أولمبيادة البحث ال- 28 في البيولوجيا

اعزائي الطلاب، نفتخر بكم على مشاركتكم في هذا الامتحان، الذي يُشكِّل مرحلة ثانية في التصنيف لمسابقة أولمبيادة البحث في البيولوجيا. الامتحان هو امتحان من نوع تحليل مقال علمي (مع بعض تعديلات) غير معروف. سوف تجدون في الامتحان وصف لبحث مع أسئلة فهم وتفكير. إقرؤوا النصّ بتمَعُّن، لا تقفزوا عن تفاصيل، انتبهوا للمصطلحات، صور، تخطيطات، جداول ورسوم بيانية.

أجيبوا عن جميع الأسئلة على قدر استطاعتكم. حوالي 20 طالب من بينكم سوف ينتقلون الى المرحلة التالية:

حافظوا على نزاهة الامتحان!

هذه هي عمليًا مصلحتكم الشخصية.

بالنجاح!

لغة الجسم الداخلية: مسارات اتصال مَخفيّة

اتِصال بين أعضاء الجسم ضروري للمحافظة على الآداء السليم لأجهزة الجسم وعلى الاتزان البدنيّ في الجسم. تمّت صياغة هذه الفكرة لأوّل مرّة في وسط القرن التاسع عشر على يدّ كلود برنارد، عالم فرنسيّ في مجال الفسيولوجيا ويعتبر من المُؤسسين للفسيولوجيا العصرية. اقترح برنارد أنّ مواد كيماوية تستعمل كرُسُل التي تنقل رسائل بين أعضاء مختلفة. اليوم، من المعروف أنّ هذا الاتصال يتمّ تنفيذه بمساعدة تنويعة من المواد، قسم منها يُنتج بشكل داخلي في انسجة الجسم وقسم يأتي من افرازات بكتيريا من عشائر البكتيريا (מיקרוביום) في الأمعاء.

أحد الآليات المركزية في هذا الاتصال هو افراز مواد مختلفة (جزيئات **RNA**، زلاليات ودهنيات) في نفس الوقت عن طريق "حويصلات خارج-خلوية"، من داخل الخلايا التي تُنتِجها.

المواد المُعَدَّة للإفراز تتغلَّف بغشاء وهكذا تنتج حويصلات داخل الخلية. تُفرَز الحويصلات عن طريق عملية الإخراج الخلوي אקסוציטוזה من خلال غشاء الخلية من الخلايا الى البيئة خارج خلوية. تتحرَّك "الحويصلات خارج-خلوية" في السائل بين الخلوي وفي مجرى الدم وترتبط مع مستقبلات في خلايا الهدف. يدخل محتوى "الحويصلات خارج-خلوية" الى داخل خلايا الهدف من خلال عملية الادخال الخلوي אנדוציטוזה. المواد التي تدخل الى خلايا الهدف تؤثر على تعبير الجينات وعلى

نشاط عمليات الايض في الخلايا. هكذا تقوم "الحويصلات خارج-خلوية" بوظائف مهمَّة مثل تنظيم جهاز المناعة، مراقبة على عمليات الايض واتصال بين خلايا متجاورة او بعيدة.

سؤال 1

ما هو الفرق بين عبور مواد من خلال غشاء الخلية عن طريق عملية إدخال خلوي وإخراج خلوي وبين عبور مواد عن طريق قنوات في غشاء الخلية؟

أ. إدخال خلوي وإخراج خلوي تتمّ بسرعة مرتفعة أكثر من عبور مواد عن طريق قنوات في غشاء الخلية.

ب. عبور مواد عن طريق غشاء الخلية في الإدخال الخلوي وفي الإخراج الخلوي يتطلّب بذل طاقة، بينما عبور مواد عن طريق قنوات هي عملية لا تحتاج الى بذل طاقة.

ج. عن طريق القنوات تعبُر جزيئات كبيرة أكثر منها في الإدخال الخلوي وفي الإخراج الخلوي.

د. فقط إدخال خلوي وإخراج خلوي تُمكِّن عبور مواد صغيرة عن طريق غشاء الخلية.

سؤال 2

أ. قارن بين آلية عمل الهورمونات وبين آليّة عمل "الحويصلات خارج-خلوية": اذكر فرق واحد ونقطة تشابه واحدة.

نقطة تشابه واحدة

فرق واحد

ب. اقترح أفضلية واحدة لنقل تنويعة مواد في نفس الوقت، بين الخلايا، عن طريق "حويصلات خارج-خلوية" مقارنة بنقل كل مادّة على انفراد في السائل بين الخلوي أو في الدم.

