
מיוזה + השוואה מיטוזה-מיוזה



מיוזה + השוואה מיטוזה-מיוזה

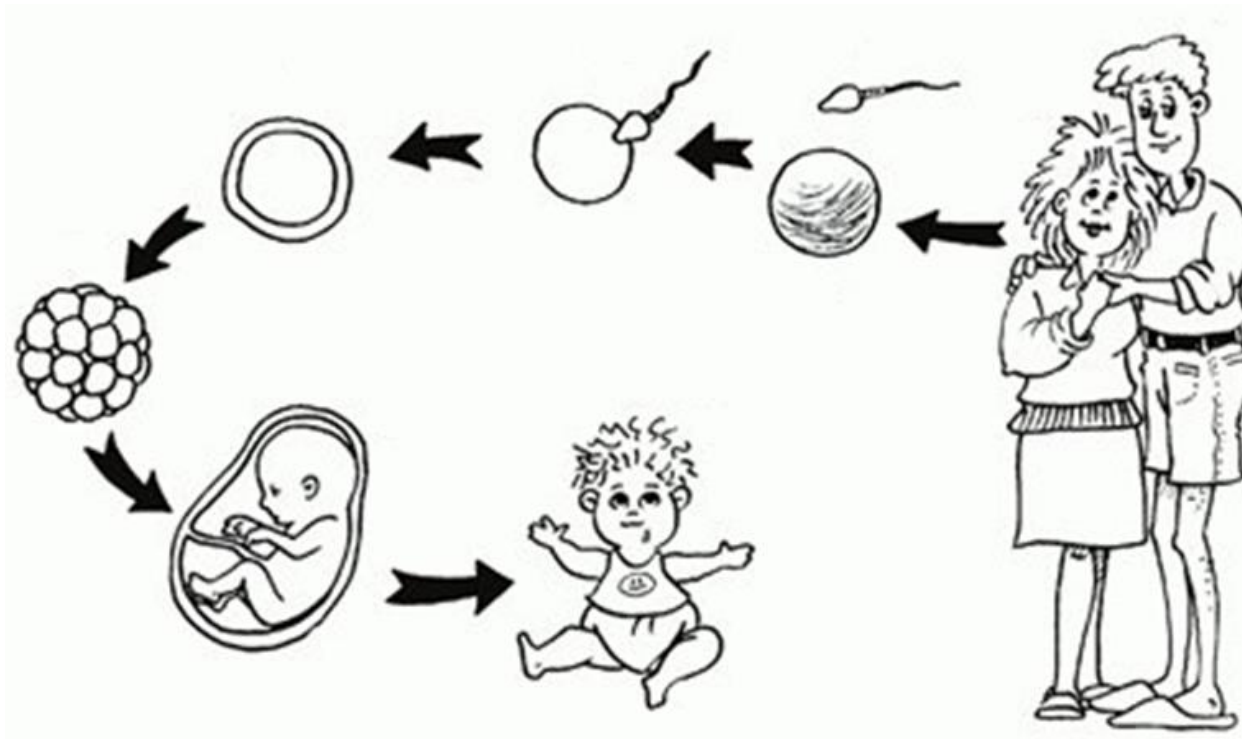
נושאי השיעור

- ◀ מעגל החיים
- ◀ תהליך המיוזה
- ◀ תסמונות הנגרמות עקב אי-הפרדה בין כרומוזומים/כרומטידות
- ◀ השוואה בין מיטוזה למיוזה

מצגות מקדימות

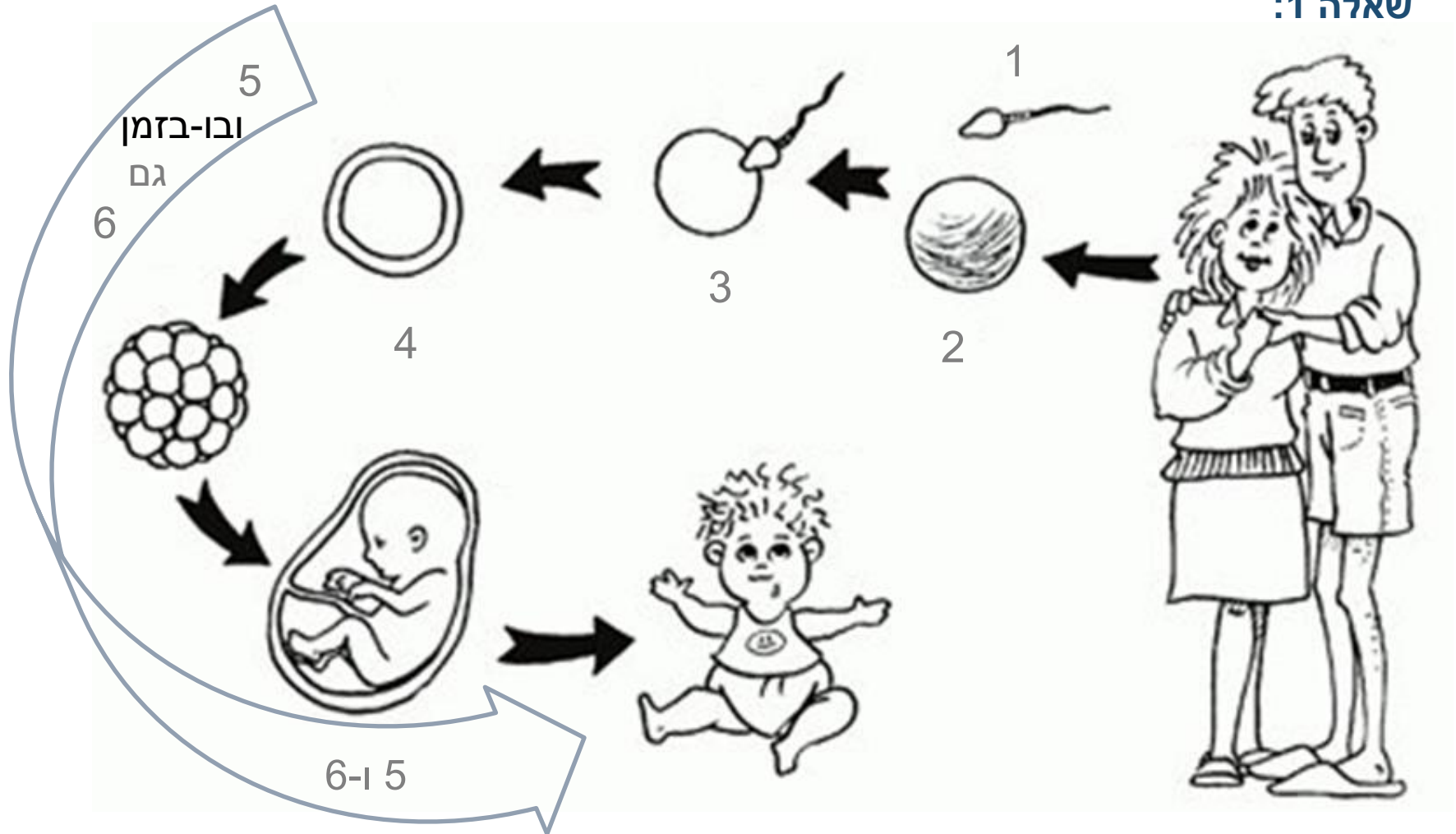
- ◀ מחזור התא ותהליך שכפול ה-DNA
- ◀ מיטוזה

כל ילוד הוא צאצא של שניים – אב ואם: **זרע** האב מפרה **ביצית** של האם. **בהפריה** מתמזגים שני תאי המין לתא אחד הנקרא **זיגוטה** – התא הראשון של העובר. לאחר ההפריה, הזיגוטה מתחלקת חלוקות רבות ועוקבות (הקרויות חלוקות **מיטוזה**) ומתפתח עובר. במהלך ההתפתחות, תאי העובר מתמיינים לתאים שונים, המרכיבים רקמות ואברים שונים. כך נוצרות בעובר כל מערכות הגוף.

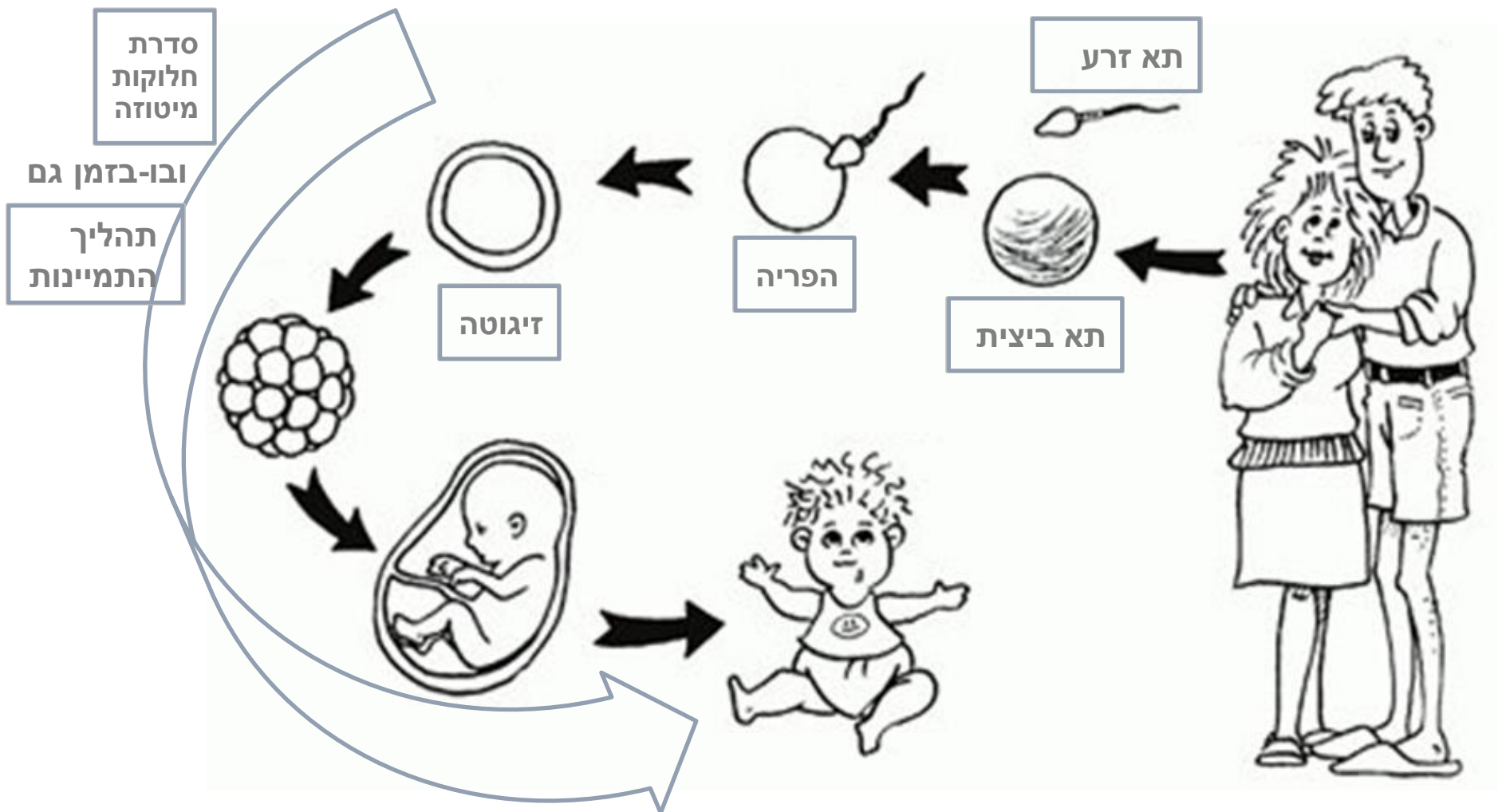


גם במהלך החיים לאחר הלידה ממשיכים תאים שונים בגוף להתחלק (למשל תאי גזע במח העצמות, או תאי גזע בדופן המעי).

