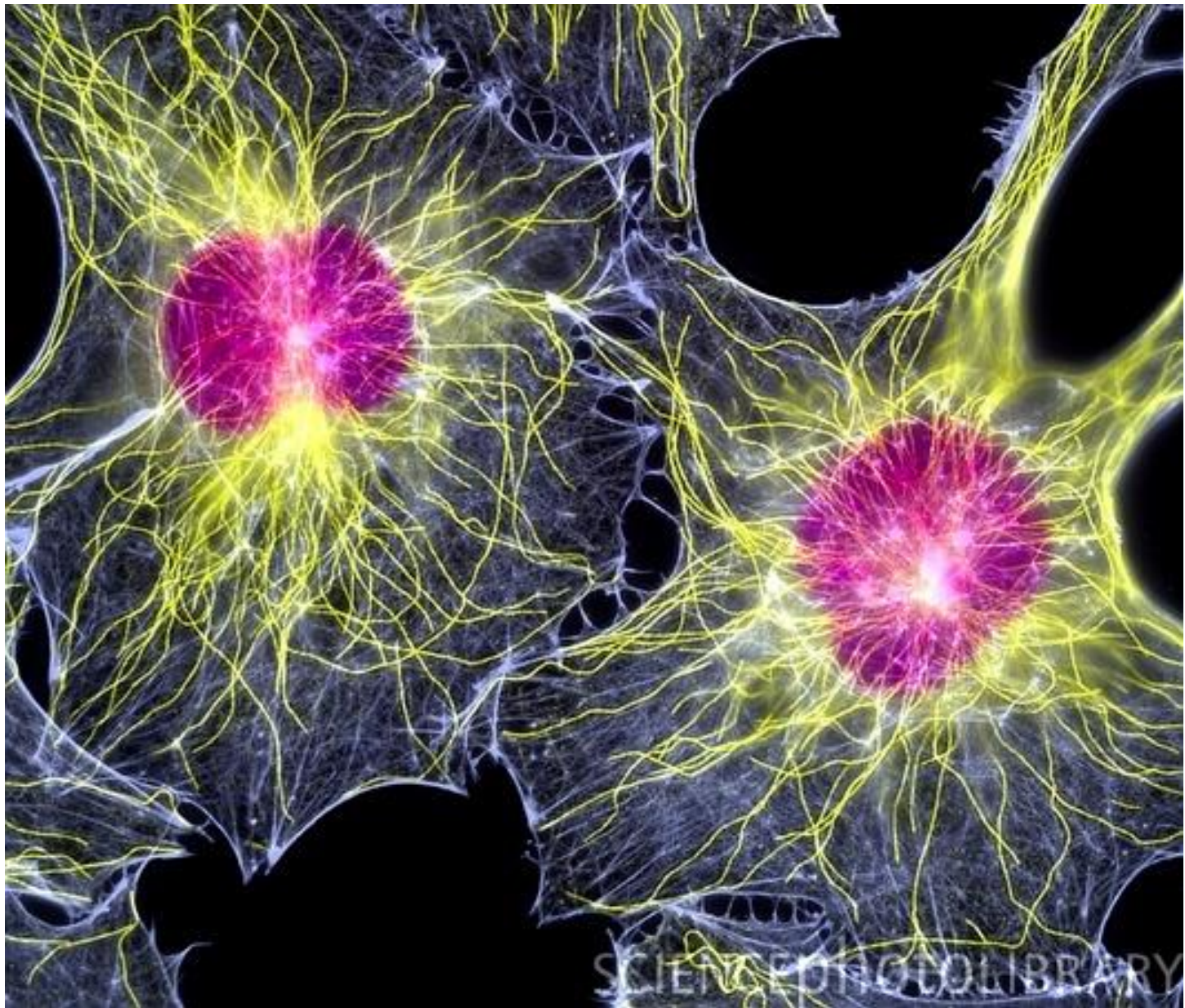


ביולוגיה 1

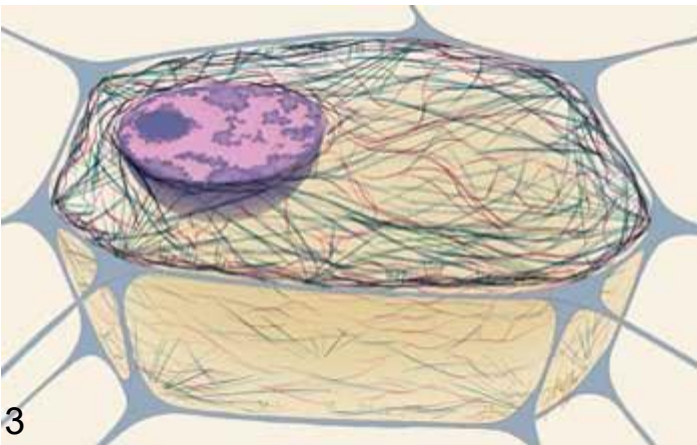
התא- יחידת העבודה הבסיסית של החיים
שלד התא

דר' אורנה עטאר
היחידה לנוער שוחר מדע



שלד התא האאוקריוטי:

- תומך בתא ובמבנה שלו
- מקבע את מיקום האברונים בתוך התא
- משנע אברונים בתוך התא
- משתתף עיקרי בערבול הציטוזול
- קשור למבנים חוץ תאיים ומסייע להם לעגון בקרום התא
- מסייע לתנועת התא



שלד התא (cytoskeleton) מורכב מסיבים חלבונים התורמים
לתא את צורתו, חוזקו המכאני ותנועתו



10 μ m

EXPERIMENT

HYPOTHESIS: Amoeboid cell movements are caused by the cytoskeleton.

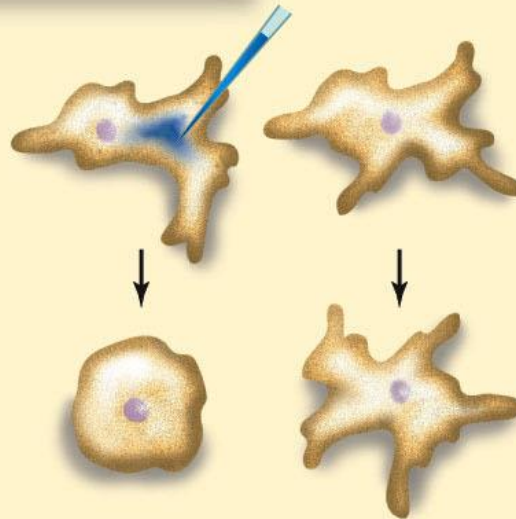
METHOD

Amoeba proteus is a single-celled eukaryote that moves by extending its membrane.



The drug cytochalasin B is a drug that breaks apart microfilaments, part of the cytoskeleton

Amoeba treated with cytochalasin B



Control: Untreated *Amoeba*

RESULTS

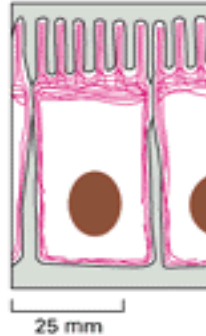
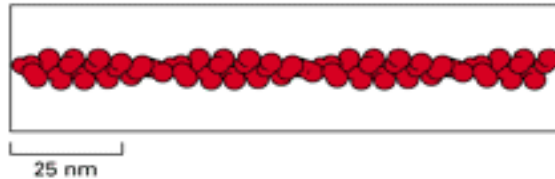
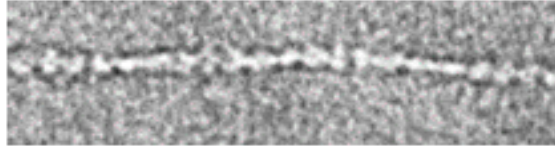
Treated *Amoeba* rounds up and does not move

Untreated *Amoeba* continues to move

CONCLUSION: Microfilaments of the cytoskeleton are essential for amoeboid cell movement.

שלד התא כולל שלושה סוגי סיבים

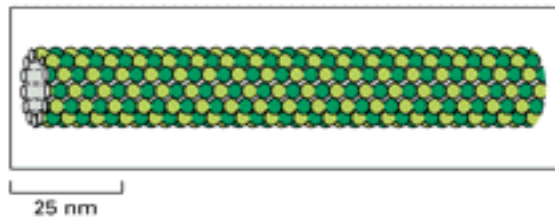
ACTIN FILAMENTS



Actin filaments (also known as *microfilaments*) are two-stranded helical polymers of the protein actin. They appear as flexible structures, with a diameter of 5-9 nm, that are organized into a variety of linear bundles, two-dimensional networks, and three-dimensional gels. Although actin filaments are dispersed throughout the cell, they are most highly concentrated in the *cortex*, just beneath the plasma membrane.

1. האקטין (Actin)

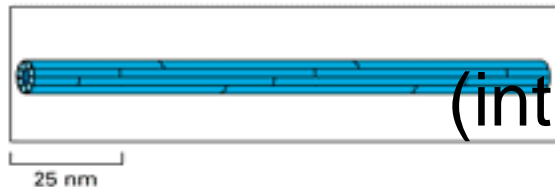
MICROTUBULES



Microtubules are long, hollow cylinders made of the protein tubulin. With an outer diameter of 25 nm, they are much more rigid than actin filaments. Microtubules are long and straight and typically have one end attached to a single microtubule-organizing center (MTOC) called a *centrosome*, as shown here.

2. המיקרוטובול (Microtubule)

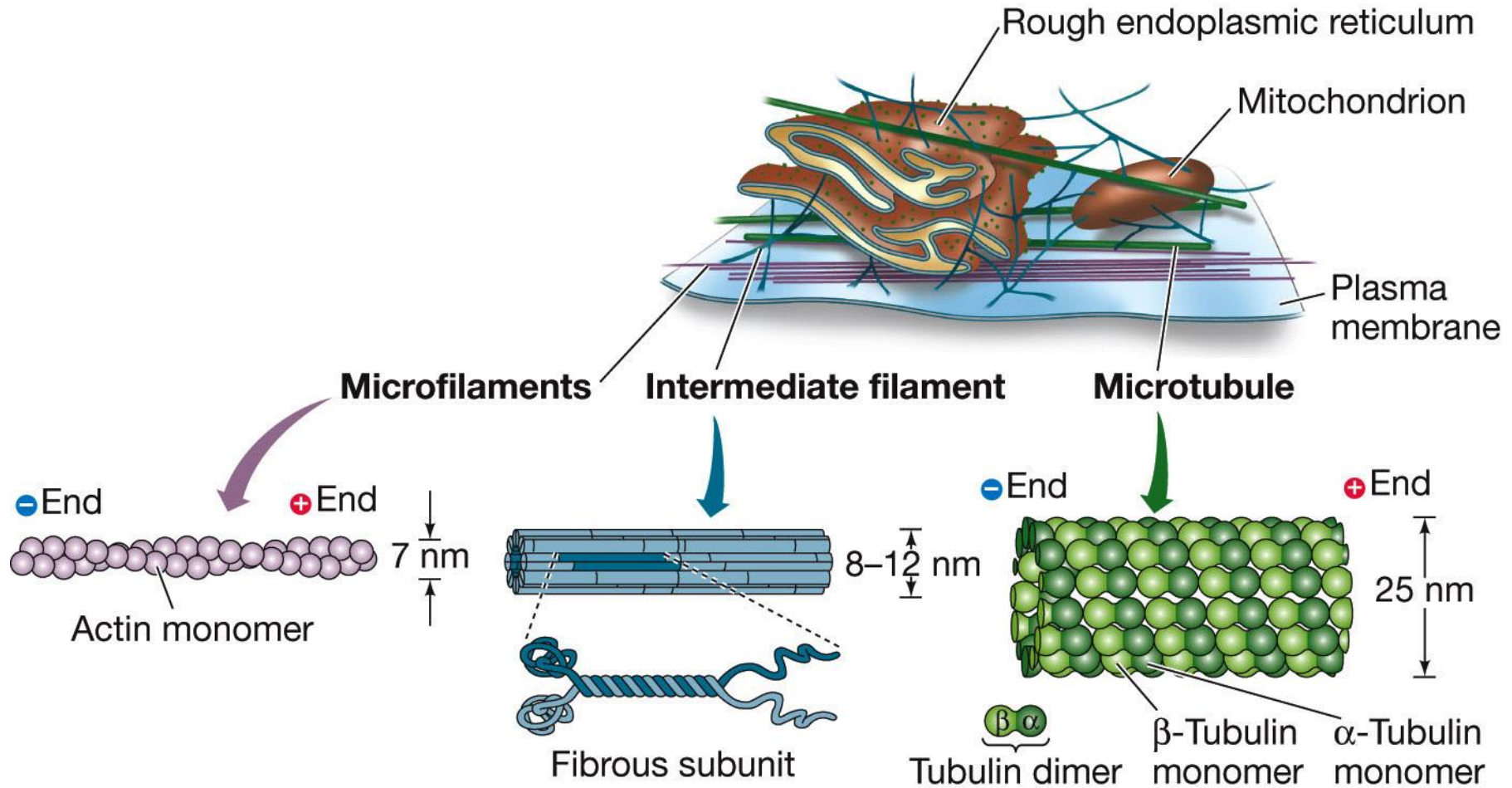
INTERMEDIATE FILAMENTS



Intermediate filaments are ropelike fibers with a diameter of around 10 nm; they are made of intermediate filament proteins, which constitute a large and heterogeneous family. One type of intermediate filament forms a meshwork called the nuclear lamina just beneath the inner nuclear membrane. Other types extend across the cytoplasm, giving cells mechanical strength and carrying the mechanical stresses in an epithelial tissue by spanning the cytoplasm from one cell-cell junction to another.

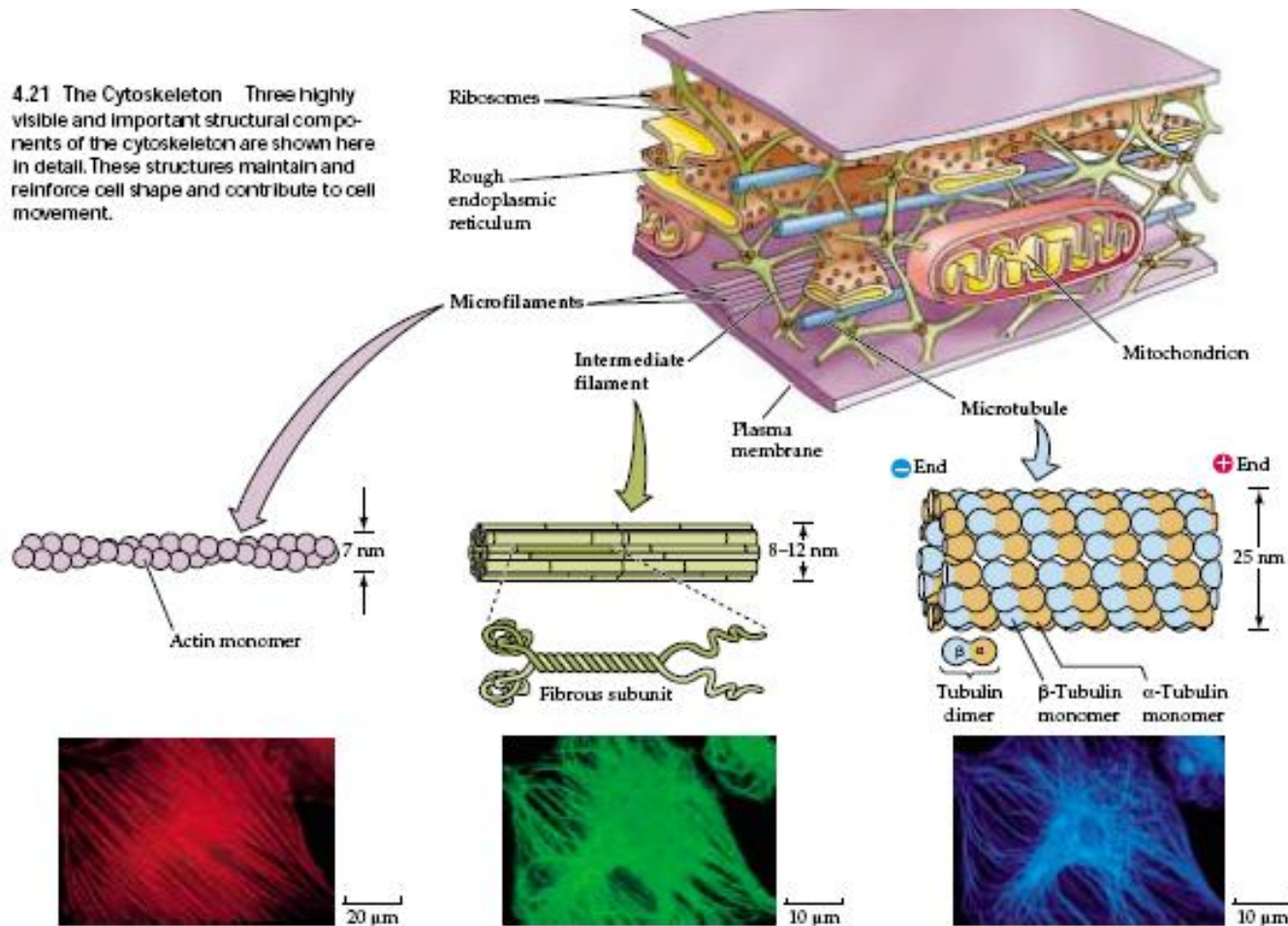
3. סיבי הבינים (intermediate filaments)

שלד התא כולל שלושה סוגי סיבים



שלד התא כולל שלושה סוגי סיבים

4.21 The Cytoskeleton Three highly visible and important structural components of the cytoskeleton are shown here in detail. These structures maintain and reinforce cell shape and contribute to cell movement.