أمراض قلب وسرطان: علاقة ذات اتجاهين بين عاملين مُميتين منتشرين

تُشير الأبحاث على علاقة مُركَّبة بين أمراض قلب وسرطان، تنبع من عوامل خطر مشتركة وتأثيرات مُتبادلة. مثلاً، علاجات في مرض السرطان من الممكن ان تُسبِّب لضرر في القلب، بينما أمراض قلب

عند مرضى سرطان من الممكن ان تُسرِّع تطوّر أورام سرطانية. أبحاث حديثة تبحَث في آليات اتصال بين قلب مريض وبين أورام سرطانية.

آليات لتصليح الضرر الذي تسبَّب للقلب بعد نوبة قلبية

انسداد في شريان تاجيّ يُؤدي الى هيبوكسيا (نقص بالاوكسجين)، ضرر لعضلة القلب وغنغرينة (موت نسيج القلب) مَوضِعي، هذه هي حالة نوبة قلبية.

تطوّر الالتهاب الناتج في اعقاب الضرر وعمليات إعادة بناء (שיקום) تشمل المراحل التالية:

1. مرحلة الالتهاب: تحليل وإبعاد خلايا مُصابة من المنطقة في القلب المُصاب.
2. مرحلة التصليح: إنتاج الياف كولاجين واوعية دموية جديدة (אנגיוגנזיס) في نفس المنطقة.
3. مرحلة الندبة (צלקת): بناء نسيج ضام الذي يعطي ثبات للمنطقة المُصابة.

وظيفة الحويصلات خارج-خلوية في إعادة بناء (שיקום) القلب بعد نوبة قلبية

تُشير أبحاث أنّه بعد نوبة قلبية، تُفرَز حويصلات خارج-خلوية من عضلة القلب، من خلايا البطانة (إندوتيل) في الاوعية الدموية ومن خلايا جهاز المناعة. هذه الحويصلات تحمل مواد تُحفِّز انتاج أوعية دموية، تُحسِّن من نشاط الايض في الخلايا، تُجنِّد خلايا من نخاع العظم وتُنسِّق العمليات التي تؤدي الى إعادة بناء المنطقة المُصابة.

سؤال 3

لائم لكل واحد من المصطلحات التعريف الملائم له أو الوظيفة الملاءمة له.

الانتباه أنّه ليس لجميع التعريفات يوجد مُصطلح ملائم.

مصطلحات	تعريفات/وظائف
	ردّ فعل خلاله تنتج خلايا ذاكرة في جهاز المناعة حالة من نقص في الأوكسجين، تأتي في أعقاب انسداد في أوعية دموية، مثل نوبة قلبية. عملية طبيعية التي تبدأ بعد ضرر في نسيج، وتشمل تجنيد خلايا وتحليل النسيج المُصاب. خلايا جنينية التي تنجذِب للمنطقة المُصابة في القلب من اجل المُساعدة في عمليات تصليح وإعادَة بناء. عملية بناء أوعية دموية جديدة، التي تحدث في عمليات إعادة بناء (שיקום) القلب وأيضاً في عمليات سرطانية. "موت خلايا مُبرمَج"، خلل فيه يُمكِّن تكاثر خلايا في أورام سرطانية بصورة غير مُراقبة.