שאלה 1:



סמנו ליד הספרות בתרשים את המילים הבאות: תהליך הפריה, תא זרע, תאי רבייה (גמטות), זיגוטה (ביצית מופרית), סדרת חלוקות מיטוזה, תהליך התמיינות, תא ביצית.





© istockphoto.com/ Stephen Sweet

לאחר ההפריה: חלוקות מיטוזה ותהליך התמיינות

אחר כך חלה התמיינות לתאים
שונים, המרכיבים רקמות ואברים
שונים בגוף העובר



הזיגוטה מתחלקת חלוקות רבות ועוקבות.
בשלבים הראשונים העובר נראה ככדור
המורכב מתאים שעדיין לא עברו התמיינות



ד"ר נורית קינן ואורה בר, מט"ח ©

שאלה 2:

מהו הרצף של מהלך הרבייה?

- א. גמטה, מיטוזה, זיגוטה, התמיינות
- ב. גמטה, זיגוטה, מיטוזה, התמיינות
- ג. מיטוזה, גמטה, זיגוטה, התמיינות
- ד. זיגוטה, גמטה, התמיינות, זיגוטה

שאלה 2:

מהו הרצף של מהלך הרבייה?

- א. גמטה, מיטוזה, זיגוטה, התמיינות
- ב. גמטה, זיגוטה, מיטוזה, התמיינות
- ג. מיטוזה, גמטה, זיגוטה, התמיינות
- ד. זיגוטה, גמטה, התמיינות, זיגוטה

תשובה:

משפט ב'.

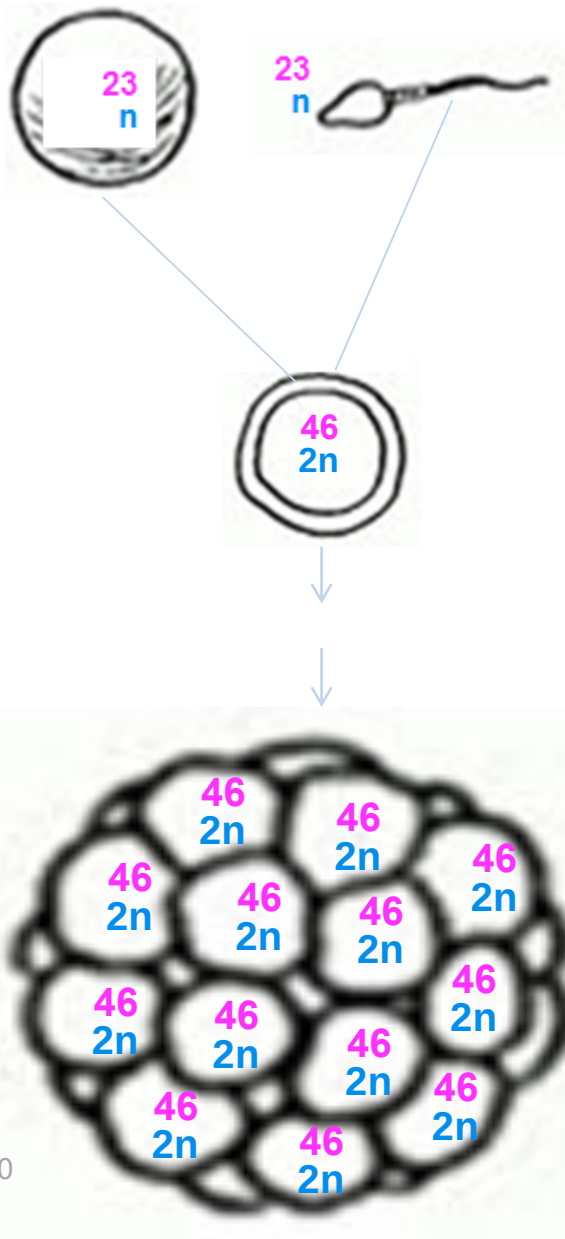
הערה: חלוקות מיטוזה ממשיכות בד בבד גם בעת תהליך ההתמיינות אך בתאים אחרים באיבר.

תאי הרבייה הם הפלואידים ושאר תאי הגוף הם דיפלואידים

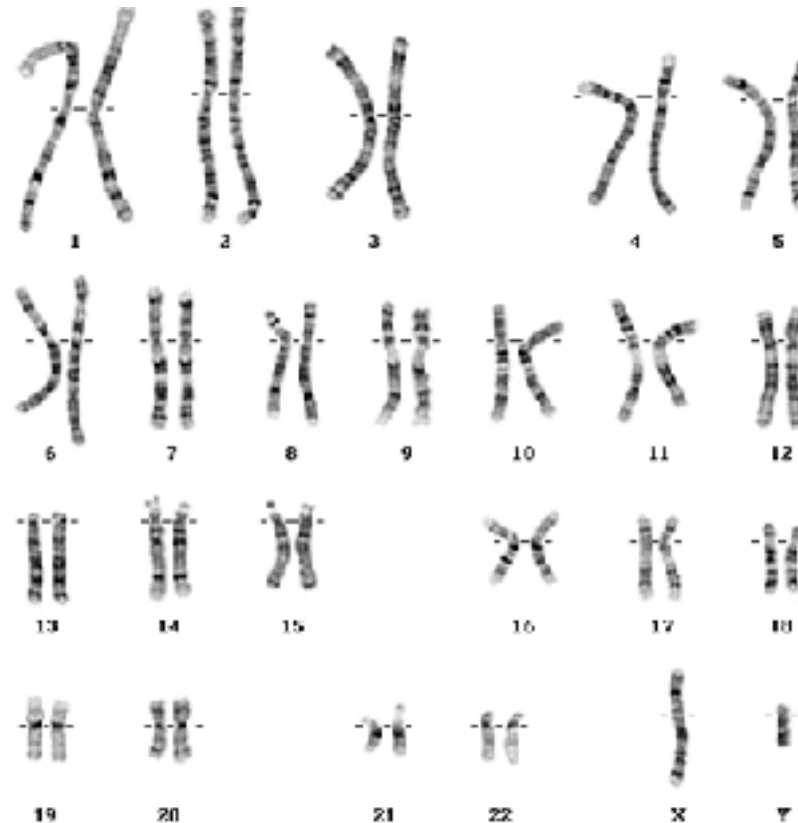
בכל אחד מתאי הרבייה (תא ביצית ותא זרע) של האדם יש 23 כרומוזומים. תאים שיש בהם מערכת אחת של כרומוזומים נקראים תאים **פלואידים**.
(נהוג לומר שמספר הכרומוזומים בהם הוא n).

בזיגוטה הנוצרת מהתלכדות תאי המין בתהליך ההפריה יש מערכת כפולה של כרומוזומים, ובסה"כ יש בה 46 כרומוזומים הכוללים 23 זוגות **כרומוזומים הומולוגיים**.

כל תאי הגוף שנוצרו מהזיגוטה בתהליכי מיטוזה זהים לזיגוטה מבחינה גנטית, כלומר גם בהם יש 46 כרומוזומים. תאים שיש בהם מערכת כפולה של כרומוזומים נקראים **תאים דיפלואידים**.
(נהוג לומר שמספר הכרומוזומים בהם הוא $2n$).



הכרומוזמים ההומולוגיים דומים באורכם ובהרכבם. בכל תאי הגוף, פרט לתאי הרבייה, נמצאים זוגות של כרומוזמים הומולוגיים; האחד – מוצאו באם, והאחר – מוצאו באב. בכל זוג כרומוזמים הומולוגיים יש אותם גנים, אבל לא בהכרח אותם אללים ("הוראות"). דוגמה: ייתכן שבגן הקובע צבע עיניים באחד הכרומוזמים יהיה אלל לצבע כחול (a) ובכרומוזום ההומולוגי יהיה אלל לצבע עיניים חום (A).

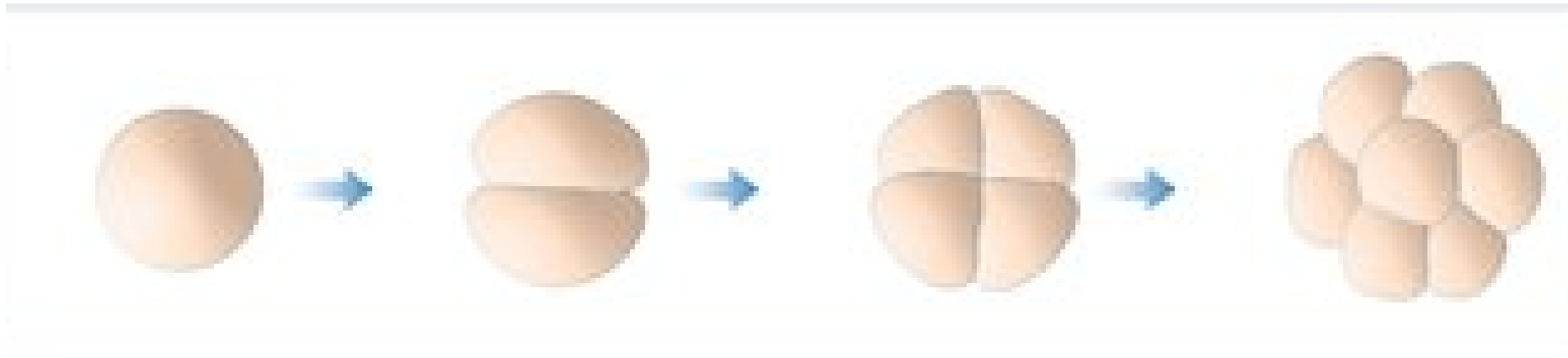


© Dr Ronit Zamir

בתמונה רואים את הכרומוזומים של האדם, המורכבים מ-23 זוגות כרומוזמים הומולוגיים, מלבד כרומוזומי המין בזכרים XY שאינם הומולוגיים.

שאלה 3:

- א. בתרשים מתוארת זיגוטה של כלב, שיש בה 78 כרומוזומים. הזיגוטה מתחלקת בסדרה של שלוש חלוקות לשמונה תאים.
- כתבו בתאים בכל אחד מן השלבים את מספר הכרומוזומים ואת הסימון המתאים (n או $2n$)
- ב. מהו מספר הכרומוזומים בתא הזרע ובתא הביצית של הכלב?



שאלה 3:

- א. בתרשים מתוארת זיגוטה של כלב, שיש בה 78 כרומוזומים. הזיגוטה מתחלקת בסדרה של שלוש חלוקות לשמונה תאים.
- כתבו בתאים בכל אחד מן השלבים את מספר הכרומוזומים ואת הסימון המתאים ($2n$ או n)
- ב. מהו מספר הכרומוזומים בתא הזרע ובתא הביצית של הכלב?



תשובה:

39 כרומוזומים בתא הזרע ו-39 כרומוזומים בתא הביצית. אלו תאים הפלואידים (n).