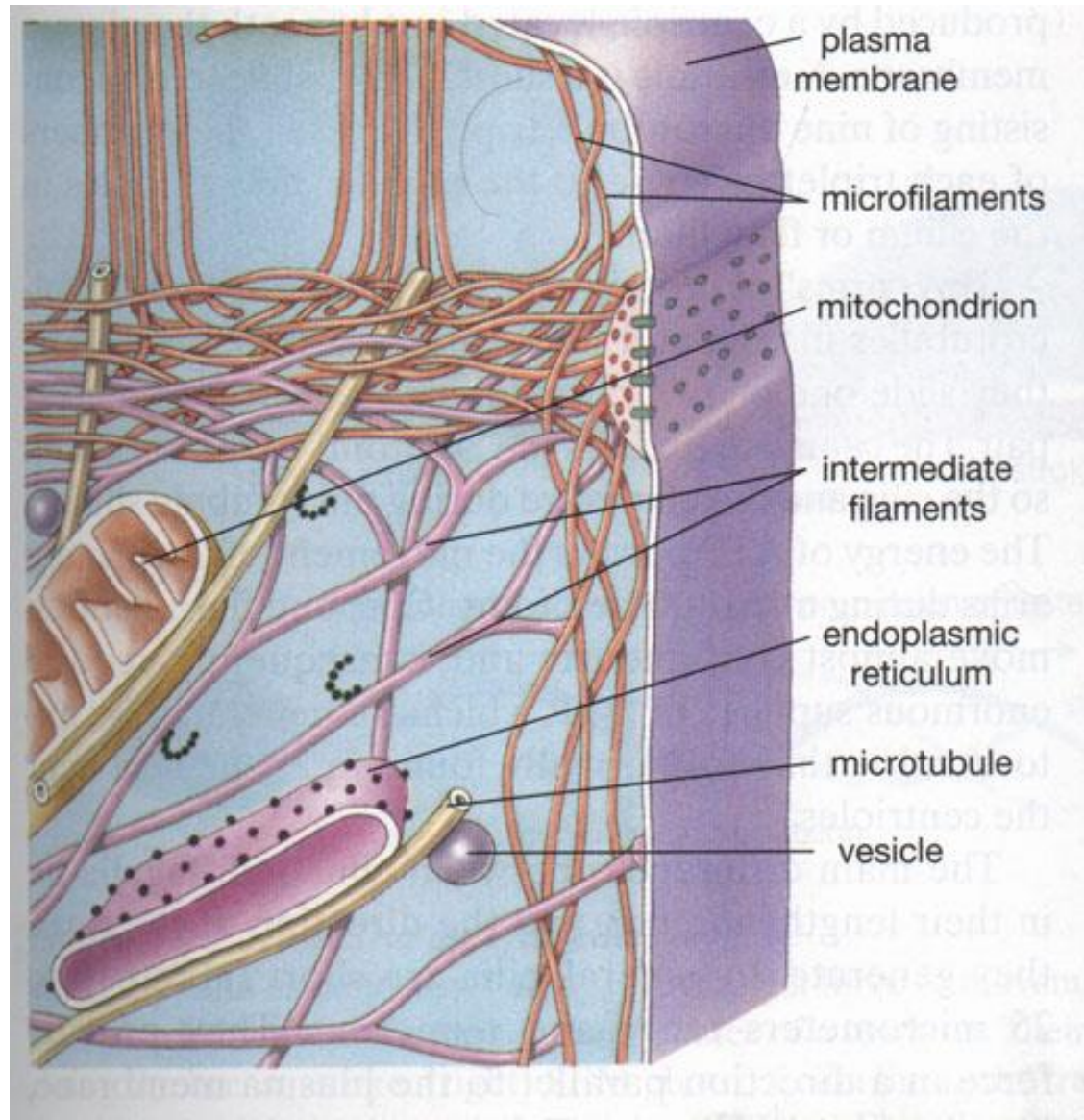


Microfilaments are made up of strands of the protein actin and often interact with strands of other proteins. They change cell shape and drive cellular motion, including contraction, cytoplasmic streaming, and the "pinched" shape changes that occur during cell division. Microfilaments and myosin strands together drive muscle action.

Intermediate filaments are made up of fibrous proteins organized into tough, ropelike assemblages that stabilize a cell's structure and help maintain its shape. Some intermediate filaments help to hold neighboring cells together. Others make up the nuclear lamina.

Microtubules are long, hollow cylinders made up of many molecules of the protein tubulin. Tubulin consists of two subunits, α -tubulin and β -tubulin. Microtubules lengthen or shorten by adding or subtracting tubulin dimers. Microtubule shortening moves chromosomes. Interactions between microtubules drive the movement of cells. Microtubules serve as "tracks" for the movement of vesicles.

שלד התא כולל שלושה סוגי סיבים



I מיקרופילמנטים (microfilaments)

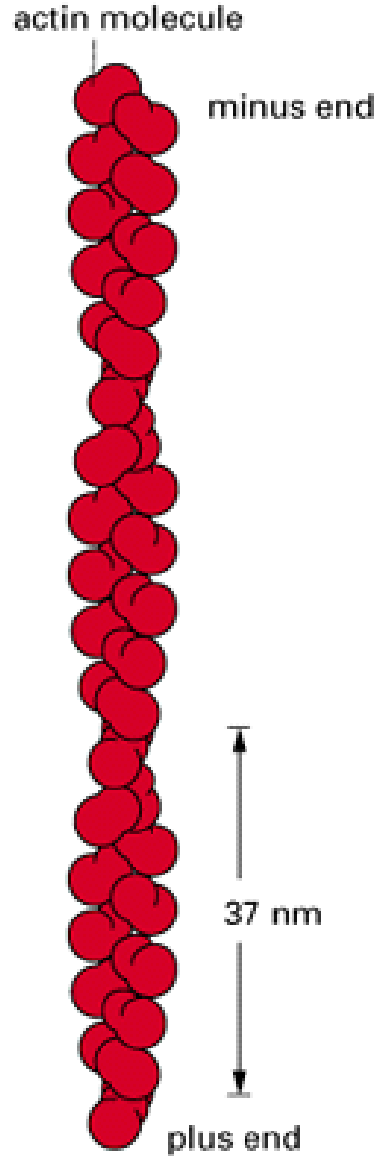
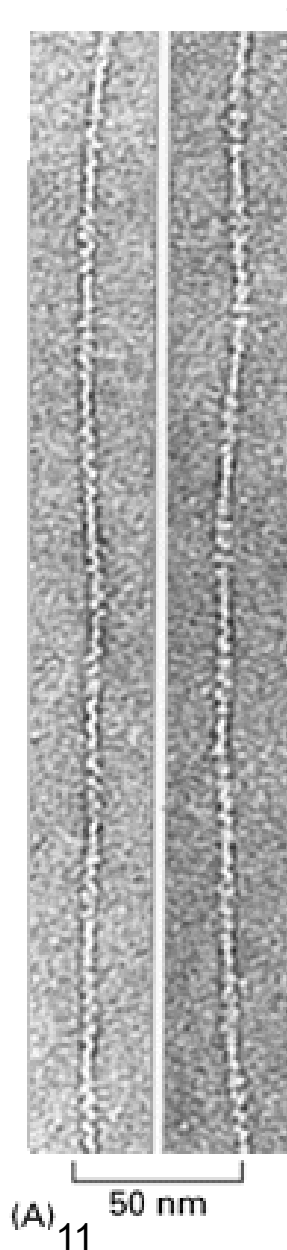
- פולימר של החלבון אקטין, אחד החלבונים הנפוצים ביותר בתא האאוקריוטי
- יכול להופיע כסיב יחיד, בקבוצות או כרשת
- מסייעים לתנועת התא
- קובעים את צורת התא ומקבע אותו
- משתתף בערבול הציטוזול

המיקרופילמנט, קרוי גם בשם סיב האקטין

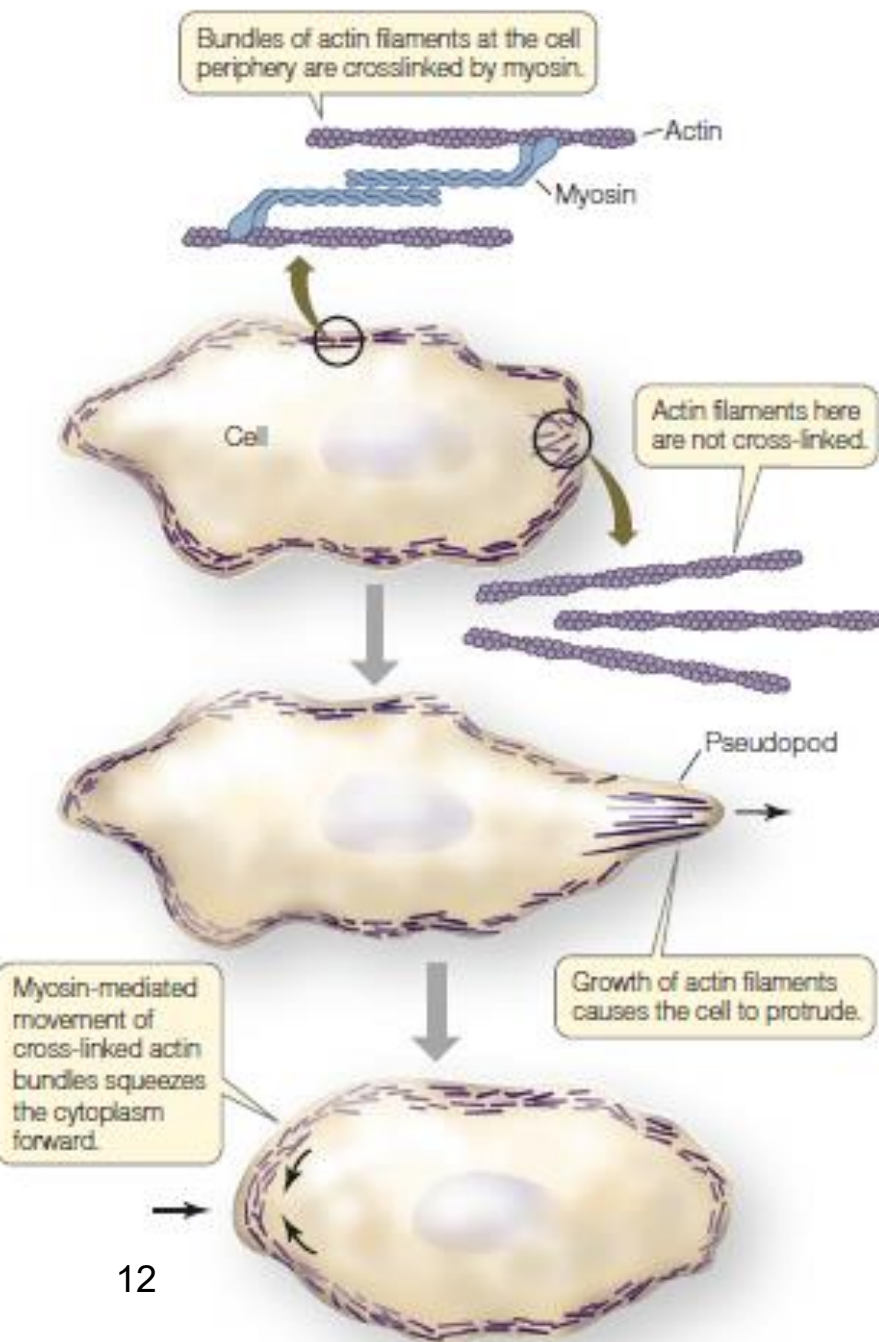
פולימר של החלבון אקטין עשוי
שני סיבים הכרוכים זה בזה
במבנה הליקס

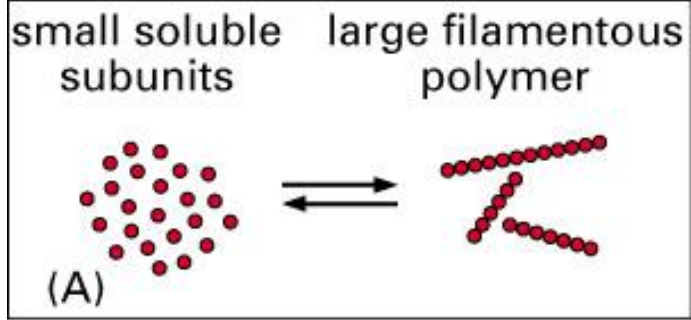
קוטרו של הסיב כ - 7 נ"מ ואורכו
מספר מיקרומטרים. הוא הדק
מבין סיבי שלד התא

יוצרים מבנים של סיבים בודדים,
צברים או רשתות



צברים של מיקרופילמנטים
 הצלובים (crossed linked)
 עם חלבון המיוזין (חלבון
 מוטורי) תומכים במבנה התא
 ובתנועתו.





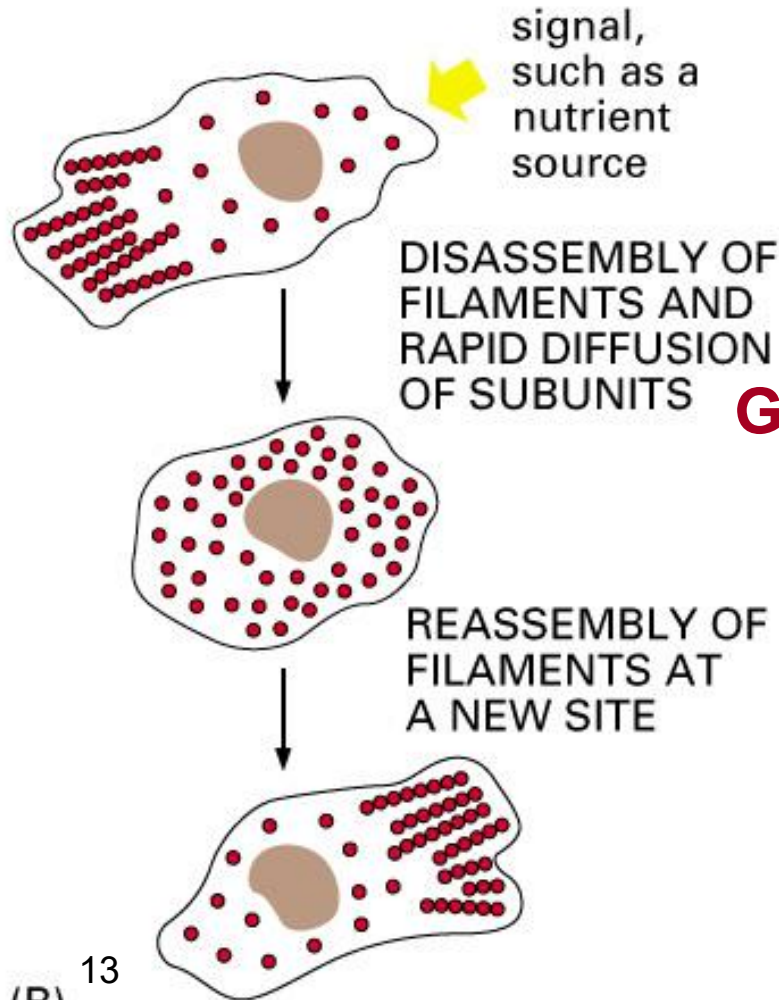
● הפולימר אקטין מהווה 1-5% מכלל החלבונים בתאים לא שריריים, 10% בתאי שריר

● הפולימריזציה דורשת אנרגיה, המסופקת על ידי פירוק ATP

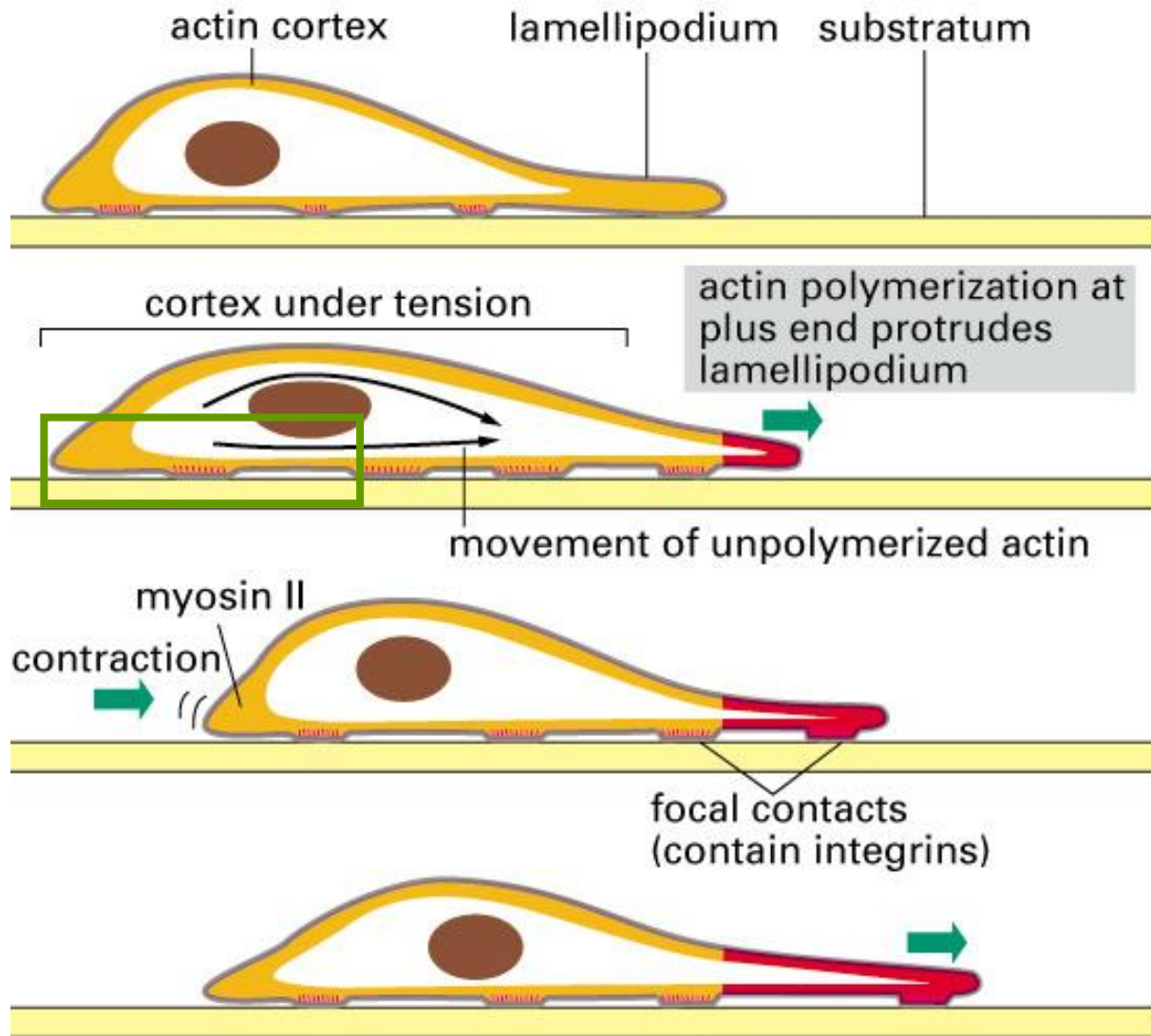
● דינמיקת הפולימריזציה היא:

G-actin → F-actin → actin filament

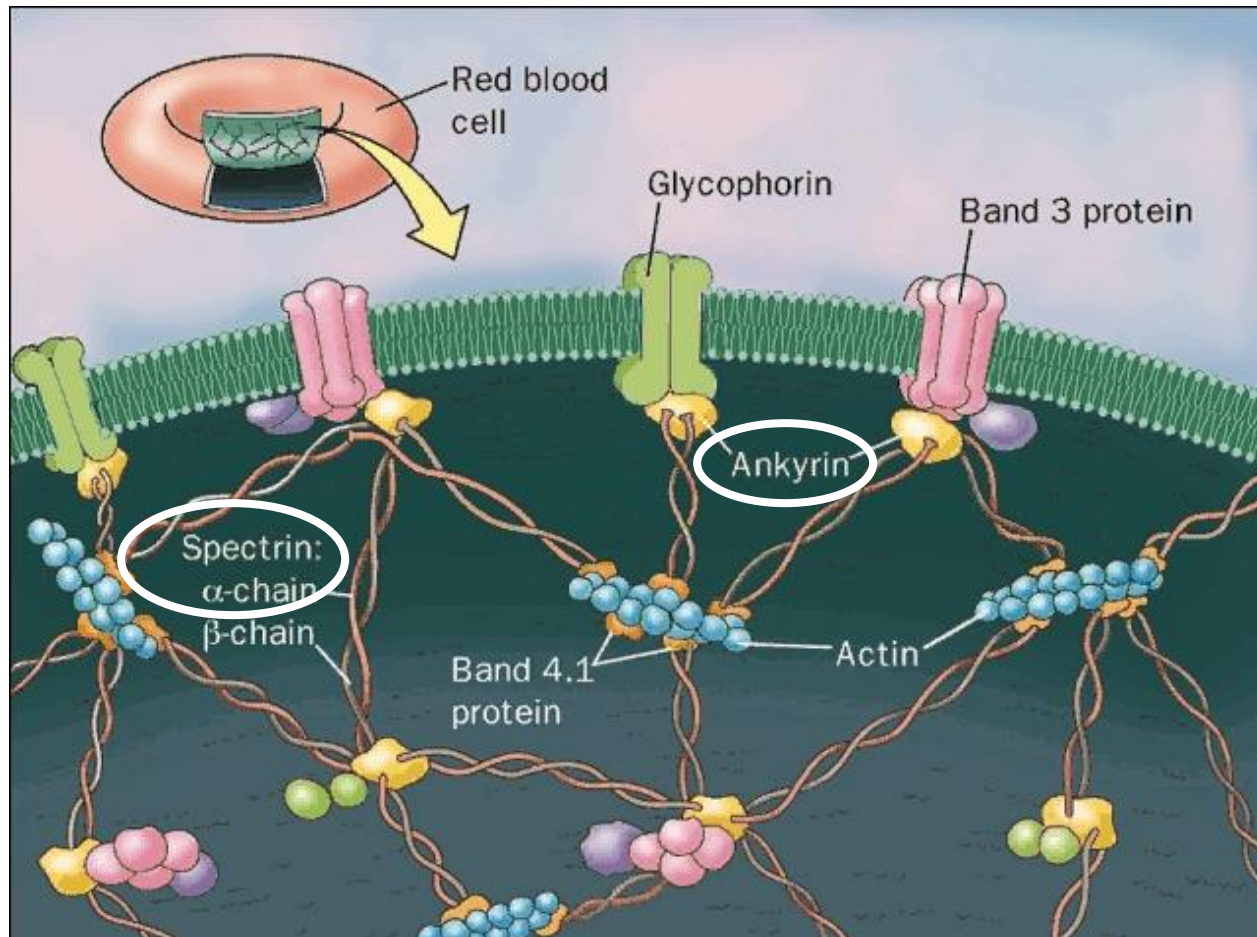
● G-actin קושרים ATP, מפרקים אותו ל ADP תוך יצירת פולימר והפיכה ל F-actin (הפיכה לפולימר F אקטין קורה בצמוד)



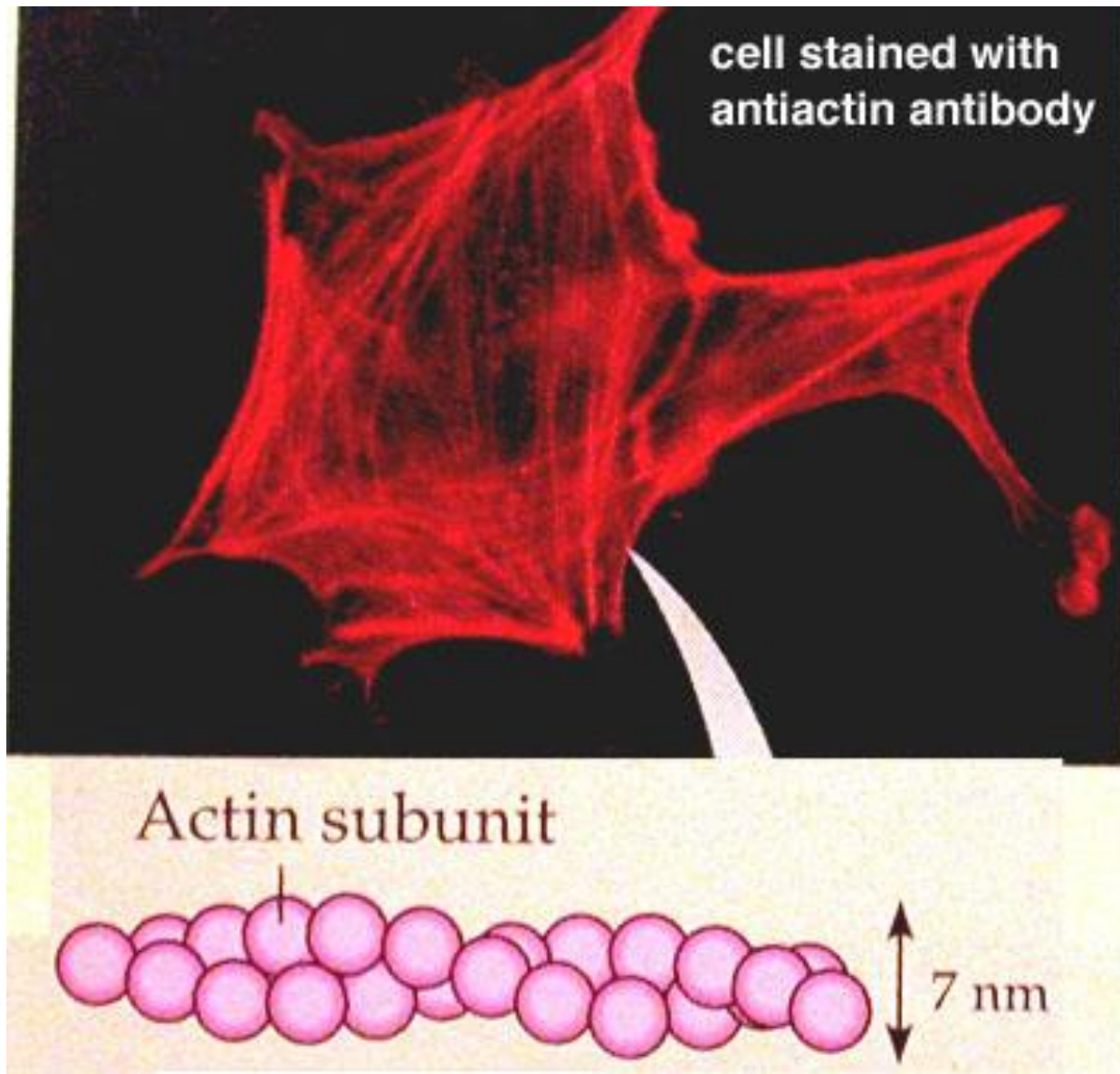
תנועה של תאים אאוקריוטים, בעיקר תאי יונקים, על ידי אקטין ומיוזין. שילוב של דחיפה על ידי פילמור בקצה הפלוס ושינויים במתח קליפת התא



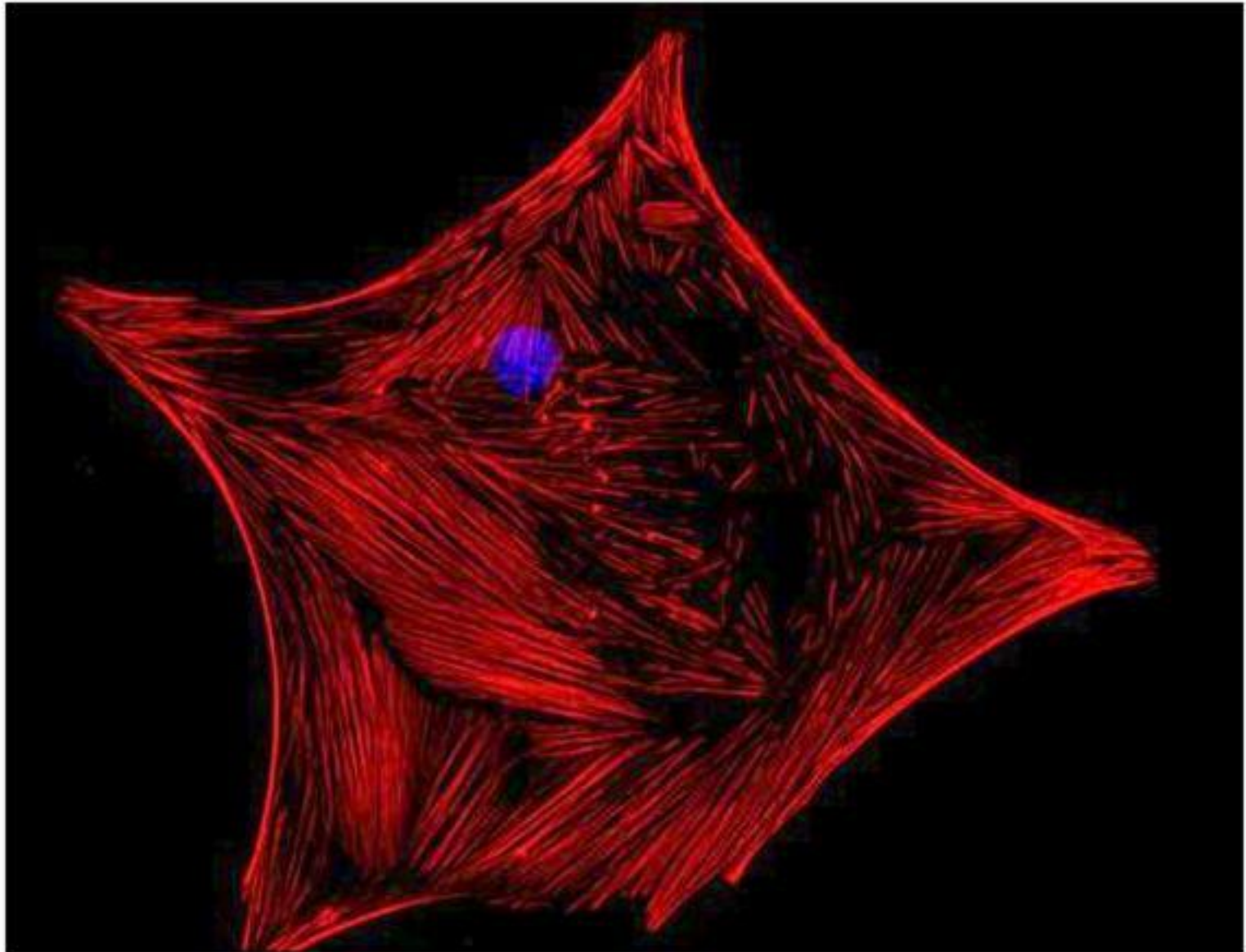
המיקרופילמנטים מסייעים בעיגון חלבונים לקרום התא



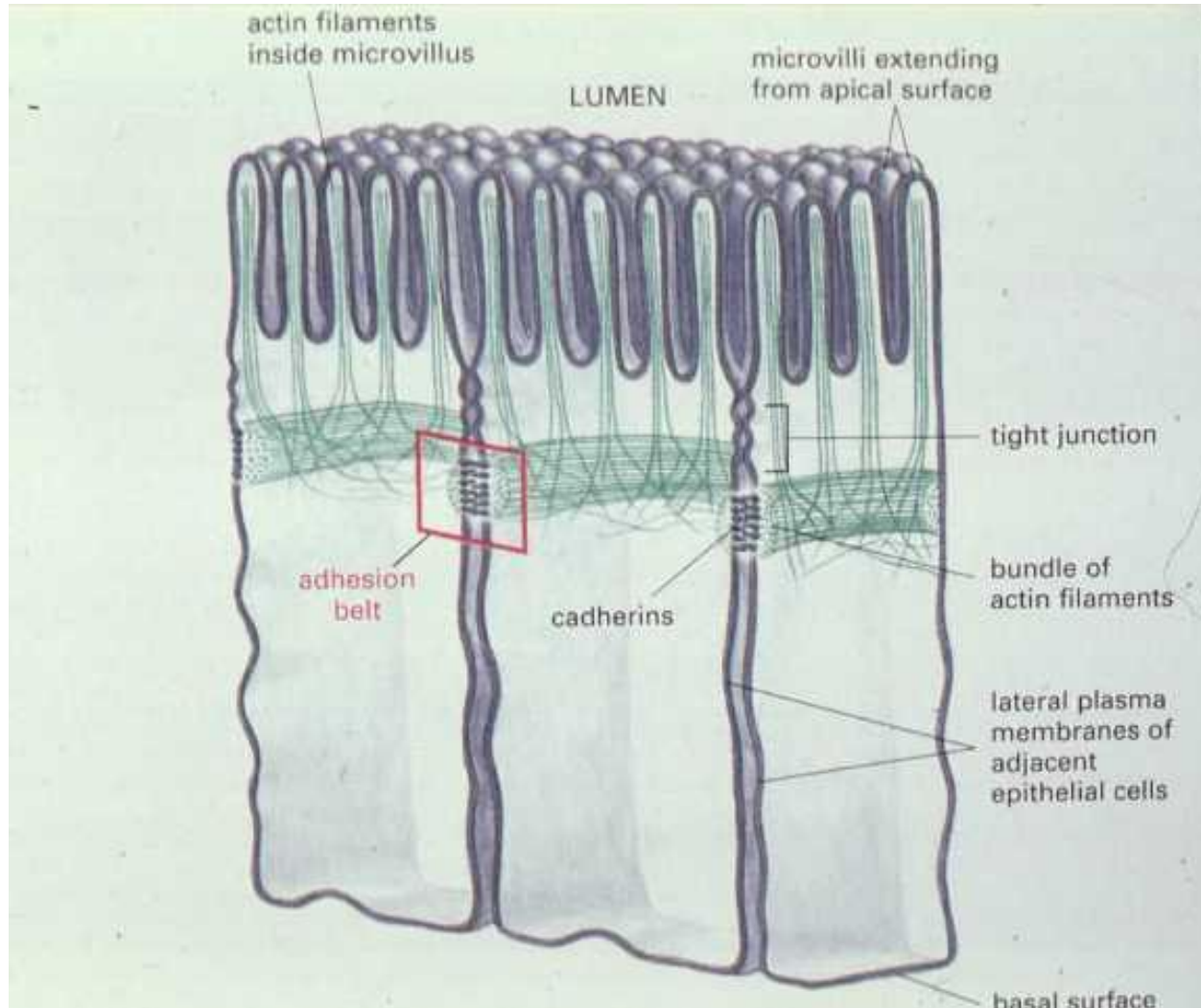
סיבי האקטין (המיקרופילמנטים) יוצרים את קליפת התא. הם גם אחראים לתנועת הקרום