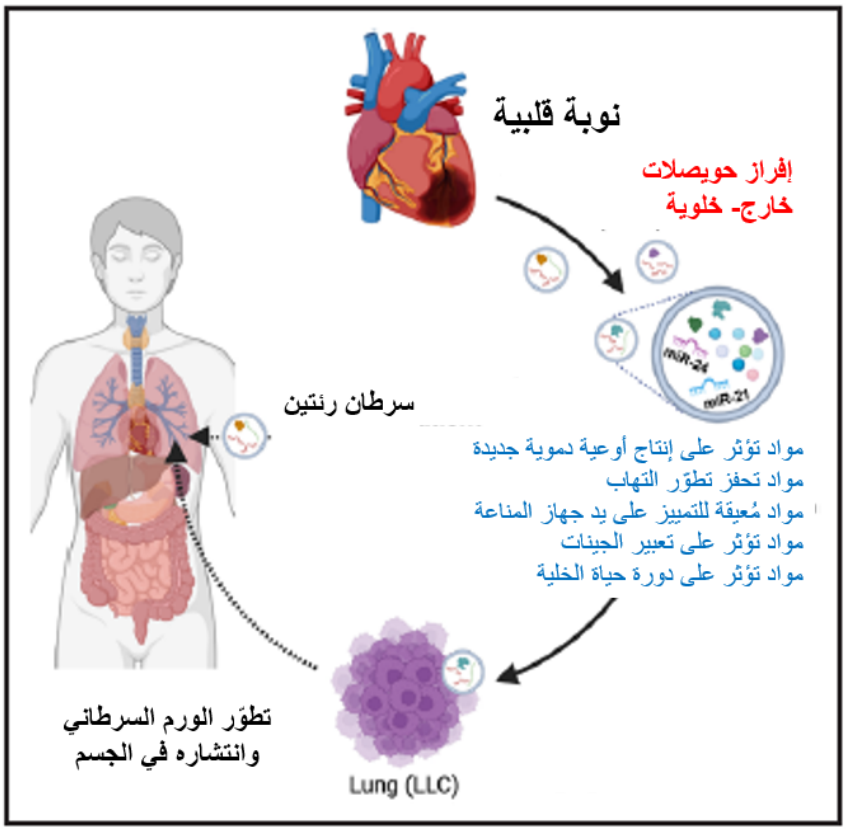
	عملية تبنى فيها "حويصلات خارج- خلوية" في خلايا وتفرز الى البيئة بين خلوية. تحليل وإبعاد خلايا مُصابة نتيجة لضرر لعضلة القلب بعد نوبة قلبية. خلل في "عملية مراقبة على انقسام خلايا" يُؤدي الى تكاثر خلايا سرطانية بصورة غير مراقبة. حويصلات تُفرَز من خلايا مختلفة وتحمل مواد تدخل في عمليات تصليح أو التَسَبُّب لمرض. مادّة كيميائية التي تُفرز من خلايا معيّنة الى الدم وتؤثر على خلايا معيّنة أخرى. بناء نسيج ضام في المنطقة المُصابة في القلب من أجل تثبيتهِ بعد الضرر. تغيّرات وراثية في خلايا الجسم، التي من الممكن أنّ تُؤدي الى خلل في عمليات مراقبة على انقسام خلايا.
حويصلات خارج- خلوية	
طفرات	
אפופטוזיס (موت خلايا مُبرمَج)	
تطوّر (ردّ فعل) التهاب	
مرحلة النُدبَة	
אנגיוגנזיס (بناء أوعية دموية جديدة)	
هيبوكسيا (نقص أوكسجين)	
خلايا أصلية (جذعية) من نخاع العظم	
دورة حياة الخلية	

يفترض الباحثون، أنّ مواد في "حويصلات خارج-خلوية" توجد لها وظيفة في تحفيز مرض السرطان، في اعقاب المميزات المشتركة للعمليات المطلوبة لإعادة بناء (שיקום) القلب بعد نوبة قلبية والعمليات التي تؤدي الى تطوّر أورام سرطانية.

أورام سرطانية: مُميّزات أساسية

يتميّز ورم سرطانيّ في تكاثر خلايا بصورة غير مُراقبة، نابع من تغييرات وراثية (طفرات) التي تضر في آليات المراقبة على انقسام الخلايا وعلى الموت الخلوي المُبرمَج (אפופטוזיס). مُميّزات مركزية تشمل:

- عدم تجاوب لعوامل التي تُراقب دورة حياة الخلية وانقسام خلايا بصورة غير مراقبة.
- تراكم طفرات.
- صُمود أمام " آليّة الموت المُبرمَج لخلايا مُصابة" אפופטוזיס.
- انتاج اوعية دموية جديدة (אנגיוגנזיס).
- انتقال خلايا في الدورة الدموية أو الاوعية الليمفاوية وإنتاج بدايات جديدة لأورام سرطانية اضافية (גרורות).
- تجنّب تمييزها بواسطة جهاز المناعة.



سؤال 4

إملأ في الجدول تفسير قصير على المُساهمة الممكنة للمواد في حويصلات خارج-خلوية التي تُفرَز خلال إعادة بناء (שיקום) القلب بعد نوبة قلبية على تطوّر أورام سرطانية

	مُساهمة في تطوّر الورم السرطانيّ
تحسين النشاط الايضي في الخلايا	
تحفيز انتاج اوعية دموية جديدة (אנגיוגנזיס)	
تجنيد خلايا من نخاع العظم	
تطوّر التهاب يتميّز بتوسّع اوعية دموية محلية وارتفاع في نفاذيتها	

تجارب لبحث العلاقة بين نوبة قلبية وبين تطوّر سرطان الرئتين

اليكم ثلاثة تجارب كان هدفها تمييز العلاقة الموجودة بين عمليات إعادة بناء (שיקום) القلب بعد نوبة قلبية وبين تسريع تطوّر سرطان الرئتين

تجربة 1: تأثير "حويصلات خارج-خلوية" التي تُفرَز من القلب على تطوّر أورام سرطانية عند الفئران

في التجربة الأولى، تمّ فحص تأثير "حويصلات خارج-خلوية" التي أُستُخلِصَت من فئران بعد نوبة قلبية على تطوّر أورام سرطانية عند فئران أخرى.

