقل المعلومات إلى مركز التحكم/التنظيم.

المخرجات: هي الإجراءات التصحيحية التي تقوم بها المستجيبات لتعيد العوامل الفسيولوجية إلى قيمتها المرجعية/الطبيعية.

٢. أ. البيورينات قواعد نيتروجينية يتكوّن تركيبها من حلقتين (تتكوّن البيريميدينات من حلقة واحدة). بيورينات الأدينين والجوانين تشكل نيوكليوتيدات في DNA و RNA. الأدينين هو القاعدة في ATP.

ب. يؤدي تراكم ثاني أكسيد الكربون في الجسم إلى الحماض Acidosis (زيادة حموضة الدم). وتتضرر الخلايا إذا انخفض pH الدم إلى أقل من المعدل الطبيعي. تتمثل بعض المشكلات في الخمول والإعياء والارتباك وضيق التنفس والصداع والنعاس وزيادة معدل ضربات القلب. ويؤدي تراكم الأمونيا (فضلات نيتروجينية) في الجسم إلى زيادة pH في السيتوبلازم، كما تتداخل مع عمليات الأيض (التمثيل الغذائي) مثل التنفس ومع مستقبلات جزيئات التأشير الخلوي في الدماغ. وهي تسبب أيضاً الارتباك والتعب وربما الإغماء أو الوفاة.

الجامعة، مع إعادة امتصاص نسبة كبيرة من الماء من البول. تذكر أن السائل في النفرونات راشح، لكنه يكون على شكل بول عند وصوله إلى القناة الجامعة.

ب. ١. ينخفض تركيز الجلوكوز بسرعة إلى الصفر مع مرور السائل عبر الأنابيب الملتوي القريب، بسبب إعادة امتصاصه كله إلى الدم في هذه المرحلة.

٢. يُعاد امتصاص الأحماض الأمينية أيضًا إلى الدم عبر الأنابيب الملتوي القريب فينخفض تركيزه بسرعة إلى الصفر أيضًا.

يُعاد امتصاص الجلوكوز والأحماض الأمينية عن طريق النقل النشط الثانوي.

٣. يزيد تركيز اليوريا بسبب إعادة امتصاص الماء من النفرونات والقنوات الجامعة.

الماء مكوّن مهم للسيتوبلازم، لذا يلزم إعادة امتصاصه من المحيط المباشر للخلايا. يُعاد امتصاص الماء في الكلية من الراشح في الأنابيب الملتوية القريبة في النفرونات، ومن البول في القنوات الجامعة. إن طبقة الدهون المفسفرة الثنائية غير منفذة للماء بشكل جيد، لذا تعمل الأكوابورينات على نقل الماء إلى داخل الخلايا.

٨. أ. يمثل مستوى جهد الماء الطبيعي للدم نقطة مرجعية. مستقبلات أسموزية تقارن جهد الماء للدم الذي يتدفق عبر تحت المهاد مع النقطة المرجعية هذه. فإذا كان جهد الماء أقل من النقطة المرجعية، يتم إفراز الهرمون (ADH) الذي يحفز إعادة امتصاص الماء من القنوات الجامعة في الكلية. ما يساعد في إعادة جهد الماء للدم إلى مستواه الطبيعي. يمثل جهد الماء للدم عاملاً داخلياً يتم الحفاظ عليه قريباً من الثبات. وإبقاء المتغيرات الفسيولوجية قريبة من الثبات يمثل الاتزان الداخلي.

٥. يجب أن تركز المناقشة على ثلاثة جوانب:

- جهد الماء للسائل النسيجي في نخاع الكلية منخفض.