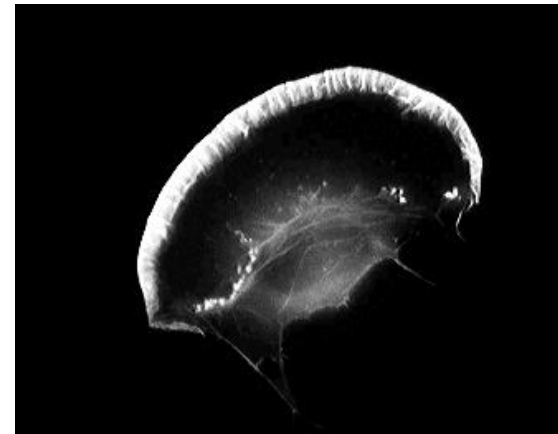
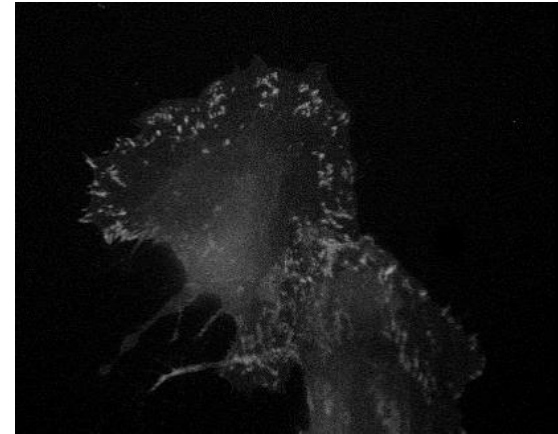
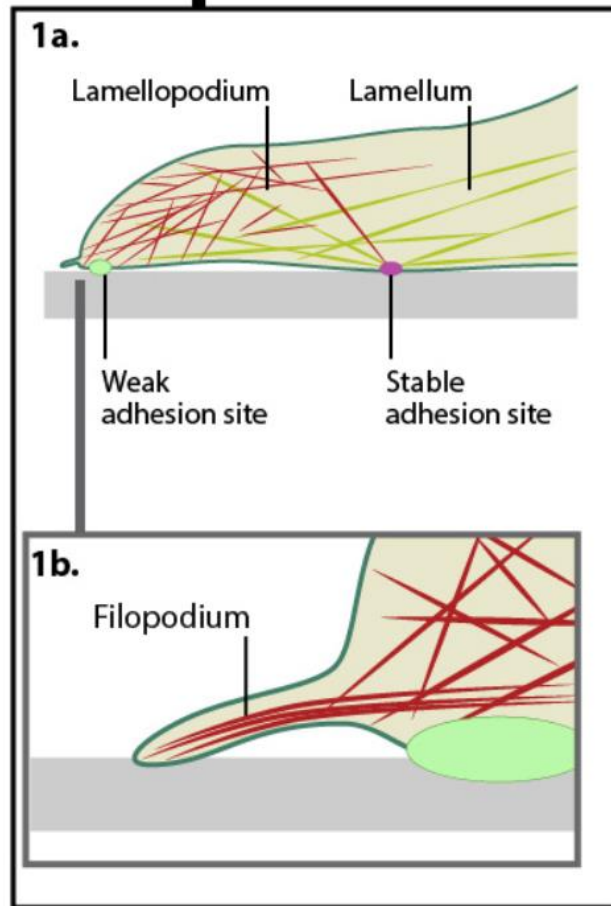
סיבי האקטין (המיקרופילמנטים) יוצרים את קליפת התא. הם גם אחראים לתנועת הקרום



המיקרופילמנטים יוצרים רשת (network) אשר מייצרת את
הבליטות בתאי אפיתל המעי. בליטות אלה (microvilli)
מגדילות את שטח הספיגה של מזון מהמעי

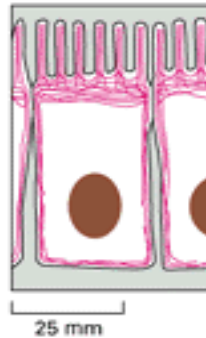
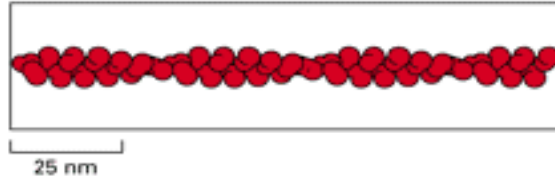
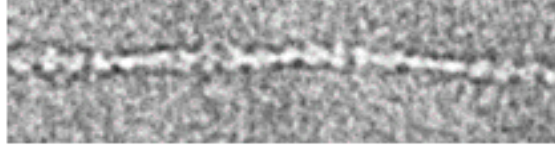


חזית למלופודיה: סיב האקטין זוהרים תוך כדי הפולימריזציה



שלד התא כולל שלושה סוגי סיבים

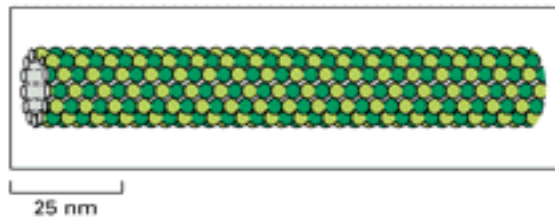
ACTIN FILAMENTS



Actin filaments (also known as *microfilaments*) are two-stranded helical polymers of the protein actin. They appear as flexible structures, with a diameter of 5-9 nm, that are organized into a variety of linear bundles, two-dimensional networks, and three-dimensional gels. Although actin filaments are dispersed throughout the cell, they are most highly concentrated in the *cortex*, just beneath the plasma membrane.

1. האקטין (Actin)

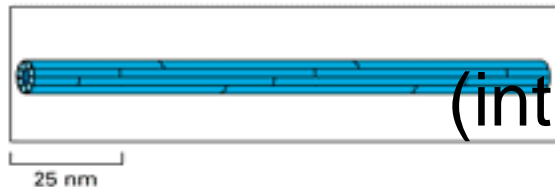
MICROTUBULES



Microtubules are long, hollow cylinders made of the protein tubulin. With an outer diameter of 25 nm, they are much more rigid than actin filaments. Microtubules are long and straight and typically have one end attached to a single microtubule-organizing center (MTOC) called a *centrosome*, as shown here.

2. המיקרוטובול (Microtubule)

INTERMEDIATE FILAMENTS

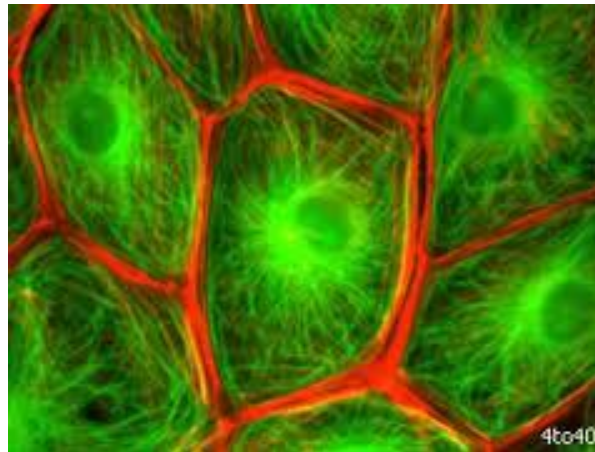


Intermediate filaments are ropelike fibers with a diameter of around 10 nm; they are made of intermediate filament proteins, which constitute a large and heterogeneous family. One type of intermediate filament forms a meshwork called the nuclear lamina just beneath the inner nuclear membrane. Other types extend across the cytoplasm, giving cells mechanical strength and carrying the mechanical stresses in an epithelial tissue by spanning the cytoplasm from one cell-cell junction to another.

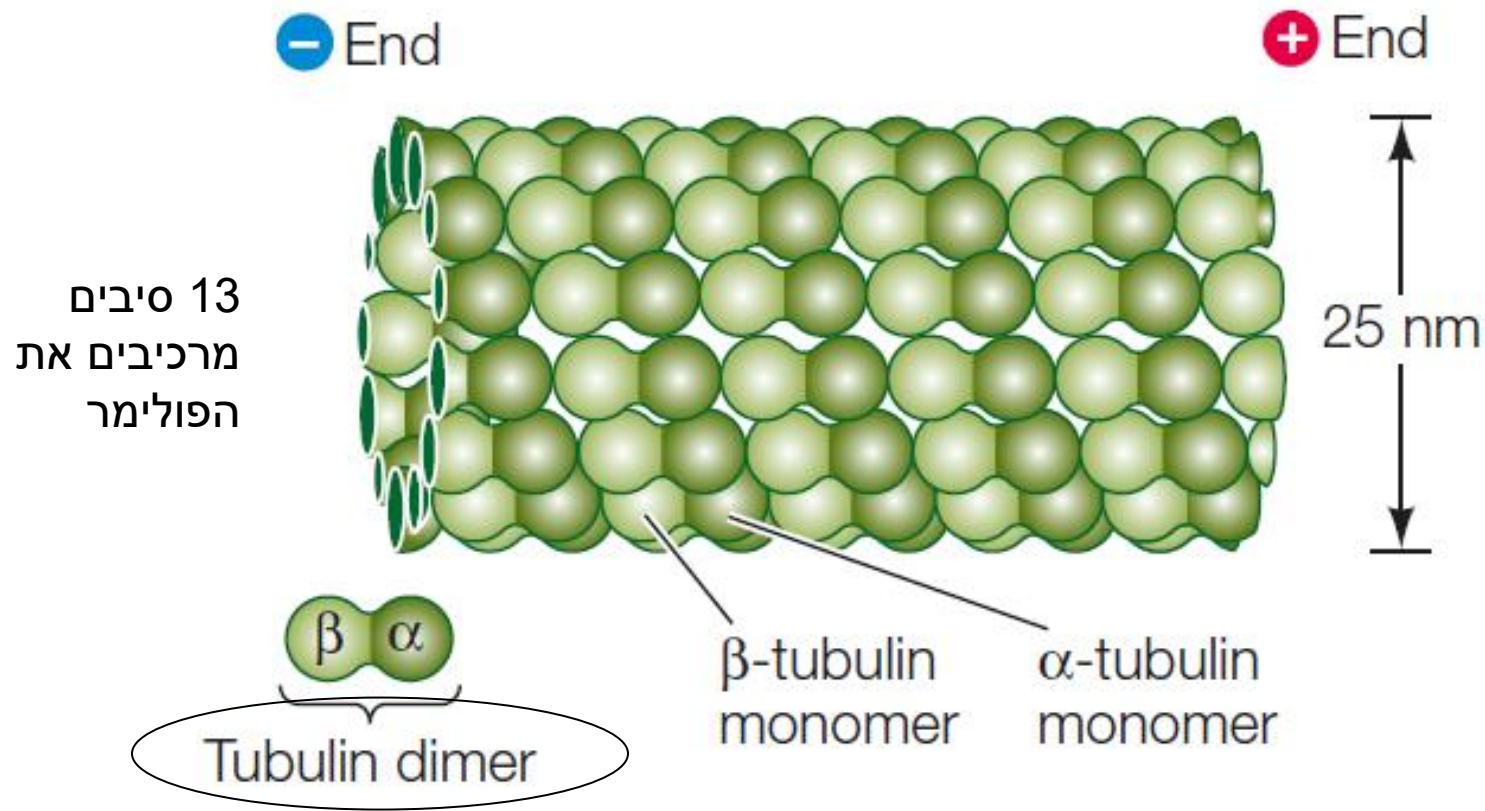
3. סיבי הבינים (intermediate filaments)

II מיקרוטובולס (microtubules)

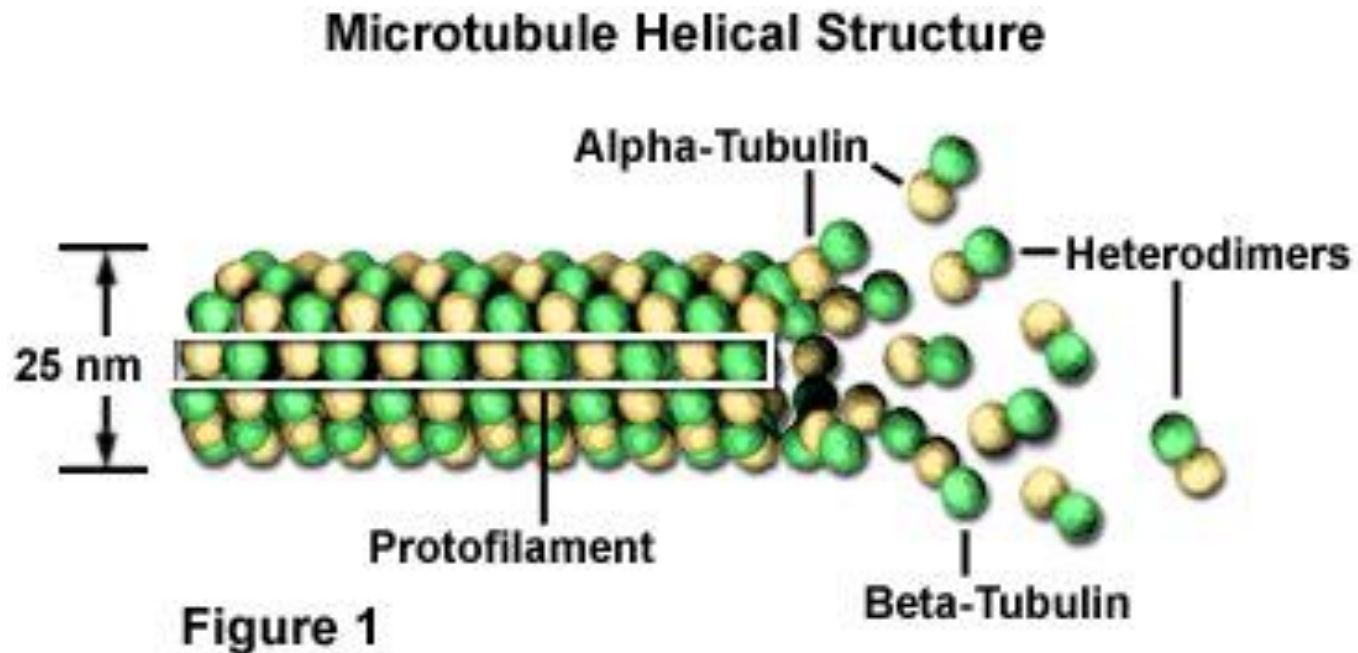
- יוצרים שלד פנימי
- יוצרים מעין פסים שעליהם נעים חלבונים מוטורים (motor proteins)
- עשויים מטובלין *tubulin—a dimer*
- אורכם משתנה ע"י הוספה או הפחתת dimers



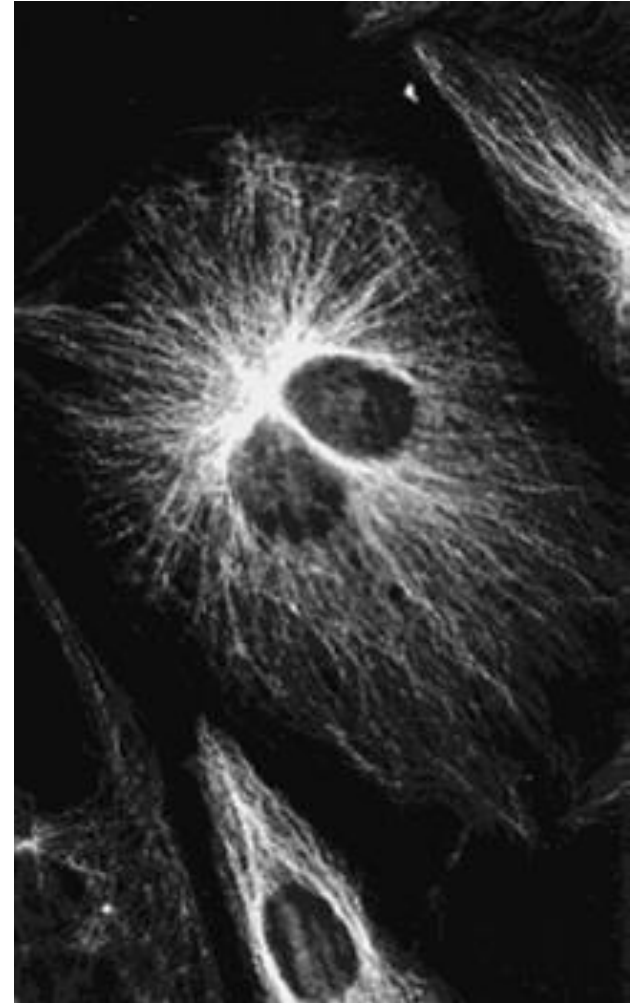
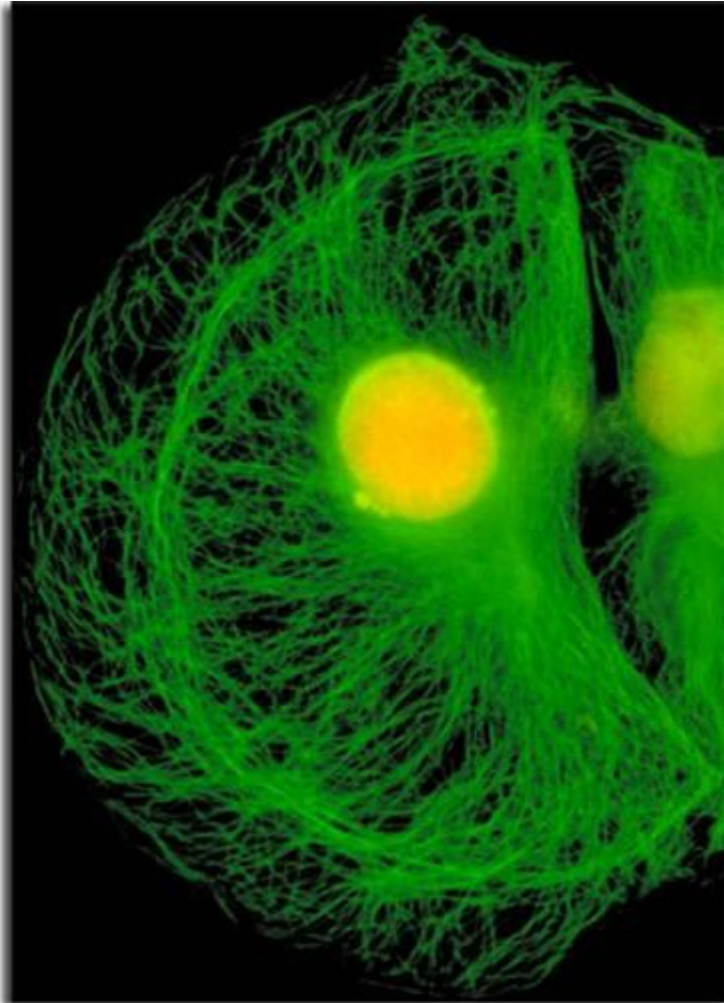
המיקרוטובול הם הסיבים העבים ביותר בין שלוש סוגי הסבים של שלד התא



