

מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים



אל התא ובחזרה היבטים תאיים של מערכות הובלה, תיווך ותיאום ביצורים חיים

יעל ערן-צורן



מטה מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט

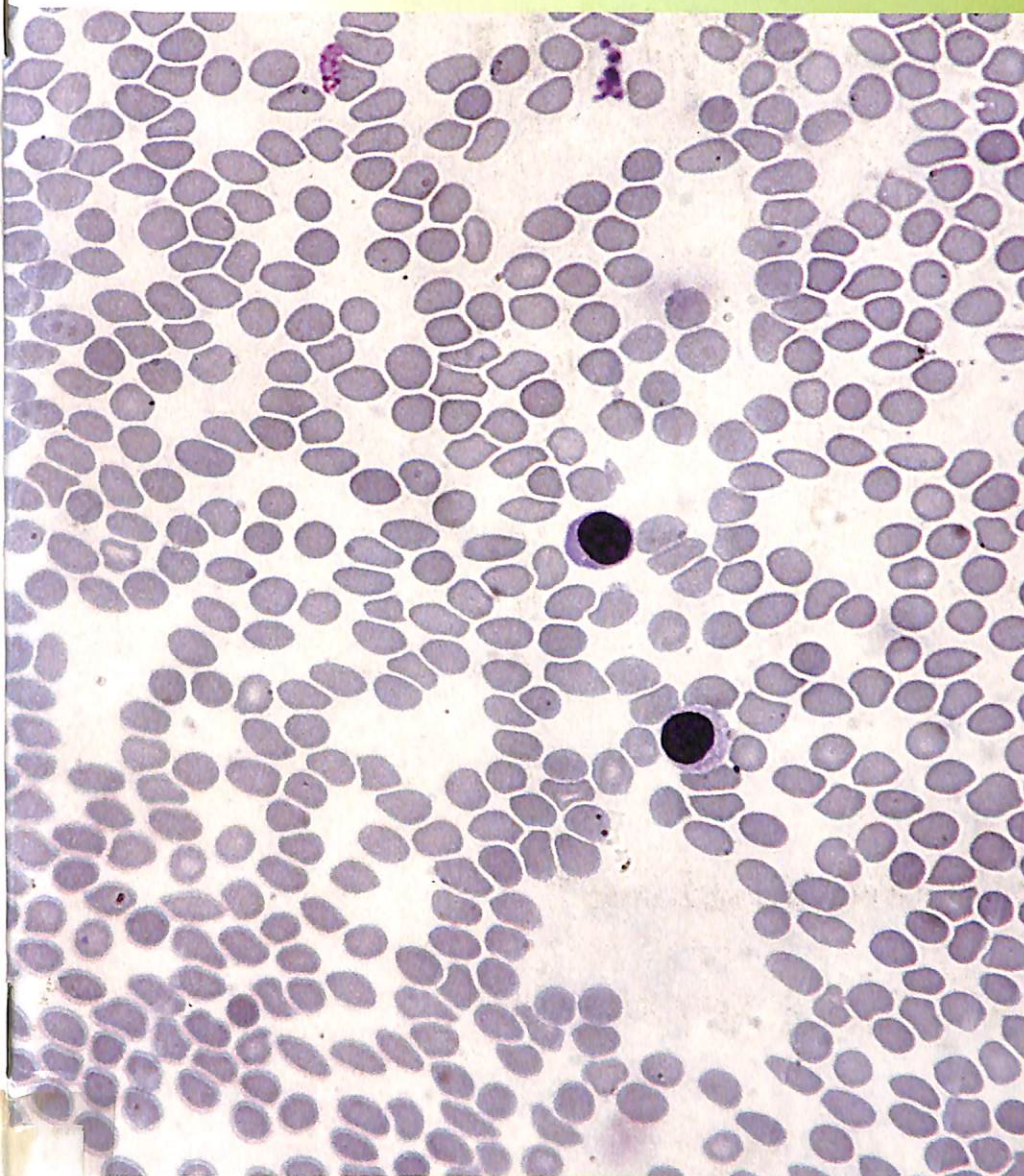


משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח וטכניות לימודים

571.6
EL
ERA



המחלקה להוראת המדעים



מכון ויצמן למדע הוא מכון מחקר בעל מוניטין בין-לאומי הקרוי על שמו של ד"ר חיים ויצמן, שהיה מדען ומדינאי וכיהן כנשיא הראשון של מדינת ישראל.

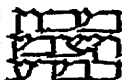
חומרי הלמידה של מטמון (מדע וטכנולוגיה מכון ויצמן), הם יחידות לימוד חדשניות לפי תכנית הלימודים החדשה לחטיבת הביניים. היחידות מקנות מונחי יסוד במדע ובטכנולוגיה. גישות ההוראה שמות דגש על פיתוח יכולות של לומד עצמאי ומקנות מיומנויות חשיבה, למידה ופתרון בעיות במסגרת תכני הלימוד המדעיים-טכנולוגיים.

ספר זה מכיל אוסף פעילויות ללימוד ההיבטים התאיים של מערכות הובלה, תיווך ותיאום ביצורים חיים. ספר זה הוא חלק מהאוגדן למורה: "אל התא ובחזרה: אוגדן פעילויות להוראת נושא התא החי כציר אורך בחטיבת הביניים". לימוד נושא התא החי במשולב עם לימוד מערכות שונות ביצורים חיים מאפשר להמחיש את הקשר בין מבנה לתפקוד ברמת היצור, המערכת, האיבר, הרקמה, התא ותכולתו ולהסיק מכך על המכלול המאפשר את קיומם הייחודי של היצורים החיים. בפעילויות מודגשים סדרי הגודל ומיקום התא החי במדרג בטבע. ניתן לשלב את הפעילויות עם יחידת מטמון "מערכות הובלה: לב העניין" או כל יחידה אחרת במדעי החיים הדנה במערכות הובלה, תיווך ותיאום ביצורים חיים.



המחלקה להוראת המדעים

WEIZMANN
INSTITUTE
OF SCIENCE



88234-10

מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים

מטמ!ן

אל התא ובחזרה

היבטים תאיים של מערכות הובלה,
תיווך ותיאום ביצורים חיים

יעל ערן-צורן



מכון ויצמן למדע



המחלקה להוראת המדעים

יוצא לאור במסגרת

מטה מל"מ - המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט



משרד החינוך, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מס' מערכת
SYSTEM NO. 88234-1

5/6
EL
ERA
צוות פיתוח:
מרב אברהמי
יעל ערן-זורן
עינת מזרחי
ד"ר יעל פיונטקביץ
ד"ר ענת ירדן

ייעוץ מדעי:
פרופ' בנימין גיגר

עריכת הלשון:
עדנה חכם-בסקין

עימוד ועריכה ממוחשבת:
ציפי עובדיה

עיצוב, איורים וגרפיקה ממוחשבת:
שלומית זהרונ
אסף מסעוד

קראו והעירו:
דינה ברטוב
שפי פלק
עדה רוזנברג

פיתוח הפעילות "אנזימים ותאים":
ד"ר מינה ירום

עיצוב עטיפה:
עמרם פרת

בתמונת השער הקדמי: שכבות התאים השונות הבונות עורק.

בתמונת השער האחורי: משטח דם אדם (מיקרוסקופ אור, הגדלה פי 1,000; צילום: ד"ר ענת ירדן).

ספר זה הוא אחד מסדרת ספרי תכנית מטמון – מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים.
התכנית מפותחת בראשותה של פרופ' בת שבע אלון במחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

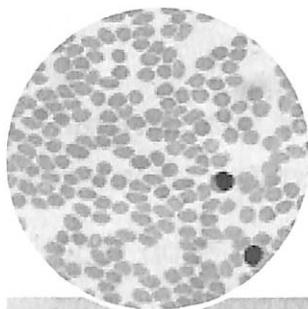
ספר זה הוא חלק מהאוגדן: "אל התא ובחזרה: אוגדן פעילויות להוראת נושא התא החי כציר אורך בחטיבת הביניים".

To the Cell and Back: Learning Activities for Teaching the Living Cell Topic as a Longitudinal Axis.
Merav Avrahami, Yael Eran-Zoran, Einat Mizrahi, Yael Piontkovitz, and Anat Yarden

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

תוכן העניינים

- התמיינות תאי דם 5
- איך בונים צינור? 15
- תאים בועיות ומשאיות 26
- התפתחות מערכת הובלה 36
- נתיבים בתא 45



התמיינות תאי דם

חלק א: התמיינות תאי הדם

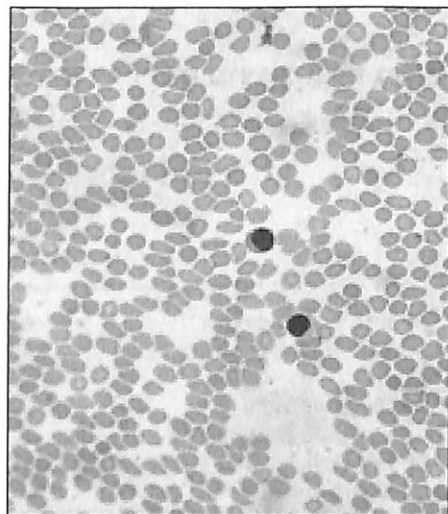
דן אדמוני חש ברע כבר כמה ימים. הבוקר הוא הלך למרפאה, במקום ללכת לבית הספר.

– "מה מביא אותך אליי?" – שואל ד"ר לבבי.

– "קר לי ואני לובש כמה שכבות גם כעת, בסוף הקיץ. כבר כמה בקרים אני מתעורר עם כאב ראש שעובר רק אחרי שאני בולע כדור נגד כאבים, אני מתעייף מהר, מתנשף כשאני עולה במדרגות, ולאחרונה לא הצלחתי לשחק כדורגל יותר מרבע שעה ברציפות."

– "תן את היד, נבדוק לך את הדופק. הוא קצת מהיר מדי לטעמי" – המשיך ד"ר לבבי. "אני יכול לחשוב על כמה סיבות, אבל קודם כול נערוך בדיקה של משטח דם."

לפניכם תמונת משטח הדם של דן.



משטח דם:

בדיקה המבדילה בין תאי הדם הלבנים ובין תאי הדם האדומים בטיפת דם.

לשם ביצוע הבדיקה דוקרים את כרית האצבע ומוציאים טיפת דם לזכוכית נושאת. מערבבים את הדם הטרי בטיפת צבע הצובע גרעיני תאים, מורחים את התערובת לאורך הזכוכית (מכאן המילה משטח), מייבשים, ומביטים על התאים מבעד למיקרוסקופ אור. תאי הדם הלבנים הם בעלי גרעין. גרעיני התאים יקלטו את הצבע וייראו כהים במשטח. תאי הדם האדומים נטולי גרעין, ולכן ייראו בו בהירים עד שקופים.

איור מספר 1: משטח דם כפי שנצפה במיקרוסקופ אור בהגדלה פי 400. רוב התאים הנראים הם תאי דם אדומים, נראים גם שני תאי דם לבנים.



1. התבוננו בתמונת משטח הדם. זהו את תאי הדם האדומים ואת תאי הדם הלבנים, על פי המידע שבמסגרת. אילו תאים רבים יותר?
2. טבלה מספר 1 שלפניכם משווה בין תאי הדם הלבנים ובין תאי הדם האדומים. מלאו את הנתונים החסרים בטבלה.

טבלה מספר 1: השוואה בין תאי דם לבנים ובין תאי דם אדומים

המכונה	גא' דם לבנים	גא' דם אדומים
יש גרעין בלתי		
		זהירים בצ שקופים
	גדולים יחסית, גלולים	

ד"ר לבבי העיף מבט במשטח הדם של דן ואמר: "חשדתי שיש לך זיהום כלשהו. במקרה כזה מספר תאי הדם הלבנים גבוה. במבט שטחי איני מוצא סימן לזיהום אבל לא נסתפק בכך. מחר בבוקר תגיע למעבדה, ייקחו לך מהזרוע דגימת דם לבדיקה מקיפה יותר, ובתוך יומיים תהיה לנו תשובה".

כעבור יומיים חזר דן למעבדה לקבל את התשובה.

הפקידה נתנה לו דף ארוך, מלא במספרים וכתוב בלועזית.

– "מה זה, סינית?" שאל דן.

– "לא, זו תמונת הדם שלך, ד"ר לבבי יכול להסביר לך את הנתונים".

דן נכנס לחדרו של ד"ר לבבי, והושיט לו את דף התשובות מהמעבדה. דף דומה מוצג בטבלה מספר 2 שלפניכם:

טבלה מספר 2: תוצאות בדיקת דם כפי שהתקבלו מהמעבדה

טווח	גבולות נורמה לנבדק	יח'	תוצאה	בדיקה
{*.....}	4.50 - 11.00	10*3/micl	4.90	WBC-Leucocytes
{*.....}	4.20 - 5.60	10*6/micl	4.05	RBC-Red Blood Cells
{*.....}	1.80 - 7.70	#	2.90	Neutrophils #
{*.....}	1.00 - 4.80	#	1.60	Lymphocytes #
{*.....}	0.00 - 1.10	#	0.40	Monocytes #
{*.....}	0.00 - 0.60	#	0.10	Eosinophils #
{*.....}	0.00 - 0.20	#	0.00	Basophils #

– "הבדיקה כמעט תקינה, דן, חוץ מגורם אחד שאינו בטווח הנורמלי. בדף מסומן הטווח הנורמלי בתוך הסוגריים. מיקום הכוכבית מסמן את התוצאה שלך".