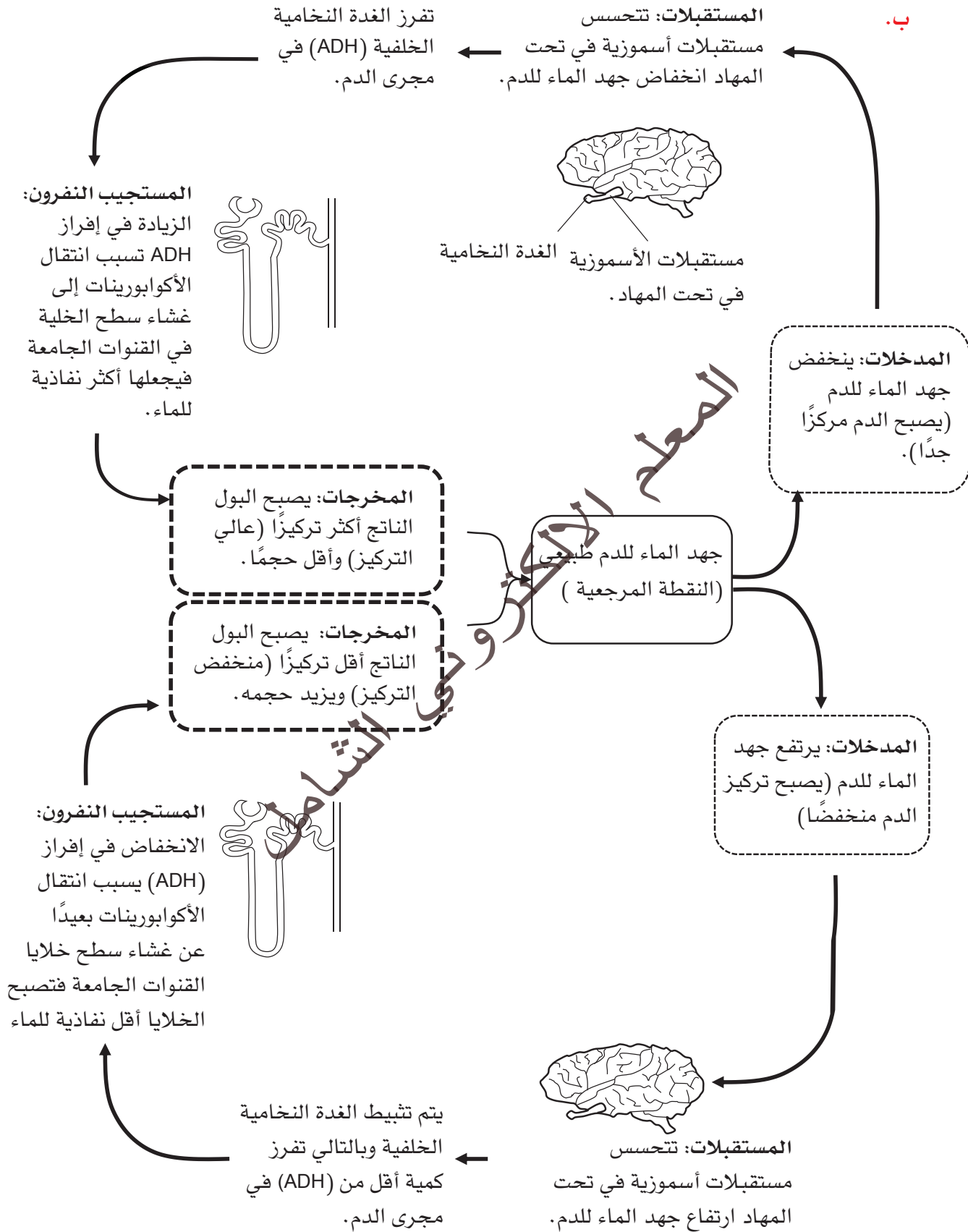
- تؤدّي التواءات هنلي دوراً مهماً في تكوين سائل نسيجي يحتوي على تركيز مرتفع من المواد المذابة (أيونات الصوديوم والكلوريد واليوريا بشكل رئيسي). لا ضرورة إلى شرح كيف تحافظ التواءات هنلي على تركيز مرتفع للمواد المذابة في السائل النسيجي للنخاع.

- يحفز (ADH) القنوات الجامعة لتصبح منفذة للماء. ويُعاد امتصاص الماء من البول في السائل النسيجي المحيط بالأسموزية، ثم إلى الدم ليحفظ في الجسم. من الضروري شرح كيف تصبح الخلايا المبطنة للقنوات الجامعة منفذة للماء عندما يحفزها (ADH).

٧. يحدّد العرض النسبي للنخاع مقارنة مع القشرة في الكلى التركيز الأقصى للبول. يوجد لدى الثدييات التي تحتوي على نخاع عريض نفرونات يكون التواء هنلي فيها طويلاً. ويوجد لدى الثدييات التي تحتوي على نخاع ضيق نفرونات يكون التواء هنلي فيها قصيراً. يوفر عرض النخاع لدى الإنسان تركيزاً للبول يفوق بحد أقصى أربع مرات تركيز بلازما الدم.