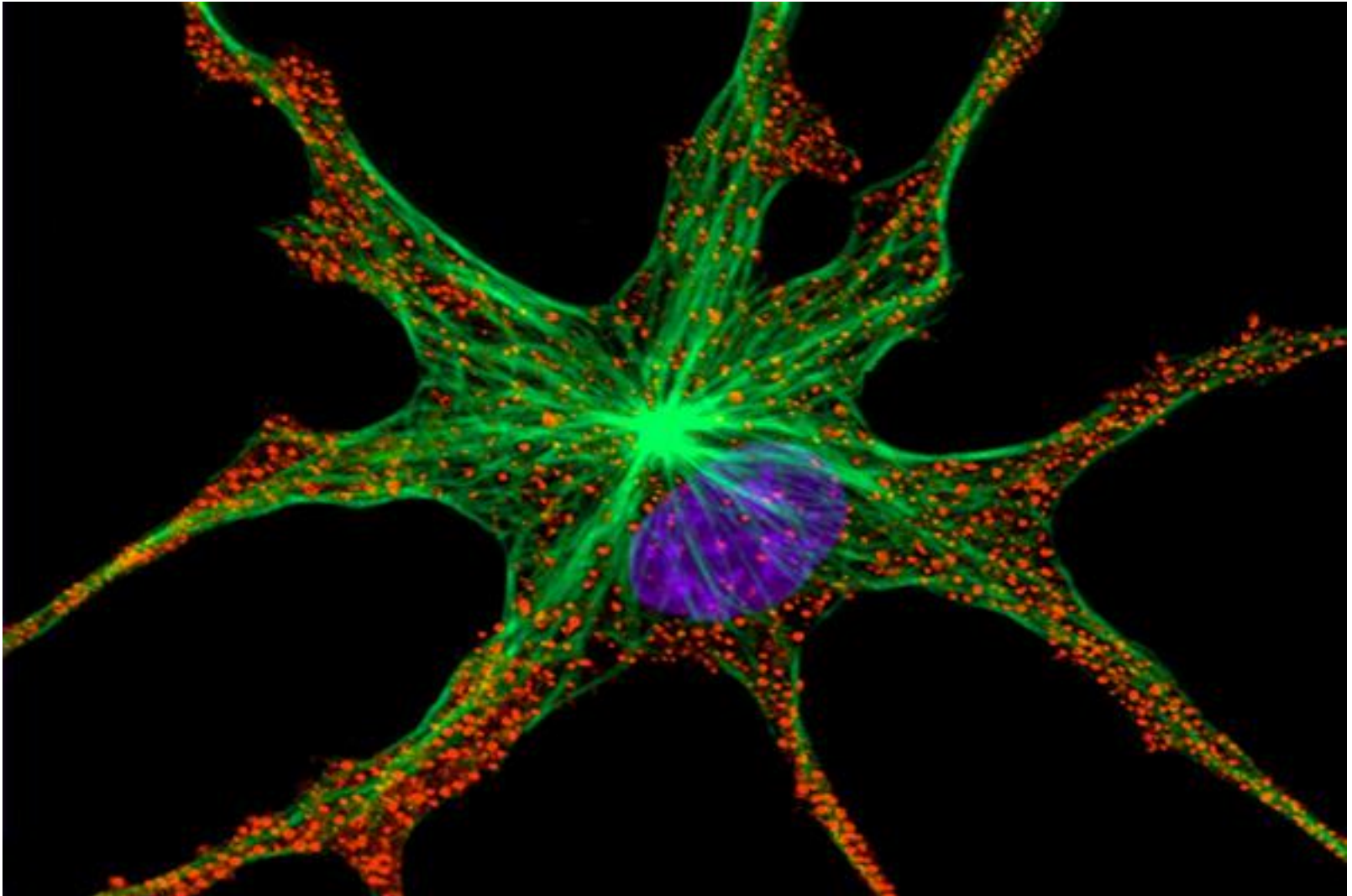
המיקרוטובול מתארכים ומתקצרים בקצה הפלוס. בקצה
המינוס הפירוק מינימלי אם בכלל



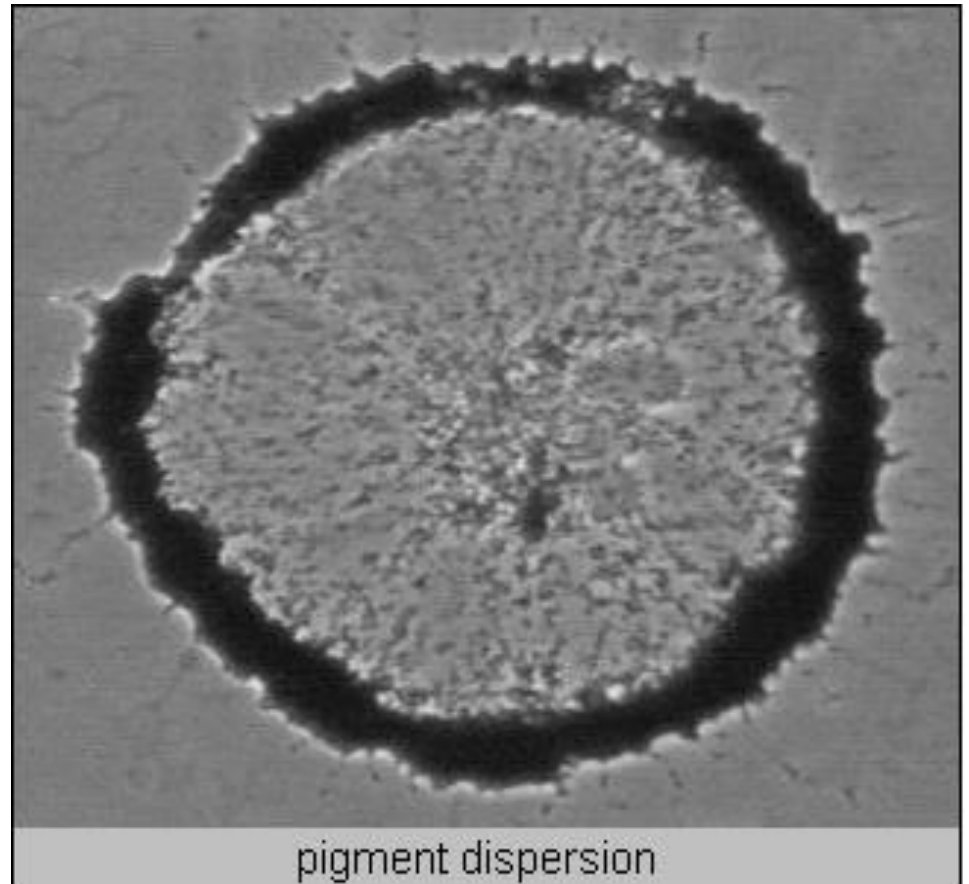
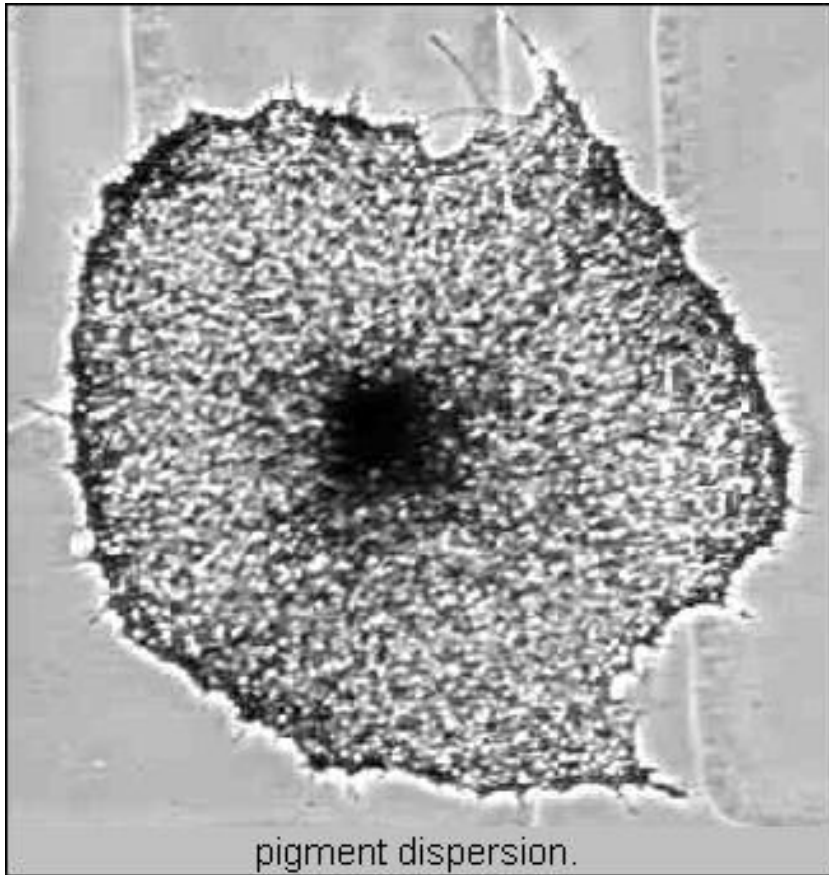
סיבי המיקרוטובול מתוחים ממרכז התא להיקפו
במרכז התא מצוי הצנטרוזום, מרכז הנוקליאציה של המיקרוטובול



יוצרים מסילות הסעה לפיגמנטים ואברונים בתא



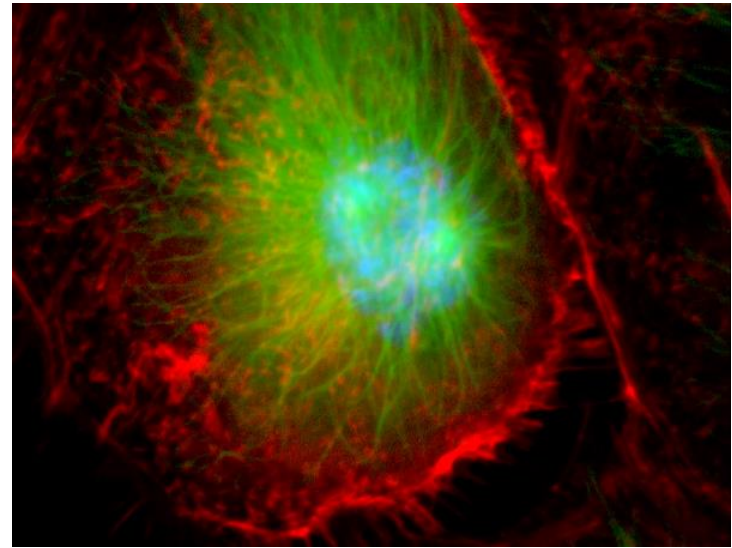
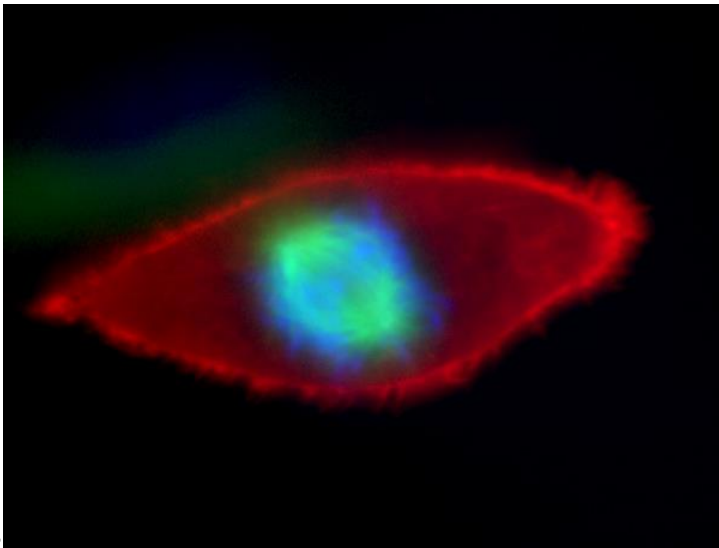
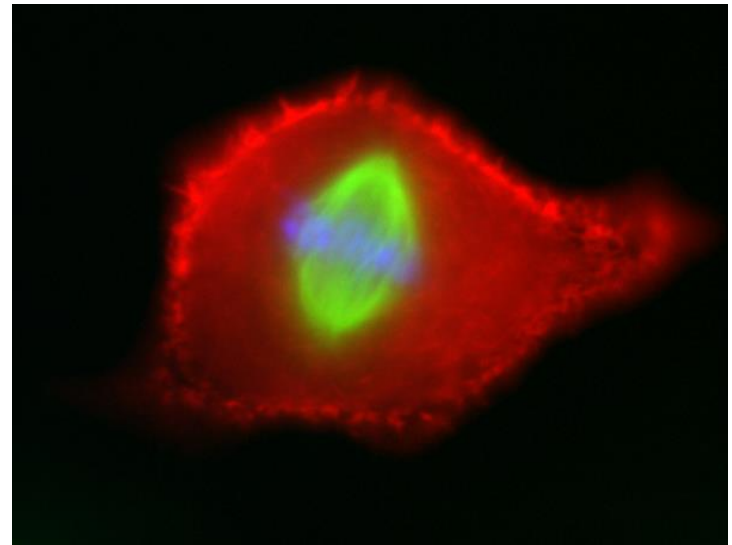
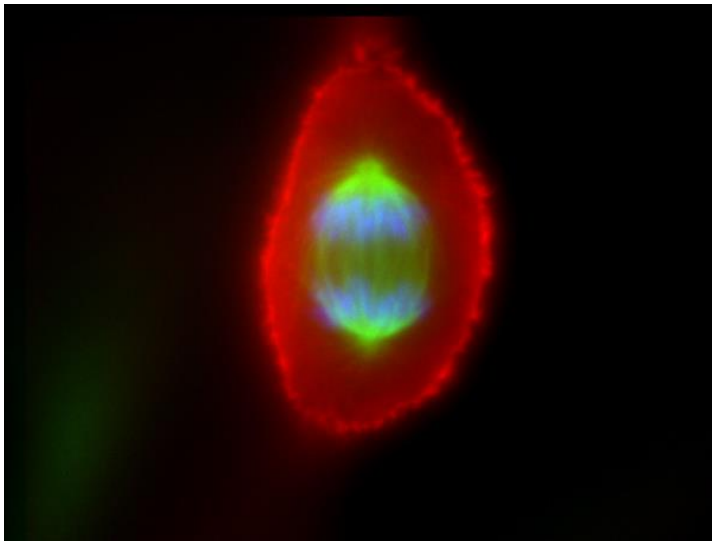
יוצרים מסילות הסעה לפיגמנטים ואברונים בתא