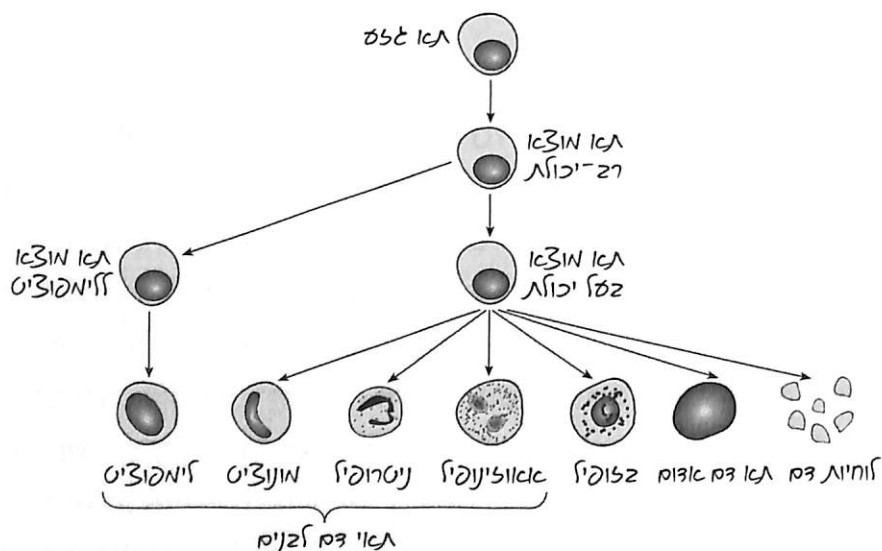


1. מהו הגורם הבלתי תקין בבדיקה? האם ערכו גבוה או נמוך מהרמה הנורמלית?

- "ומה פירוש כל השמות האחרים ברשימה, שלידם רשומים ערכים תקינים?" התעניין דן לדעת.
- "כל מספר מציין כמות יחסית של אחד מסוגי התאים המרכיבים את הדם שלך. אין לי כעת זמן להסביר לך אבל קח את התרשים הזה. הוא מציג את סוגי התאים השונים שבדם שלנו."

כדי לעזור לך להתמצא, כדאי להבדיל בין שני סוגים עיקריים של תאי דם:

- תאי דם לבנים – סימנם WBC (White Blood Cells) – בקבוצה זו נכללים לימפוציטים, מונוציטים, ניטרופילים, אאוזינופילים ובזופילים
- תאי דם אדומים – סימנם RBC (Red Blood Cells)
- (לוחיות דם – לא נבדקו בבדיקת הדם)



איור מספר 2: מסלולי ההתמיינות השונים של תא גזע מרקמת דם לכל סוגי תאי הדם

דן הביט בתרשים שעה ארוכה, השווה אותו לתוצאות הבדיקה שלו ומחשבות רבות התרוצצו במוחו. אחדות מהן הוא הצליח לנסח כשאלות לד"ר לבבי.



1. נסח לפחות שאלה אחת העולה במוחך מתוך התבוננות באיור מספר 2 ובתוצאות בדיקת הדם (טבלה מספר 2).

2. אילו סוגי תאים מופיעים במשטח הדם? הסבירו איך קבעתם זאת.

"מה משמעות השמות המוזרים שניתנו לתאים?" חשב דן. "היכן אוכל לפענח את החידה?" עיניו עברו על מדף הספרים – "באנציקלופדיה!" הוא דפדף באנציקלופדיה בערך "רקמת הדם", ומצא תשובה חלקית לשאלותיו:



כיצד מבדילים בין הסוגים של תאי דם?

תאי הדם נוצרו כולם מתא גזע, אבל עברו מסלולים שונים של שינוי. בכל מסלול, המצוין בתרשים בחץ, נוצר לבסוף סוג אחד של תאי דם. בין הסוגים השונים של תאי הדם מבדילות כמה תכונות. אחת מהתכונות המבדילות בין הסוגים היא מידת החדירות של קרום התא. חומרי צבע שונים למשל עשויים לחדור לתא דם מסוים, ואילו קרום תא דם אחר כמעט שאינו חדיר להם. תכונה זו מסייעת לחוקרים להבדיל בין הסוגים השונים של תאי הדם. על סמך ההבדלים ביניהם, ניתנו גם השמות השונים לתאי הדם: כך למשל **אאוזינופילים** ("אוהבי" אאוזין) קולטים לתוכם את הצבע אאוזין. הוספה של צבע זה לדגימת דם תגלה שורת תאים שבתוכם גרגרים רבים שנצבעו בכתום. **בזופילים** ("אוהבי" חומרים בסיסיים) נצבעים כאשר מוסיפים לדגימת הדם צבע בסיסי, ואילו **ניטרופילים** ("אוהבי" סביבה ניטרלית) נצבעים בחומרי צבע שאינם חומצה ואינם בסיס.



לאור המידע שקרא דן נוספו שאלות במחברתו. הוא מפנה אותן אליכם :

1. מה הן התכונות המבדילות בין הסוגים השונים של תאי הדם (ציינו שתי תכונות לפחות)?

א.

ב.

2. לוחיות הדם נראות שונות מאוד מיתר תאי הדם. כיצד הן נראות?

3. דם אדום נראה חסר גרעין. איך עובדה זו יכולה להשפיע על תפקודי החיים של תא זה?



התא העליון באיור מספר 2 נקרא "תא גזע", ומתחתיו נמצאים תאים הנקראים "תאי מוצא". מה יכול להיות ההבדל העקרוני ביניהם? (שים לב: ההבדל הוא בתפקוד, ולכן אין לחפש את ההבדל באיור). נמקו את תשובתכם.

את רשימת השאלות הזו שלח דן אל ד"ר לבבי לקראת ביקורו הבא במרפאה. הפעם היה הרופא נינוח, והוא פתח בהרצאה :

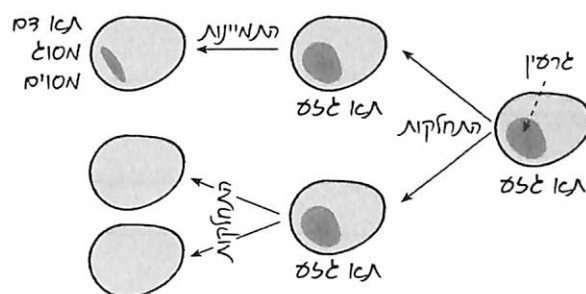


לתאים הנישאים עם זרם הדם יש זמן חיים מוגבל. הם מזדקנים ועוברים פירוק באזורים המיועדים לכך בגוף. לכן מובן, כי יש צורך בייצור תמידי של כל מגוון תאי הדם. הרקמה האחראית לייצור זה מכונה מוח העצמות, והיא נמצאת בחללים של העצמות שלנו.

אפשר לשאוב תאים ממוח העצם, לצבוע אותם ולהביט עליהם במיקרוסקופ אור. במשטח מוח העצם אפשר לראות את כל מגוון תאי הדם הנמצאים ברקמת מוח העצם, ובנוסף אפשר להבחין בכמה

תאים קטנים שבהם יש גרעין עגול וגדול יחסית. אלו הם "תאי הגזע". תאי הגזע מתחלקים בקצב גבוה, ומהם נוצרים כל מגוון תאי הדם המוכרים לנו.

איך נוצרים תאים שונים מתא מסוים אחד? – בתהליך המכונה התמיינות. תאי הגזע ותאי המוצא עוברים כל הזמן תהליך של מיטוזה, חלוקת תא. בכל חלוקת תא נוצרים מהתא המתחלק שני תאים זהים זה לזה. גם בחלוקתם של תאי הגזע ותאי המוצא המצב דומה. מבין שני התאים שנוצרים - אחד יכול לפנות למסלול ההתמיינות, ואילו האחר יכול להמשיך לתפקד כתא גזע המתחלק בקצב גבוה, כפי שמודגם באיור שלפניכם:



איור מספר 3: מודל לתהליך חלוקה והתמיינות של תא גזע

איור

?

תא הגזע התחתון שבאיור מתחלק לשני תאים שונים. תאים אלו מסומנים באיור כעיגולים ריקים. הוסף לעיגולים אלו גרעינים מתאימים.

תהליך ההתמיינות מתא הגזע אל סוגי התאים השונים מתרחש בשלבים. ככל שמתקדמים בתהליך, יורד כושר החלוקה של התאים המתקבלים, ומתרבים ההבדלים ביניהם. בשלב האחרון של התהליך, חלק מהתאים מאבדים כליל את כושר החלוקה שלהם (למשל ניטרופיל, אאוזינופיל, בזופיל ותא דם אדום).

התאים שנוצרים מתאי הגזע עוברים מסלולי התמיינות שונים. בכל מסלול התמיינות מבוטא חלק אחר של המידע הנמצא בגרעין התא, וכך כל סוג תאים מקבל תכונות ייחודיות לו, והן מתאימות לתפקודו הייחודי (לא נפרט כאן את התפקודים השונים של סוגי התאים השונים). חלק מתכונות אלו מתגלות כאשר צובעים את תאי הדם, כפי שנעשה במשטח הדם.



בתהליך ההתמיינות נוצרים תאים חדשים מתאים לא ממוינים, שלהם יש כושר חלוקה גבוה. מתוך התאים שנוצרים, חלק נשארים זהים לתאי הגזע, שומרים על כושר החלוקה שלהם ומשמשים מאגר תאים מתחלקים. האחרים עוברים סדרת שינויים המתאימים אותם לתפקוד ייחודי בגוף. השינויים מתבטאים בצורתם החיצונית של התאים ובתכונות נוספות שלהם. אחת התכונות שמשתנה היא כושר החלוקה של אותם תאים. רוב התאים שעברו התמיינות אינם יכולים להתחלק עוד.

חלק ב: תא דם אדום נוצר



1. התבוננו שוב באיור מספר 2 שבעמוד 7, המתאר את הסוגים העיקריים של תאי הדם. כעת נתרכז רק בתהליך שבו נוצר תא דם אדום.
מנו שני מאפיינים חיצוניים המבדילים תא דם אדום מתאי הדם האחרים.

2. תהליך ההתמיינות מביא בסופו ליצירת תא שצורתו מותאמת לתפקודו. חזרו וקראו בספר הלימוד על מערכת ההובלה, את הקטע המספר על תפקודו של תא הדם האדום. השלימו את המשפט:
תפקודו של תא הדם האדום בדם הוא _____.

בחלק זה של הפעילות ננסה להבין איך מבנה תא הדם האדום מתאים לתפקודו.



ציוד וחומרים

- גוש פלסטלינה
- ריבוע נייר אלומיניום (בערך 10 סמ"ר) או ניילון נצמד או 4 יחידות פראפילם
- מספריים

מהלך העבודה

- א. קחו גוש פלסטלינה, ועצבו ממנו כדור. הכדור ישמש לנו מודל לתא גזע.
- ב. קחו גוש בגודל זהה של פלסטלינה, עצבו ממנו כדור, וכעת שטחו את הכדור עד שיקבל צורת פיתה קעורה במרכזה. הפיתה היא מודל לתא דם אדום.
- ג. עטפו את הכדור בנייר אלומיניום או בניילון נצמד. השתדלו להצמיד את הנייר לכדור והימנעו, ככל הניתן, מהיווצרות קמטים. גזרו את שולי הנייר שלא כיסו את הכדור.
- ד. הסירו בעדינות את הנייר מהכדור, שמרו על שלמות הנייר.
- ה. כעת, בנייר שהסרתם מהכדור, עטפו את הפיתה באותה צורה שבה עטפתם את הכדור. האם הספיק לכם הנייר? מה אפשר ללמוד מהבדיקה שביצעתם?

- ו. בתהליך ההתמיינות השתנתה צורתו של תא הדם האדום מתא כדורי לתא בצורת דסקית. מודל הפלסטלינה מדגים שינויים אלה. ראינו במודל כי נפח הפלסטלינה לא השתנה, משום שלא נוסף חומר לכדור כשהפכתם אותו לפיתה. אולם על פי הבדיקה, במעבר מכדור לדסקית השתנה שטח הפנים של המודל.
הקיפו במעגל את המילה הנכונה מבין השתיים הנתונות במשפטים שבקטע שלפניכם:
מהמודל אפשר להסיק כי שטח הפנים של תא דם אדום קטן / גדול יותר משטח פניו של תא גזע באותו נפח.
במסעו של תא דם אדום בכלי הדם, הוא מגיע לנאדיות הריאה, ובהן יש ריכוז גבוה של חמצן שהגיע מחוץ לגוף. החמצן עובר דרך הקרום של תא הדם האדום ונקשר לחלבון בשם המוגלובין, הממלא את נפח התא. השינוי שחל בשטח הפנים של התא מאפשר לתא הדם האדום לשאת כמויות קטנות / גדולות יותר של חמצן.
- ז. באיור מספר 4 שלפניכם מוצגים מודלים של תא עגול ושל תא שצורתו דסקית. ציירו סביבם את מולקולות החמצן (O_2), ובעזרת חץ סמנו את מסלולן אל תוך התא. הציור נועד להדגים את היתרון שיש לצורתו של תא דם אדום בתהליך קליטת החמצן.



איור מספר 4: מימין - מודל תא כדורי
משמאל - מודל תא בצורת דסקית

סוויצ' לוויל
שנצח ונאסח

ומה שלומו של דן? מהו הטיפול שהמליץ ד"ר לבבי?



1. חזרו אל בדיקת הדם של דן (טבלה מספר 2), וציינו מה היה הגורם הבלתי תקין בבדיקה.