٦. أ. معدل التدفق أعلى ما يمكن في بداية الأنابيب الملتوي القريب حيث يدخل السائل بالترشيح إلى محفظة بومان، ويُعاد امتصاص نسبة كبيرة من السائل أثناء تدفقه في الأنابيب الملتوي القريب، بما يقلل من حجمه، وبالتالي يقل مقدار السائل المتدفق، فيمر القليل منه في نقطة معيّنة في الوحدة الزمنية، أي يقل معدل تدفقه. تستمر إعادة الامتصاص هذه في النفرون، ما يسبب استمرار انخفاض معدل التدفق. وينخفض معدل التدفق سريعاً في القناة

ب.



اليوريا، من دون امتصاص الماء، لأن الخلايا الطلائية للقنوات الجامعة غير منفذة للماء، لعدم وجود أكوابورينات في أغشية التجويف، وبالتالي يتكوّن بول مخفف يبلغ تركيزه 70 mmol/kg .

يؤدي إفراز (ADH) إلى ارتفاع تركيز البول في القنوات الجامعة. ويحفز (ADH) إفراز جزيئات الأكوابورينات في أغشية التجاويف لذا يمكن إعادة امتصاص الماء بالأسموزية. ويبلغ تركيز البول عند نهاية القناة الجامعة 1200 mmol/kg ، وهو أكبر بأربع مرات من تركيز بلازما الدم.

د. ١. يحفز (ADH) خلايا القناة الجامعة (وأيضاً الأنبيب الملتوي البعيد) على تحريك الحويصلات باتجاه غشاء سطح الخلية في سطح التجويف المواجه للسائل النسيجي. تندمج الحويصلات مع الغشاء لتستقر الأكوابورينات في مكانها. يُعاد امتصاص الماء من البول عند تدفقه عبر القنوات الجامعة (أو الأنبيبات الملتوية البعيدة) مع منحدر جهد الماء من البول إلى السائل النسيجي في النخاع.

(ADH) هو بهتيد وقابل للذوبان في الماء، لذا لا يمكن أن ينتشر عبر طبقة الدهون المفسفرة الشائبة في أغشية سطح الخلية. يوجد مستقبلات على سطح الخلايا المستهدفة في القناة الجامعة. وينشط ارتباط (ADH) بهذه المستقبلات مسار التأشير الخلوي باستخدام المرسال الثاني AMP الحلقي (cAMP). يفسفر الإنزيم النهائي في تتالي تفاعلات الإنزيمات جزيئات الأكوابورينات في الحويصلات ما يؤدي إلى حركة الحويصلات باتجاه أغشية تجويف الخلايا.

ج. إذا كان تركيز البلازما مرتفعاً جداً (جهد الماء لها أقل من النقطة المرجعية) فسيؤدي ذلك إلى خروج الماء من الخلايا ما يسبب انخفاض/صغر حجمها.

إذا كان تركيز البلازما مخففاً جداً (جهد الماء لها أعلى من النقطة المرجعية) فسيؤدي ذلك إلى دخول الماء إلى داخل الخلايا وبالتالي إلى انتفاخها، والضغط على أغشية سطح الخلية، ما يسبب انفجار الخلايا. يؤثر التغير في حجم الخلية في أنشطتها، على سبيل المثال، كفاءة الإنزيمات الخلوية في التفاعلات المحفزة.

٩. أ. ١. L (تقبل B)

٢. D

٣. A

٤. F

٥. H (أيضاً J)

ب. يحافظ الترتيب المتوازي للالتواءات والقنوات الجامعة والشعيرات الدموية المحيطة على التركيز المرتفع لأيونات الصوديوم (والكلوريد) في السائل النسيجي في النخاع. جهد الماء للسائل النسيجي منخفض، وهو أكثر انخفاضاً من جهد الماء لبلازما الدم.

ج. يبقى تركيز الراشح ثابتاً عند 300 mmol/kg على طول الأنبيب الملتوي القريب، وهو تركيز بلازما الدم نفسه. وعلى الرغم من إعادة امتصاص المواد المذابة مثل الجلوكوز والأحماض الأمينية والأيونات واليوريا، فإن الكثير من الماء يعاد امتصاصه لذا لا يتغير التركيز الكلي (الشكل ٤-١١). ومع ذلك، يقل حجم السائل الراشح بشكل ملحوظ بسبب إعادة امتصاص الكثير من الماء (انظر الشكل ٤-١٠).