<http://www.youtube.com/watch?v=KMT1FLzEn9I>

- Super Chameleon זיקית

משתתפים בהפרדת הכרומוזומים בתהליך חלוקת התא

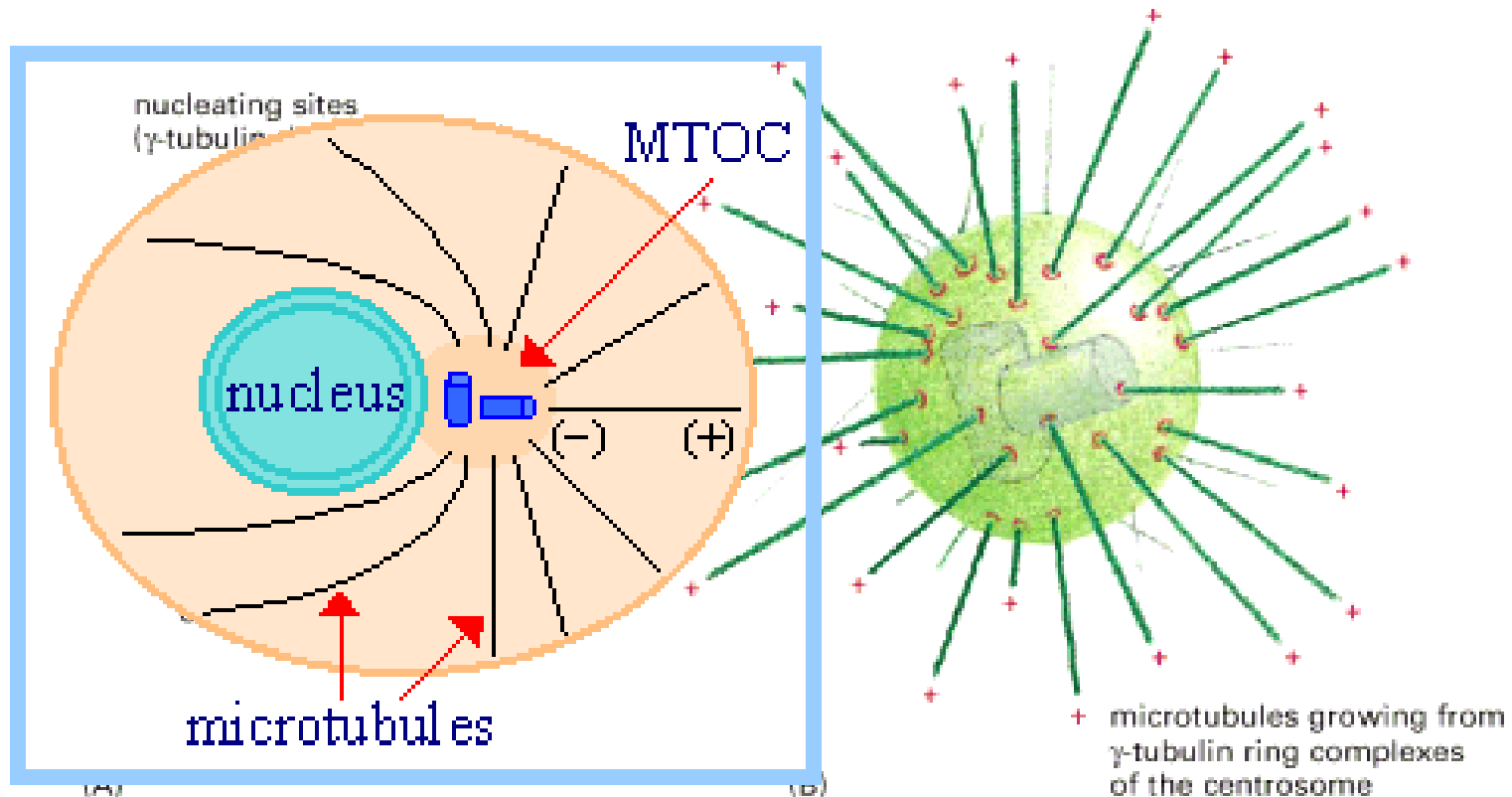


בתאי בעלי חיים MTOC נמצא בצנטרוזום (centrosome); זהו חלקיק הנמצא במרכזו של כל תא

Microtubule organizing center=MTOC

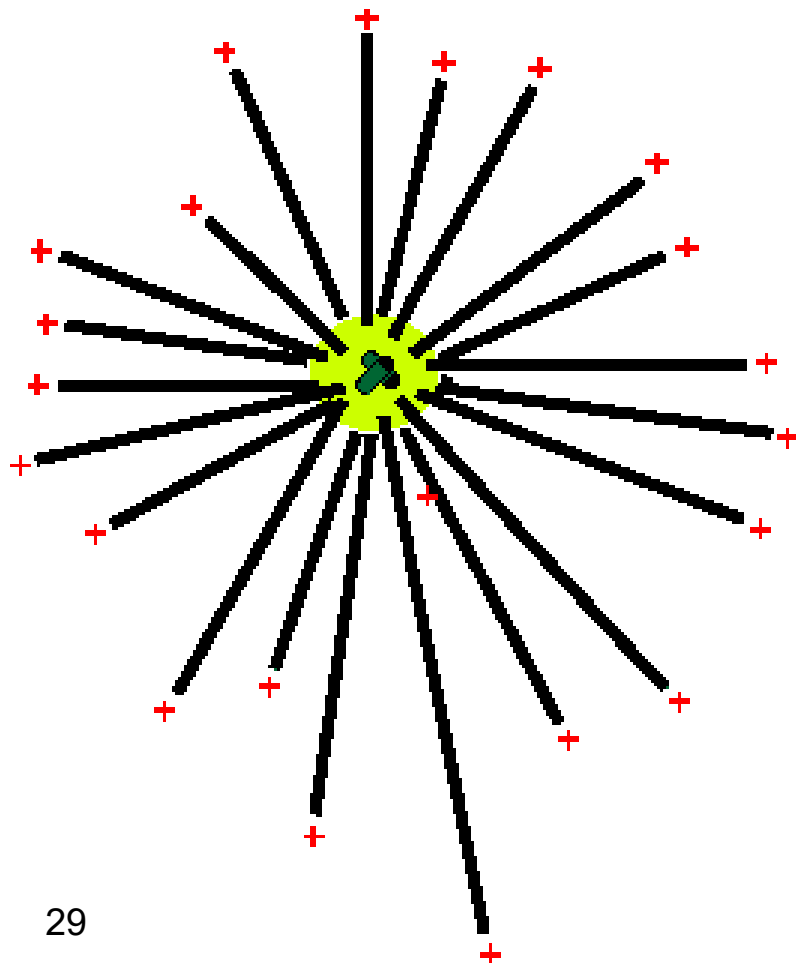
צד המינוס של סיבי המיקרוטובול מעוגנים בצנטרוזום

המיקרוטובול מתארכים בקצה ה + ושם הם גם מתפרקים



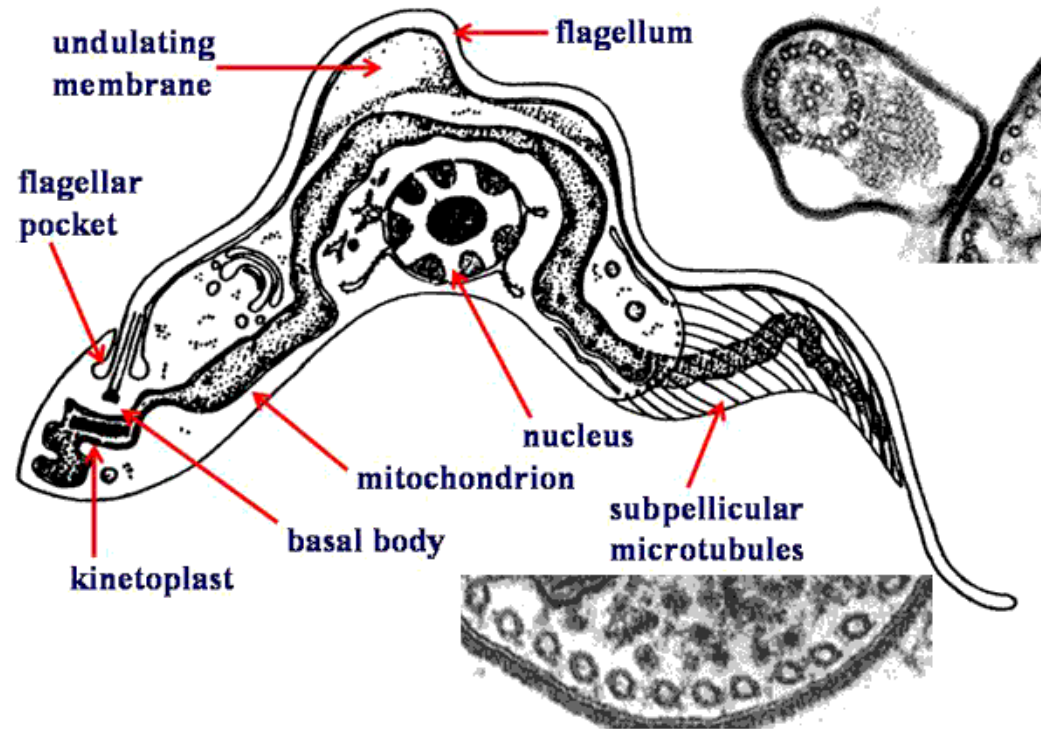
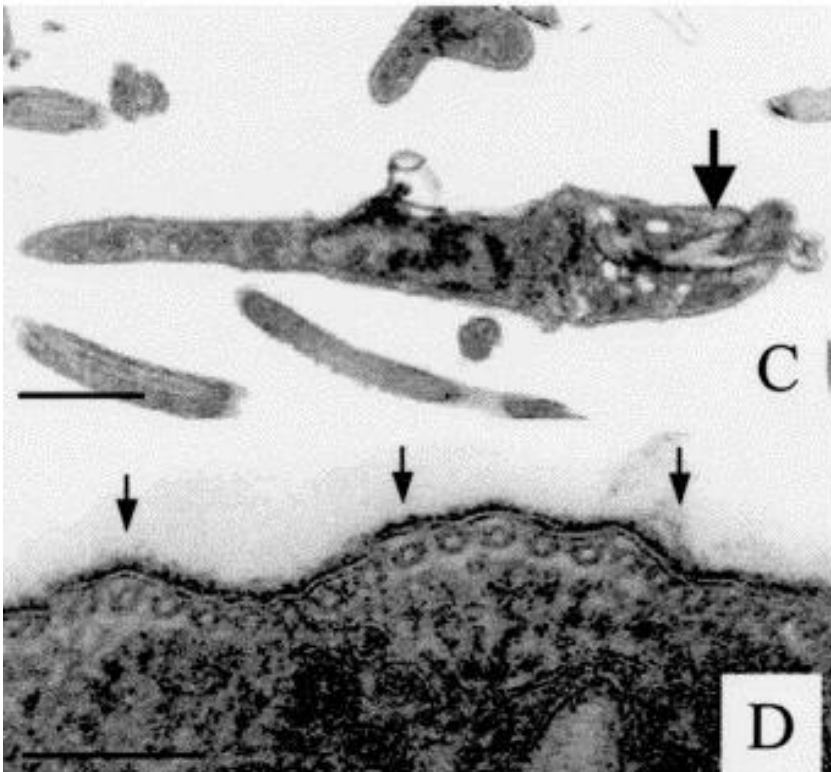
סיבי המיקרוטובול פולרים, הקצה הגדל נקרא + והקצה היציב, המעוגן במרכז ההתארגנות נקרא -

מרכז ההתארגנות נמצא בצנטרוזום, מבנה דומה לסיבים המספק את הדימרים להתארכות

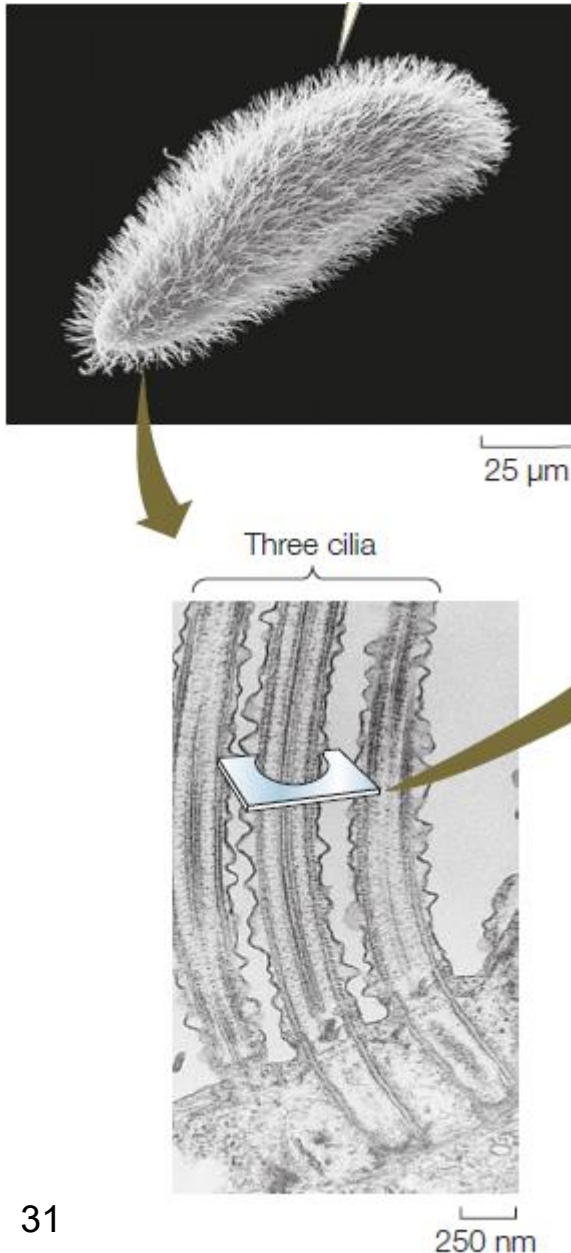


"דינמיות בלתי יציבה" – הסיב נבנה ונהרס כל הזמן. מתפלמר, נהרס ומתפלמר מחדש.

- במקרים בודדים, בעיקר ביצורים נמוכים אבולוציונית, המיקרוטובול יכול לשמש קליפת התא במקום סיבי אקטין
- אלה נקראים subpellicular microtubules

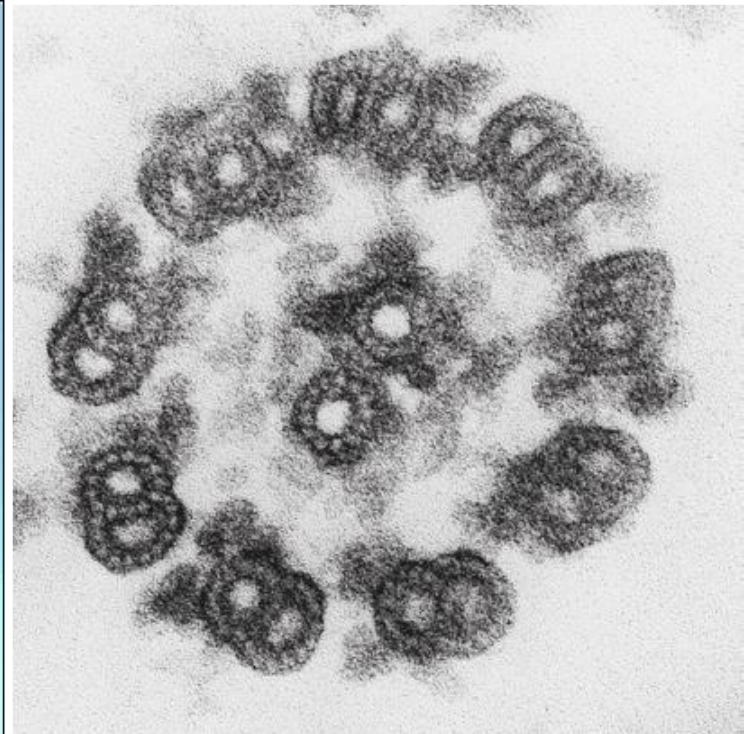
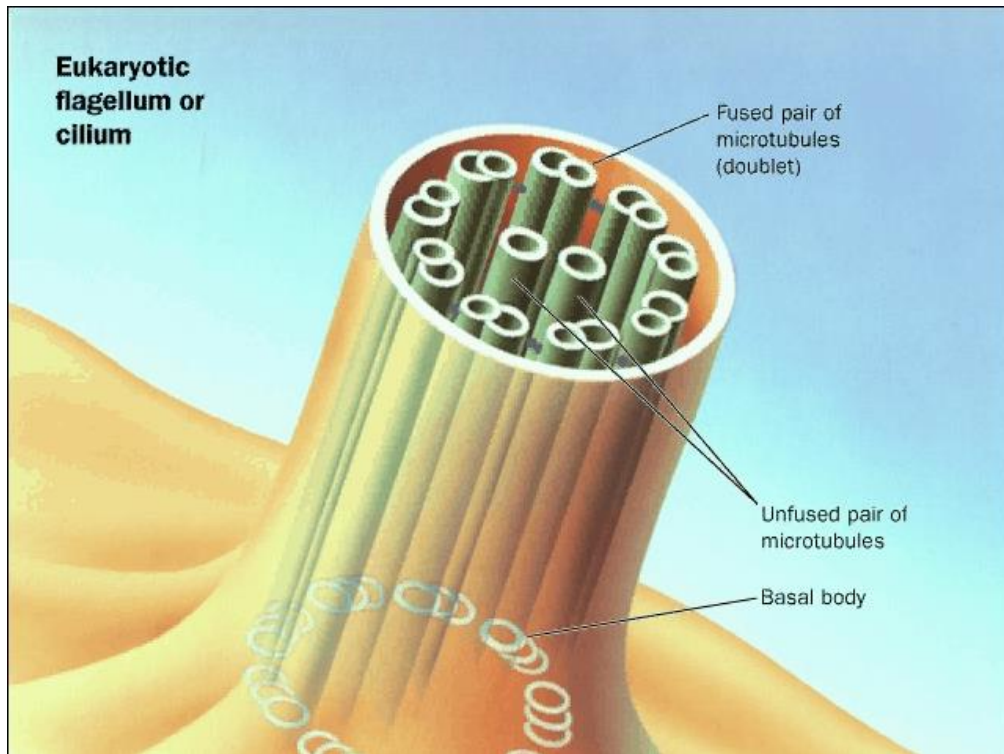


ריסים ושוטונים



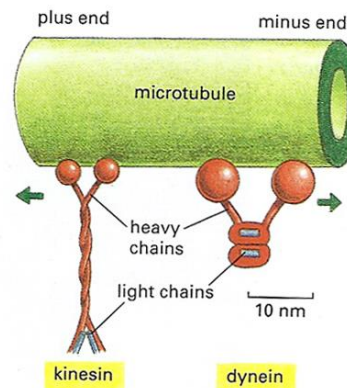
- המיקרוטובול משמש שלד יציב לשני סוגי אברי התנועה באאוקריוטים
- ריסים (cilia) מצויים בעיקר באאוקריוטים חד תאיים. קוטרם עד $0.25 \mu\text{m}$
- שוטונים, השונים לחלוטין מאלה של פרוקריוטים
- לתאים יש בד"כ אחד או שנים
- נעים בכיפופים גליים

- השוטון מוקף בקרום
- כמו כל התא ומכיל מבנה מיקרוטובול של "2+9"
- המבנה כולל 9 זוגות מאוחדים של מיקרוטובול וזוג אחד במרכז שאינו מאוחד
- מבנה זה קרוי אקסונם (axoneme)
- בבסיס השוטון, בציטוזול מצוי מרכז ההתארגנות של האקסונם הקרוי basal body
- body. כאן אין "דינמיות בלתי יציבה."