שאלה 4:

- א. בתא כלשהו של יתוש יש 3 כרומוזומים. על סמך נתון זה, האם אפשר לקבוע אם זה תא רבייה (זרע או ביצית) או אחד מתאי הגוף?
- ב. בתא כלשהו של קוף יש 24 כרומוזומים. על סמך נתון זה, האם אפשר לקבוע אם זה תא רבייה (זרע או ביצית) או אחד מתאי הגוף?

שאלה 4:

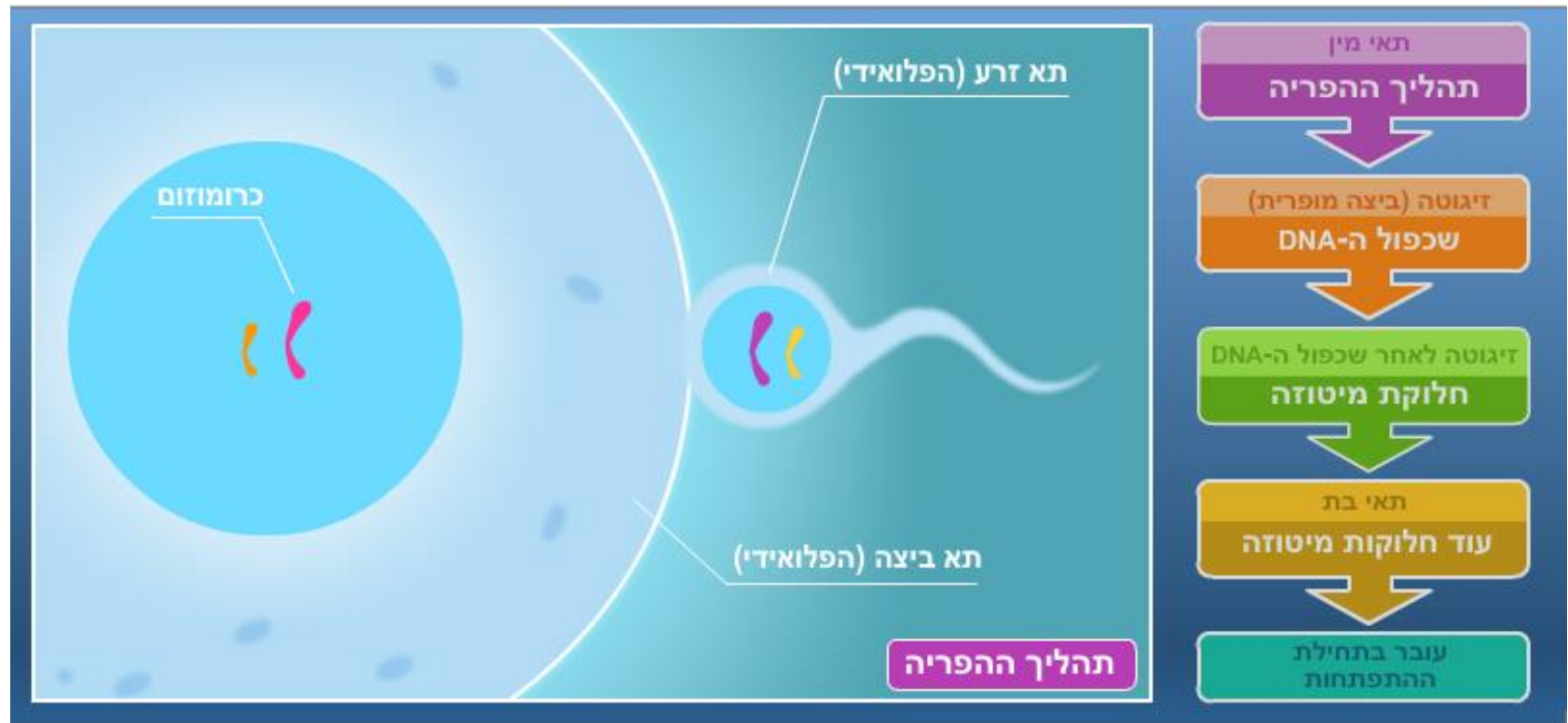
- א. בתא כלשהו של יתוש יש 3 כרומוזומים. על סמך נתון זה, האם אפשר לקבוע אם זה תא רבייה (זרע או ביצית) או אחד מתאי הגוף?
- ב. בתא כלשהו של קוף יש 24 כרומוזומים. על סמך נתון זה, האם אפשר לקבוע אם זה תא רבייה (זרע או ביצית) או אחד מתאי הגוף?

תשובה:

- א. אפשר לקבוע שמדובר בתא מין מכיוון שמספר הכרומוזומים אי-זוגי. בתאי גוף רגילים שמקורם בזיגוטה (הביצית המופרית), נמצאים זוגות של כרומוזומים הומולוגיים. מספרם של הכרומוזומים תמיד זוגי.
- ב. אי אפשר לקבוע. יש שתי אפשרויות:
- אפשרות ראשונה: זה תא מין. במקרה כזה, בתאי הגוף יש 48 כרומוזומים. אפשרות שנייה: זה תא גוף. במקרה זה יש בתאי המין 12 כרומוזומים. (למעשה, אפשרות א' היא הנכונה. לקוף יש 48 כרומוזומים בתאי הגוף, ו-24 כרומוזומים בכל אחד מתאי הרבייה.

סימולציה: הכרומוזומים – מתאי הרבייה ועד העובר המתפתח

בסימולציה הבאה מודגשים השינויים במספר הכרומוזומים בשלבי התפתחות שונים של יצור דמיוני בעל שני זוגות כרומוזומים הומולוגיים, מתאי הרבייה (תא זרע ותא ביצית) עד העובר המתפתח. שימו לב לשינויים במצב התאים השונים (הפלואידים/דיפלואידים).



סימולציה: הכרומוזומים – מתאי הרבייה ועד העובר המתפתח

תאי הרבייה נוצרים בתהליך חלוקת תא הנקרא **מיוזה**, המתרחש באברי הרבייה, ובו נעסוק בשיעור זה.

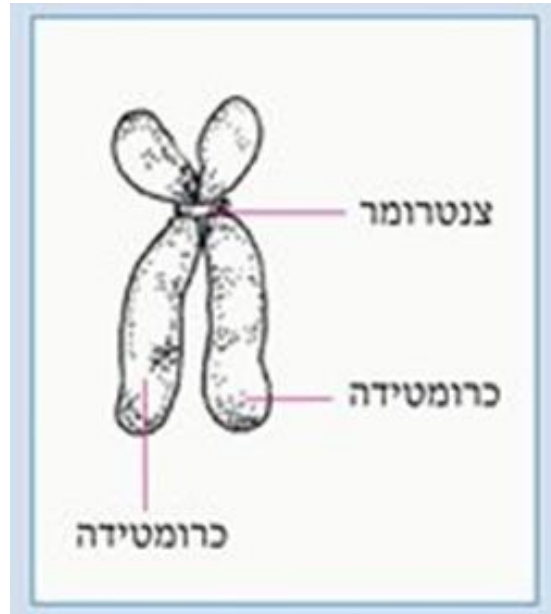
מיטוזה

גוף האדם מורכב מכ-65 ביליון תאים, שמקורם בתא אחד – הביצית המופרית (זיגוטה), שהתחלקה חלוקות רבות ועוקבות (הקרויות חלוקות **מיטוזה**), וכך התפתח יצור רב תאי. תאי הבת הנוצרים בחלוקה המיטוזה זהים מבחינה גנטית לתא האם שממנו הם נוצרו, יש בהם את אותו מספר כרומוזומים (46 כרומוזומים). כך נשמר המטען התורשתי בכל תאי הגוף.

מיوزה

באברי המין (שחלות בנשים ואשכים בגברים), בעקבות חלוקת תאים שיש בהם 46 כרומוזומים, נוצרים תאי מין שיש בהם 23 כרומוזומים. כמובן, חלוקה זו שונה ממיטוזה, והיא נקראת **מיוזה** (חלוקת הפחתה). בהתלכדות תא זרע ותא ביצית נוצרת ביצית מופרית, הכוללת 46 כרומוזומים.

בתחילת המיטוזה הכרומוזום מורכב משתי כרומטידות



לפני תחילת המיטוזה וגם לפני המיטוזה חלה הכפלת הכרומוזומים (בשלב S של מחזור התא). בתחילת החלוקה כל כרומוזום מסתלסל ונדחס ולכן אפשר לראותו במיקרוסקופ. כל כרומוזום מורכב משתי כרומטידות זהות לחלוטין האחוזות בצנטרומר.

זכרו!
כל כרומטידה מורכבת ממולקולת DNA דו-גדילית ארוכה ומפותלת

כרומטידה → ← כרומטידה

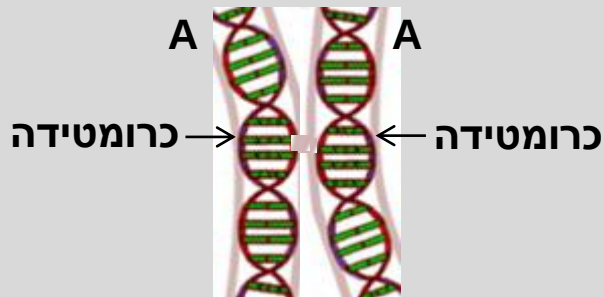


שימו לב!!!

לעתים, תלמידים נוטים להתבלבל ולא להבחין בין כרומטידות אחיות של אותו הכרומוזום לבין כרומוזומים הומולוגיים!

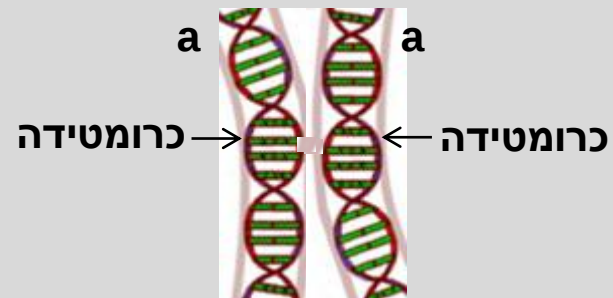
כרומוזומים הומולוגיים

והאחר מקורו באימא



לאחר השכפול, כל אחד מן הכרומוזומים מורכב משתי כרומטידות זהות לחלוטין.

אחד מקורו באבא



לאחר השכפול, כל אחד מן הכרומוזומים מורכב משתי כרומטידות זהות לחלוטין.

הכרומוזומים ההומולוגיים דומים בצורתם ומכילים אותם הגנים, אבל לא בהכרח אותם האללים.
דוגמה: ייתכן שבגן הקובע צבע עיניים, באחד הכרומוזומים יהיה אלל לצבע כחול (a) ובכרומוזום ההומולוגי יהיה אלל לצבע עיניים חום (A).

תאי המין (גמטות) נוצרים בתהליך מיזוג

תאי המין=גמטות (נקראים גם **תאי רבייה**), נוצרים באברי המין (שחלות בנקבות ואשכים בזכרים) בדרך מיוחדת של חלוקת תאים הנקראת **מיזוג** (ובעברית: חלוקת הפחתה). לתאים המתחלקים ליצירת תאי מין, נהוג לקרוא תאי אם (גם אצל האב וגם אצל האם), והם דיפלואידים כמו שאר תאי הגוף, כלומר יש בהם 46 כרומוזומים. בתהליך המיזוג נוצרים מהם תאי מין הפלואידים המכילים 23 כרומוזומים. לכן, תהליך המיזוג קרוי בעברית חלוקת הפחתה.