يؤدي عدم إفراز (ADH) إلى انخفاض تركيز البول في القنوات الجامعة. ويُعاد امتصاص بعض

ويحفز الانخفاض في التركيز الآليات التي تزيده. تعيد هذه الإجراءات التصحيحية تركيز جلوكوز الدم إلى طبيعته.

١٢. أ. تسمى هذه العملية الانتشار المسهل.

ب. ١. تحتاج خلايا العضلات إلى تخزين الجللايكوجين لتوفر الجلوكوز للتنفس أثناء ممارسة التمارين الرياضية، وبالتالي ليس هناك فائدة من إطلاق الجلوكوز في الدورة الدموية.

٢. الإنسولين والجلوكاجون بروتينان لا يستطيعان عبور غشاء سطح الخلية للخلية المستهدفة، ما يتطلب وجود مادة أخرى (المرسال الثاني) لنقل الرسالة عبر السيتوبلازم.

٣. يستهدف الإنسولين والجلوكاجون خلايا الكبد. وفي حالة وجود المرسال الثاني نفسه، سيكون لكليهما التأثير نفسه، بدلاً من أن يكون لهما تأثيرات متعاكسة على الجللايكوجين.

٣. تراكيز الإنسولين والجلوكاجون في الدم منخفضة جداً. ومجموع جزيئات الإنسولين والجلوكاجون التي تصل إلى الخلية الواحدة قليل جداً. وتكون استجابة الخلية سريعة جداً عند تضخيم الإشارة بفعل إنتاج مرسال ثانٍ ونشاط تتالي تفاعلات الإنزيمات. وتأتي أهمية ذلك لخفض تركيز الجلوكوز في الدم بعد امتصاص وجبة غذائية ولمنع إفراز الجلوكوز وزيادة تركيز الجلوكوز في الدم أثناء الصيام أو أثناء ممارسة التمارين الرياضية، بما يضمن عدم انخفاضها عن النقطة المرجعية، وبالتالي عدم تأثر وظائف الدماغ الذي يمكن أن يدخل الإنسان في غيبوبة.

٢. مع عدم وجود تحفيز من الهرمون (ADH)، تنتقل الأكوأبورينات بعيداً عن غشاء سطح خلايا القناة الجامعة، لتعود إلى السيتوبلازم. وتصبح خلايا القناة الجامعة غير منفذة للماء. يتدفق السائل عبر القناة الجامعة من دون فقد أي ماء، لذا يتجمع بول مخفف في حوض الكلية ويتدفق إلى الحالب ثم إلى المثانة. لذلك، يتم إنتاج كمية كبيرة من البول المخفف. ولذلك، يمكن أن يتسبب الكحول في زيادة إنتاج البول المخفف والجفاف.

١٠. التراكيب المرئية في الصورة المجهرية الإلكترونية هي الآتية:

- الميتوكوندريا: التنفس الهوائي، بناء ATP.
- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة: تغليف ونقل البروتين.
- النواة: خزن المادة الجينية، تضاعف DNA نسخ/ تكوين RNA.

١١. أ. المنبهات: التغيرات في تركيز جلوكوز الدم فوق النقطة المرجعية/المستوى الطبيعي وتحتها.

المستقبلات: خلايا ألفا (α) وخلايا بيتا (β) في جزيرات لانجرهانس في البنكرياس.

المستجيبيات: الخلايا التي تغير تركيز جلوكوز الدم من خلال امتصاصه من الدم أو إطلاقه إلى الدم. تستجيب خلايا الكبد والخلايا العضلية للإنسولين بامتصاص الجلوكوز، وتستجيب خلايا الكبد للجلوكاجون بإطلاق الجلوكوز.

ب. يتأرجح تركيز الجلوكوز حول النقطة المرجعية. في التغذية الراجعة السلبية يحفز التغير استجابة تعيد التغيرات إلى المستوى الطبيعي (حول النقطة المرجعية)، وفي عمليات تنظيم الاتزان الداخلي لجلوكوز الدم، تحفز الزيادة في تركيز جلوكوز الدم الآليات التي تخفضه،

١٤. التخصص. تحتوي شرائط الفحص على إنزيم جلوكوز أوكسيديز الخاص بالجلوكوز والذي لا يحفز أكسدة أي سكر مختزل آخر. يستخدم محلول بندكت للكشف عن وجود السكريات المختزلة مثل الفركتوز واللاكتوز، ويتغير لونه مع أي عامل اختزال آخر.