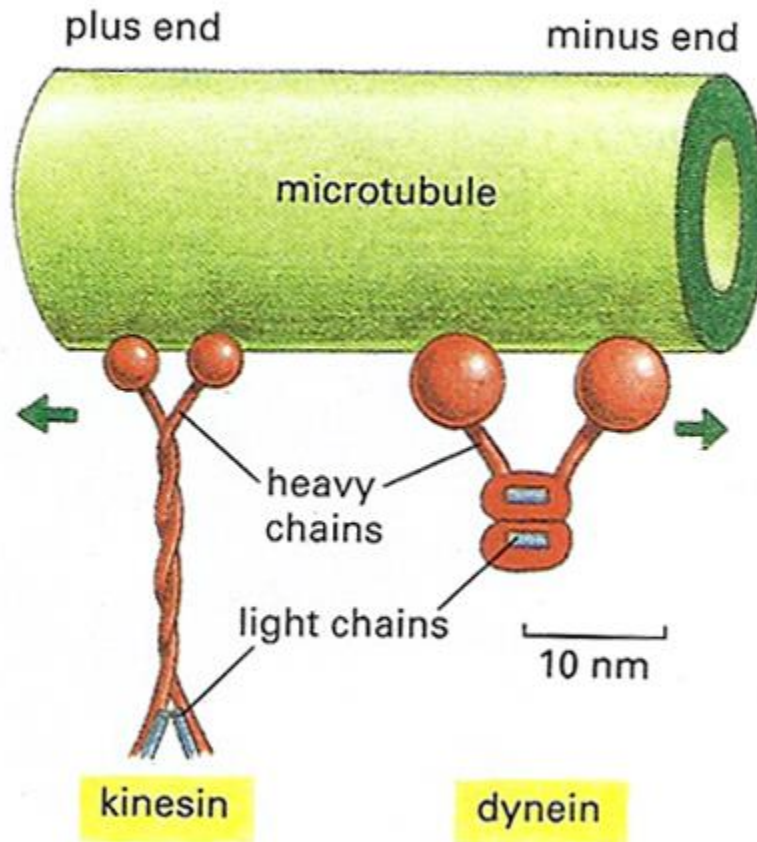


חלבונים מוטורים; תנועת מקרומולקולות ושוטון

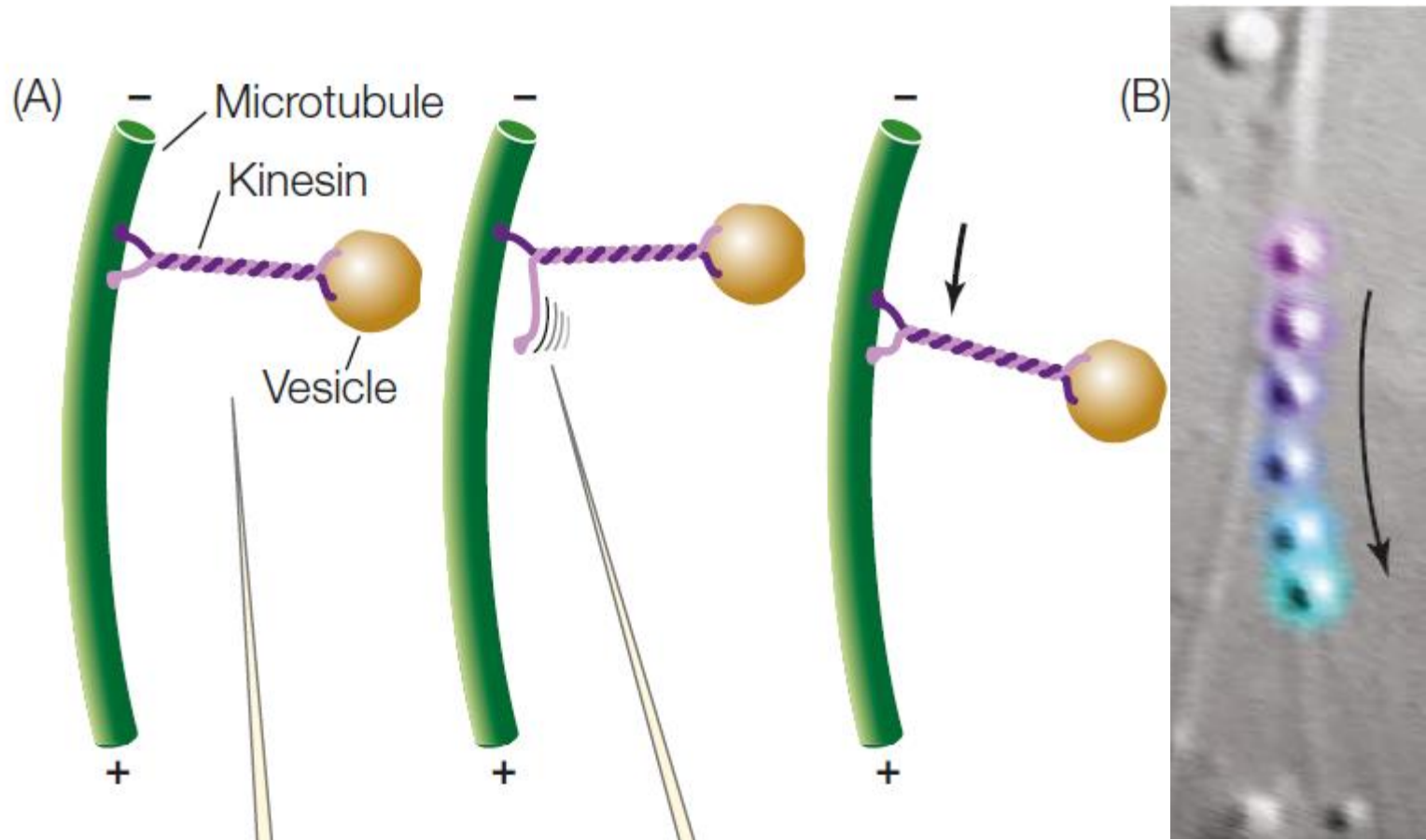
- חלבונים מוטוריים הם אנזימים מתמירים אנרגיה של ATP בתנועה
- בצידם האחד הם קשורים קוולנטית לסיב המיקרוטובול, מהאחר למשא כלשהו
- Dynein נעים על סיב המיקרוטובול מקצה הפלוס למינוס.
- Kinesin נעים על סיב המיקרוטובול מקצה המינוס לפלוס.



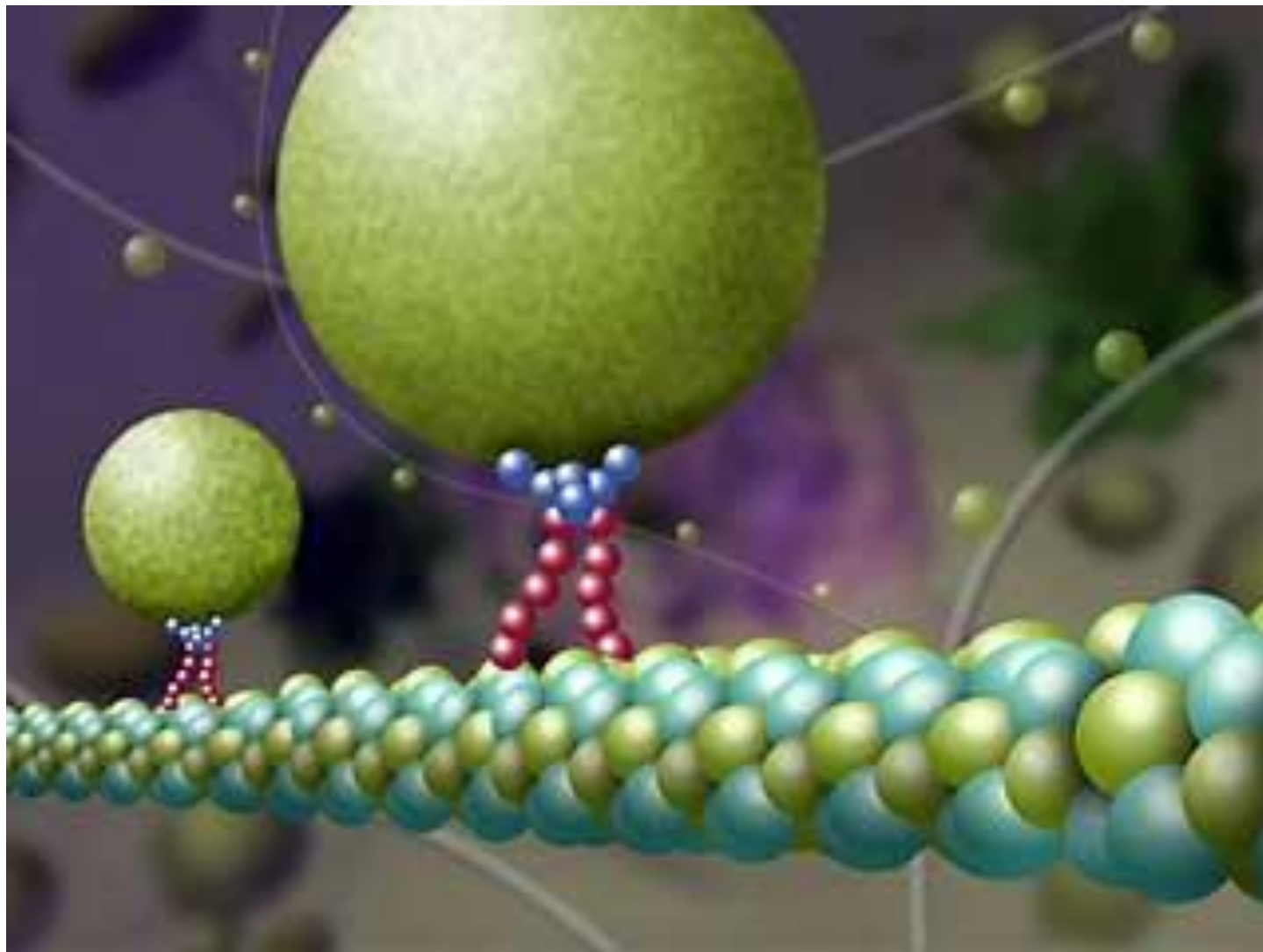
חלבונים מוטורים Kinesin ו dynein נעים על פני מסילות המיקרוטובול



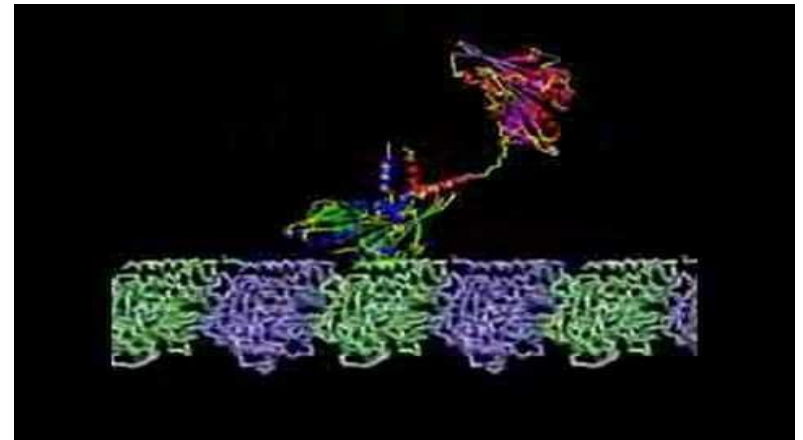
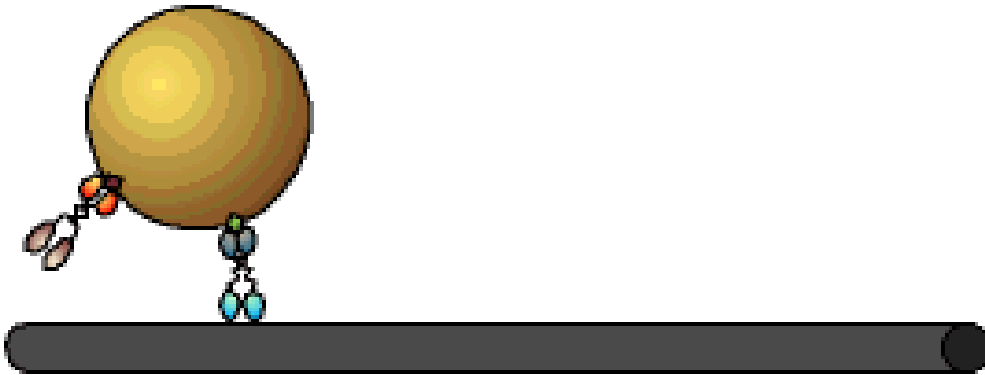
חלבונים מוטורים Kinesin ו dynein נעים על פני מסילות המיקרוטובול



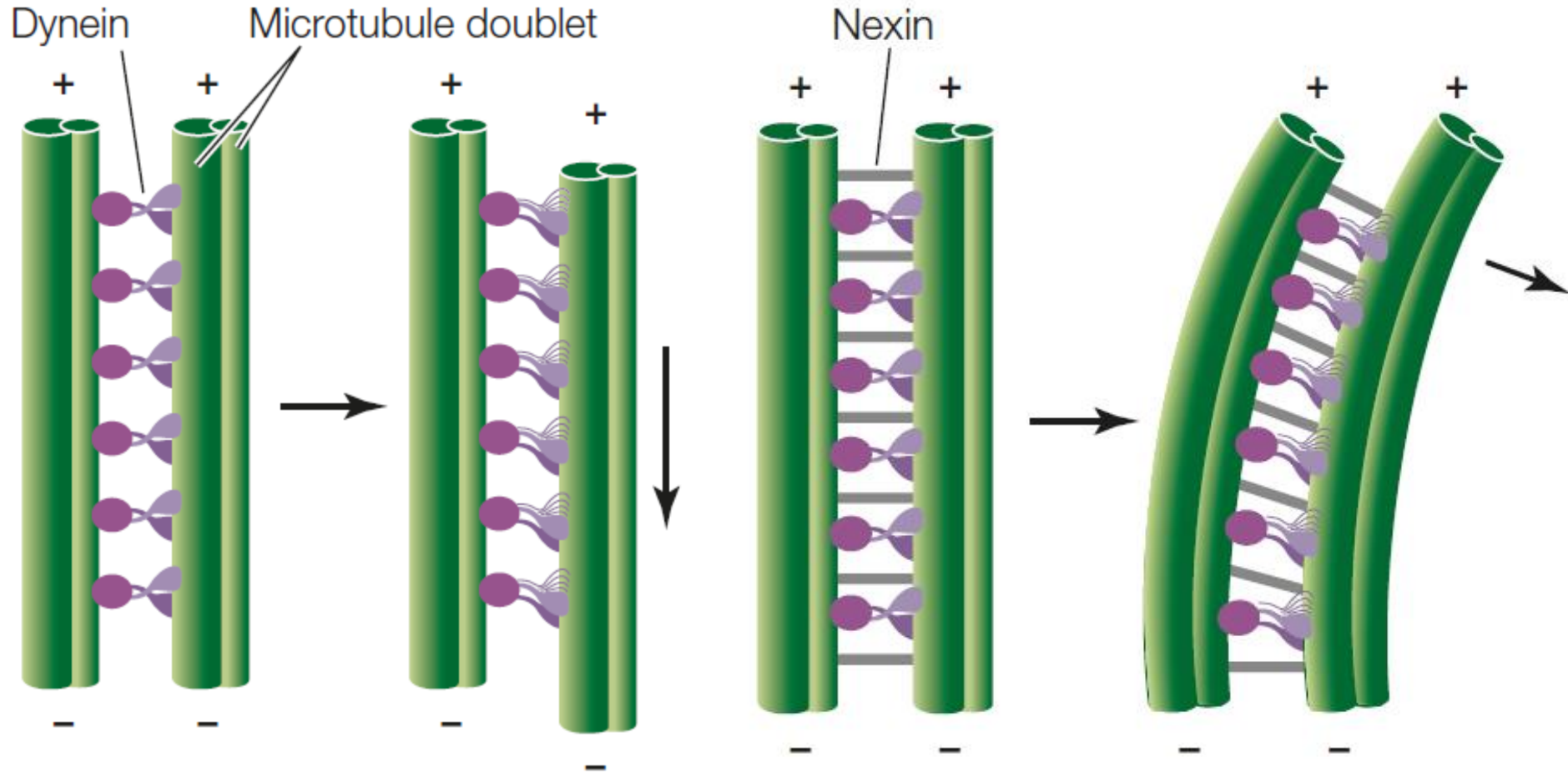
חלבונים מוטורים Kinesin ו dynein נעים על פני מסילות המיקרוטובול



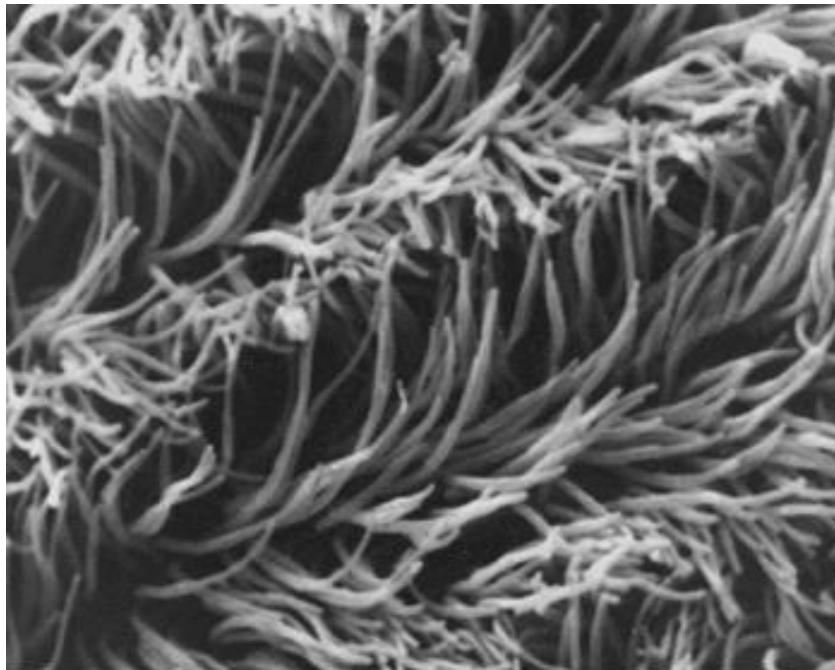
חלבונים מוטורים Kinesin ו dynein נעים על פני מסילות המיקרוטובול