תאי מין: גמטות (הפלואידיות)
תאי ביצית (ח)



תהליך מיזוג



תאי מין: גמטות (הפלואידיות)
תאי זרע (ח)



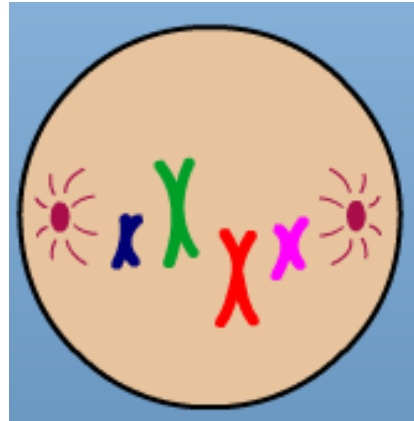
בשקופית הבאה מתוארת מיזזה בתא סכמטי שיש בו 4 כרומוזומים הכוללים שני זוגות כרומוזומים הומולוגיים:



זוג כרומוזומים הומולוגיים גדולים (ירוק ואדום)



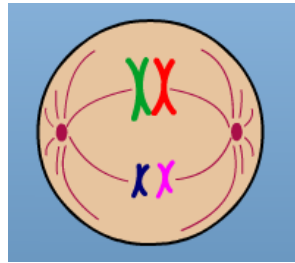
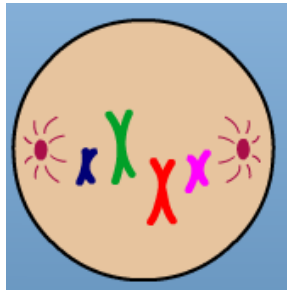
וזוג כרומוזומים הומולוגיים קטנים (ורוד וכחול)



תהליך המיזזה כולל שתי חלוקות תאים עוקבות שבסופן יתקבלו 4 תאי מין הפלואידים, שבכל אחד מהם יש כרומוזום אחד מזוג הכרומוזומים ההומולוגיים הגדול, וכרומוזום אחד מזוג הכרומוזומים ההומולוגיים הקטן.

נתאר את התהליך בקיצור:

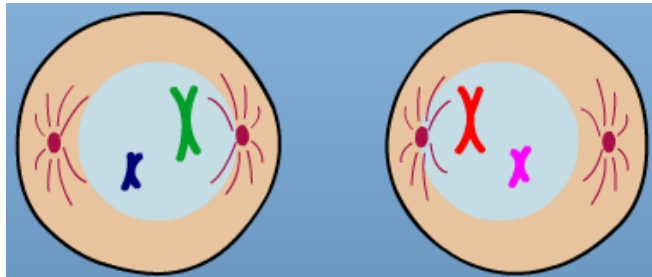
תא האם



חלוקה ראשונה

הכרומוזומים ההומולוגיים מסתדרים זה בצד זה.

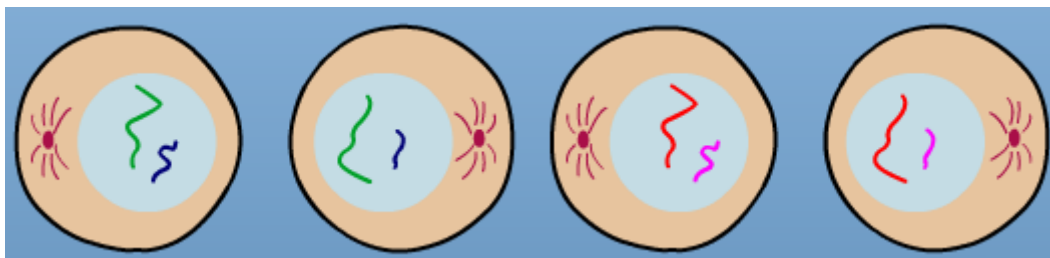
חלה הפרדה בין הכרומוזומים ההומולוגיים



התאים שנוצרו לאחר החלוקה הראשונה

חלוקה שנייה

בכל אחד משני התאים שנוצרו לאחר החלוקה הראשונה, חלה הפרדה בין הכרומומטידות האחיות של הכרומוזומים



התאים שנוצרו לאחר החלוקה השנייה



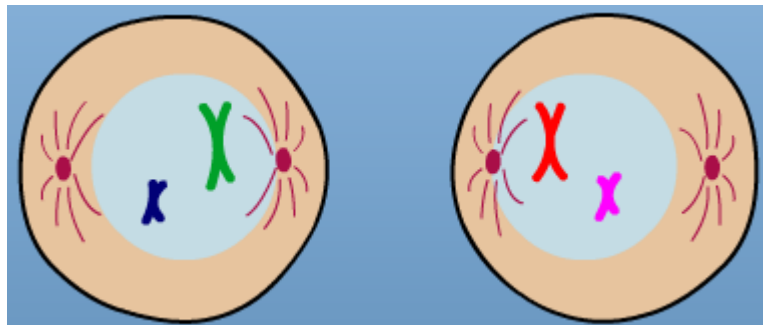
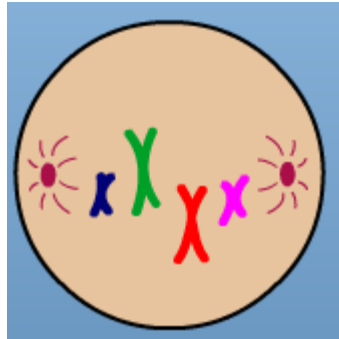
צפו בסימולציה המתארת את תהליך המיوزה

שאלה 5:

השלימו את החסר או מחקו את המיותר
בנוגע לאחד מן התאים בכל שלב:

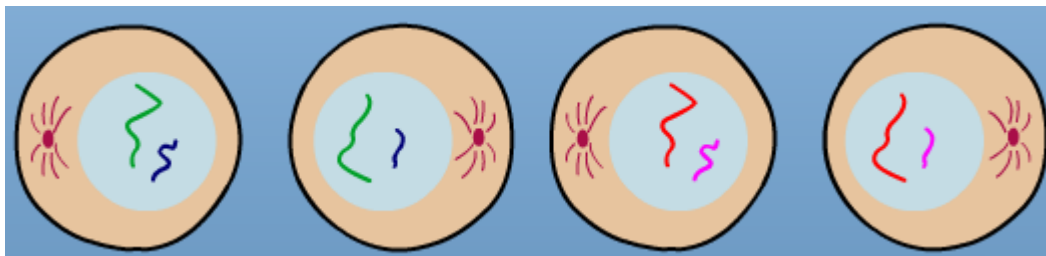
- דיפלואידי ($2n$)/הפלואידי (n)
- מספר הכרומוזומים:
- מספר מולקולות ה-DNA בתא:

תא האם



התאים שנוצרו לאחר החלוקה הראשונה

- דיפלואידי ($2n$)/הפלואידי (n)
- מספר הכרומומוזומים:
- מספר מולקולות ה-DNA בתא:

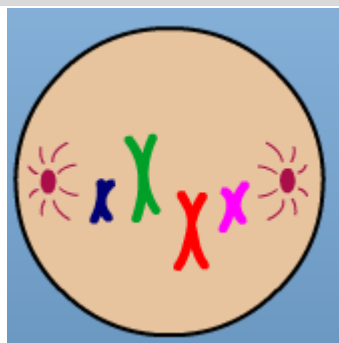


התאים שנוצרו לאחר החלוקה השנייה

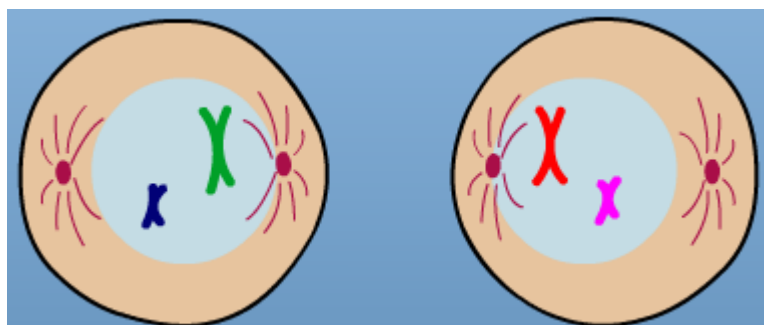
- דיפלואידי ($2n$)/הפלואידי (n)
- מספר הכרומומוזומים:
- מספר מולקולות ה-DNA בתא:

שאלה 5:

תא האם

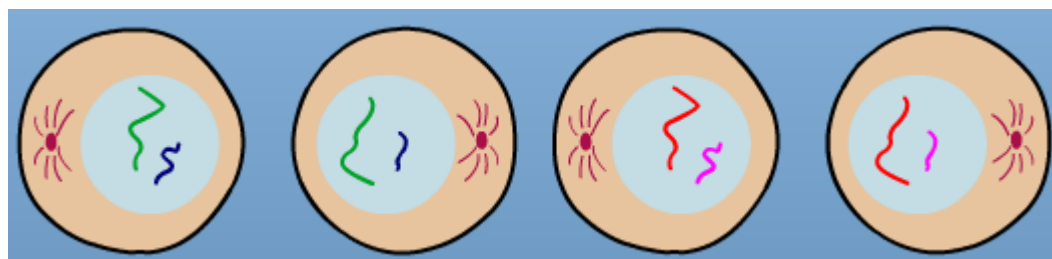


- א. דיפלואידי ($2n$)
- ב. מספר הכרומוזומים: 4
- ג. מספר מולקולות ה-DNA בתא: 8



התאים שנוצרו לאחר החלוקה הראשונה

- א. הפלואידי (n)
- ב. מספר הכרומוזומים: 2
- ג. מספר מולקולות ה-DNA בתא: 4



התאים שנוצרו לאחר החלוקה השנייה

- א. הפלואידי (n)
- ב. מספר הכרומוזומים: 2
- ג. מספר מולקולות ה-DNA בתא: 2

בין תאי הרבייה של אותו פרט קיימת שונות גנטית רבה. מקורות השונות העיקריים הם:

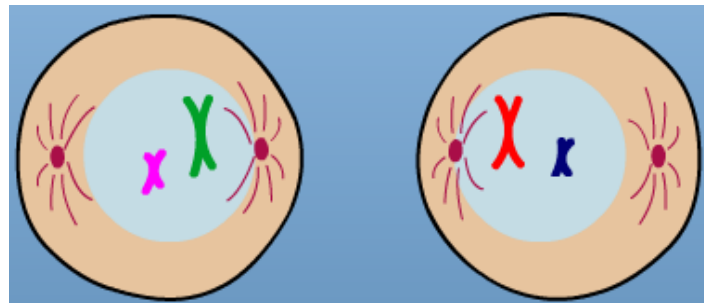
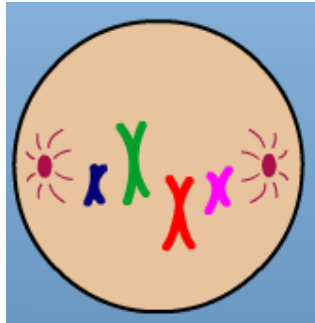
- א. ההפרדה הבלתי תלויה של הכרומוזומים ההומולוגיים.
- ב. תהליך השחלוף.

ראו פירוט בשקפים הבאים.

הפרדה הבלתי תלויה בין הכרומוזומים ההומולוגיים

ואולם בתהליך מיוזה של תא אחר היה יכול להיווצר צירוף אחר: ירוק וורוד או אדום וכחול (נקרא לצירופים אלו צירופים ג' ו-ד').