2. הקיפו במעגל את המילים הנכונות מבין הברורות הנתונות, בקטע שלפניכם:

מתוך הבדיקה הסיק ד"ר לבבי כי קצב ההתמיינות של תאי הדם האדומים במוח העצם אצל דן נמוך / גבוה מהנורמלי (אמנם ייתכן גם מצב של הרס מוגבר של תאי דם אדומים, אולם זה מצב נדיר יותר). לפיכך ריכוזם של תאי הדם האדומים בגופו של דן נמוך / גבוה מהרצוי, ולכן בכל רגע מגיע פחות / יותר חמצן אל איברי גופו השונים. במאמץ גופני, כמו משחק כדורגל למשל, תאי השריר צורכים כמויות גדולות / קטנות של חמצן לצורך הפקת אנרגיה לפעילות השרירים. חוסר היכולת של דן להתמיד במאמץ כמו משחק כדורגל נובע מכך שבשעת מאמץ קצב הגעת החמצן לתאי השריר אצלו נמוך / גבוה מהקצב שהשימוש בחמצן דורש באותם תאים.



הקשר בין ברזל ובין מספר תאי הדם האדומים

יש כמה גורמים שיכולים להביא לירידה בריכוז תאי הדם האדומים. הגורם הנפוץ ביותר הוא מחסור בהמוגלובין. כדי לפתור את הבעיה, ממליצים לחולים לקחת תרופה המכילה ברזל. יון הברזל הוא מרכיב מרכזי במולקולת ההמוגלובין. ההנחה היא כי תוספת כמות גדולה של יוני ברזל במזון תאפשר בעקיפין ייצור רב יותר של תאי דם אדומים.

יש לקוות כי אם יתמיד דן בלקיחת התרופה שרשם לו ד"ר לבבי, יעלה מספר תאי הדם האדומים שבדמו, בדיקת הדם שלו תחזור ותהיה תקינה, ובמהרה הוא יוכל לחזור ולשחק כדורגל.





- תאי הדם השונים נוצרים מתאי גזע במוח העצם. תאי הגזע מתחלקים ועוברים התמיינות בשלושה מסלולים עיקריים שנותנים תאי מוצא לתאי דם אדומים, תאי דם לבנים ולוחיות דם.
- במהלך ההתמיינות נוצרים הבדלים בתכונות של תאי הדם השונים. חלק מההבדלים מתבטאים בצורה החיצונית של התאים. התכונות השונות מאפשרות התאמה של כל תא לתפקוד מיוחד בגוף.
- תא דם אדום מותאם לנשיאת חמצן בין הריאות לתאים. צורת הדסקית הפחוסה שלו מאפשרת הגדלה של שטח פנים וקליטה יעילה יותר של חמצן.
- מחסור בתאי דם אדומים בגוף יכול להביא לאנמיה. החולה באנמיה סובל מעייפות, הנגרמת מירידה בכושר נשיאת החמצן של תאי הדם האדומים מהריאות לתאי הגוף.





איך זונים צינור?

חלק א: תכנון בנייה של מודל לצינור



ציוד וחומרים

- גפרורים
- פלסטלינה
- מנקי מקטרות
- קרטון של גילי נייר טואלט
- חוטי תפירה או רקמה
- קשיות שתייה
- בקבוקי שתייה אישיים מפלסטיק (300 מ"ל)
- חוט חשמל או חוט ברזל
- פקקי פלסטיק של בקבוקי שתייה
- נייר אלומיניום
- פקקי שעם
- כוסות חד-פעמיות מפלסטיק
- אבקת גבס
- גיליונות נייר
- סכין חיתוך
- נייר דבק
- מספריים
- סופר-ג'לו

מהלך העבודה

התחלקו לקבוצות של 4-5 תלמידים בכל קבוצה.

לכל הקבוצות משימה זהה – עליכם לבנות צינור שיוביל ביעילות נוזלים מנקודת מוצא ליעד. למשימה שני שלבים:

א. תכנון והגדרה של מאפייני הצינור – בשלב זה עליכם לבחור את תכונות הצינור הדרוש, על פי אופי ההובלה בו.

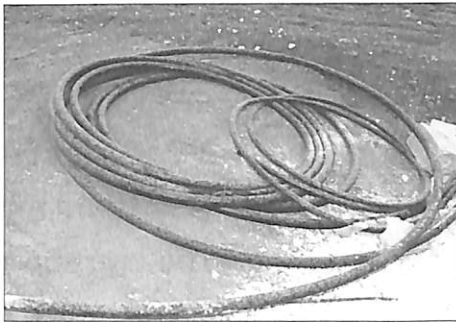
חשבו:

- האם הזרימה רציפה או מקוטעת?
- מה הם הכוחות המניעים את הזרימה?

- האם הזרימה מחזורית או חד-כיוונית? _____
 - האם הצינור מסתעף או נמשך בקו אחד רצוף? _____
- ייתכן כי יש עוד שאלות שכדאי לענות עליהן בתהליך התכנון. כתבו אותן וענו עליהן, כדי לתעד את חשיבתכם. _____

ב. הביצוע – בשלב זה עליכם לבחור את החומרים שמהם תבנו את הצינור, מתוך מאגר החומרים שהכין המורה. זכרו: על מבנה הצינור להתאים לאופי ההובלה שהגדרתם.

בסיום הבנייה עליכם לבדוק אם הצינור עומד בנדרש ממנו כפי שהגדרתם מראש.



בתום העבודה, הביאו את הצינור שבניתם לתצוגה לפני כל הכיתה. הסתכלו על כל הצינורות והשוו ביניהם על פי ארבעת הסעיפים 1-4 שלהלן:

1. מה הם המאפיינים השונים של הצינורות, ואיך הצינורות האלה מתאימים לתפקודם?

2. האם כל צינור מתאים לכל תפקודי ההובלה שהוגדרו? מצאו את המגבלות של כל אחד מהצינורות השונים.

3. מיחידות מבנה לצינור ארוך – תנו שם לכל אחת מהדרכים השונות לבניית צינור ממרכיבים או מיחידות מבנה.

4. הצינורות שבניתם הם מודל לצינורות ההובלה בגופם של יצורים חיים. מתוך המודל נוכל ללמוד על מבנה צינורות ההובלה בגופם של היצורים החיים. נסו למצוא דמיון בין המודלים השונים ובין צינורות הובלה שאתם מכירים, בגופם של צמחים או בעלי חיים. פרטו במה המודל דומה לכל צינור ביולוגי, ובמה הוא שונה ממנו.



עבודה זו תתבצע בזוגות.

כפי שכבר למדתם, יחידות המבנה של היצורים החיים הם תאים. גם צינורות ההובלה בגופם עשויים תאים. ננסה לבנות מודל של צינור העשוי מתאים:

ציוד וחומרים

- פלסטלינה

מהלך העבודה

א. צרו מגוש פלסטלינה קוביות קטנות שיהיו מודל לתאים.

ב. בנו מה"תאים" צינור ארוך ורצוף, לפי השיטה שבה הרכבתם את מודל הצינור.

ג. בנו כעת צינור נוסף, על פי שיטה נוספת שלמדתם ממודלים אחרים בכיתה. ה"תאים" שלכם יכולים להתארך, ויכולים להיות קשורים זה לזה בפאה אחת שלהם.

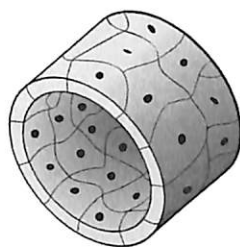
ד. ציירו במלבן שלפניכם את שני הצינורות שבניתם.



ה. סכמו את נקודות הדמיון ואת נקודות השוני בין שני סוגי הצינורות מבחינת אופן ההתארגנות מתאים בודדים.



צינורות בעולם החי



איור מספר 1: נימת דם בנויה מתאים, דופן הנימה בעובי תא אחד בלבד

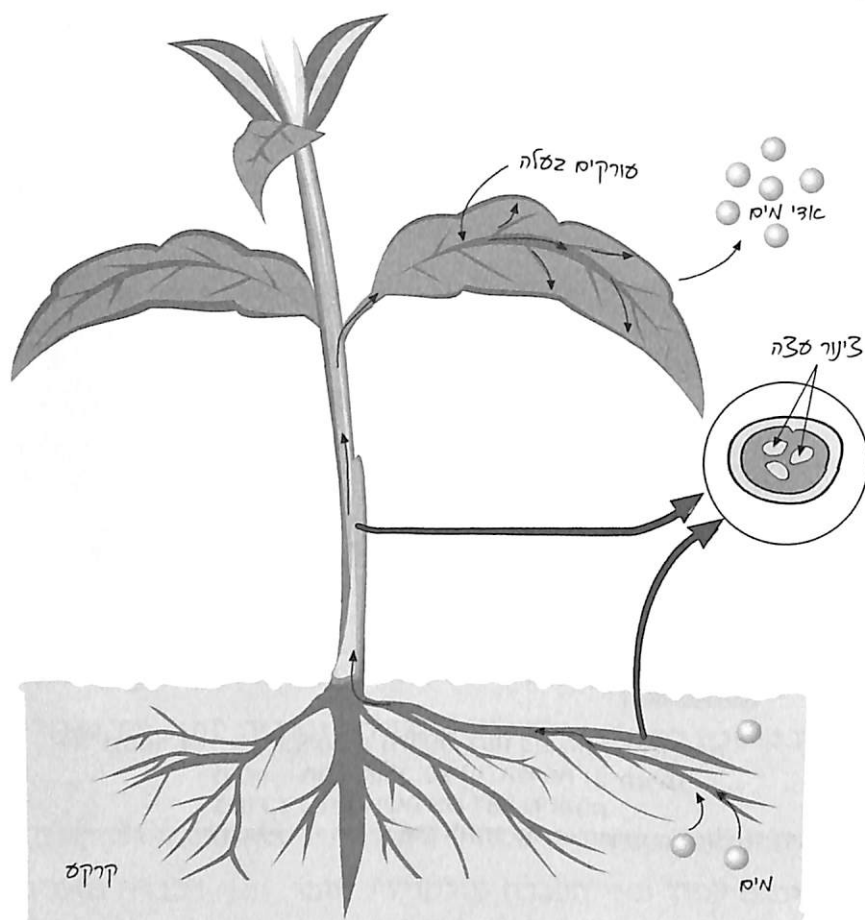
בעולם החי יש צינורות מכמה סוגים. נתרכז בשניים מהם: אחד אצל בעלי חיים ואחר אצל צמחים. בגופם של בעלי החיים הצינורות להובלת נוזלים (הדם והלימפה) בנויים מתאים שביניהם חלל ובו עוברים הנוזלים. הצינור הפשוט ביותר הוא נימת דם. הוא בנוי משכבה אחת של תאים, כפי שניתן לראות באיור מספר 1 שלפניכם.

עד היום לא ברור לחלוטין איך בדיוק צינורות ההובלה נוצרים בעופר. עם זה, ידוע כי בשלב העוברי, תאי העובר בחלקם אינם צמודים זה לזה ויש להם כושר תנועה. אחד ההסברים ליצירת צינור בעובר מבוסס על תכונה זו. תאים מסוימים, מסוג התאים המרכיבים נימת דם, נודדים אל בין התאים האחרים בעובר. התאים הנודדים מתחברים זה לזה כך שביניהם נוצר חלל למבנה של צינור. עם גדילתו של העובר מתווספים עוד ועוד תאים לצינור הנבנה והוא מתארך, בד בבד עם התפתחות האיבר שבו הוא נמצא.

בצמחי יבשה הצינורות בנויים מעמודים של תאים גליליים המחוברים זה לזה לאורכם. התאים התארכו, דופנות התאים בצד הארוך שלהם התעבו בעוד שבדופנות התאים באזור המגע בין תא לתא נוצרו נקבים. כך נוצר חלל רצוף מהשורש דרך הגבעול ועד לעלים, שהוא צינור של תאים. קוטר הצינור הוא כרוחב תא אחד.



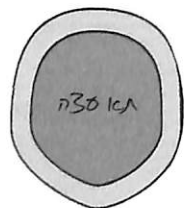
איור מספר 2 שלפניכם ממחיש את החלל הרצוף לאורך כל הצמח, בצינורות המובילים מים מהקרקע עד קדמת העלים.



איור מספר 2: מסלול מולקולות מים לאורך צינורות ההובלה בצמח

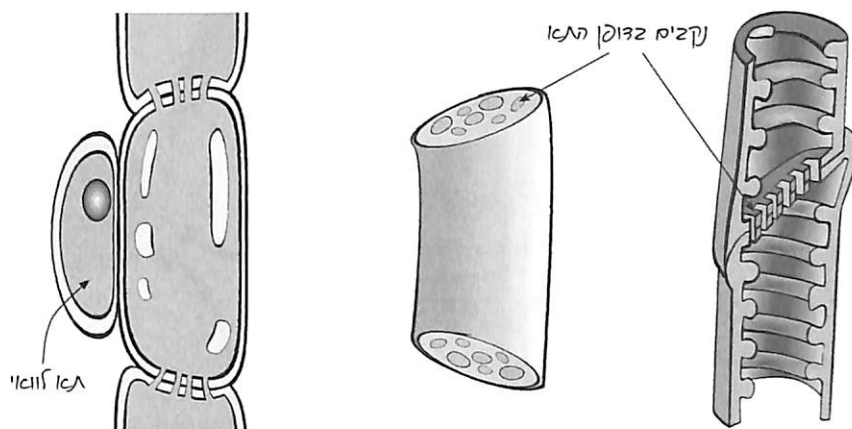
בהסתכלות במיקרוסקופ אפשר לראות שני סוגים של צינורות הובלה בצמח:

א. צינורות העצה (איור מספר 3) מובילים מים ומלחים (מינרלים) מהשורש דרך הגבעול ועד קצות העלים. לצינורות אלו דופן כפולה (לעיתים הדופן הפנימית, העבה במיוחד, נראית כסליל לאורך התא). הדפנות העבות יצרו בידוד בין התא לסביבתו, התא נאטם לסביבתו, ותוכנו התייבש. הדפנות שבין התאים לאורך הצינור התמוססו ונוצר צינור חלול משלדי התאים המתים.