- Dynein אחראי לתנועת השוטונים
- נקסין קושר בין צינורות המיקרוטובול

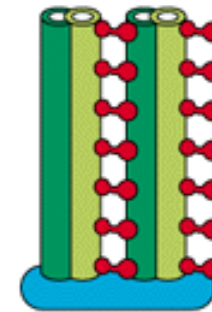


התנועה של השוטון מבוצעת על ידי החלבון dynein

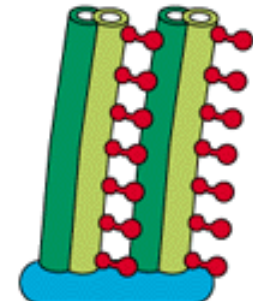


2 μ m

(B) INTACT STRUCTURE: BENDING

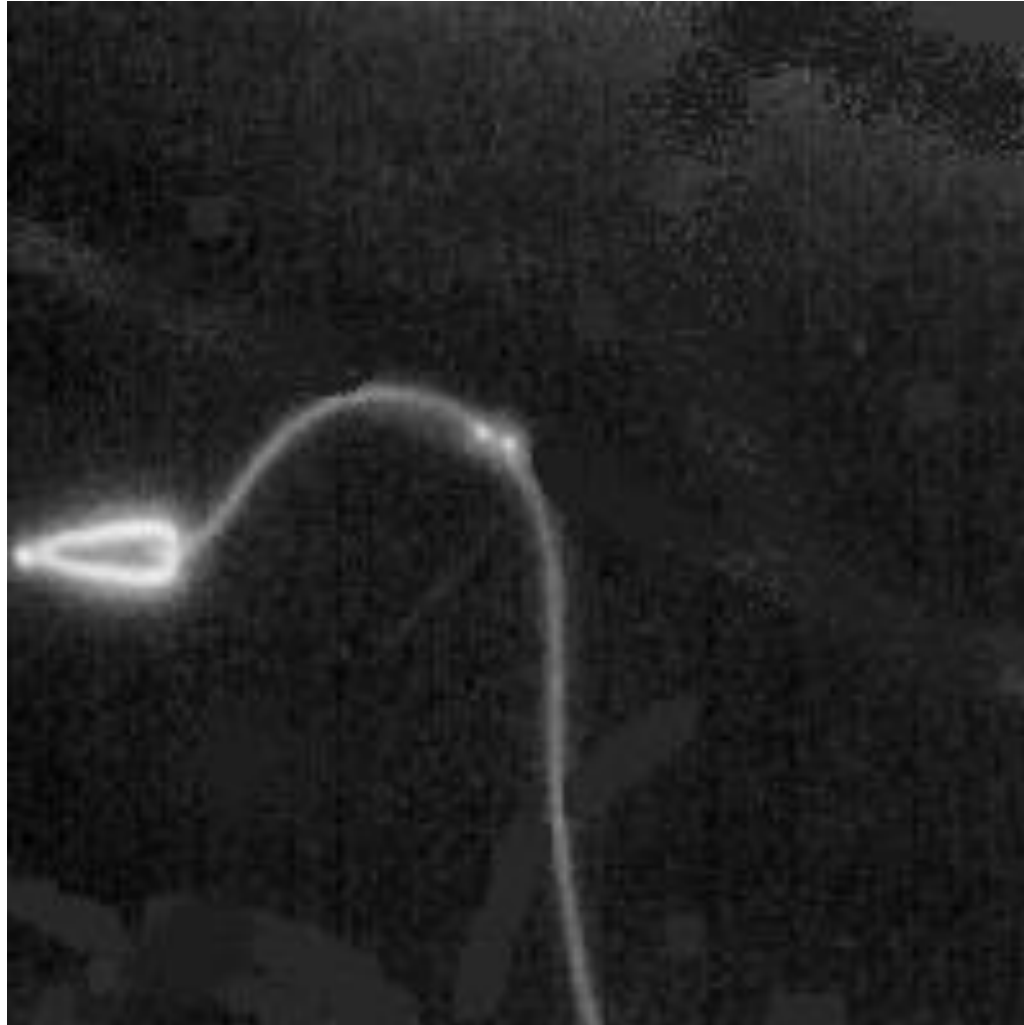


doublets held
in cilium by
cross-links



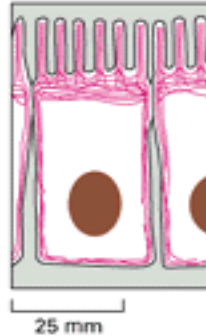
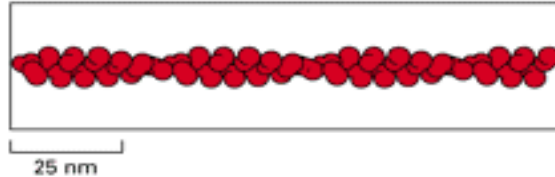
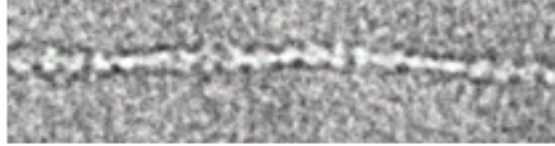
doublet sliding
leads to bending

התנועה של השוטון מבוצעת על ידי החלבון המוטורי dynein



שלד התא כולל שלושה סוגי סיבים

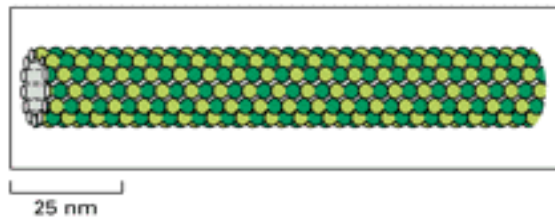
ACTIN FILAMENTS



Actin filaments (also known as *microfilaments*) are two-stranded helical polymers of the protein actin. They appear as flexible structures, with a diameter of 5-9 nm, that are organized into a variety of linear bundles, two-dimensional networks, and three-dimensional gels. Although actin filaments are dispersed throughout the cell, they are most highly concentrated in the *cortex*, just beneath the plasma membrane.

1. האקטין (Actin)

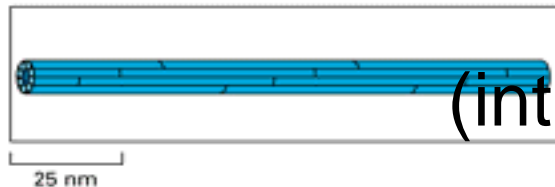
MICROTUBULES



Microtubules are long, hollow cylinders made of the protein tubulin. With an outer diameter of 25 nm, they are much more rigid than actin filaments. Microtubules are long and straight and typically have one end attached to a single microtubule-organizing center (MTOC) called a *centrosome*, as shown here.

2. המיקרוטובול (Microtubule)

INTERMEDIATE FILAMENTS

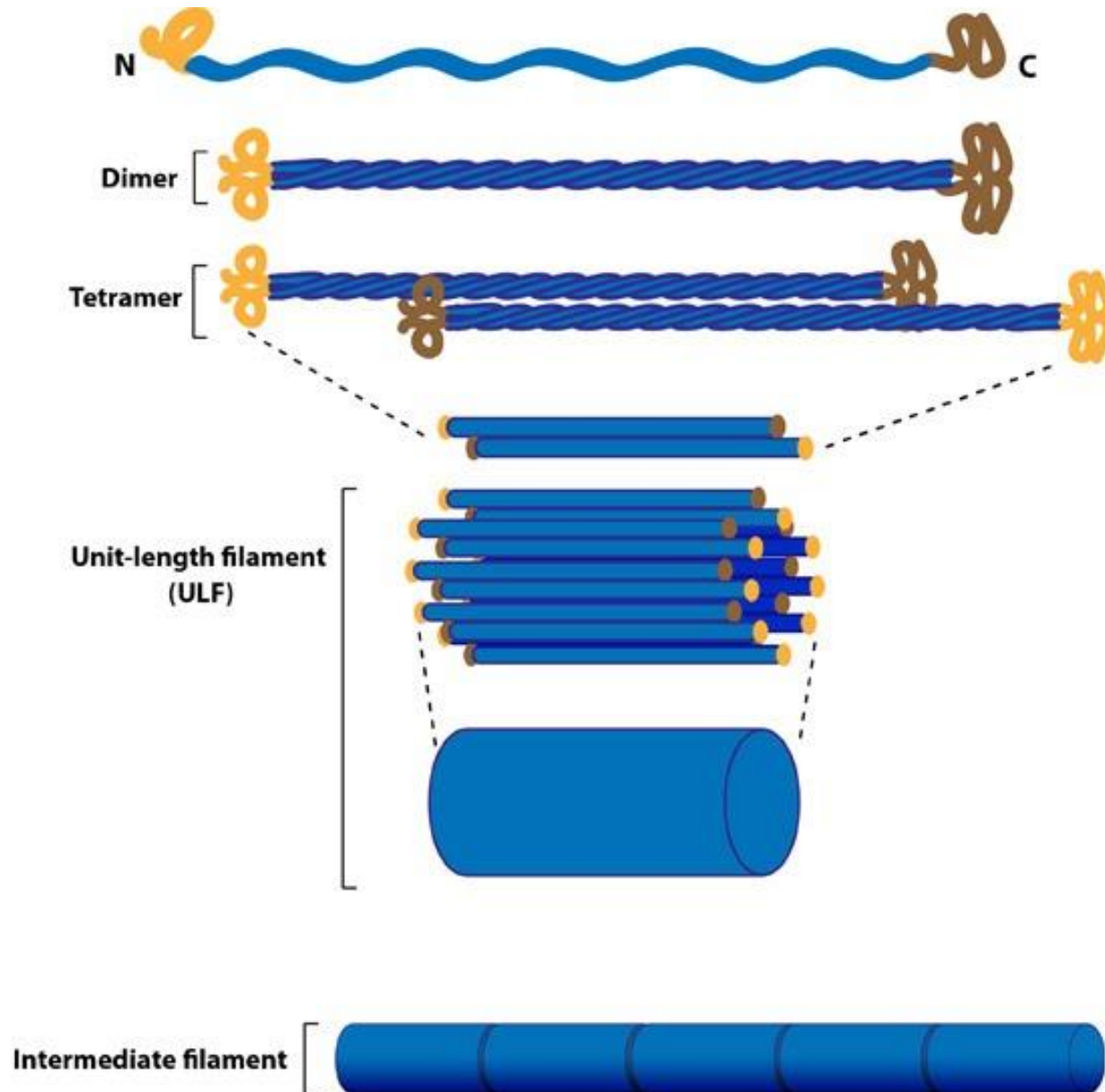


Intermediate filaments are ropelike fibers with a diameter of around 10 nm; they are made of intermediate filament proteins, which constitute a large and heterogeneous family. One type of intermediate filament forms a meshwork called the nuclear lamina just beneath the inner nuclear membrane. Other types extend across the cytoplasm, giving cells mechanical strength and carrying the mechanical stresses in an epithelial tissue by spanning the cytoplasm from one cell-cell junction to another.

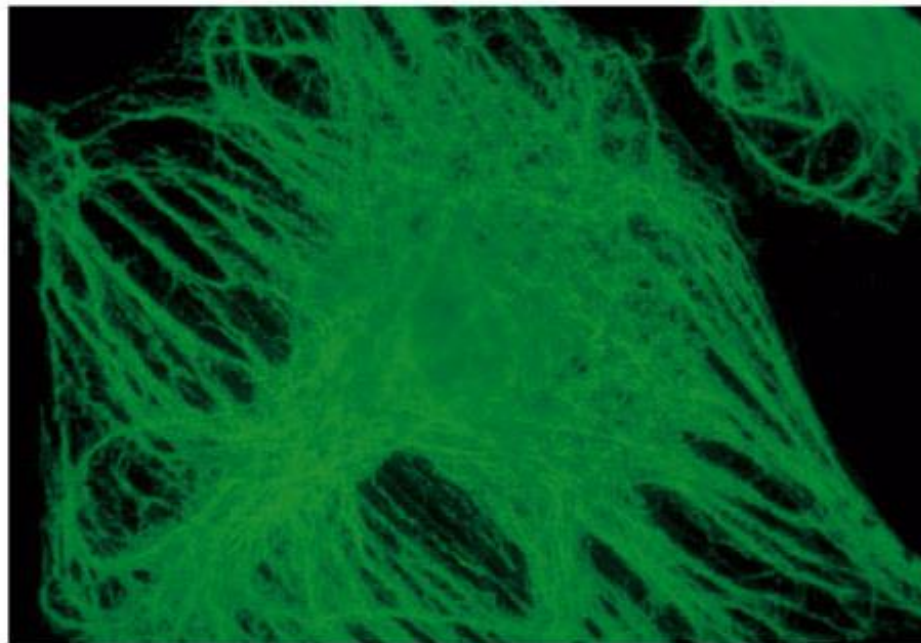
3. סיבי הבינים (intermediate filaments)

III סיבי הביניים (Intermediate filaments)

- עשויים חלבון קשיח, בדרך כלל ממשפחת הקרטין, היוצר מבנים ארוכים הכרוכים זה בזה כמו חבל. נמצאים בעיקר בחוליתנים ועוד מספר קטן של חסרי חוליות.
- קוטרם של הסיבים 8-12 נ"מ ואורכם כמה מיקרומטרים. כל סיב מורכב מ-8 טטראמרים (ציור בהמשך).
- יוצרים מבנים יציבים המקנים לתא את חוזקו המכאני ולמבנים תאיים יציבות
- בגרעין התא הם יוצרים את מבנה הרשת של ה nuclear lamina
- בציטוזול יוצרים סיבים החוצים את התא לאורכו ולרוחבו ובכך מקנים לו חוזק מכאני

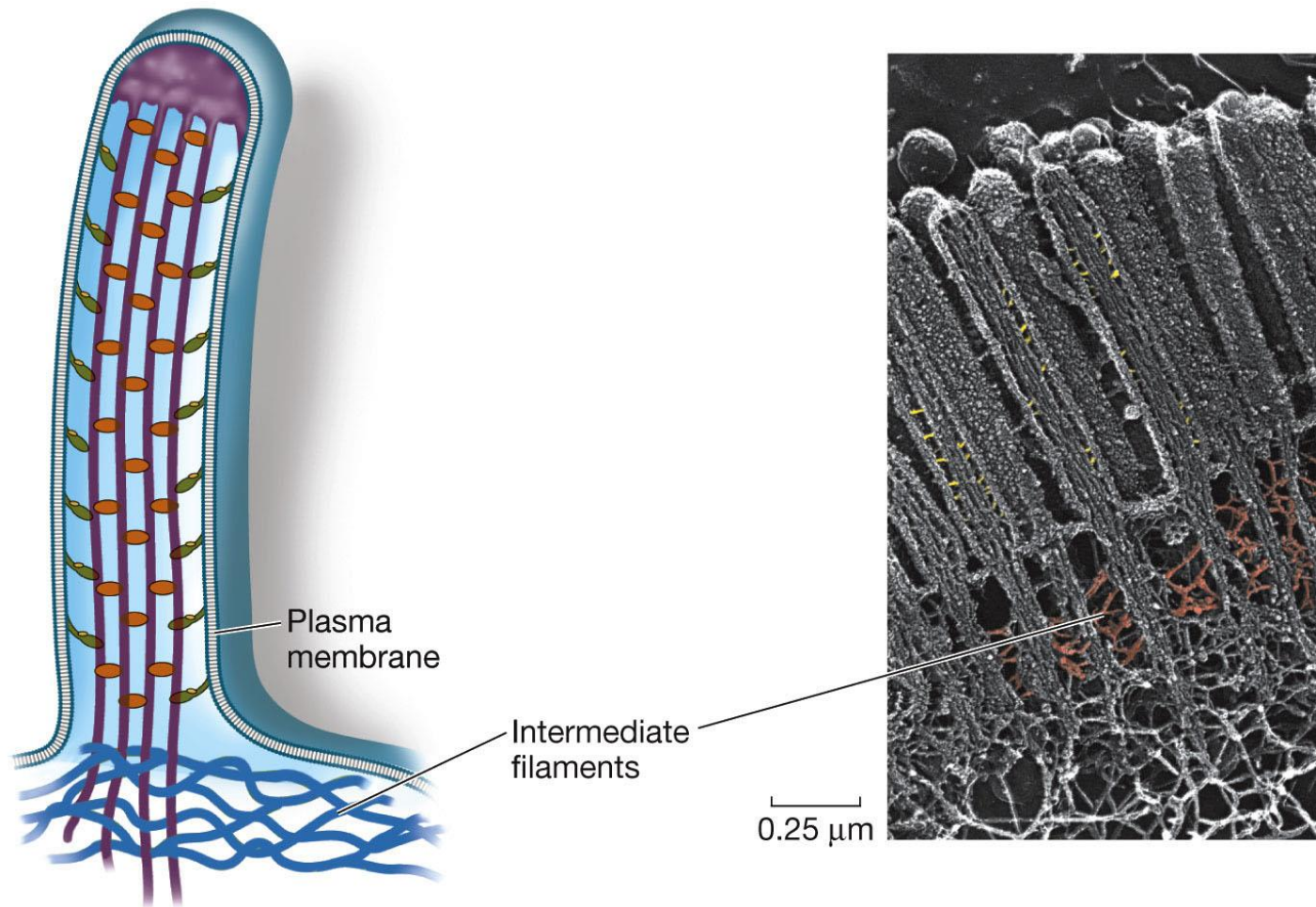


•בציטוזול יוצרים סיבים החוצים את התא לאורכו ולרוחבו ובכך
מקנים לו חוזק מכאני



10 μm

סיבי הביניים תומכים במבנה ה (microvilli) שאותם יוצרים סיבי האקטין



סיבי הביניים תומכים במבנה ה (microvilli) שאותם יוצרים סיבי האקטין