<u>مجرى التجربة مُفصَّل في الجداول التالية:</u>

جدول 1: مُعالجة الفئران، عملية جراحية وجمع "حويصلات خارج-خلوية"

	فئران التجربة (نوبة قلبية)	**فئران التجربة الضابطة (محاكاة عملية جراحية)**
مرحلة أولى- العملية الجراحية في الفئران	عملية قلب مفتوح وغلق مقصود لشريان تاجي في القلب، أدَّت الى غنغرينة (موت نسيج خلايا) في عضلة القلب.	عملية قلب مفتوح واستعمال أدوات جراحية داخل القلب، بدون غلق الشريان التاجي.
مرحلة ثانية- زمن للتعافي	تمَّ حفظ الفئران في ظروف مُريحة خلال 10 ايام. خلال هذا الوقت، حدثت عملية إفراز "حويصلات خارج-خلوية" من القلب المُصاب.	تمَّ حفظ الفئران في ظروف مُريحة خلال 10 ايام. خلال هذا الوقت، حدثت عملية إفراز "حويصلات خارج-خلوية" من القلب غير المُصاب.
مرحلة ثالثة- جمع حويصلات	تمَّ جمع دم من الفئران، **وتمَّ فصل "حويصلات خارج-خلوية" من سائل الدم** عن طريق جهاز צנטריפוגה (الذي يعمل على ترسيب المواد حسب كثافتها).	تمَّ جمع دم من الفئران، **وتمَّ فصل "حويصلات خارج-خلوية" من سائل الدم** عن طريق جهاز צנטריפוגה (الذي يعمل على ترسيب المواد حسب كثافتها).

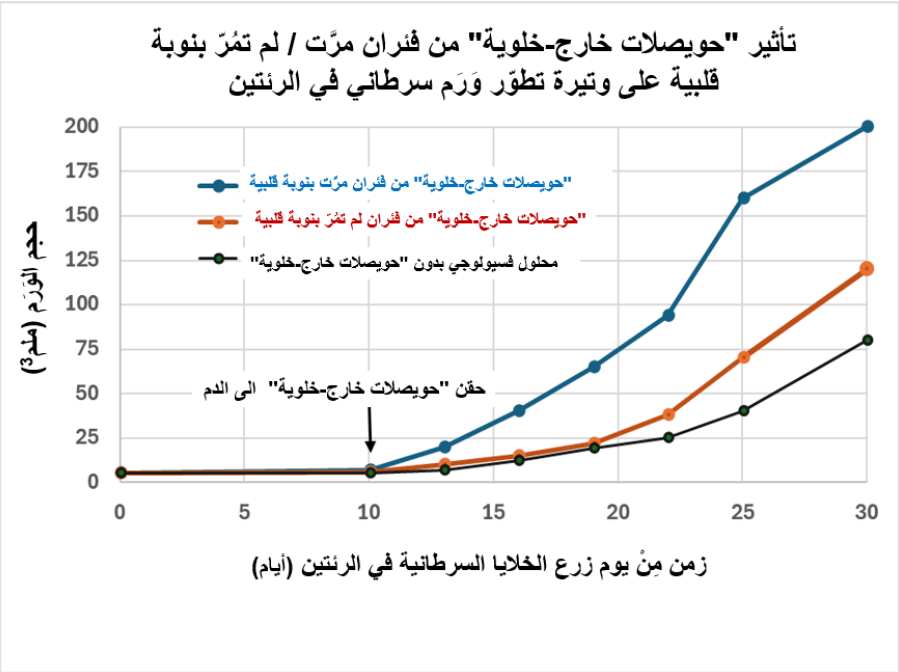
جدول 2: تأثير "الحويصلات خارج-خلوية" على أورام سرطانية في فئران أخرى

	فئران التجربة **(تأثير "حويصلات خارج-خلوية" مصدرها من فئران التي مرَّت بنوبة قلبية)**	**فئران التجربة الضابطة** **(تأثير "حويصلات خارج-خلوية" التي مصدرها من فئران لم تمرّ بنوبة قلبية)**
مرحلة أولى – زرع خلايا سرطانية	تمَّ زرع خلايا سرطانيّة من نوع LLC (سرطان رئتين*) في رئتين فئران أخرى، من اجل تحفيز تطوّر ورم سرطاني.	تمَّ زرع خلايا سرطانيّة من نوع LLC (سرطان رئتين*) في رئتين فئران أخرى، من اجل تحفيز تطوّر ورم سرطاني.
مرحلة ثانية – حقن "حويصلات خارج-خلوية"	10 أيام بعد زرع الخلايا السرطانية، حَقنوا للفئران، بحقن الى داخل الوريد، "حويصلات خارج-خلوية" من فئران التي مرَّت بنوبة قلبية.	10 أيام بعد زرع الخلايا السرطانية، حَقنوا للفئران، بحقن الى داخل الوريد، "حويصلات خارج-خلوية" من فئران التي مرَّت بمحاكاة عملية جراحية (دون أنّ تؤدي الى نوبة قلبية).
مرحلة ثالثة – قياس نمو الوَرَمْ	**خلال 30 يوماً من يوم** حقن "الحويصلات خارج-خلوية" **تمَّ قياس المقاييس** التالية في فئران كلتا المجموعتين: • حجم الوَرَمْ الذي تطوَّر في الرئتين • وزن الوَرَمْ الذي **تطوَّر في الرئتين**	