איור מספר 3: תאי צינורות עצה מימין - צינור צינורות עצה משמאל - חתך רחב בתא עצה

ב. צינורות השיפה (איור מספר 4) – נקראים גם "צינורות כברה" (כברה=מסננת), בשל הנקבים הרבים שיש בדופן המקשרת בין התאים. צינורות אלו מובילים סוכרים וחומרי מזון אחרים מהעלים ליתר חלקי הצמח. כיוון ההובלה הוא כלפי מטה ולצדדים. לצינורות אלו דופן אחת בלבד, ובתוך התאים מוצאים שרידים של חלבוני הציטופלסמה הנמשכים לאורך הצינור. מבחוץ, קשורים לתאי הכברה תאי לוואי, שהם תאים חיים המזינים את תאי השיפה בהעברה פעילה (כלומר בהשקעת אנרגיה בתא הלוואי).



איור מספר 4: תאים בצינורות השיפה, מערכת הובלת מומסים:
מימין - חתך אורך בצינור השיפה (2 תאים)
במרכז - תא שיפה עם דופן מנוקבת
משמאל - תא שיפה. לאחד מתאי השיפה צמוד תא לוואי



תאים בנימת דם, תאי עצה ותאי שיפה – דונו בהבדלים בין שלושת סוגי התאים ופרטו את נקודות הדמיון ביניהם.

חלק ב: מה הקשר בין מבנה הצינור ובין תפקודו?

התאים הבונים את העורקים, הוורידים והנימים בגוף החי הם תאים חיים. תאי צינורות העצה הם שלדים של תאים, תאי הכברה אינם מכילים אברונים וזקוקים להזנה חיצונית באמצעות תאי הלוואי. האם יש קשר בין מבנה הצינור ובין תפקודו?

מה הם הכוחות המניעים את ההובלה בסוגים השונים של הצינורות שהכרנו?

העורקים במערכת ההובלה של בעלי החיים מקבלים דם מחדרי הלב. החדרים בלב מתכווצים ומזרימים דם בלחץ גבוה אל העורקים שבהם לחץ הדם נמוך. הדופן הגמישה של העורק משנה את קוטר הצינור בתגובה להתכווצות הלב וכך פועם גם העורק.

צינורות העצה בצמח מובילים מים ומלחים מהקרקע אל העלים בעזרת שלושה כוחות:

א. המים נכנסים אל יונקות השורש באוסמוזה¹, בגלל הבדלי ריכוזים בין התמיסה בקרקע לתמיסה בתאי היונקות. מלחים נכנסים גם הם דרך קרומי התאים של יונקות השורש.

ב. המים עולים בצינור העצה בגלל כוחות משיכה לאורך צינור העצה: לאורך הצינור נוצר עמוד מים רצוף בגלל כוחות המשיכה שבין מולקולות המים למולקולות מים אחרות בצינור, וכוחות המשיכה שבין מולקולות המים לדופנות הצינור.

ג. המים מגיעים בצינור עד קצות העלים בזכות התנדפות מולקולות מים דרך הפיוניות² בראש הצינור. ההתנדפות מושכת למעלה מולקולות מים שהיו נמוכות יותר, וכך נשמר רצף המים בצינור העצה.

בצינורות השיפה הזרימה מכונה "זרימת מסה" וכיוונה מלמעלה למטה ולצדדים. התאים המלווים את תאי הכברה מזרימים לתוך תאי הכברה מולקולות סוכר. תאי הכברה נטענים בסוכר ובעקבות הסוכר נכנסים אליהם מים באוסמוזה. כניסת הסוכר והמים לתאים יוצרת בהם לחץ גבוה של נוזלים וזה הכוח המניע את התמיסה לאורך הצינור אל תאים שהלחץ בהם נמוך יותר.

¹ אוסמוזה – תהליך שבו מים נעים דרך קרומים, מתמיסה מרוכזת לתמיסה מהולה יותר

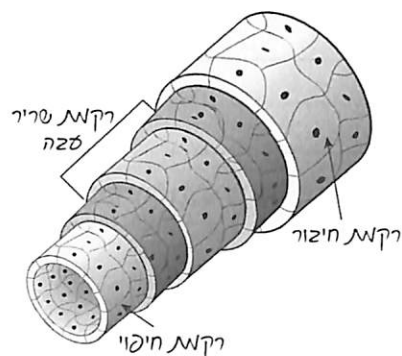
² פיוניות – פתחים בעלה, שדרכם מתבצע חילוף הגזים בצמח

[illegible]

מה אפשר ללמוד מהאיור באשר לתפקודם של התאים הבונים את צינור הדם?



4. התבוננו באיור מספר 6 שלפניכם – חתך רוחב בעורק, וחזרו לאיור צינורות העצה (איור מספר 3 עמ' 477). מה הם המבנים בדופן של כל אחד מהצינורות, המאפשרים את עמידותו בפני הלחצים המופעלים עליו? הוסיפו פרטים אלו לטבלה שבניתם בשאלה 1.



איור מספר 6: שכבות התאים השונות הבונות את העורק

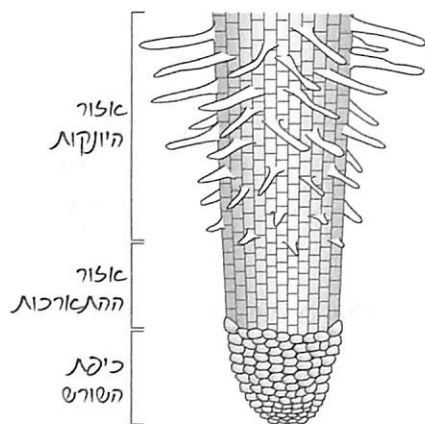


במצב של פציעה בצמח ופציעה בבעל חיים. איזה סוג של צינור קל יותר לתקן?



תצפית בתכשיר מקצה שורש הבצל – האם כל הצינורות ביצורים רב-תאיים בנויים מתאים רבים? עתה נכיר צינור שכל כולו תא אחד:

איור מספר 7 שלפניכם מציג מבט כללי על קצהו של שורש הבצל. אפשר להבחין באיור בשלושה אזורים שונים. אנחנו נתמקד באזור העליון.



איור מספר 7: קצה שורש בצל



מה מאפיין את האזור העליון בשורש הבצל?

ציוד וחומרים

- תכשיר מוכן מקצה שורש הבצל צבוע בכחול מתילן
- מיקרוסקופ אור

מהלך העבודה

שימו את התכשיר על שולחן המיקרוסקופ. כוונו את המיקרוסקופ להגדלה קטנה, והתמקדו באזור שבו נמצאות הרבה "שערות" הבולטות מהשורש כלפי חוץ. אלו הן היונקות. רוב קליטת המים והמלחים בצמח נעשית דרך היונקות. כדי להבחין בתאים השקופים, צבעו את שורש הבצל בצבע המבליט את דופנות התאים ומאפשר צפייה גם ביונקות. עברו להגדלה בינונית, וציירו במלבן שלפניכם יונקות וכמה תאי שורש המקיפים אותה.



1. איך היונקת קשורה אל השורש? מכמה תאים היונקת בנויה?

2. איך מבנה היונקת מותאם לתפקודה?



המבנה של יונקת בשורש צמח דומה במובן מסוים למבנה של נימת דם בבעל חיים, והוא פחות דומה למבנה של צינורות העצה.

במה מתבטא הדמיון בין יונקת לנימת דם?

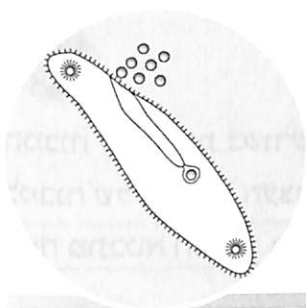


כאשר תולשים צמח מהאדמה חלק גדול מהיונקות העדינות ניתקות והשורש נחשף יותר. לכן את הבצל, שממנו נלקח החתך שראית, גידלו במים והיונקות שלו נשארו שלמות.



- צינורות ההובלה ביצורים חיים עשויים תאים. בצמח הצינורות בנויים משורות של תאים חלולים. בבעלי חיים הצינורות בנויים מתאים המקיפים חלל.
- צינורות הבנויים מתאים מתים הם קשיחים, אינם מתפצלים ואינם ניתנים לתיקון ביצור החי. צינורות הבנויים מתאים חיים הם גמישים, תאים יכולים לעבור דרך הדופן שלהם, הם יכולים להתפצל, ופגיעות בדופן שלהם ניתנות לתיקון.
- בקצה השורש של צמחים נמצאים תאים דמויי שערות הנקראים יונקות. היונקות קולטות מים מהקרקע ומעבירות אותם אל צינורות העצה.





אאים, זועיות ואשאים

חלק א: הובלה באמצעות בועיות בתא



התחלקו לקבוצות – 4-5 תלמידים בכל קבוצה, ובצעו את המשימה שלפניכם.
חברת "מהר וסע" קיבלה כמה הזמנות להובלת חומרים שונים. ההזמנות כוללות גם דרישות זהירות מיוחדות בשל אופי המטען:

א. עגבניות טריות מהשדה אל השוק. יש להיזהר מחומרים המופרשים מעגבניות בשלות אשר גורמים לזירוז ההבשלה ולריקבון של הפרי הטרי.

ב. חומר הדברה רעיל בצורת אבקה. יש להובילו מבית החרושת אל השדה שבו יפוזר.

ג. עיתונים ישנים וניירות משומשים שנאספו בקיבוץ. יש להובילם אל המפעל למחזור נייר.



ברשות חברת "מהר וסע" יש כמה משאיות וכן ארגזי קרטון לאריזה מסודרת. אפשר להעמיס את החומר המובל על המשאית בתפזורת או לארוז אותו בארגזים ואותם להעמיס על המשאית. בשיטה השנייה נדרש יותר מקום, ולכן היא יקרה יותר למזמין ההובלה.

1. אתם הוזמנתם כמומחים לאריזה ושינוע. נא עזרו לחברת ההובלה להחליט איך להוביל כל אחד משלושת המטענים, ונמקו את המלצתכם.

2. חשבו על חומר נוסף שהחברה תידרש להוביל, והציעו דרך להוביל אותו. נמקו את הצעתכם.

3. החברה קראה לכם לשמש "יועצים לענייני הובלת מטענים". עליכם לנסח כללים שינחו את החברה בהחלטותיה. הכללים יקבעו אילו מטענים יובלו בתפזורת, אילו מטענים ייארזו בארגזים, ואילו מטענים תסרב החברה להוביל מחוסר תנאים מתאימים (אפשר גם להציע ציוד שחברת ההובלה תצטרך לרכוש כדי להוביל מטענים כאלה).

4. עם סיום המשימה, הציגו לפני הכיתה כולה את הכללים שניסחתם. נסחו כללים משותפים לכל הכיתה. לסיכום – מלאו את הטבלה כלפניכם:

דרכי הובלה של סוגים שונים של מטען

סוג המטען	מקום הוצאה	היסוד	צורת ההסעה



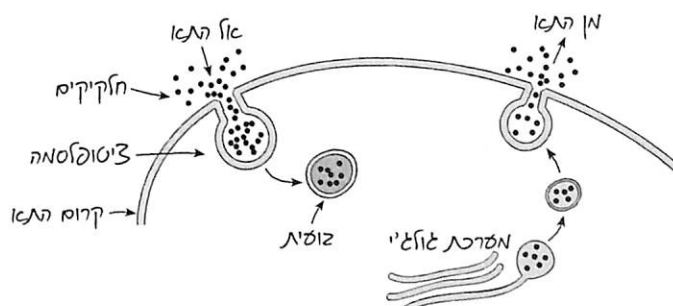
בגופם של יצורים חיים יש כמה מערכות הובלה המובילות חומרים ותאים בצורות שונות. חשבו על דוגמאות שונות להובלה בגוף, המתאימות לצורות ההובלה של חברת "מהר וסע".



הובלה תאית - הבועיות

חומרים גדולים במיוחד, כמו חלבונים או אפילו חלקי תאים, מועברים בתוך התא ובין תא לסביבתו החיצונית באמצעות בועיות. הבועיות הן למעשה חלקים של קרום שעוטפים סביבם את החומר המובל. לדוגמה: כאשר חומרים גדולים, כמו מזון, נכנסים אל התא בתוך בועית: הבועית נוצרת כאשר קרום התא מתקפל כלפי פנים ועוטף את החומר המובל. הקיפולים סוגרים מבחוץ על החומר ונוצרת סביבו בועית סגורה. הבועית נעה בציטופלסמה של התא, עד שהיא מגיעה ליעדה. כאשר הבועית מגיעה ליעדה, קרום הבועית מתלכד עם קרום האברון שאליו הובלה הבועית, היא נפתחת ותוכנה נשפך אל האברון.

איור מספר 1 שלפניכם מתאר שני מסלולים של הובלה באמצעות בועיות בתא.



איור מספר 1: מסלולי ההובלה של חומרים לתוך התא וממנו באמצעות בועיות



ציוד וחומרים

- תרבית סנדליות גדולות
- תרחיף שמרים צבועים בקונגו אדום
- בקבוקון ובו תמיסת מתיל צלולוז
- 2 פיפטות פסטר עם טפי
- זכוכיות נושאות
- זכוכיות מכסות
- נייר סינון
- מיקרוסקופ אור

בכלי שלפניכם יש יצורים חד-תאיים בשם סנדליות. הסנדליות ניזונות מיצורים קטנים ומחלקי תאים שבמים.

בכלי נוסף, יש יצור חד-תאי נוסף, השייך לממלכת הפטריות - שמרים. השמרים נצבעו באדום על מנת להקל את המעקב אחריהם. בניסוי זה נזין את הסנדליות בשמרים הצבועים.

מטרת הפעילות: לעקוב אחר דרך ההזנה של הסנדלית.

