# מחקר 1: ואף על פי כן נוע ינוע

## משימה א

במשימה זו מוצג סרטון המראה תהליך שחל במערכת מחקר בתרבית תאי עור מחזיר, שמדמה תהליך של איחוי פצעים בגוף השלם. בשאלה הראשונה מתבקשים לתאר מה קורה בתרבית שבסרט.

התהליך שבו צפיתם מתרחש לאחר שבאופן מלאכותי יצרו פס נקי מתאים במרכז התרבית. בסופו של התהליך, שאינו נראה בסרט, נפגשים התאים משני צדי הפס הנקי מתאים, וחל איחוי מלא של התאים בתרבית.

מה בין תרבית של תאים ואיחוי של פצעים?

יש לזכור שתאים בתרבית הם מערכת מחקר, שמחקה תהליכים שקורים במציאות, אך יחד עם זאת יש בוודאי גם הבדלים בינה לבין פצע אמיתי.

בחלק זה מוצגות תמונות של שלבי איחוי הפצע ומתבקשים להשוות את השלבים עם הסרטון.

אחריו נשאלות השאלות הבאות:

1. איזה שלב לדעתכם בתהליך האיחוי של פצעים מדמה תרבית תאים לאחר יצירת הפס הנקי מתאים?
2. אילו תהליכים בשלבים של איחוי פצעים אינם מתרחשים במערכת המחקר בתרבית?
3. אילו תאים חסרים במודל המחקר אך משתתפים בתהליך האיחוי של פצעים?
4. האם התהליך מתרחש על פני משטח או במבנה תלת ממדי?

## משימה ב

במשימה זו מוצגים שני סרטונים בהם מוצגים תא בתרבית.

הסרטון הראשון מציג סיבי אקטין בתנועה:

תא מלנומה שגדל על מצע העשוי מהחלבון פיברונקטין (אחד החומרים של התווך החוץ-תאי). מצע זה גורם לתא לנוע בצורה אופיינית. אפשר להבחין בכך, שהתא מתחיל את תנועתו לשני כיוונים (למעלה וימינה וכן למטה ושמאלה), ורק אחר כך מתקבעת התנועה של התא בכיוון אחד (למעלה וימינה בסרט), אולם לתופעה זו לא נתייחס במשימה זו. לאחר שהתנועה של התא מתקבעת לכיוון אחד, אפשר להבחין בשלוחה עם מניפת ההתקדמות של התא, ובירכתי התא שנותרים כעוגן מאחור.

הסרטון השני מציג סיבי אקטין בתא נייח:

תא מלנומה שגדל על מצע העשוי מהחלבון למינין (אחד החומרים של התווך החוץ-תאי). התא אינו נמצא בתנועה, אם כי יש בו תנועה רבה. בוודאי תוכלו להבחין בטבעות לבנות שנוצרות ומתפרקות. טבעות אלה קשורות לתופעה בשלד התוך-תאי שבה לא נעסוק בפעילות זאת.

כמו כל תא, מכילים תאים אלה גן, המקודד לאקטין, אחד החלבונים המרכיבים את השלד התוך תאי. אולם לתאים אלה הוחדר באופן מלאכותי גן נוסף, שמקודד לחלבון אקטין זוהר. תאים שאליהם הוחדר גן כזה משלבים את תוצר הגן (אקטין זוהר) בבניית סיבי האקטין שלהם. האקטין הזוהר בתוך התא נראה בסרטים בצבע לבן.

בשני הסרטים צולמו תאים מאותו סוג, שגדלים כל אחד על מצע מסוג אחר. כתוצאה מכך התא מימין נייח, ואילו התא משמאל הוא תא בתנועה. כדי להבחין בהבדל שבתנועה של התאים, אפשר להתבונן בתנועה של גרעין התא בשני הסרטים (אליפסה כהה בתוך התאים). תנועה של גרעין התא יכולה להעיד על תנועה של התא כולו: האם הגרעין משנה את מיקומו, או זז בתנועות קטנות אך נשאר לרוב באותו המקום?

1. מה ההבדלים בפיזור של סיבי האקטין הזוהר בתא בין התאים בשני הסרטים. שימו לב, מדובר באותו סוג של תא בשני הסרטים, והצילום נעשה בשני הסרטים במבט על. רשמו את ההבדלים שראיתם.
2. רשמו כל שאלה שמתעוררת בכם תוך כדי צפייה בסרטים.
3. העלו השערה לגבי הסיבה להבדלים בפיזור של סיבי האקטין הזוהר בין התאים. איזה ניסוי אפשר לבצע על מנת לבדוק את ההשערה שלכם?

## משימה ג

בסרטים שבמשימה ב' ראיתם את ההבדלים בפיזור סיבי האקטין בתא נייח, לעומת פיזור סיבי האקטין בתא בתנועה. לפיזור הסיבים יש משמעות לגבי מצב התנועה של התא: כאשר סיבי האקטין מסודרים באלומות עבות לאורך ולרוחב התא, שיוצרות בעזרת קרום התא נקודות מגע עם המצע שעליו גדל התא, וכך נוצר מתח שמייצב את התא. אלומות ונקודות מגע אלה דומות לחוטים וליתדות שמייצבים אוהל. בתהליך התנועה של תאים, נבנים סיבי אקטין צפופים ומסודרים בחלק של התא שפונה לכיוון התנועה, שיוצרים את מניפת ההתקדמות. בזמן שהתא בתנועה, סיבים אלה נבנים בקצה שבכיוון התנועה ומתפרקים בקצה הנגדי של הסיב ללא הרף, וכך מאפשרים את התקדמות התא.