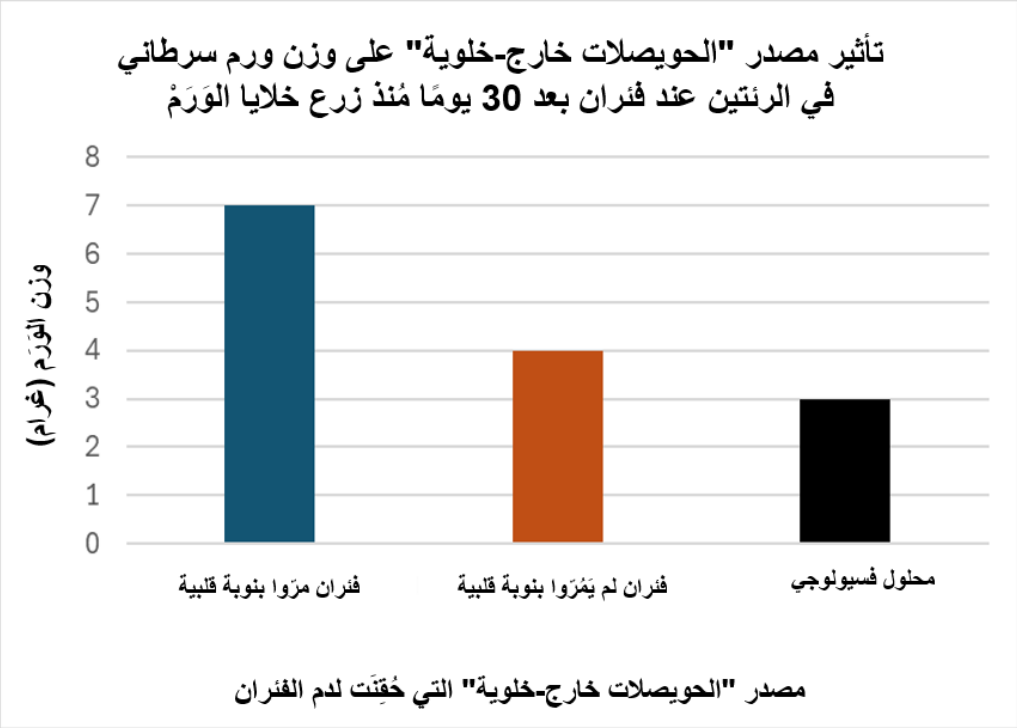
*نوع سرطان منتشر عند مرضى القلب.

نتائج التجربة الأولى معروضة في الرسم البياني 1 والرسم البياني 2:

الرسم البياني 1



رسم بياني 2



سؤال 5

أ. اقترح تفسيرًا للفرق في نتائج تطوّر الورم السرطاني في رئتين فئران حصلت على "حويصلات خارج-خلوية" من فئران مرَّت بنوبة قلبية مقارنةً بفئران حصلت على "حويصلات خارج-خلوية" من فئران لم تمُرّ بنوبة قلبية. تساعد بالاجابة التي كتبتها في الجدول في سؤال 4.

ب. أكتب فرضية ماذا يُمكن أنّ تكون وظيفة "الحويصلات خارج-خلوية" التي تُفرَز بشكل اعتيادي في قلب مُعافى.

سؤال 6

أ. في الرسم البياني معروضة مجموعة ضابطة التي لم يتمّ عرضها في جدول مجرى التجربة الأولى. ما هي هذه المجموعة الضابطة وما هي مُساهمتها؟

ب. فسِّر لماذا عرض الباحثون النتائج في الرسم البياني 1 برسم بياني مُتّصل بينما في الرسم البياني 2 عرضوا النتائج بمخطّط أعمدة.