מהלך העבודה

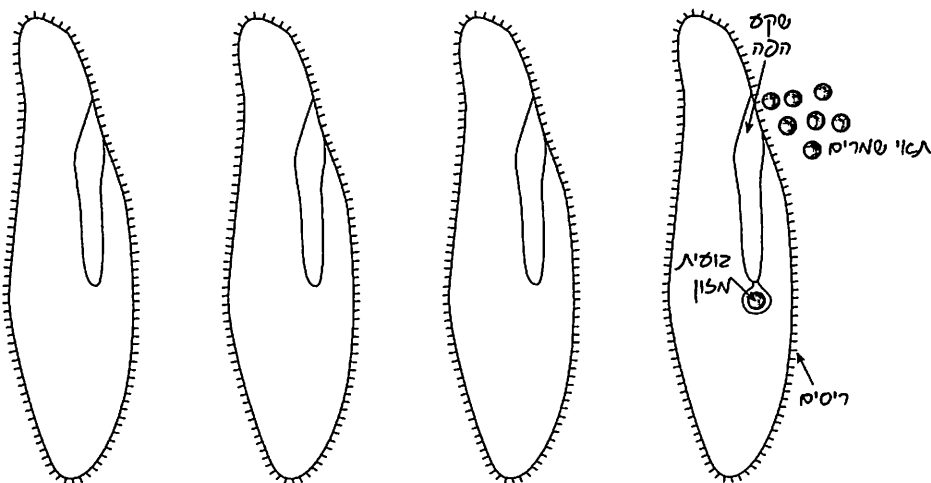
א. טבלו את הבסיס של פיפטת פסטר בתמיסת מתיל צלולוז וצרו בעזרתה טבעת נוזל על זכוכית נושאת. טפטפו, בעזרת טפי, כמה טיפות מתרבית הסנדליות למרכז הטבעת של מתיל צלולוז.

ב. טפטפו, בעזרת טפי נקי, מעט מתרבית השמרים הצבועה, על טיפת הסנדליות. כסו את התרבית בזכוכית מכסה.

ג. שימו את התכשיר שהכנתם על שולחן המיקרוסקופ, כווננו את המיקרוסקופ להגדלה קטנה וצפו במתרחש.

ד. תארו במילים את תהליך הבליעה של השמרים על ידי הסנדלית, ואת תהליך העיכול של השמרים בתא הסנדלית.

ה. באיור מספר 2 שלפניכם סדרת ציורים של סנדליות. ציירו בכל אחת מהן שלב אחר בתהליך עיכול המזון, שתיארתם במילים. השלב הראשון ניתן כדוגמה – בציור הימני.



איור מספר 2: מסלול של בועית מזון בסנדלית

1. מהו אמצעי ההובלה שבעזרתו הובלו השמרים בגוף הסנדלית?
2. לאיזו דרך העמסה, במודל חברת ההובלה, מתאימה תנועת השמרים בתא הסנדלית? נמקו את תשובתכם.
3. אי-אפשר לראות בהסתכלות במיקרוסקופ אור את השלב האחרון בתהליך עיכול המזון. נסו לחשוב כיצד מסתיים התהליך, ותארו שלב זה במילים.



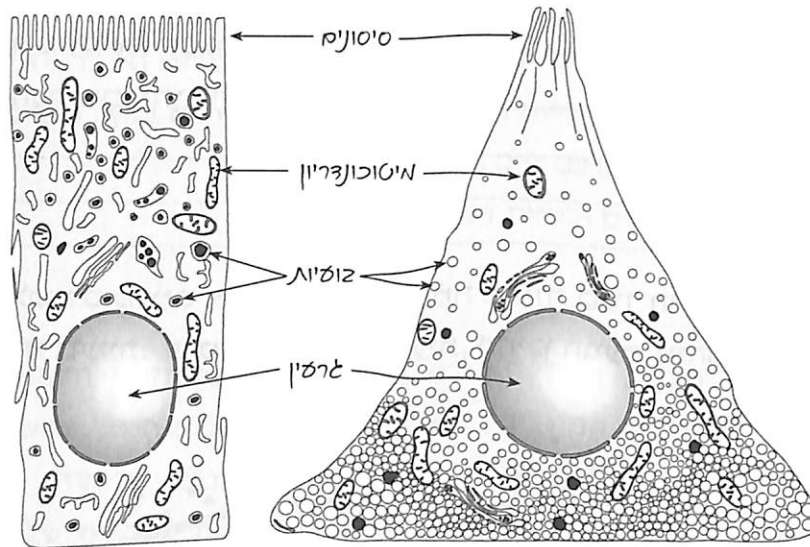
תאים בולעניים

תהליך כניסת השמרים לתא הסנדלית נקרא פגוציטוזיס (ביוונית: פגו=לבלוע, ציטוס=תא). כלומר תא הסנדלית הוא תא בולען, הוא בולע יצורים קטנים יותר הנמצאים במים שבסביבתו. זו הדרך שבה הסנדלית משיגה מזון. עיכול המזון נעשה בעזרת אנזימים המופרשים מהציטופלסמה של הסנדלית אל תוך הבועית ומפרקים את המזון לחומרים קטנים. תוצרי הפירוק עוברים את קרום הבועית אל תוך הציטופלסמה. השאריות הבלתי מעוכלות שנשארו בבועית מופרשות אל מחוץ לתא. תהליך זה אינו ייחודי לתא הסנדלית. גם בגופנו למשל, יש תאים בולעניים. סוג אחד של תאים בולעניים שייך למערכת החיסון - זהו תא הבולע גורמי מחלה, כמו חיידקים או וירוסים שחדרו אל הגוף, ובכך מתחיל את תהליך החיסון של הגוף נגדם. במערכת העיכול יש סוג אחר של תאים בולעניים. תאים אלו קולטים חלקי מזון גדולים מחלל המעי, מפרקים אותם בבועית לרכיבי המזון, ותוצרי הפירוק מובלים אל הדם.





התבוננו באיור מספר 3 שלפניכם המציג שני תאים, וענו על השאלות שאחריו.



איור מספר 3: תאים בדופן המעי של אדם

1. שני התאים נמצאים בדופן הפנימית של המעי באדם. במה התאים דומים זה לזה?

2. אחד התאים "סופג" חלקי מזון גדולים מתוך חלל המעי באמצעות בועיות ומפרק אותם. התא האחר מייצר אנזימים מעכלים ומפריש אותם בתוך "בועיות ריר" אל חלל המעי. מצאו איזה מהם הוא התא הקולט, ואיזה הוא התא המפריש. נמקו את תשובתכם.

3. איזה מהתאים מזכיר את תא הסנדלית, ובמה?

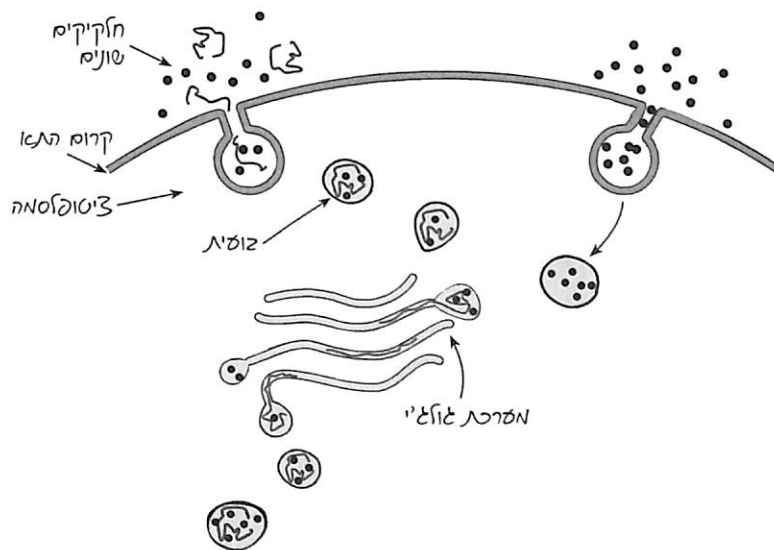


4. הובלת חומרים בתוך בועית נעשית בכמה כיוונים :

- מהסביבה החיצונית אל תוך התא, כאשר קטע מקרום התא מקיף את הבועית שנוצרת.
- מאברון בתוך התא (כמו אברון גולגיי או הרשת התוך-תאית) אל הסביבה החיצונית.
- מאברון אחד לאברון אחר בתוך התא.

כתבו, לכל אחד משלושת הכיוונים של ההובלה, ממה מורכב קרום הבועית המובילה (שימו לב : אחד משלושת הכיוונים ניתן כדוגמה).

5. איור מספר 4 שלפניכם מדגים את המסלול של כמה בועיות בתוך התא. ספרו, במילים שלכם, את "סיפורן" של שתי בועיות. פרטו מהו תוכן הבועית, מהיכן הגיעה, ומהו היעד שלה.



איור מספר 4: מסלולי ההובלה של חומרים לתוך התא וממנו באמצעות בועיות

פוקיז לויז
ינצוז וואסא

חלק ב: תאים כמשאיות



בין סוגי התאים הרבים בגוף, יש גם תאים שהתמחו בהובלת חומרים ואיבדו חלק ממאפייני התא. תא כזה הפך למעין בועית גדולה המסיעה חומרים בין אזורים שונים בגוף. תאים-משאיות אלו הם חלק ממערכת ההובלה, והם נישאים עם זרם הדם לכל חלקי הגוף. נכיר שני תאים כאלה: תא דם אדום ולוחית דם.

תא דם אדום¹

במהלך ההתמיינות במוח העצם, איבד תא דם אדום, את גרעין התא ורוב נפח התא התמלא במולקולות של החלבון המוגלובין. המוגלובין הוא חומר הקושר אליו חמצן, ומשחרר אותו בתנאים מסוימים. תא דם אדום הפך, אם כן, למעין "משאית" נושאת חמצן. פריאות, שבהן ריכוז החמצן גבוה יחסית, ההמוגלובין בתאי הדם האדומים קושר אליו מולקולות רבות של חמצן. בתאי הגוף ריכוז החמצן נמוך. בתנאים אלה ההמוגלובין משחרר חמצן אל התאים.

לוחיות דם¹

לוחיות דם הן שברים של תא גדול. גודלם של השברים הוא כעשירית מגודלו של תא דם אדום. הלוחיות מלאות בבוטיות הנושאות חומרים, כמו יוני סידן, אשלגן ואחרים. קרום הלוחיות רגיש מאוד לחיכוך, והוא נקרע כאשר הלוחיות נתקלות בדופן מחוספסת של כלי דם, למשל כאשר יש קרע בדופן כלי דם. קרום הלוחית נפרץ וכן נפרצים קרומי הבוטיות שבתוכה, תוכן הבוטיות משתחרר אל נוזל הדם, והחומרים שהיו בלוחית מתחילים תהליך של קרישה. בסוף התהליך נוצר מעין פקק המונע המשך של נזילת דם מתוך כלי הדם הפגוע.

¹ מידע נוסף על תא דם אדום ועל לוחיות דם אפשר למצוא בספר הלימוד "מערכת הובלה – לב העניין", הוצאת מטמור"ן, מכון ויצמן למדע, פרק ד' בקטע העוסק בהרכב הדם.





1. ציירו את המסלול של תא דם אדום בין הריאות לתאי הגוף. הוסיפו לציור את מצב החמצן בתא זה בכל אחת מהתחנות במסלול.



2. השוו בין שני סוגי ה"תאים-משאיות" – תא דם אדום, לוחית דם - מבחינת מקור התאים, גודלם, "המשא" שהם מובילים, אופן תנועתם.

חלק ג: טכנולוגיה – בועיות מלאכותיות להובלת חומרים בתוך הגוף



ליפוזומים



ליפוזומים הם בועיות מלאכותיות שמשתמשים בהן ברפואה כדי להעביר חומרים בגוף. בועיות אלה עטופות שכבה כפולה של שומן, גודלן כמאית מגודלו של תא דם אדום ולכן הן נישאות בקלות בזרם הדם. אחד השימושים הנפוצים בליפוזומים הוא הובלה של תרופות נגד תאים סרטניים.

התרופות האנטי-סרטניות הן למעשה רעלים המזיקים גם לתאים בריאים. אם יוזרקו ישירות לדם הם יתפזרו במהירות בכל הגוף, וירעילו תאים בריאים יחד עם הרעלת תאי הסרטן. כאשר כולאים חומרים כאלה בתוך בועיות, מונעים את השפעתם על תאי הגוף הבריאים, אם מכוונים את הפרשת הבועיות לתאי הגידול הסרטני בלבד.

"הקטנה" של הבועיות בחומרים הרצויים נעשית באמצעות זרם חשמלי או בחימום. בתנאים אלה קרום הבועית נעשה חדיר יותר לחומרים בתמיסה. בדרך דומה ניתן לשחרר את החומרים מהבועיות כאשר הן מגיעות אל כלי הדם הסובבים את הגידול: מחממים את אזור הגידול לטמפרטורה של 42 מעלות צלזיוס, הבועיות שבאזור הגידול משחררות בקלות את החומרים שבתוכן אל זרם הדם.



א. חברת "מהר וסע" הובילה גם היא רעלים - חומרי הדברה.

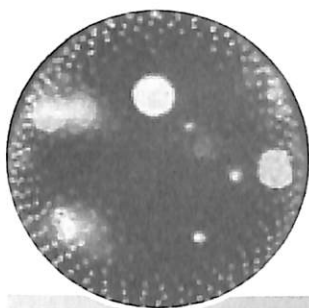
השוו בין דרך ההובלה שהצעתם לחברה, ובין הובלת רעלים בגוף באמצעות ליפוזומים.

ב. ליפוזומים משמשים גם להעברת מולקולות רצויות בגוף. למשל להחדרה לגוף של חלבונים שהם מולקולות גדולות ולא ניידות. כך למשל, בענף הקוסמטיקה מציעים לחדש עור מבוגר באמצעות החדרת מולקולות של החלבון קולגן אל התאים בשכבת העור התחתונה. הקולגן הוא חלבון סיבי שהוא חלק מהמרקם החוץ-תאי. הקולגן מעניק גמישות לעור.