תא האם



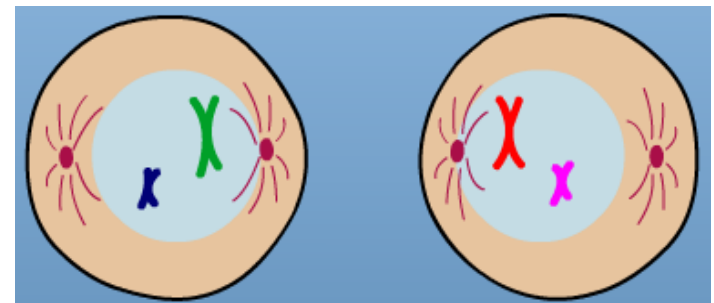
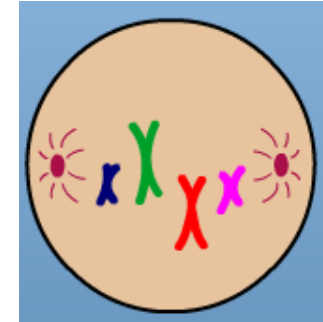
צירוף ד'

צירוף ג'

התאים שנוצרו לאחר החלוקה הראשונה

בתהליך המיוזה שתואר בשקף הקודם נוצרו תאי מין שיש בהם את צירופי הכרומוזומים ירוק וכחול או אדום וורוד (נקרא לצירופים אלו צירופים א' ו-ב').

תא האם



צירוף ב'

צירוף א'

התאים שנוצרו לאחר החלוקה הראשונה

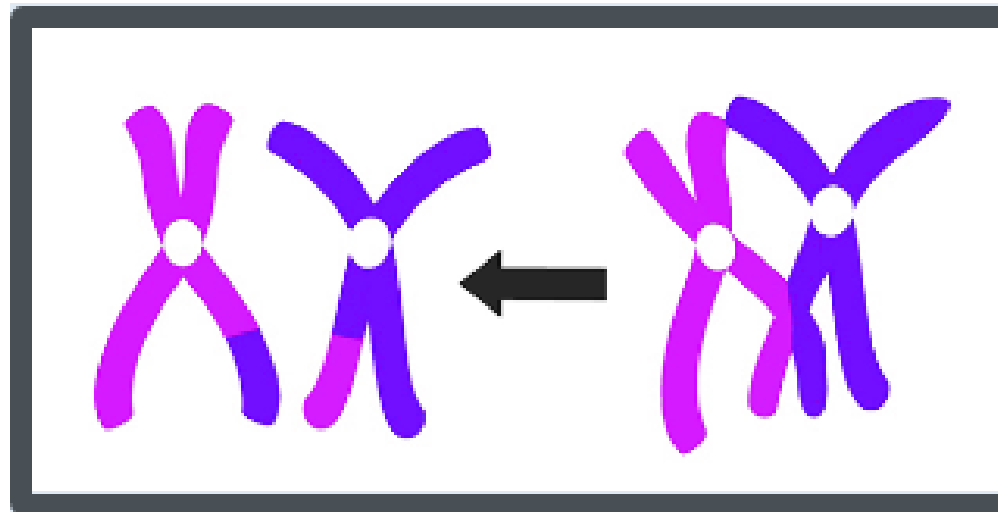
ביצור נוצרים תאי מין רבים, כלומר תאים רבים באברי המין עוברים תהליך מיוזה. לעתים נוצרים צירופים א' ו-ב' של כרומוזומים ולעתים נוצרים צירופים ג' ו-ד' של כרומוזומים, ולכן בסך הכול, יהיו ליצור שבדוגמה זו תאי מין המכילים את ארבעת הצירופים האפשריים.

ההפרדה הבלתי תלויה של הכרומוזומים ההומולוגיים

כפי שראינו בשקופית הקודמת, כל זוג כרומוזומים הומולוגיים נפרד זה מזה ללא תלות בהיפרדות הזוגות האחרים, וכתוצאה מכך נוצר מגוון עצום של צירופי כרומוזומים בתאי הרבייה. לאדם יש 23 זוגות של כרומוזומים הומולוגיים, ויותר מ-8.5 מיליון צירופי כרומוזומים אפשריים שונים בתאי הרבייה.

תופעה זאת נקראת: ההפרדה הבלתי תלויה של הכרומוזומים ההומולוגיים.

החלפה של קטעים תואמים בין כרומוסידות של זוג כרומוזומים הומולוגיים. התהליך מתרחש בעת היצמדות הכרומוזומים ההומולוגיים בתחילת החלוקה הראשונה של המיזזה.



שאלה 6:

לאדם (שכידוע, יש לו 46 כרומוזומים), יש כ-8.5 מיליון צירופים אפשריים שונים של כרומוזומים בגמטות.

האם עובדה זו יכולה להסביר את השוני בתכונותיהם של ילדיהם השונים של אותם בני זוג? או במילים אחרות: מדוע אתה אינך זהה לאחרך, אף על פי שנולדתם לאותם הורים?



© istockphoto.com/ Vicki Reid

הכלבלבים האחים שונים זה מזה בצבע וגם בתכונות נוספות למרות שנולדו לאותם הורים

שאלה 6:

לאדם (שכידוע, יש לו 46 כרומוזומים), יש כ-8.5 מיליון צירופים אפשריים שונים של כרומוזומים בגמטות.

האם עובדה זו יכולה להסביר את השוני בתכונותיהם של ילדיהם השונים של אותם בני זוג? או במילים אחרות: מדוע אתה אינך זהה לאחייך, אף על פי שנולדתם לאותם הורים?

תשובה:

התשובה היא כן, מובן שעובדה זו מסבירה את השוני בתכונות.

בהורים נוצרים תאי מין עם מגוון עצום של צירופי כרומוזומים שונים ולכן גם עם מטען תורשתי שונה. ההסתברות ששני אחים ייווצרו מתאי זרע זהים בהרכבם הגנטי ומתאי ביצית זהים בהרכבם הגנטי שואף לאפס.

אם נדמה את מגוון תאי הזרע באב לשק שיש בו מספר עצום של כדורים ב-8.5 מיליון צבעים שונים, ואותו הדבר בנוגע למגוון ביציות האם, ובכל פעם נבחר באקראי כדור אחד מ"שק" האם וכדור אחד מ"שק" האב, ההסתברות שנבחר פעמיים אותו צירוף של צבעים היא אפסית.

לעתים רחוקות עלולה לחול תקלה בתהליך המיזוג, המתבטאת באי-הפרדת הכרומוזומים ההומולוגיים בחלוקה הראשונה או באי-הפרדת הכרומטידות האחיות בחלוקה השנייה של המיזוג. הדבר עלול לגרום להיווצרות תא מין אחד שיש בו עודף ותא מין אחר שיש בו חוסר של כרומוזום. אם לרוע המזל, אחד משני תאי המין הפגומים האלה משתתף בהפריה, נוצר עובר שיש בו עודף או חוסר של כרומוזום.

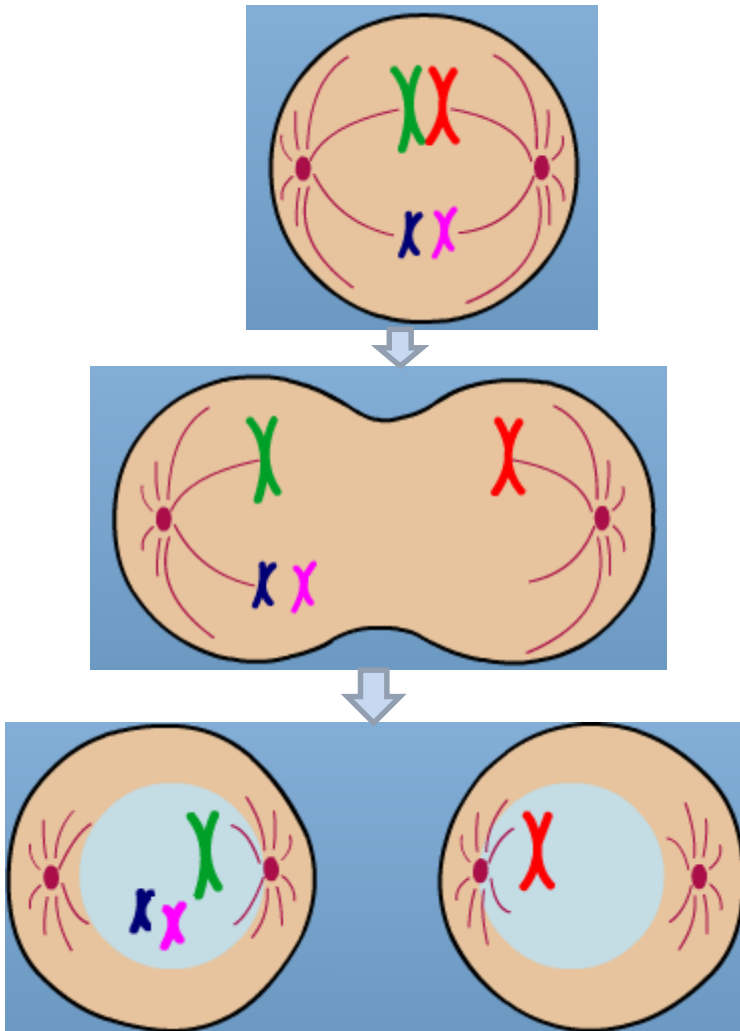
במקרה שיש עודף או חוסר באחד הכרומוזומים הגדולים, העובר כלל לא יתפתח, ותיגרם הפלה טבעית כבר בתחילת ההיריון. עובר בעל עודף או חוסר של כרומוזום קטן יותר, יכול להתפתח, ואולם הילד שיוולד, יסבול מליקויים חמורים ביותר כגון פיגור שכלי. מכיוון שילדים אלו סובלים ממגוון של ליקויים, קרויה המחלה בשם **תסמונת**.

התסמונת הידועה ביותר היא תסמונת דאון, הנגרמת בשל עותק עודף (נוסף) של כרומוזום מספר 21. מאפייניה הם: פיגור שכלי, תווי פנים ייחודיים, ולעיתים גם: עודף גמישות במפרקים, ומומים בלב.

יש לזכור שלידה של ילדים בעלי תסמונות הנגרמות בגלל עודף כרומוזום או חוסר כרומוזום היא נדירה!

שאלה 7:

מתי התרחשה אי-הפרדה המתוארת בתרשים:
בחלוקה הראשונה של המיوزה או בחלוקה השנייה?