١٥. أ. ١. تركيز الجلوكوز:

- غير مصاب بالسكري: التركيز دائماً أقل من مريض السكري، ويصل إلى الذروة في وقت سابق بقليل.
- غير مصاب بالسكري: الذروة عند 150 mg /100 mL
- مصاب بالسكري: الذروة عند 220 mg/100 mL
- غير مصاب بالسكري: يعود التركيز إلى المعدل الطبيعي/ التركيز في البداية بعد 45 دقيقة تقريباً.
- مصاب بالسكري: لا يعود التركيز إلى مستواه في البداية حتى بعد 150 دقيقة /ساعتين ونصف.

تركيز الإنسولين:

- غير مصاب بالسكري: يزيد تركيز الإنسولين في الحال. مصاب بالسكري: لا تحدث زيادة في تركيز الإنسولين.
- غير مصاب بالسكري: الذروة بعد 25 دقيقة تقريباً. مصاب بالسكري: لا ذروة في تركيز الإنسولين.

٢. مصاب بالسكري: لا تستجيب خلايا بيتا في جزيرات لانجرهانس للزيادة في تركيز الجلوكوز لذا لن تطلق الإنسولين. لا يمتص الكبد والعضلات والخلايا الدهنية الجلوكوز، لذا يبقى في الدم، بما يسبب زيادة تركيزه. يكون التركيز أكبر من العتبة

الكلوية (قدرة الكلى على إعادة الجلوكوز إلى الدم)، لذا لن يُعاد امتصاص كل الجلوكوز الذي يرشح في الكلية بواسطة الأنابيب الملتوية القريبة. ويفسر ذلك الانخفاض التدريجي في تركيز الجلوكوز، إذ يخرج الجلوكوز الذي لم يتم امتصاصه مع البول.

غير مصاب بالسكري: يفرز الإنسولين، لذا يمتص الكبد والعضلات والخلايا الدهنية الجلوكوز لاستخدامه/أو تحويله إلى جلايكوجين، بما يفسر التناقص السريع في تركيز الجلوكوز.

ب. ١. الإنسولين بروتين، وستتحلل جزيئاته مائياً إلى أحماض أمينية في الجهاز الهضمي.

٢. يمكن أن يستخدم مريض السكري شرائط الفحص لفحص البول أو جهاز الاستشعار الحيوي لمراقبة تركيز جلوكوز الدم.

يتجمّع البول على مدى عدة ساعات، لذا تظهر نتائج فحص البول فقط أنه في وقت ما كان تركيز الجلوكوز فيه أعلى من العتبة الكلوية. بينما تظهر فحوصات الدم تركيز الجلوكوز في وقت أخذ العينات. يمكن أن يبيّن أخذ العينات بانتظام لفحوصات الدم مدى فاعلية الإنسولين الذي يتناوله مريض السكري لتنظيم جلوكوز الدم.

للسؤالين ١٧ و ١٨ أ، انظر الرسم التوضيحي أدناه:

- يحتوي السيتوبلازم على عدد كبير من البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا.
- يزداد حجم حبيبات النشا في البلاستيدات الخضراء عند تخزين النشا في الليل ويقل حجمها في النهار.
- يوجد العديد من الفجوات الصغيرة بدلاً من فجوة واحدة كبيرة.
- ١٨. أ. شرح مناسب لرسم الخلايا الحارسة كما يأتي:
- توفر البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا الطاقة لمضخات البروتون.
- حبيبات النشا داخل البلاستيدات الخضراء مصدر أيونات المالات السالبة لمعادلة أيونات البوتاسيوم.
- لدى أغشية سطح الخلية مضخات بروتون لضخ أيونات الهيدروجين لتكوين شحنة سالبة داخل غشاء سطح الخلية.