עליכם לסייע במציאת פתרון לבעיית הסעת הקולגן מהקרום הנמרח על העור אל שכבת העור התחתונה. כתבו איך כדאי לפזר את הבעיות, ומה הן הבעיות שיש לפתור כדי להבטיח שהחלבון יגיע ליעדו.



- חומרים גדולים וחלקי תא נכנסים אל התא באמצעות בועיות. הבועיות נוצרות כאשר קרום התא מתקפל, מקיף טיפת מים המכילה את החומרים, ומעביר אותם אל תוך התא.
- הסנדלית קולטת את מזונה מהמים באמצעות בועיות מזון, שהן קטעים הניתקים מקרום התא.
- הובלת חומרים בתוך בועיות מתרחשת בתא בכמה כיוונים: בועיות מובילות חומרים מהסביבה אל תוך התא, מהתא אל הסביבה החיצונית ובתוך התא בין אברונים.
- יש בגוף תאים שתוכנם מלא בבועיות, והם משמשים נשא לבועיות אלו. כאלה הם תאי דם אדומים ולוחיות דם.
- ליפוזומים הם בועיות מעשה ידי אדם. הקרום שלהם בנוי משכבה כפולה של שומן. הליפוזומים נבנו כדי להסיע חומרים לרקמות המיועדות לקלוט אותם.

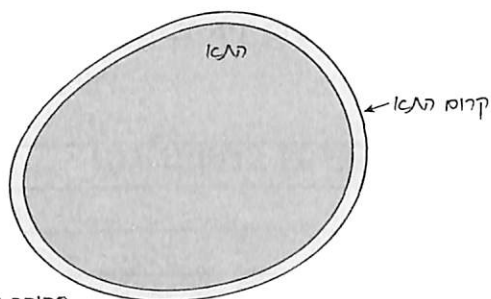


התפתחות מערכת הוצאה



מה צריך בסך הכול בשביל לחיות?

איור מספר 1 שלפניכם מציג יצור חד-תאי בסביבתו - שלולית מים. מחסן המילים כולל את החומרים הדרושים לקיומו של היצור ואת החומרים שהוא מייצר ומפריש לסביבה החיצונית. מקמו את החומרים - בתוך התא או בסביבה החיצונית. הראו, בעזרת חצים, את כיוון התנועה של החומרים שמיקמתם.



סביבה חיצונית

איור מספר 1: תא בסביבתו החיצונית

מחסן מילים

אמוניה¹

מזון

חמצן

חנקן

פחמן דו-חמצני



¹ אמוניה היא תוצר פירוק של חלבונים בתאים חיים

שאלות 1-4 שלפניכם קשורות לאיור מספר 1.

- מהו החומר שעובר מהסביבה אל התא וגם מהתא אל הסביבה?
- למה משמש המזון בתא?
- מה משותף לכל החומרים ברשימה?
- נסחו משפט המתאר את הקשר בין התא ובין סביבתו.

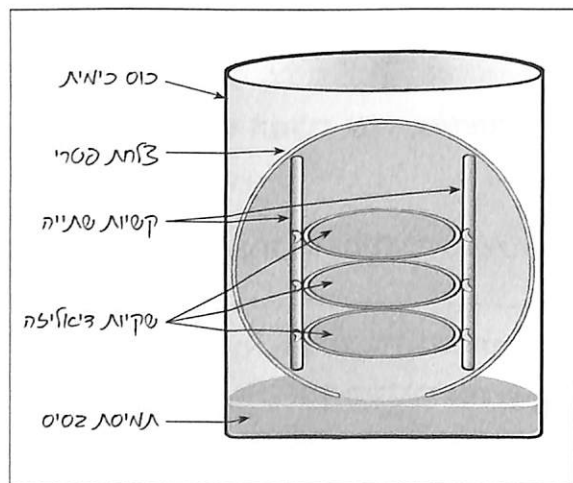
ומה קורה כאשר התא אינו בודד בסביבתו?

כדי לברר את השאלה הזו, נבנה מודל ליצור שגופו מכיל יותר מתא אחד. במקום תאים נשתמש בשקיות דיאליזה המלאות בנוזל. נניח את השקיות זו על זו, כדי ליצור דגם של יצור בעל שלוש שכבות תאים.



ציוד וחומרים

- תמיסת $1M$ NaOH (בסיס הנתרן)
- אינדיקטור פנול פתלאין
- בבקבוק טפי
- מי-ברז בבקבוק שטיפה
- שקיות דיאליזה
- חוט רקמה
- גומייה
- קשיות שתייה
- משורה 50 מ"ל
- צלחת פטרי חד-פעמית, שנגזרו בצדה שני פתחים משולשים
- כוס כימית 800 מ"ל או מחציתו התחתונה של בבקבוק שתייה קלה ליטר וחצי



איור מספר 2: מודל שקיות דיאליזה להדגמת שכבות תאים ביצור

- צלחת פטרי חד-פעמית, שנגזרו בצדה שני פתחים משולשים
- כוס כימית 800 מ"ל או מחציתו התחתונה של בבקבוק שתייה קלה ליטר וחצי

מהלך הניסוי

- א. גזרו משקית דיאליזה 3 חתיכות באורך 9 ס"מ כל חתיכה.
- ב. קשרו צד אחד של השקית בחוט רקמה, הדקו את הקשר היטב כדי שלא תתאפשר נזילה של תוכן השקית.
- ג. טפטפו לשקית 7 טיפות אינדיקטור פנול פתלאין, ובעזרת בקבוק השטיפה מלאו את השקית במי-ברז עד כדי 2/3 מנפחה.
- ד. קשרו את הצד העליון של השקית כפי שקשרתם את צדה התחתון. שטפו את השקית במי-ברז, והניחו אותה במרכז צלחת הפטרי.
- ה. הכינו באותו אופן את שתי השקיות הנותרות, והניחו אותן זו לצד זו בצלחת הפטרי.
- ו. הניחו שתי קשיות שתייה לאורך הצלחת, כך שייצבו את שקיות הדיאליזה זו ליד זו, סגרו את מכסה הצלחת והדקו אותו לבסיס הצלחת בעזרת גומייה. צלחת הפטרי והקשיות נועדו לייצב את שקיות הדיאליזה כך שישכבו זו מעל זו בצלחת כאשר היא תוצב במאונך.
- ז. בעזרת משורה שפכו 35 מ"ל תמיסת בסיס הנתרן לתוך הכוס הכימית. העמידו את צלחת הפטרי בתוך הכוס, כך שהסדקים בצד הצלחת יופנו כלפי בסיס הכוס (ראו איור מספר 2). הניחו את הכוס בלי טלטול נוסף. צפו בכוס בתדירות של פעם לשעה במשך 6 שעות ואפשר גם למחרת היום. רשמו כל שינוי שנצפה בשקיות. הקפידו לרשום את הזמן מתחילת הניסוי, שבו ראיתם כל שינוי.



איור
?

1. סכמו במשפט אחד את התצפית בשלוש השקיות.

2. פנול פתלאין הוא אינדיקטור המשנה את צבעו משקוף – במים, לוורוד – בנוכחות בסיס. על פי המידע הזה: איך תסבירו את שינוי הצבע שחל בשקיות?

3. נחזור וניזכר: עֲרַמַּת השְׁקִיּוֹת הן מודל לשלוש שכבות תאים ביצור רב-תאי. השוו בין המודל ובין המציאות, בעזרת השלמת הנתונים החסרים בטבלה שלפניכם.

השוואה בין המודל ובין יצור בעל שלוש שכבות תאים

מודל שקיות הדיאליזה	יצור בעל שלוש שכבות תאים
	א
כוס וזה נל	
	קרום תא
	אופן תא (ציטופלסמה)
קשיות שגייה וצומח פטרי	שלד היצור

4. יצורים חיים מקבלים מהסביבה שבה הם חיים מזון וחמצן החיוניים לקיומו של כל תא ותא בגופם. על פי התוצאות שקיבלתם בניסוי, קבעו אם יצליח מודל היצור "לחיות" בסביבתו. הסבירו את קביעתכם.



לפניכם ארבעה קטעים, א-ד, כל אחד עוסק ביצור אחר. סדר הקטעים התבלבל ועליכם לסדר אותם על פי היגיון מסוים. קראו את הקטעים, ענו על השאלות שקשורות לכל קטע, וחשבו על סידור הקטעים על פי מורכבות היצורים המתוארים בהם. כשתהיו מוכנים, דונו בכיתה על הקטעים, על התשובות לשאלות ועל הדרך לסדר אותם.

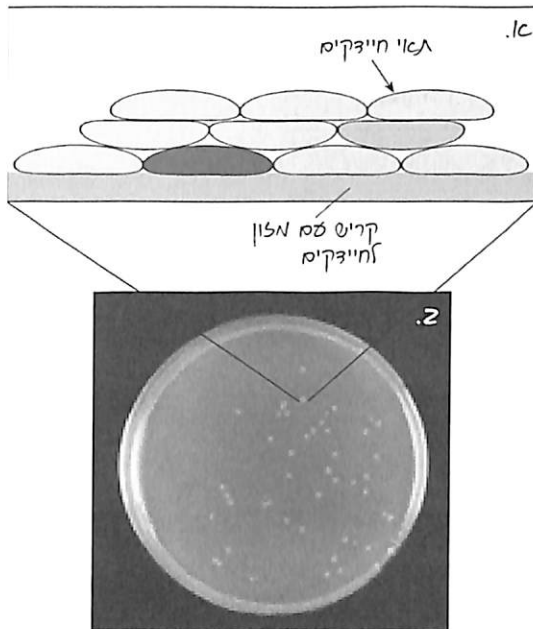
קטע א: מושבת חיידקים על מצע מוצק

נתאר ניסוי מעבדה: מכינים צלחת ובה אגר - קריש מוצק שמומסים בו חומרי מזון. על הצלחת מפזרים חיידקים בודדים, כך שכל חיידק ממוקם בנקודה מסוימת עליה. נוכחות כמות גדולה של מזון בסביבה מאפשרת לכל חיידק להתחלק שוב ושוב, והחיידקים שנוצרים נשארים צמודים זה לזה. בתוך כמה שעות נוצרת מחיידק בודד מושבה של חיידקים הזחים זה לזה, כי כולם נוצרו מאותו תא. המושבה נראית בערך כך: החיידקים נראים זהים זה לזה אולם חלקם הם תאים מתים, בגלל המצב שבו הם מצויים (ראו איור מספר 3).

1. יש לפחות הבדל אחד בין התא הצבוע בשחור ובין

התא הצבוע באפור באיור מספר 3-א

ציינו מה הם ההבדלים בין שני התאים.



איור מספר 3: א. מודל לסידור החיידקים במושבה אחת
ב. מושבות חיידקים על אגר בצלחת פטרי

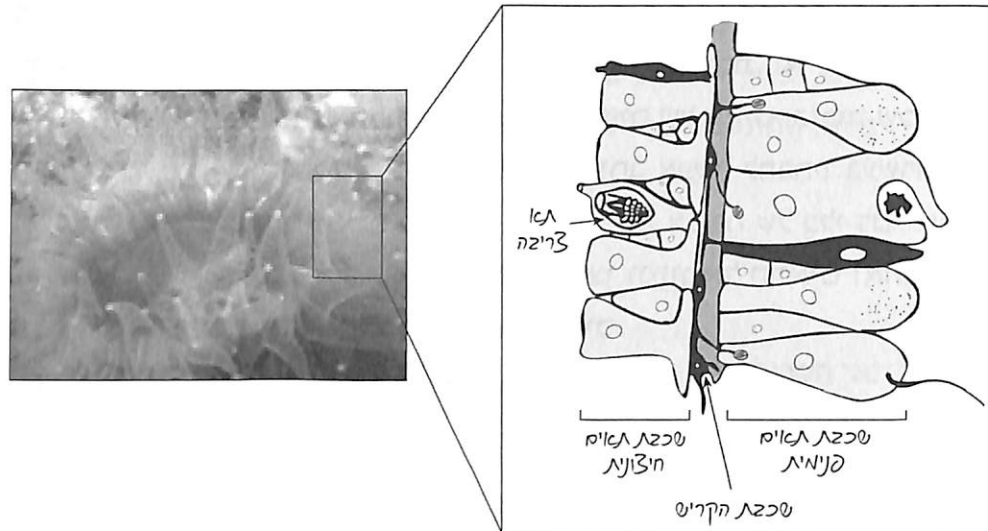
2. על פי ההבדלים שציינתם – היכן סביר שיימצאו התאים המתים במושבה? הסבירו את תשובתכם.

3. איך אפשר למנוע את תמותת התאים הללו? הסבירו את תשובתכם.



קטע ב: המדוזה, מערכת הנבוביים

כולנו מכירים את המדוזה, חלקנו גם התנסינו בצריבה הכואבת של תאי החץ שהמדוזה משחררת למים. אולם, מעטים יודעים כי מלבד חומר דמוי קריש, המדוזה בנויה כשק העשוי שתי שכבות של תאים וביניהם שכבת קריש. זרועות הציד של המדוזה מקיפות את פתחו של השק. תנועת הזרועות מזרימה אל חלל השק מים עשירים במזון. תאים בדופן הפנימית של השק מפרישים חומרים המעכלים את המזון שבחלל, שאריות המזון נפלטות מאותו פתח. בשכבה החיצונית של הגוף נמצאים תאים אחרים, ביניהם תאי הצריבה. איור מספר 4 מציג את התאים הללו.