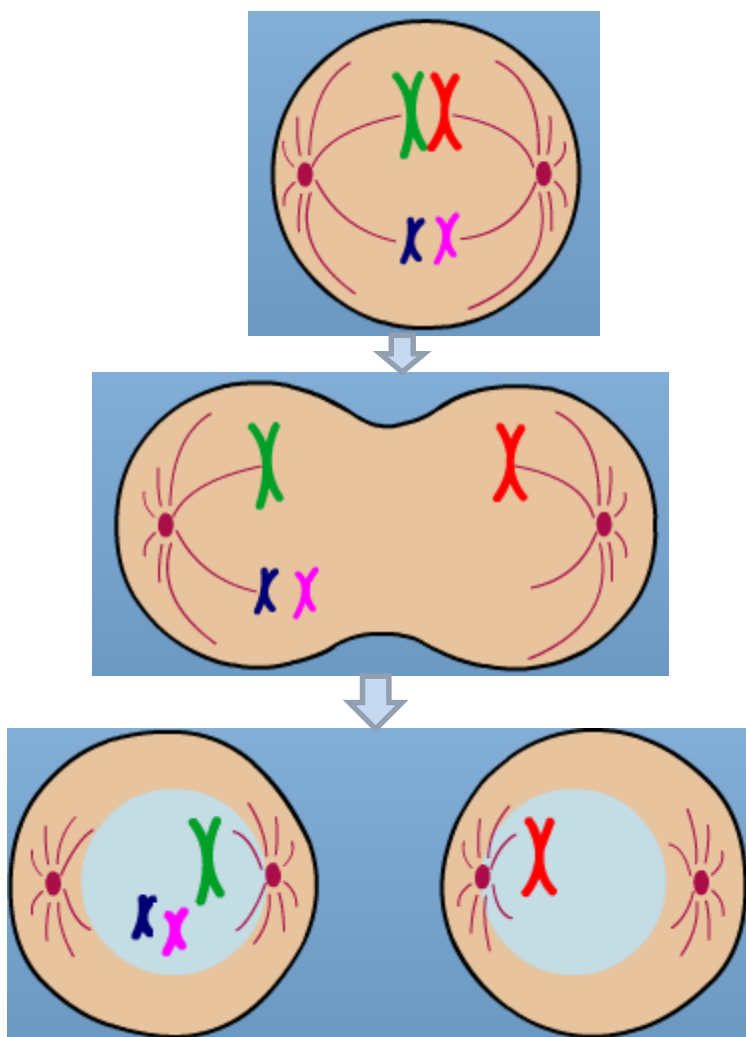


שאלה 7:

מתי התרחשה אי-הפרדה המתוארת בתרשים:
בחלוקה הראשונה של המיوزה או בחלוקה השנייה?

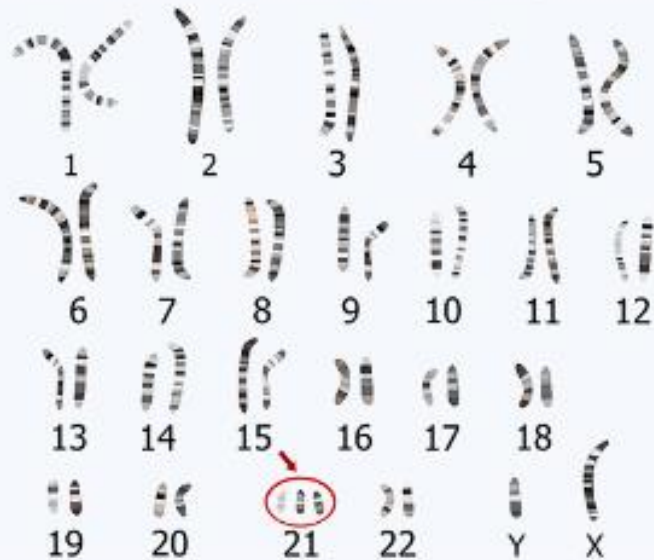
תשובה:

בחלוקה הראשונה. לא הייתה הפרדה בין
הכרומוזומים הקטנים ולכן נוצרו תא שבו 3
כרומוזומים ותא שבו כרומוזום אחד.



שאלה 8:

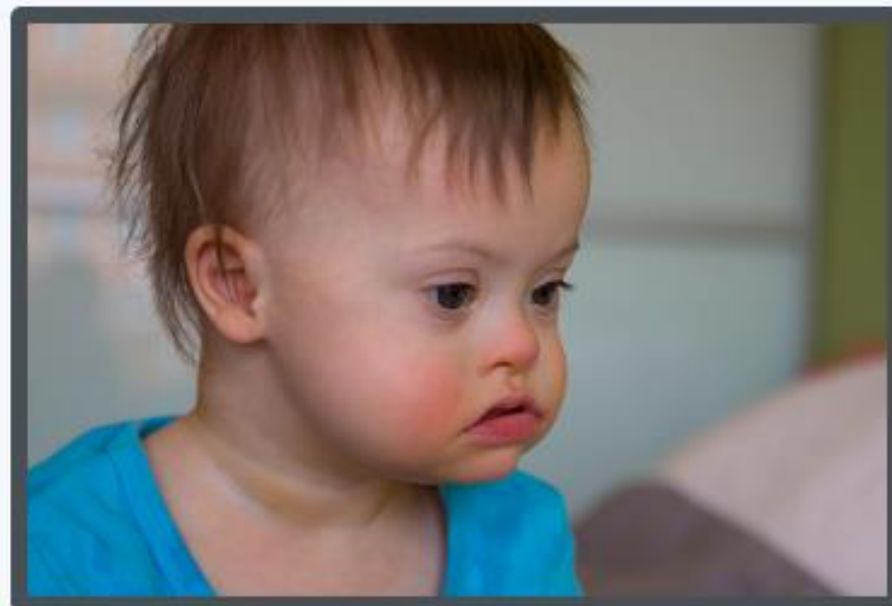
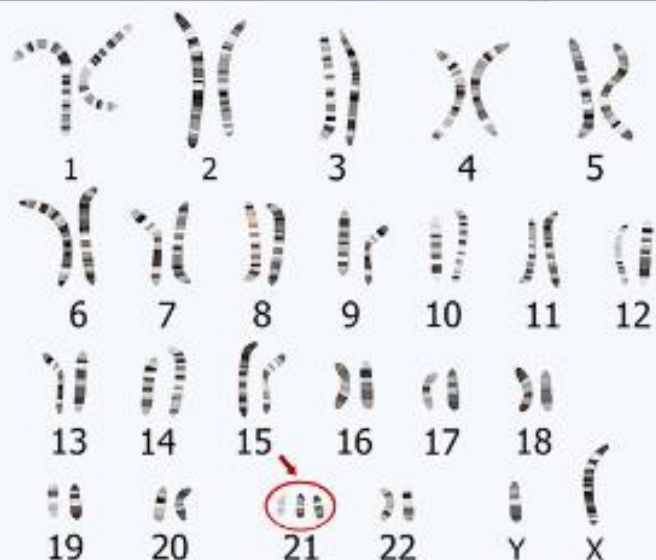
לפניכם תמונה של ילד הלוקה בתסמונת דאון, ותמונת הכרומוזומים שלו (קריוטיפ).



- א. אם הליקוי שגרם לבעיה חל במיזוגה אצל אימו של הילד.
באילו שלבים של המיזוגה הוא יכול היה לחול? נמקו.
- ב. במקרה כזה, כמה כרומוזומים היו בתא הביצית, וכמה בתא הזרע שמהם נוצר הילד?

שאלה 8:

לפניכם תמונה של ילד הלוקה בתסמונת דאון, ותמונת הכרומוזומים שלו (קריוטיפ).



תשובה:

- א. הליקוי היה יכול להיות אי הפרדה בין הכרומוזומים ההומולוגיים מספר 21 בעת החלוקה הראשונה של המיזוג, או אי הפרדה בין הכרומטידות האחיות של כרומוזום 21 בעת החלוקה השנייה.
- ב. בתא הביצית – 24 כרומוזומים. בתא הזרע 23 כרומוזומים.

שאלה 9:

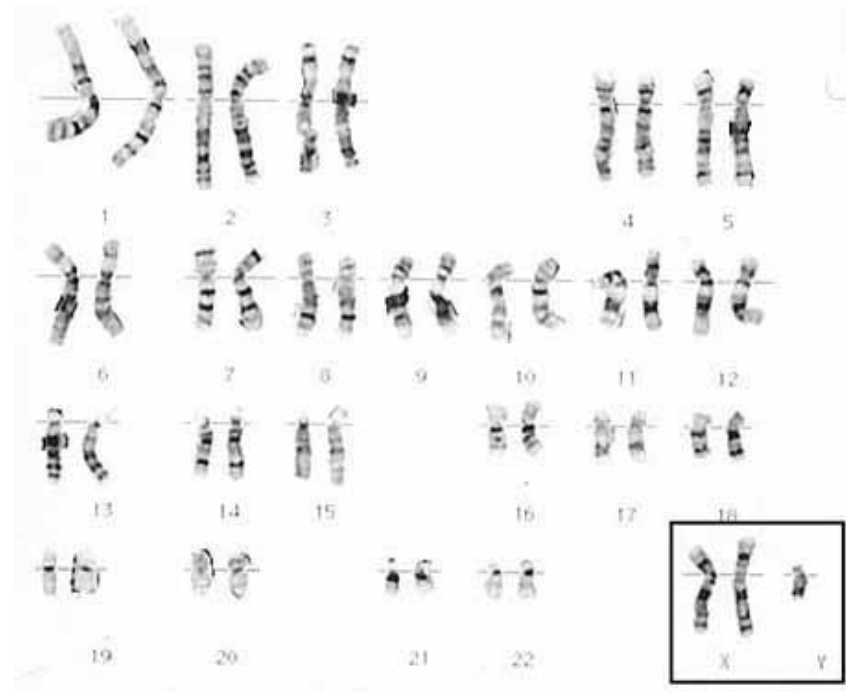
בתמונה הבאה נראים כרומוזומים של אדם הלוקה בתסמונת קליינפלטר.

א. כמה כרומוזומים יש לו?

ב. מהו הכרומוזום העודף?

ג. האם ייתכן שאי-הפרדה חלה במיזזה באב, ועקב כך הכיל תא הזרע שני כרומוזומי X?

ד. האם ייתכן שאי-הפרדה חלה במיזזה באם, ועקב כך הכיל תא הזרע שני כרומוזומי X?



שאלה 9:

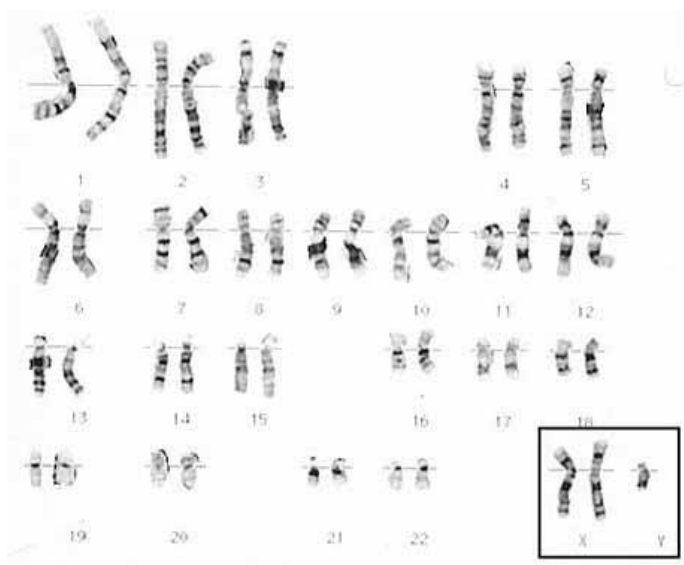
בתמונה הבאה נראים כרומוזומים של אדם הלוקה בתסמונת קליינפלטור.

א. כמה כרומוזומים יש לו? 47

ב. מהו הכרומוזום העודף? X

ג. האם ייתכן שאי-הפרדה חלה במיזזה באב, ועקב כך הכיל תא הזרע שני כרומוזומי X? כן, הייתה אי-הפרדה בין כרומוזום X לכרומוזום Y בחלוקת המיזזה הראשונה, ולכן נוצר תא זרע שבו יש שני כרומוזומי מין – כרומוזום X וכרומוזום Y במקום אחד מהם.

ד. האם ייתכן שאי-הפרדה חלה במיזזה באם ועקב כך הכיל תא הזרע שני כרומוזומי X? גם זה ייתכן. הייתה אי-הפרדה בין הכרומוזומים ההומולוגיים X בחלוקה הראשונה של המיזזה, או אי-הפרדה בין הכרומטידות של כרומוזום X בחלוקה השנייה, ולכן נוצרה ביצית עם שני כרומוזומים X במקום אחד.