- ١٧. الخلايا الحارسة نشطة جداً من الناحية الأيضية. تتصف الخلية الحارسة النموذجية مثل تلك الموجودة في نبات رشاد الصخر بالميزات الآتية (انظر الصورة ٤-١٣):
- للخلايا الحارسة جدران سميكة تواجه الهواء خارج الورقة وفتحة الثغر. حيث يحاط الجدار الخارجي بطبقة الكيوتيكل الشمعية السميكة، وغالباً ما يمتد على شكل حواف ناتئة، وتكون الجدران التي تواجه خلايا البشرة المجاورة أرق بكثير.
- ألياف السليلوز الدقيقة مرتبة على هيئة حزم كما هي مبينة في الشكل ٤-٢٣.
- غالباً ما يكون غشاء سطح الخلية مشبكاً ويحتوي على العديد من القنوات والبروتينات النافذة.

لا تحتوي جدران الخلايا على روابط بلازمية، بحيث يحدث تبادل الماء والأيونات عبر غشاء سطح الخلية من خلال بروتينات ناقلة وقنوات بروتينية بالنقل النشط والانتشار المسهل.

تتيح فتحات الثغور انتشار الغازات بين الهواء في الفراغات الهوائية في النسيج المتوسط والغلاف الجوي (والخارج).

طبقة كيوتيكل شمعية سميكة تحيط بالجدار الخارجي والحواف لتقليل فقد الماء من الأوراق عند إغلاق الثغور.



١٠. تتحني الخلايا الحارسة إلى الخارج ليفتح الثغر.

ج. في الليل، تغلق معظم النباتات الثغور لتقليل معدل النتح، فتحافظ على الماء في حالة عدم وجود طاقة ضوئية لعملية التمثيل الضوئي، وبالتالي لا حاجة إلى امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء. وقد تغلق الثغور خلال النهار للحفاظ على المياه. عندما يتعرض النبات لإجهاد مائي حيث يكون فقد الماء عن طريق النتح أكبر من معدل امتصاص الماء، والذي من المحتمل أن يحدث في يوم حار وجاف مع سرعة رياح عالية.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. الإفراز:

إزالة الفضلات النيتروجينية أو اليوريا،
(لذلك) تحافظ على تركيز منخفض من اليوريا،
في الدم.

التنظيم الأسموزي:

إزالة الماء الزائد عندما يكون جهد الماء للدم
(للبلازما) مرتفعاً جداً،

إعادة امتصاص الماء عندما يكون جهد الماء
للم (البلازما) منخفضاً جداً ،

(لذلك) تحافظ على جهد الماء للدم (البلازما)
بالقرب من الثبات.

تنظيم جلوكوز الدم:

إعادة امتصاص جميع الجلوكوز في الراشح
تحافظ على الجلوكوز في الدم أو تمنع فقد
الجلوكوز في البول،

أي نقطة إضافية صحيحة،

• يحتوي غشاء سطح الخلية على قنوات بروتينية لتسهيل انتشار أيونات البوتاسيوم والكلوريد والنترات.

• جدار خلوي رقيق لتمدد الخلية في خلايا البشرة المجاورة.

• لا تحتوي جدران الخلايا على روابط بلازمية، بحيث يحدث تبادل الماء والأيونات عبر غشاء سطح الخلية من خلال بروتينات ناقلة وقنوات بروتينية بالنقل النشط والانتشار المسهل.

• طبقة كيوتيكل شمعية سميكة تحيط بالجدار الخارجي والحواف لتقليل فقد الماء من الأوراق عند إغلاق الثغور.

• تتيح فتحات الثغور انتشار الغازات بين الهواء في الفراغات الهوائية في النسيج المتوسط والغلاف الجوي (والخارج).

ب. يمكن أن يوضح الرسم التخطيطي للمخطط الانسيابي تسلسل الأحداث كما يأتي:

١. يضخ ATPase أيونات الهيدروجين من الخلايا الحارسة.

٢. ينخفض تركيز أيونات الهيدروجين داخل الخلية الحارسة.

٣. يصبح داخل الخلية سالب الشحنة.

٤. تفتح البروتينات القنوية لأيونات البوتاسيوم.

٥. تنتشر أيونات البوتاسيوم إلى الخلايا الحارسة.

٦. ينخفض جهد الماء للخلايا الحارسة.

٧. يدخل الماء للخلايا الحارسة بالأسموزية.

٨. يزداد حجم الخلايا الحارسة.

٩. تنتفخ الخلايا الحارسة.