איור מספר 4: שכבות התאים בגוף המדוזה

1. מהיכן סביר שמגיע מזון לתאי השכבה הפנימית, ומהיכן – לתאי השכבה החיצונית של המדוזה? הסבירו את תשובתכם.

2. מהיכן סביר שמגיע חמצן לתאי השכבה הפנימית, ומהיכן – לתאי השכבה החיצונית של המדוזה? הסבירו את תשובתכם.

מוליך לול
 שני צדדים
 'שני צדדים'

3. מה היה קורה לתאי המדוזה, אילו במקום הקריש המפריד בין שתי שכבות התאים הייתה נמצאת שכבת תאים נוספת (רמז: הסתמכו על תוצאות הניסוי עם שקיות הדיאליזה)? הסבירו את תשובתכם.

קטע ג: יצור יבשתי – האדם

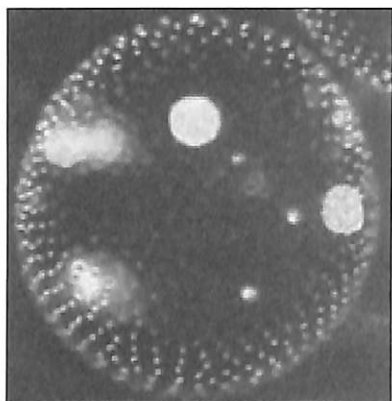
גוף האדם מורכב משכבות רבות של תאים, המאורגנים ברקמות שונות. כך למשל בדרך מהחוץ אל פנים הגוף אפשר להבחין בשכבת תאי עור מתים, פנימה להם-בשכבת תאי עור חיים, בשכבת שומן, בכמה שכבות של תאי שריר ובשכבות הבנויות מסוגים נוספים של תאים. בזכות שכבות התאים הללו נוצר קיר גוף שרוחבו כמה סנטימטרים, כלומר בחתך רוחב אפשר להבחין בעשרות של תאים בין החוץ לבין חלל הגוף. בין שכבות התאים השונות פרושה רשת צפופה של כלי דם – עורקים, ורידים ובעיקר נימים – שבהם זורם נוזל הדם. הדם מוביל חמצן ומזון אל התאים ואוסף מהם פחמן דו-חמצני ותוצרי פירוק של תהליכים שונים שהתרחשו בתאים.

1. מהיכן מקבל גוף האדם את המזון ואת החמצן הדרושים לו?

2. איך מקבלים תאי הגוף השונים את המזון הדרוש לקיומם?

3. איך מקבלים תאי הגוף השונים את החמצן הדרוש לנשימתם?





איור מספר 5: כדורון (Volvox)
 Dr. Morgan L., Environmental and
 (Plant Physiology, Ohio State University)

קטע ד: כדורון (VOLVOX), מושבת אצות חד-תאיות

הכדורון בנוי מכמה עשרות של תאי אצה חד-תאית ירוקה החיה במים מתוקים רדודים. תאים אחדים התחלקו שוב ושוב ונשארו צמודים זה לזה הודות לחוטי חלבון דקים שמקשרים ביניהם. לבסוף נוצרה מושבת תאים בצורת כדור הנע במים בעזרת תנועה של השוטונים הבולטים החוצה מכל אחד מהתאים. במבט שטחי אפשר להבחין כי במושבה שני אזורים: אזור בהיר ואזור כהה יותר. שני אזורים אלו ירוקים, אולם הם שונים ביכולת שלהם לקלוט אור. אם נחצה את כדור התאים, נבחין כי חלק מתאי המעטפת ייצרו תאים מסוג שונה - תאי רבייה, שהתקבצו בצד הפנימי של הכדור.



1. איך מקבלים תאי הכדורון את המזון הדרוש לקיומם?

2. איך מקבלים תאי הכדורון את הגזים הדרושים לקיומם?

3. מה עשוי להיות היתרון בעובדה שכדור התאים חלול? נמקו את תשובתכם.



לאחר שאספתם את תוצאות הניסוי וסידרתם את הקטעים לפי הסדר ההגיוני הנראה לכם, ערכו דיון במסגרת כל הכיתה. להלן שאלות היכולות להיות שלד לדיון כזה:

1. מה הם השינויים ההדרגתיים שבהם אפשר להבחין אם מדרגים את היצורים שבארבע הדוגמאות מיצורים פשוטים למורכבים יותר?

2. מתי מערכת הובלה חיונית לקיום היצור?

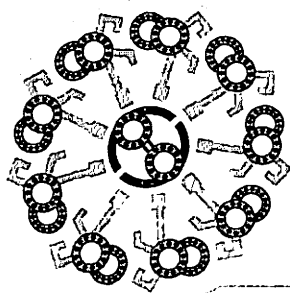
3. באיזו מידה תוצאות הניסוי תומכות בממצאים המתוארים בקטעים שקראתם?

4. מלבד העלייה במורכבות, קו התפתחותי נוסף שניתן להציג הוא מעבר מיצורים מימיים ליצורים יבשתיים. מה מאפיין מערכות הובלה של יצורים שוכני מים, ואילו מאפיינים של מערכת ההובלה נמצאים אצל יצורים החיים ביבשה?



- יצורים חד-תאיים חיים בסביבה מימית. מזון וחמצן מהמים עוברים בדיפוזיה דרך קרום התא, תוצרי חילוף החומרים בתא (פחמן דו-חמצני ואמוניה בעיקר) עוברים בדיפוזיה מהתא למים.
- תהליך הדיפוזיה יעיל רק למרחקים קצרים. ביצורים הבנויים מכמה שכבות תאים, לשכבות הפנימיות אין מגע ישיר עם המים. ביצורים אלו התפתחו מערכות הובלה המקשרות בין הרקמות והאיברים בתוך הגוף.





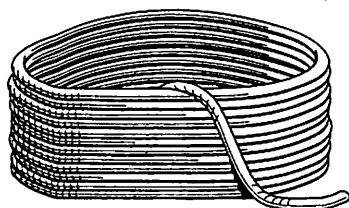
נתיבים זמא



פעילות זו תבוצע בקבוצות של 4-5 תלמידים.

יצאתם עם חבריכם למחנה קיץ. היום האחרון במחנה הוקדש למשימות קבוצתיות בשטח.

לפניכם דף ההנחיות למשימה הראשונה.



א. התחלקו לקבוצות, תכננו את ההתמודדות עם המשימה ורשמו את התכנון על דף.

ב. כל קבוצה תציג את שיטת ההתקדמות שהיא בחרה לפני השופטים – קבוצות התלמידים האחרות. יש להציג את השיטה, את יתרונותיה את הבעיות בהפעלתה (אם יש כאלה).

ג. ערכו טבלה לסיכום דרכי ההתקדמות השונות, על פי טבלה מספר 1 שבעמוד הבא:

הנחיות למשימה ראשונה

בשטח המחנה קוצרו 10 אוחות צמוניים, חלקם על הקרקע, אחרים גלויים למעלה. עליכם להמציא שיטה לסדור בין אוח אוח ולהגיש את כל האוח. יש להשתמש בשיטת התקדמות אחידה כדי להגיש את כל האוחות. ארשומכם מפורטים בשטח אצנים, ארעלים, חבלים וקורות על שניגן להשתמש בהם. יש להגיש את ארע האוחות בלחץ שייקדם, ולהגיש הוכחה אכר שראיתם את האוחות (אמש) להעניק את גופן הפקק המוצמד אוח או אמלא את המטלה הכתובה בפקק).

שופטים מפורטים בשטח, והם יעניקו ניקוד אכל קבוצה.

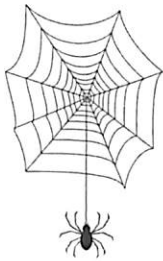
הניקוד יגבסס על שלושה מרכיבים: יעילות הדרך שבה בחרתם כדי להגיש אוחות, מספר האוחות שאליהם הגעתם בגומ המשחק, מידת שיעול הפעולה בקבוצה במהלך ביצוע המשימה.

בהצלחה!

השיטה	האמצעים הדורשים להתקדמות	יגרונון השיטה	מגבלות השיטה
התקדמות בקפיצות	לא נדרשים	פשטות, מהירות	לא מליצים לעזבה

קעת נבחן את ההצגה של שתי קבוצות אחרות שהתמודדו עם אותה משימה. הקבוצות הגישו בכתב את תיאור השיטה שבה התקדמו. להלן התיאורים:

קבוצה א: עכביש וקורים



בקצה האחורי של בטן העכביש יש פתחים רבים של בלוטות הקורים. באמצעות רגליו, העכביש סוחט את פתחי הבלוטות וגורם להפרשת ריר שמתקשה באוויר לסיב חזק. אחד מסוגי הקורים, קור המשיכה, מתארך כאשר העכביש מתקדם או נופל, והוא מאפשר לו גם להשתלשל כלפי מטה. כאשר העכביש עולה, הוא בולע את קור המשיכה, ובכך מקצר אותו ככל שהוא מתקדם כלפי מעלה. אבני הבניין של הקור שהתעכלו בקיבת העכביש, משמשים לבניית קור חדש.

ברעיון הזה השתמשנו כדי להגיע ללוחות הגבוהים: זרקנו חבל שעייגנו בלוח. אחד מאתנו החזיק את קצה החבל, ואחר טיפס אליו עד הלוח. המטפס נאחז בלוח וגלגל את כל החבל אליו, זרק אותו לנקודה הבאה שם עייגנו אותו שוב, כדי שהמטפס ירד אל הלוח הבא. כך יכול חבל אחד להספיק לנו כדי להגיע לכל הלוחות. העכביש יוצר קור מיחידות בנייה ומפרק אותו ליחידות, ואילו אנחנו רק מאריכים ומקצרים את החבל.

כדאי לדעת: בדרך כלל העכביש מטפס על הקור כלפי מעלה, בלי לאכול אותו, אולם בעת הצורך, העכביש יכול לאכול את הקור. אפשרות זו היא החשובה לנו לצורך העיקרון שבו השתמשנו בדרך ההתקדמות שלנו.

קבוצה ב: תנועה בנתיבים סלולים מראש

גם אנחנו השתמשנו בחבלים. מתחנו אותם לאורך המסלול מפני הקרקע עד לגובה שבו ממוקמים הלוחות הגבוהים. על החבלים הנחנו לולאת מתכת שניתן לאחוז בה – כמו שעושים אומגה. אחד מאתנו נתלה על הלולאה, ובעזרת תנועות הרגליים משך את הלולאה לאורך החבל, וכך הגענו אל כל

סלול מראש
אחוז חבל

הלוחות. התנועה מהירה, כשאחד מתעיף מחליפים אותו בחבר אחר של הקבוצה. הבעיה היא הידיים - אין הן פנויות לאחוז בלוח או במשהו אחר חוץ מהלולאה. ד. אם לא נכללו בדרכי ההתקדמות שהצעתם שתי הדרכים של קבוצות א ו- ב הוסיפו אותן לטבלה שבניתם.

ה. אחד השופטים בתחרות ההתקדמות הציע לקבוצות שמות אחרים: לקבוצה א קרא "תנועה של קפיצים" ולקבוצה ב "תנועה בעזרת מנוע". הסבירו באיזו מידה השמות המוצעים מתאימים לדרכי ההתקדמות שתיארו הקבוצות.

ומה בין דרכי ההתקדמות של המשתתפים במחנה הקיץ ובין התא? גם בתא נעים חומרים ואברונים ממקום למקום, הם עושים זאת בנתיבים מיוחדים - על סיבים של שלד התא.



שלד התא

לבעלי חיים יש שלד פנימי קשיח השומר על צורת הגוף. גם לתאים יש שלד פנימי אולם הוא אינו קשיח, צורתו משתנה כל העת. השלד בנוי מסיבים ארוכים של מולקולות חלבון. לשלד התא ארבעה תפקידים:

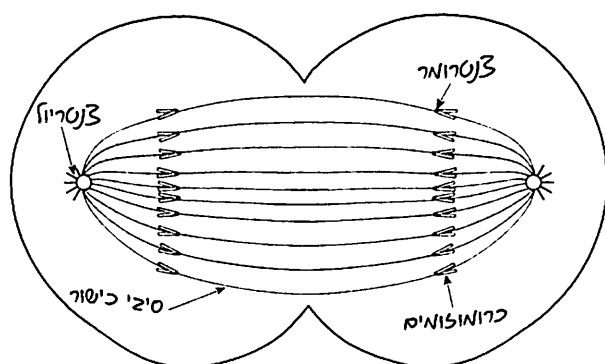
- א. הוא שומר על צורתו של התא - בעיקר בתאים חסרי דופן.
- ב. הוא משמש מסלול הובלה לחומרים ולאברונים ממקום אחד לאחר בתוך התא, וכן מאפשר תנועה בתא.
- ג. הוא מאפשר בקרה על תהליכים מסוימים הקשורים למחזור חיי התא, למשל הכוונת תנועת הכרומוזומים בעת חלוקת התא.
- ד. הוא מאפשר את תנועת התא.

בפעילות זו נעסוק בעיקר בתפקיד ההובלה של שלד התא ונכיר שלוש דוגמאות להובלה על פני השלד. נתמקד בסוג אחד של סיבי השלד העשויים שרשרות רבות של חלבון טובולין היוצרים מבנה של צינור דק.



איור מספר 1: מדרג - מתא למולקולה

א. לסיבי שלד התא תפקיד בתהליך חלוקת התא (מיטוזה)



איור מספר 2: תא בחלוקה במהלך יצירת שני תאי בת

כאשר תא מתחלק, נוצרים שני תאים שכל אחד מהם מכיל את כל מערך הכרומוזומים שהיה בתא המקורי. איך נשמר הדיוק בתהליך חלוקת הכרומוזומים בין שני התאים? - בעזרת סיבי שלד התא. סיבי הטובולין נמתחים ממרכז הנקרא צנטריול (גופיף מרכזי) ומתקשרים בקצותיהם אל הכרומוזומים. נוצר מבנה המכונה כישור. הכרומוזומים מובלים באמצעות סיבי הכישור אל שני הקטבים של התא המתחלק, ובכל קצה נוצר תא חדש. כדי להדגים את ההליך נשתמש בהדמיה ממוחשבת שלו.