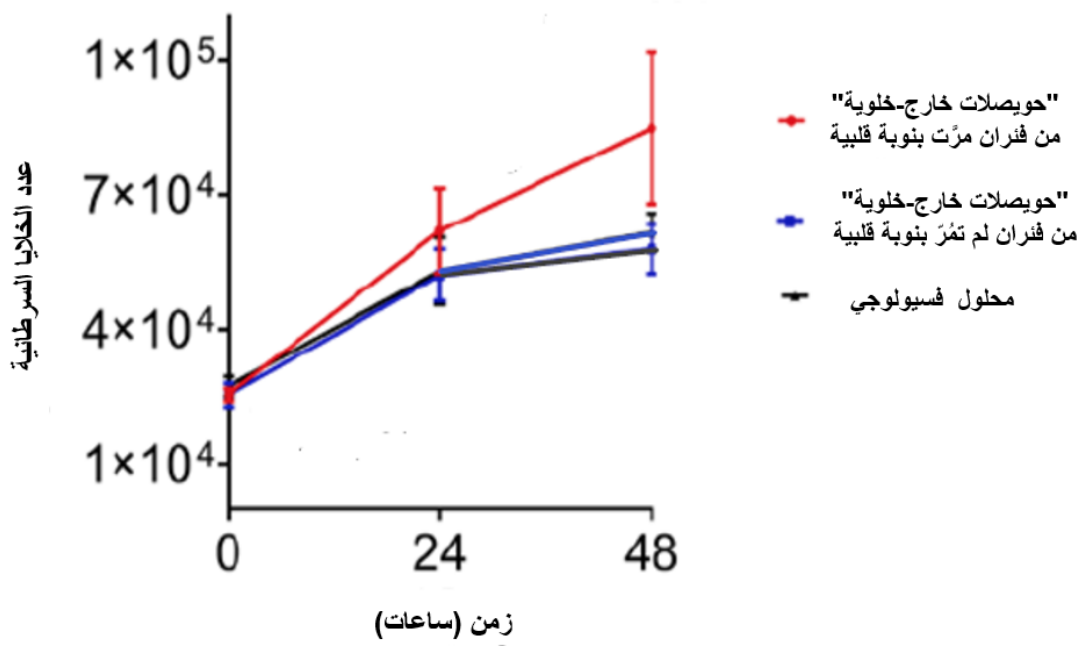
تجربة 2: تأثير "حويصلات خارج-خلوية" التي تُفرَز من القلب على نمو خلايا سرطانية في مستنبت

جدول 3: إضافة "حويصلات خارج-خلوية" من فئران التي مرَّت بنوبة قلبية ومن فئران التي لم تمرّ بنوبة قلبية الى خلايا سرطانية التي تنمو في مستنبت

	"حويصلات خارج-خلوية" مصدرها من فئران التي مرَّت بنوبة قلبية	**"حويصلات خارج-خلوية" مصدرها من فئران التي مرَّت بمحاكاة عملية جراحية**	**محلول فسيولوجي بدون إضافة "حويصلات خارج-خلوية"**
مرحلة أولى – جمع "حويصلات خارج-خلوية"	**"حويصلات خارج-خلوية"** جُمِعَت من دم فئران **بعد 10 أيام من تعرّضها لنوبة قلبية.**	**"حويصلات خارج- خلوية"** جُمِعَت من دم فئران **بعد 10 أيام من تعرّضها لمحاكاة عملية جراحية.**	———
مرحلة ثانية – إضافة "حويصلات خارج-خلوية" الى خلايا سرطانية في مستنبت	إضافة "حويصلات خارج-خلوية" من الفئران التي مرَّت بنوبة قلبية **الى مستنبت خلايا سرطانية من نوع LLC** (سرطان رئتين).	إضافة "حويصلات خارج-خلوية" من الفئران التي مرَّت بمحاكاة عملية جراحية **الى مستنبت خلايا سرطانية من نوع LLC** (سرطان رئتين).	إضافة محلول فسيولوجي **مُشابه** للمحلول الذي نُقِعَت فيه "الحويصلات خارج-خلوية" في المجموعات الأخرى **الى مُستنبت خلايا سرطانية من نوع LLC** (سرطان رئتين).
مرحلة ثالثة – جمع النتائج	**في الثلاثة مجموعات مستنبتات الخلايا السرطانية تمَّ قياس:** • وتيرة تكاثر الخلايا • وتيرة انتشار الخلايا • نشاط زلاليات في الخلايا • نشاط أيضيّ في الخلايا		

نتائج تجربة 2 معروضة في رسم بياني 3 وفي جدول 4 الذي أمامكم:

رسم بياني 3 – العلاقة بين مصدر "الحويصلات خارج-خلوية" وبين وتيرة تكاثر الخلايا السرطانية



بالإضافة لفحص تأثير الحويصلات خارج-خلوية على وتيرة تكاثر الخلايا السرطانية، فُحِصَ أيضاً النشاط الأيضيّ للخلايا السرطانية وأيضاً السرعة التي فيها أغلقت الخلايا "جُرحاً" اصطناعياً الذي تكوَّن بواسطة تكوين جُرحاً بواسطة آلة حادّة في مستنبت الخلايا (مقياس للمقدرة على انتقال/ انتشار الخلايا). النتائج معروضة في الجدول 4:

جدول 4: تأثير مصدر "الحويصلات خارج- خلوية" التي أُضيفت لمُستنبت خلايا **LLC** من فئران على النشاط الأيضيّ للخلايا وعلى وتيرة غلق "جُرح" الذي تكوَّن في المستنبت.