הגברים הלוקים בתסמונת קליינפלטור סובלים לרוב מעקרות ומבעיות נוספות.

שאלה 10:

תהליכי המיטוזה והמיוזה מתרחשים:

- א. שניהם גם יחד ביצירת תאי הגוף
- ב. מיטוזה ביצירת תאי הגוף ומיוזה ביצירת תאי המין
- ג. מיטוזה ביצירת תאי המין ומיוזה ביצירת תאי הגוף
- ד. שניהם גם יחד ביצירת תאי המין

שאלה 10:

תהליכי המיטוזה והמיוזה מתרחשים:

- א. שניהם גם יחד ביצירת תאי הגוף
- ב. מיטוזה ביצירת תאי הגוף ומיוזה ביצירת תאי המין
- ג. מיטוזה ביצירת תאי המין ומיוזה ביצירת תאי הגוף
- ד. שניהם גם יחד ביצירת תאי המין

תשובה:
משפט ב'

שאלה 11:

איזה תהליך מבין התהליכים הבאים מתרחש אך ורק במיזזה (בחלוקת הפחתה)?

א. הכרומוזומים ההומולוגיים נצמדים בזוגות

ב. הכרומטידות נפרדות ונעות לקטבים

ג. הכרומוזומים מכפילים את עצמם

ד. הכרומוזומים נעים למישור המשווה

שאלה 11:

איזה תהליך מבין התהליכים הבאים מתרחש אך ורק במיזזה (בחלוקת הפחתה)?

א. הכרומוזומים ההומולוגיים נצמדים בזוגות

ב. הכרומטידות נפרדות ונעות לקטבים

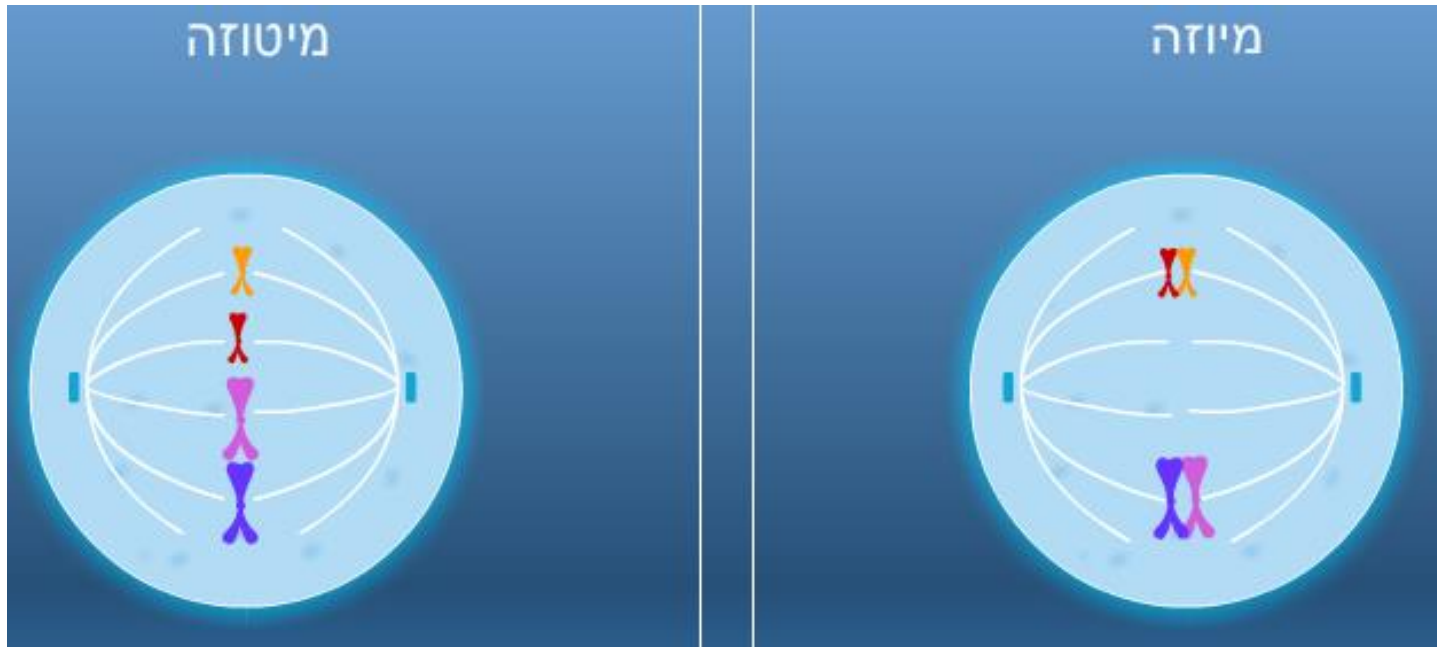
ג. הכרומוזומים מכפילים את עצמם

ד. הכרומוזומים נעים למישור המשווה

תשובה:

משפט א'.

הפרדה בין כרומטידות מתרחשת גם במיטוזה.



סימולציה: השוואה בין מיוזה למיטוזה

שאלה 12:

השוו בין המיטוזה למיوزה בעזרת מילוי הטבלה הבאה:

מיטוזה	מיטוזה	מיטוזה
		היכן היא מתרחשת בגוף?
		במהלך החיים, מתי היא מתרחשת?
		תפקידה הוא:
		יש בתהליך הפרדה בין כרומוזומים הומולוגיים (כן/לא)
		תאי הבת הם הפלואידים/דיפלואידים

שאלה 12:

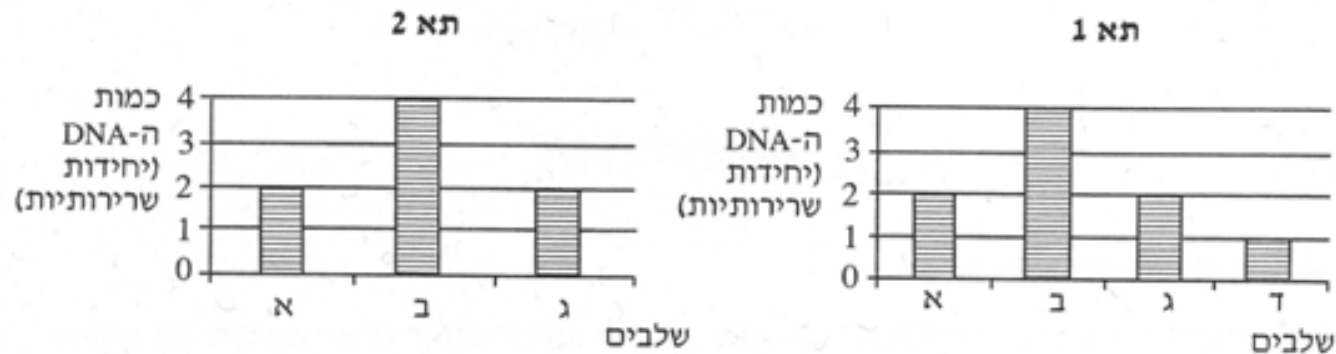
השוו בין המיטוזה למיזזה באדם בעזרת מילוי הטבלה הבאה:

מיטוזה	מיזזה	מיזזה
היכן היא מתרחשת בגוף?	בכל חלקי הגוף	באברי המין (שחלות ואשכים)
במהלך החיים, מתי היא מתרחשת?	במשך כל החיים (כולל התקופה העוברית)	בזכר: מגיל ההתבגרות ואילך בנקבה: מגיל ההתבגרות* ועד סיום המחזור החודשי (בסביבות גיל 45-50)
תפקידה הוא:	גדילה ותיקון רקמות	יצירת תאי מין
יש בתהליך הפרדה בין כרומוזומים הומולוגיים (כן/לא)	לא	כן
תאי הבת הם הפלואידים/דיפלואידים	דיפלואידים	הפלואידים

*תהליך המיזזה בשחלות אישה מתחיל בתקופה העוברית עוד בהיותה ברחם אימה, אולם הוא מושלם החל מגיל ההתבגרות.

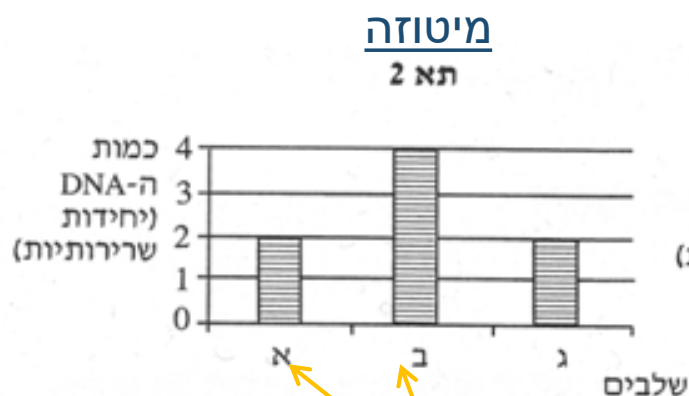
שאלה 13:

שני תאים, תא 1 ותא 2, עוברים חלוקה. בגרפים שלפניך מוצגת כמות ה-DNA, מן השלב שלפני החלוקה (שלב א) עד לסיום החלוקה. בכל אחד מן השלבים המוצגים בגרפים, מוצגת כמות ה-DNA בתא בודד.



איזה סוג של חלוקה עובר תא 1, ואיזה סוג של חלוקה עובר תא 2?
נמק את תשובתך על פי הגרפים.

שאלה 13:

בשתי החלוקות

בשלב א' חלה הכפלת הכרומוזומים
(ההכפלה נעשית לפני תחילת החלוקה בשלב G במחזור התא).
לאחר ההכפלה, כל כרומוזום מורכב משתי כרומטידות
ולכן בשלב ב' כמות ה-DNA כפולה

תשובה:

תשובה :

תא 1 עובר חלוקת הפחתה / מיוזה, ותא 2 עובר חלוקה מיטוטית / מיטוזה.
נימוק: בתא 1 יש, בתא בודד, בסוף התהליך, מחצית מה-DNA שיש בתא בודד בתחילתו = מיטוזה.
בתא 2 יש בתא בודד, בסוף התהליך, כמות DNA זהה לזו שיש בתא בודד בתחילת התהליך = מיטוזה.

שאלה 14:

איזה תהליך מתרחש במהלך חלוקת התא (המיטוזה)?

א. הפרדה בין כרומוזומים הומולוגיים

ב. התא גדל בנפחו

ג. הכרומוזומים נדחסים, ואפשר לראותם במיקרוסקופ כגופיפים מוגדרים

ד. ה-DNA מוכפל

שאלה 14:

איזה תהליך מתרחש במהלך חלוקת התא (המיטוזה)?