במשימה זו שני סרטים שבהם צולמו תאי אפיתל הכליה בתרבית לאחר שיצרו ביניהם באופן מלאכותי פס נקי מתאים. בסרטים מופיע רק צד אחד של הפס הנקי מתאים. הצד השני אינו בתחום הצילום.

הסרט הראשון מציג תנועה שך תאי אפיתל הכליה:

תרבית של תאי אפיתל הכליה לאחר שבאופן מלאכותי יצרו בתרבית פס נקי מתאים. תאים אלה מכילים באופן טבעי שני עותקים של הגן ARNO.

הסרט השני מציג תנועה של תאי אפיתל הכליה שהוחדר להם הגן ARNO :

תרבית של תאי אפיתל הכליה לאחר שבאופן מלאכותי יצרו בתרבית פס נקי מתאים. בנוסף לגן ARNO הטבעי שיש לתאים אלה, הוחדרו להם עותקים נוספים של הגן ARNO, כך שיש ביטוי יתר של הגן בתאים (נוצר יותר RNA שליח מהגן שהוחדר).

בסרט הראשון נראים התאים לאחר יצירת הפס, כאשר הם נעים לעבר התאים בעברו השני של הפס (שאינם נראים בצילום).

בסרט משמאל נראים תאים שהוחדר להם באמצעים מלאכותיים גן שמקודד לחלבון בשם ARNO. חלבון זה הוא חלבון בקרה על מבנה השלד התוך תאי: הוא גורם לסיבי השלד התוך תאי להפוך מסיבים מתוחים ועבים (כמו שראיתם בסרט השמאלי במשימה ב') לסיבים דקים (כמו שראיתם בסרט הימני במשימה ב').

החדרת הגן לתאים גורמת לכך שבתאים אלה כמות החלבון גדולה ובעלת השפעה משמעותית על השינוי במבנה השלד התוך תאי.

במשימה זו יש להשוות בין תנועת התאים בשני הסרטים. ניתן להתמקד בשאלות הבאות:

1. האם אפשר להבחין בקלות בין התאים בתרבית?
2. האם התאים שבחזית התנועה נעים יחד, צמודים זה לזה, או לחוד?
3. האם אפשר להבחין בקלות במניפת ההתקדמות של התאים בחזית התנועה?
4. האם במהלך התנועה נשמר קו חזית אחיד של התאים?

לאור ההבדל בין התאים בסרטים שראיתם במשימה ב' ולאור המידע על החלבון שהוחדר לתאים שבסרט למעלה משמאל, נסו להעלות השערה לגבי הסיבה להבדל שבו צפיתם במשימה ב'. כיצד לדעתכם אפשר לבדוק את השערתכם?

## משימה ד

החוקרים לא הסתפקו בסרטים. הם חזרו על הניסוי שמונה פעמים נוספות, ובכל פעם, לאחר שצילמו את התרבית במשך ארבע שעות, חישבו את השינוי בשטח של האזור שמכוסה בתאים במשך זמן הצילום.

במשימה מוצג גרף המתאר את התוצאות של ניסויים אלה.

השאלות המוצגות במשימה:

1. תארו את התוצאות כפי שהן משתקפות בגרף. הבהירו לעצמכם מהם המשתנים שנבדקו בניסוי, מהי הביקורת. האם מתאים להשתמש בקו רציף בגרף או גרף עמודות יכול היה להתאים יותר?
2. מהי המסקנה שאפשר להסיק מן הגרף?
3. מדוע היה לחוקרים חשוב להציג את התוצאות גם בגרף, ולא רק לצלם סרט של התאים?
4. האם ישנה ביקורת נוספת שהייתם מוסיפים לניסוי?

## משימה ה

במשימה הזו צריך לצפות שוב בסרטים שבמשימה ב'.

בסרטים נראים תאי מלנומה, סוג של תאים סרטניים. סיבי שלד התא בתא הנייח (סרט שמאלי) מאורגנים בצורה שונה מהסיבים בתא שנע (סרט ימני). בתא זה מרוכזים הסיבים בעיקר במניפת ההתקדמות של התא, והם עדינים יותר מהסיבים המתוחים לאורכו ולרוחבו של התא הנייח.

1. לאור הידוע לכם על החלבון ARNO, ועל פי הסרטים שצפיתם בהם במשימה ג', באיזה מן התאים הסרטניים (התא הנייח או התא בתנועה) תצפו למצוא פעילות יתר של ARNO?
2. כזכור לכם, תאים בגידול סרטני יכולים לרכוש כושר תנועה, לעזוב את הגידול, לעבור בזרם הדם לרקמות אחרות וליצור גרורות. במה יכול המידע על ARNO לעזור לניסיון למצוא תרופה אפשרית למחלת סרטן?