	نوبة قلبية	محاكاة عملية جراحية	بدون "حويصلات خارج-خلوية"
مستوى النشاط الايضي للخلايا السرطانية	مُتزايد	متوسِّط	قليل جداً
وتيرة غلق ال "جرح" بعد 24 ساعة (%)	70	50	30

سؤال 7

أيّ من الإجابات التالية هي استنتاج بناءاً على نتائج التجربة:

- "حويصلات خارج-خلوية" من فئران التي مرَّت / لم تمُرّ بنوبة قلبية تؤثر على عدد الخلايا السرطانية بنفس المقدار.
- "حويصلات خارج-خلوية" من فئران التي مرَّت بنوبة قلبية تُحفِّز انقسام خلايا سرطانية.
- لا يوجد تأثير "لحويصلات خارج-خلوية" من فئران التي لم تمُرّ بنوبة قلبية على عدد الخلايا السرطانية.
- تأثير "الحويصلات خارج-خلوية" من فئران التي لم تمرّ بنوبة قلبية يُشبه تأثير السائل الفسيولوجي.

سؤال 8

ما هي المُساهمة الأساسية لتجربة 2 في فهم نتائج تجربة 1؟

سؤال 9

بعد كم من الوقت نرى فرق بارز بين نتائج مستنبت الخلايا السرطانية التي أضافوا لها "حويصلات خارج- خلوية" التي استخلصوها من فئران التي مرَّت بنوبة قلبية وبين باقي المجموعات؟

- منذ بداية التجربة
- 48 ساعة بعد بداية التجربة
- بعد بداية التجربة وبين 24 من بدايتها
- 24 ساعة بعد بداية التجربة

تجربة 3 :مُقارنة التركيبة الجزيئية بين "حويصلات خارج-خلوية" مصدرها من فئران مرَّت /لم تمُرّ بنوبة قلبية

فحَصَت هذه التجربة التركيبة الجزيئية ل"حويصلات خارج-خلوية" التي أُستُخلِصَت من فئران بعد نوبة قلبية (مجموعة التجربة) مقارنةً لفئران التي مرَّت بمحاكاة عملية جراحية (مجموعة ضابطة)، من اجل فهم تأثير نوبة قلبية على مُحتوى "الحويصلات خارج-خلوية" ومن خلال ذلك تفسير تأثير التغيير في المُحتوى على عمليات إعادة بناء (שיקום) القلب وعلى تحفيز تطوُّر سرطان في جسم المريض.

في "حويصلات خارج-خلوية" التي مصدرها كان في دم فئران التي مرَّت بنوبة قلبية وُجِدَ **تركيز مرتفع أكثر** لهذه الجزيئات:

- زلاليات تُحفِّز إنتاج أوعية دموية جديدة (**VEGF, FGF**)
- سيتوكينات مُحَفِّزة للالتهاب (**IL-6, TNF-α**)
- زلاليات ضائقة التي تُفعِّل جينات التي تُمكِّن التعامل مع حالات ضائقة.
- زلاليات التي تُسَرِّع وتيرة التنفس الخلوي.
- **microRNA (miR-21, miR-221)**

وظيفة ال -miRNA في الخلايا

جزيئات miRNA هي جزيئات RNA صغيرة جداً (بطول 25-20 ازواج قواعد كل واحد) التي لا تُترجَم الى زلاليات. تُشارك هذه الجزيئات في المراقبة على مرحلة **الترجمة في عملية انتاج الزلاليات** في الخلايا. جزيء مثل **miR-21**, الذي فُحِصَ في التجربة، يعمل على مراقبة مسارات ضرورية لبقاء وتطوّر خلايا سرطانية:

1. التقليل من التعبير عن جينات التي تُشفِّر لزلاليات مراقبة التي تُوْقِف دورة حياة الخلية عند خلايا مُصابة بخلل أو التي جمَّعَت طفرات كثيرة.
2. إعاقة نشاط زلاليات التي تعمل في التِصاق خلايا مع بعضها البعض.
3. تسريع نشاط بروتيأزوت (انزيمات تُحلِّل زلاليات) التي تُحلِّل الوسط البين -خلوي.