היכנסו לאתר האינטרנט שכתובתו: http://www.cellomics.com/resources/reference_library/ לחצו על האפשרות כלים אינטראקטיביים (interactive tools), בחרו באפשרות מחזור התא (cell cycle), ושם בחרו בשלב M (מיטוזה). הריצו את ההדמיה פעם אחת ברצף, ופעם נוספת שלב אחרי שלב. לשם כך לחצו על כפתור ההשהיה (הכפתור האמצעי).



1. תארו את שלבי התהליך. התייחסו לסיבי הכישור (צבועים בירוק) ולכרומוזומים (אדומים, בתחילה הם כפולים, וצורתם דומה לאות X).

2. בעזרת סרגל, מדדו את אורך סיבי הכישור בכל אחד מהשלבים שבהם הבחנתם.

מלאו את טבלה מספר 2 על פי ממצאיכם:

טבלה מספר 2: אורך סיבי הכישור בשלבים שונים של תהליך המיטוזה

השלב במיטוזה	אורך סיבי הכישור, זס"מ*
הכישור נמתח בין שני הקטבים של התא	
הכרומוזומים מזדקקים לתא	
הכרומוזומים נודדים אל הקטבים של התא המתאריך	
נצרכו שני תאים	

*זכרו: תפקיד ההדמיה להבהיר תהליכים מסובכים בתא, בין השאר באמצעות הגדלה. יש לזכור כי במציאות התא וסיבי הכישור קטנים פי כמה וכמה מגודלם על המסך. עם זאת, יחסי הגודל בין חלקי התא השונים נשמרו נכונים בהדמיה. כמו במציאות.

3. נסחו בכתב משפט המתאר את השינויים שחלו בצנטריול ובסיבי הכישור במהלך המיטוזה.

4. חזרו למודל דרכי ההתקדמות – איזו מבין דרכי ההתקדמות שהכרתם, מתארת בצורה הטובה ביותר את התנועות שחלו בסיבי הכישור? מה אפשר להסיק מכך על הדרך שבה הכישור משנה את אורכו? – הסבירו את תשובתכם.



עצירת חלוקת תאים

אחת השיטות ששימשו את החוקרים שגילו את תפקיד הכישור הייתה עיכוב באמצעות חומר כימי. לשם כך השתמשו בחומר – קולכיצין – המופק מפקעות של הצמח סתונית. כאשר מוסיפים קולכיצין לתמיסת הגידול של תאי שורש הבצל (שבו נמצאת רקמה מתחלקת), חלוקת התאים נעצרת בשלב מסוים בתהליך. הסתכלות במיקרוסקופ מגלה כי לא נוצרו סיבי כישור והכרומוזומים לא התארגנו במרכז התא.

יישום לתופעה זו מנוצל בטיפול כמותרפי בחולי סרטן. תאי הסרטן הם תאים המתחלקים בקצב מוגבר. כאשר מזריקים קולכיצין לגופו של חולה סרטן, מצליחים לעצור את התחלקותם של תאים, ביניהם גם תאי הסרטן. יש לציין כי בעקבות הטיפול חלה גם פגיעה ברקמות אחרות של הגוף שבהן התאים מתחלקים באופן שגרתי, כמו למשל שורש השערה.

הקולכיציין מלמד אותנו גם על תכונת הברירות של קרום התא – אף על פי שהקולכיציין מחבל בתהליכים טבעיים בתא, כניסתו לתא אינה נבלמת על ידי הקרום. כלומר, חדירתם של חומרים דרך הקרום תלויה בתכונותיהם הכימיות ואין לה קשר לאופי הפעילות שלהם בתוך התא.



1. רעל הוא חומר כימי הפוגע בתפקוד כלשהו של הגוף או התא. האם, לאור התצפיות האלה נכון לקרוא לקולכיציין רעל? נמקו את תשובתכם.

ב. שלד התא משמש מסלול לתנועתם של אברונים בתוך התא. אברונים ומולקולות גדולות מובלים מאזור אחד לאחר בתא לאורך סיבי השלד התאי. גם בתהליך זה משתתפים סיבי טובולין. כדי לצפות בתהליך, נתבונן בתמונות של תאי צמח שצולמו מבעד למיקרוסקופ אור.



פתחו את סביבת הלמידה הממוחשבת "מבט לתא החי" (2001), מכון ויצמן למדע ומט"ח, בנושא "תנועה ותקשורת".

מתוך תפריט הנושא בחרו באפשרות "תאים נעים".

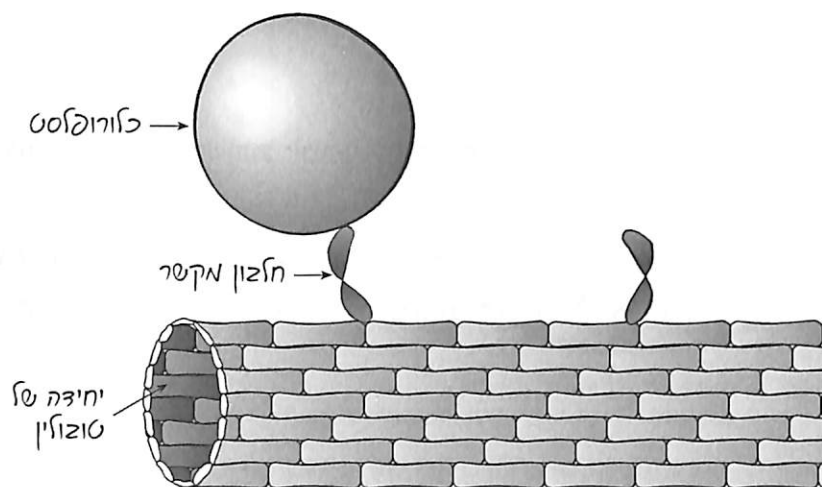
מכאן עברו ל"אוטוסטרדות בתא", וצפו בסרט הראשון - תנועה בתאי הצמח.

1. תארו במילים את אופן ההובלה של כלורופלסטים בתוך התא לאורכו.

2. חזרו למודלים של דרכי ההתקדמות שבניתם. איזה מודל מתאים לדרך שבה נעים הכלורופלסטים? נמקו.



3. במיקרוסקופ אור לא ניתן לראות מולקולות, אולם תוצאותיהם של ניסויים רבים אפשרו לבנות מודל המתאר את המנגנון המעורב באוטוסטרדות התא. איור מספר 3 שלפניכם מציג את המודל.



איור מספר 3: מודל - התקדמות כלורופלסט על גבי סיב של טובולין

4. התבוננו באיור מספר 3 והסבירו - איך מחליקים הכלורופלסטים על הנתיבים בתא?



על סיבי החלבון טובולין יש מולקולות של חלבון אחר. מולקולות אלו מקשרות בין האברונים ובין נתיבי ההתקדמות שלהם - סיבי הטובולין - ומאפשרות את ההובלה של האברונים על סיבי החלבון. תנועה מסוג זה דורשת השקעת אנרגיה. אנרגיה זו התקבלה בתהליך הנשימה התאית מהמזון והחמצן שהגיעו אל התא. אם כן, זוהי דוגמה נוספת לשימוש שהתא עושה באנרגיה שהתקבלה מהמזון.

ג. אברוני התנועה של תאים בנויים מסיבי השלד התאי
תאים רבים מצוידים באברונים הקשורים לקרום התא ומאפשרים תנועה לתא כולו. אברונים אלו הם ריסים ושוטונים. גם הריסים והשוטונים בנויים מצינורות זעירים העשויים מהחלבון טובולין

ומסודרים במבנה מיוחד. שימו לב: כאן מדובר בתנועה של התא כולו, ולא בהובלה של אברונים או מולקולות בתוך התא או אליו וממנו.



פתחו את סביבת הלמידה הממוחשבת "מבט לתא החי" (2001), מכון ויצמן למדע ומט"ח, בנושא "תנועה ותקשורת".

מתוך תפריט הנושא בחרו באפשרות "תאים נעים".

משם עברו לאפשרות "כיצד ריסים ושוטונים מאפשרים תנועה?", וצפו בשני הסרטים בפרק זה.

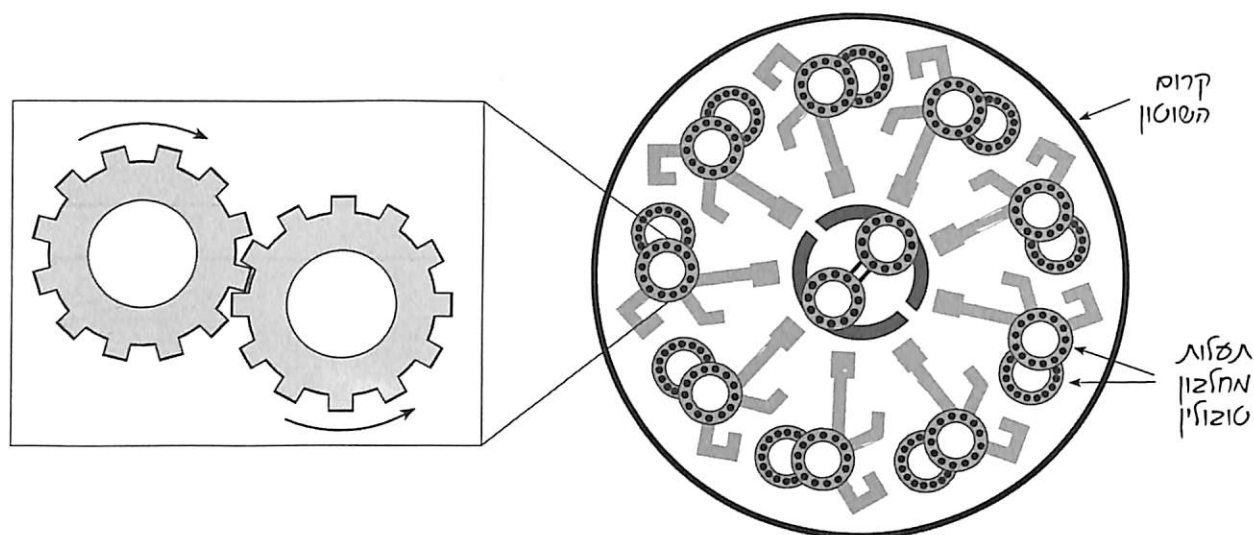


1. תארו במילים את צורת התנועה של תא בעל ריסים (סנדלית) לעומת תא בעל שוטון (תא זרע).

2. לאיזו דרך התקדמות מהדרכים שהכרתם בתחילת הפעילות מתאים אופי התנועה של התאים שבהם צפיתם בכל אחד מהסרטים?

3. במיקרוסקופ אלקטרוניים חודר ניתן לראות את הסידור של סיבי הטובולין בחתך רוחב בשוטון. איור מספר 4 שלפניכם מדגים זאת.





איור מספר 4: מימין - חתך רוחב בשוטון משמאל - תנועת צינורות הטובולין דומה לתנועה מתואמת של גלגלי שיניים

זוגות העיגולים באיור הם צינורות טובולין, והם קשורים ביניהם בחלבונים אחרים. מה יכול להיות תפקידם של החלבונים הקושרים? נמקו את תשובתכם.

4. בטכנולוגיה משתמשים לעתים בגלגלי שיניים לשם הנעה. במה מנגנון גלגלי השיניים דומה למנגנון תנועת השוטון?

5. הסבירו איך מדגימים שלושת הקטעים שקראתם את שתי התכונות של שלד התא: הובלת אברונים וחומרים בתוך התא, בקרה על תהליכים בתא.

6. השוו בין שלד התא ובין השלד בגוף האדם, מבחינת החומרים המרכיבים את השלד, המבנה שלו, יציבותו ותכונות נוספות. האם לאור ההשוואה הייתם קוראים לשלד התא בשם אחר? הסבירו את תשובתכם.

7. השלד התאי נקרא בספרות גם "השלד הדינמי של התא". סיבי הכישור בתהליך המיטוזה מדגימים תכונה זו של השלד. הסבירו כיצד, ושערו מהו היתרון שדינמיות זו של השלד מקנה לתא.



- לכל התאים החיים יש שלד פנימי הבנוי מסיבי חלבון. השלד דינמי – מתארך ומתקצר במהירות. שלד התא שומר על צורת התא בתאים חסרי דופן, הוא משמש מסלול להובלת אברונים בתוך התא, הוא מקנה לתא יכולת תנועה, והוא מאפשר בקרת תהליכים הקשורים למחזור התא.
- סוג אחד של סיבי השלד התאי נקראים טובולין. סיבי טובולין בונים את הכישור המתקשר לכרומוזומים בעת חלוקת התא. סיבי הטובולין מתארכים, וכך מתארך הכישור והסיבים מגיעים עד קו המשווה של התא. בהמשך מתקצרים סיבי הטובולין, והכרומוזומים האחוזים בהם מתקדמים לקטבים של התא.
- גלילים הבנויים מסיבי הטובולין משמשים כמסלולי הובלה של אברונים, כמו הכלורופלסטים, ממקום למקום בתא. ההובלה נעשית באמצעות חלבוני מנוע, המקשרים בין סיבי הטובולין לאברונים, ומסיעים את האברונים על פני הטובולין.
- גלילים הבנויים מסיבי טובולין בונים את השלד הפנימי של השוטון בתא הזרע וביצורים חד-תאיים. בהיקף השוטון יש מעגל של זוגות גלילים. זוגות הגלילים מניעים זה את זה כמו גלגלי שיניים ומאפשרים את התקדמות השוטון והתא כולו.