سؤال 10

رَتِّب المراحل التالية حسب ترتيب حدوثها في العملية التي فيهاmiRNA ، مثلmiR-21 ، تؤثر على دورة حياة الخلية وتُحَفِّز تطوُّر أورام سرطانية:

miRNA ترتبط مع mRNA مُحدَّدة التي تُشَفِّر لزلاليات مراقبة على دورة حياة الخلية

تحدث إعاقة إرتباط mRNA معيّنة للريبوزوم

تحدث إعاقة على ترجمة mRNA لزلاليات مراقبة على دورة حياة الخلية

يحدث إنخفاض على تركيز زلاليات المراقبة على دورة حياة الخلية في الخلايا

تتشَوّش آلية المراقبة على دورة حياة الخلية في خلايا مُصابة

انقسام الخلايا المُصابة أو الحاملة للطُفُرات يستمر بدون مراقبة، مِمّا يُؤدي الى تطوّر أورام سرطانية.

سؤال 11

كيف يؤثر miR-21 على مقدرة خلايا سرطانية في تطوير بدايات جديدة لأورام سرطانية إضافية (גרורות)?

- miR-21 يُحفِّز نشاط البروتيأزوت (פרוטאזות) التي تُحلِّل الوسط البين-خلوي، ويُقلِّل من ثبات الروابط البين-خلوية، ويُمكِّن دخول خلايا سرطانية الى انسجة مجاورة ومن ثمَّ الانتشار الى مناطق بعيدة.
- miR-21 يُعيق نشاط البروتيأزوت (פרוטאזות), يزيد من ثبات الروابط البين-خلوية، ويقوي النسيج السرطاني من خلال إعاقة مقدرة الخلايا السرطانية على الانتشار.
- miR-21 يُقوي الروابط بين خلايا سرطانية متجاورة، يُقلِّل من نشاط البروتيأزوت (פרוטאזות), ويُؤدي الى تطوّر بدايات جديدة لأورام سرطانية إضافية (גרורות) فقط في مناطق مجاورة للنسيج الأصلي.
- miR-21 يؤثِّر فقط على دورة حياة الخلية ويُعيق نشاط زلاليات المراقبة، بدون تأثير مباشر على انتقال خلايا سرطانية.

تداعيات طبيّة للبحث

الاستنتاج الرئيسي للبحث: نوبة قلبية تُحَفِز تحرير "حويصلات خارج-خلوية" مع مُمَيّزات التي تُحفِّز عمليات سرطانية.

أهميّة هذه التجارب (وأخرى) التي أُجرِيَت في إطار هذا البحث هي في فهم الآليات المختلفة التي من خلالها تُؤثر نوبة قلبية على تطوّر أورام سرطانية. تبيّن لنا أنّه هناك عدد من الآليات، وهي ترتبط مع افراز "حويصلات خارج-خلوية" من القلب المُصاب.

بناءًا على هذه التجارب، يمكن تطوير طرق علاجية التي يمكنها أنّ تُسهّل على الضرر الحاصل من التصليح (إعادة بناء مُبالغ) للقلب، مع التقليل من تطوّر أورام سرطانية بعد نوبة قلبية.

إحدى الطرق العلاجية التي جُرّبَت في الفئران بعد نوبة قلبية هي إعاقة الانزيم الذي يُحوّل سبينغوميالين **ספינגומיאלין** الى **סרמיד**. **سبينغوميالين** هو مركب دُهني، وهو يُشكِّل جزء من مبنى غشاء الخلية. بعد نوبة قلبية، هو يتحوّل، في عملية انزيمية، الى مركَّب دهني آخر - **סרמיד**. للسرميد وظيفة مهمّة في انتاج وافراز "حويصلات خارج-خلوية".

سؤال 12

أ. فسِّر كيف أنّ إعاقة الانزيم، الذي يُحوّل سبينغوميالين إلى سرميد، تستطيع أنّ تُساعد في التقليل من الأضرار الناجمة بعد نوبة قلبية.
ب. اذكر أفضلية واحدة للعلاج المُقترح وسلبية واحدة له.

سؤال 13

اختر واحدة من الطرق التالية: علاج ضد الالتهاب أو علاج مناعي (أجسام مُضادَة) لِغلق (انسداد) مُستقبلات في "حويصلات خارج-خلوية"، وفسِّر كيف أنّ هذه الطريقة من الممكن أنّ تمنع تأثير "حويصلات خارج-خلوية" على تطوّر / انتشار أورام سرطانية بعد نوبة قلبية.

سؤال 14

سجِّل سؤال البيوحكر الذي فحصتم/سوف تفحصون في اطار البيوحكر. شدِّد على الصياغة المطلوبة حسب تعليمات البيوحكر.

سؤال 15

أريد ان اضيف أنّ...

بالنجاح