א. הפרדה בין כרומוזומים הומולוגיים

ב. התא גדל בנפחו

ג. הכרומוזומים נדחסים, ואפשר לראותם במיקרוסקופ כגופיפים מוגדרים

ד. ה-DNA מוכפל

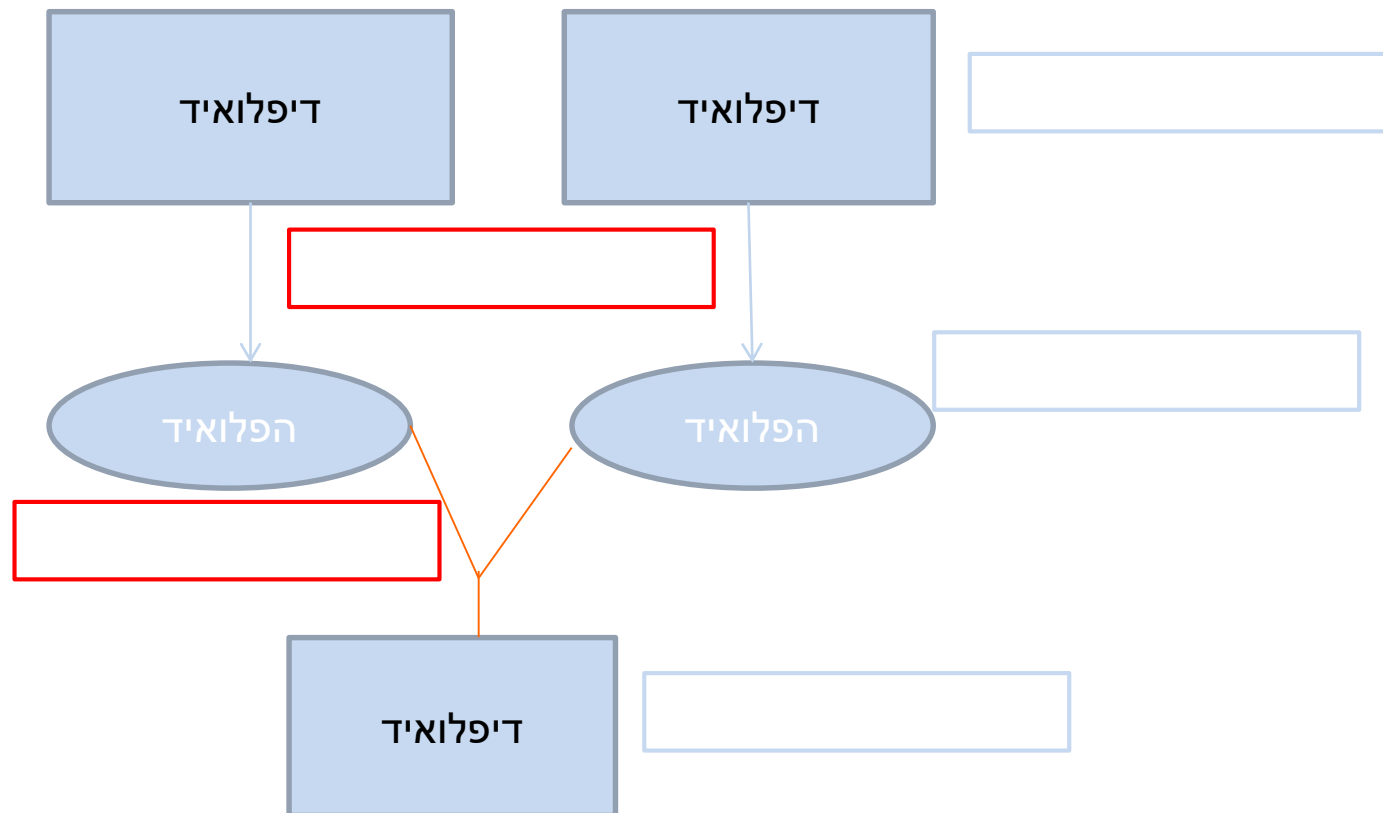
תשובה:

משפט ג.

התהליכים המתוארים במשפטים ב ו-ד מתרחשים בשלבים אחרים של מחזור התא. הפרדה בין כרומוזומים הומולוגים נעשית בחלוקת מיטוזה.

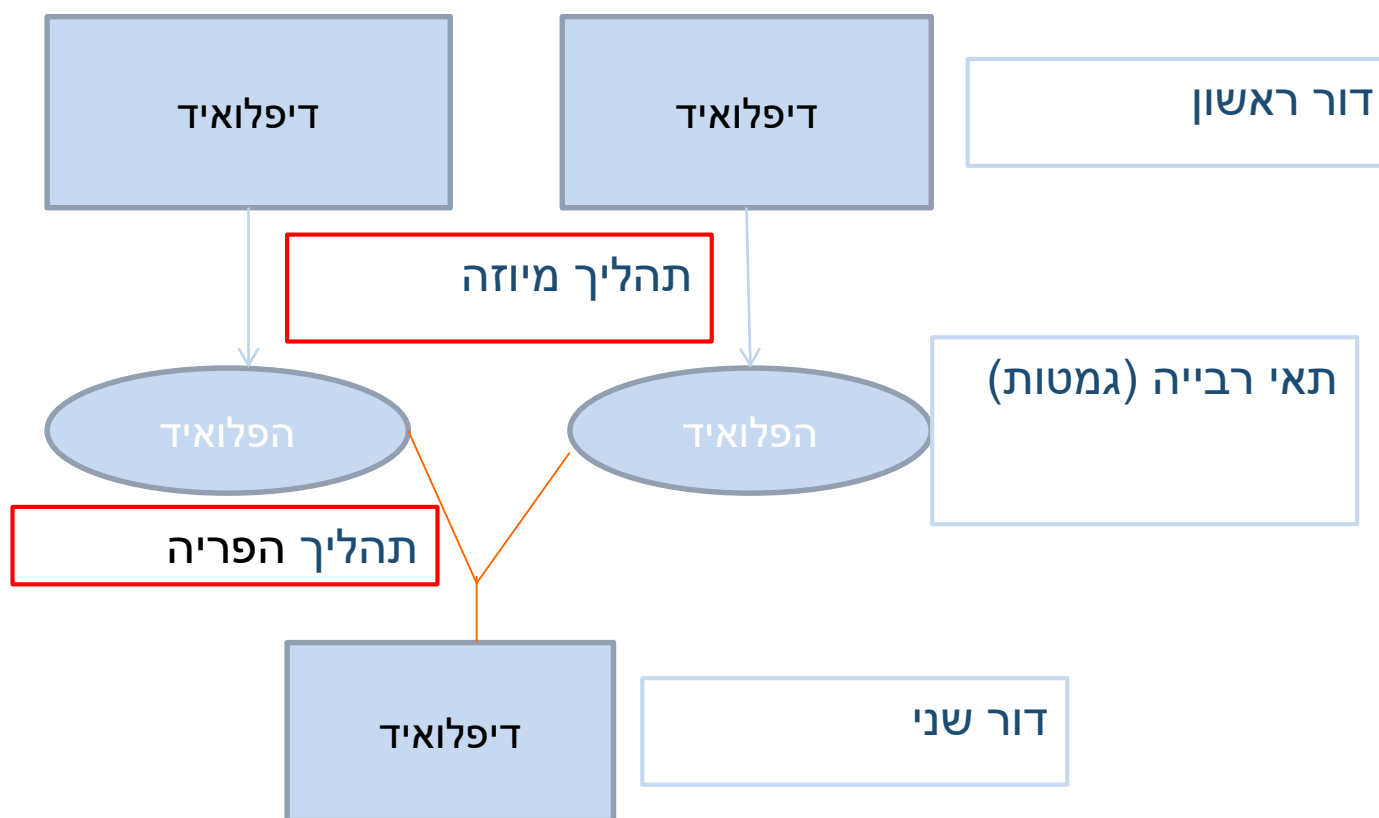
שאלה 15:

בתרשים מתוארת מחזוריות דיפלואידיות-הפלואידיות בשני דורות של בני אדם. השלימו את התרשים בעזרת המילים: תהליך הפריה, תהליך מיזוג, דור שני, דור ראשון, תאי רבייה (גמטות).



שאלה 15:

בתרשים מתוארת מחזוריות דיפלואידיות-הפלואידיות בשני דורות של בני אדם. השלימו את התרשים בעזרת המילים: תהליך הפריה, תהליך מיזוג, דור ראשון, תאי רבייה (גמטות).



שאלה 16:

בטבלה מופיעה רשימת תהליכים המתרחשים בגוף. ציינו בקשר לכל תהליך, האם כלולים בו תהליכי חלוקת תאים ואם כן, איזה סוג חלוקה (מיטוזה/מיוזה):

תהליך	תהליך
	ריפוי פצע
	יצירת תאי דם אדומים ולבנים במח העצמות
	התחלפות שכבת התאים החיצונית בדופן המעי הדק מדי חמישה ימים
	התחלפות שכבות העור
	יצירת תאי מין
	תהליך גדילה של תינוק

שאלה 16:

בטבלה מופיעה רשימת תהליכים המתרחשים בגוף. ציינו בקשר לכל תהליך, האם כלולים בו תהליכי חלוקת תאים ואם כן, איזה סוג חלוקה (מיטוזה/מיוזה):

תהליך	תהליך
מיטוזה	ריפוי פצע
מיטוזה	יצירת תאי דם אדומים ולבנים במח העצמות
מיטוזה	התחלפות שכבת התאים החיצונית בדופן המעי הדק מדי חמישה ימים
מיטוזה	התחלפות שכבות העור
מיוזה	יצירת תאי מין
מיטוזה	תהליך גדילה של תינוק

- ◀ באורגניזמים המתרבים ברבייה זוויגית (מינית), מתרחשת באיברי הרבייה (באדם – שחלות בנקבה ואשכים בזכר) חלוקת מיוזה, שבה מתקבלים תאי רבייה (גמטות) המכילים מחצית ממספר הכרומוזומים שהיו בתא האם שממנו נוצרו.
- ◀ בהפריה מתלכדים תא רבייה זכרי ותא רבייה נקבי ונוצרת זיגוטה (ביצית מופרית), המכילה את אותו מספר הכרומוזומים שהיו בתאי הגוף של כל אחד מן ההורים. הזיגוטה מתפתחת לעובר בסדרה ארוכה של חלוקות מיטוזה עוקבות. בתאי העובר יש את אותו מספר הכרומוזומים שהיו בזיגוטה, והם זהים לה מבחינת המטען התורשתי.
- ◀ בכל תאי הגוף (פרט לתאי הרבייה) של אורגניזמים המתרבים ברבייה זוויגית, קיימת מערכת כפולה של כרומוזומים. לכל כרומוזום יש בן זוג דומה בצורתו, באורכו ובגנים שיש בו (לא בהכרח אותם אללים). אלה הם זוגות הכרומוזומים ההומולוגיים. בכל זוג כרומוזומים הומולוגיים, כרומוזום אחד מקורו באם ובן זוגו מקורו באב.
- ◀ כל תאי הגוף (מלבד תאי הרבייה) הם דיפלואידים (וסימונם הוא 2n) מכיוון שהם מכילים זוגות של כרומוזומים הומולוגיים, ואילו תאי רבייה הם הפלואידים (וסימונם הוא n) ויש בהם נציג אחד מכל זוג כרומוזומים הומולוגיים. באדם כל תאי הגוף הם דיפלואידים המכילים 46 כרומוזומים, ואילו תאי הרבייה מכילים 23 כרומוזומים.

חלוקת המיזזה כוללת שתי חלוקות עוקבות:

◀ בחלוקה הראשונה:

הכרומוזומים מסתדרים בזוגות הומולוגיים במישור המשווה של התא, ולאחר מכן חלה הפרדה בין בני הזוג. נוצרים שתי תאים הפלואידים, שכל אחד מהם מכיל כרומוזום אחד מכל זוג כרומוזומים הומולוגיים.

◀ בחלוקה השנייה של המיזזה (הדומה למיטוזה), חלה הפרדה בין הכרומטידות האחיות של כל כרומוזום. נוצרים 4 תאים הפלואידים, שכולם או חלקם מתפתחים להיות תאי רבייה.

שגיאות בהפרדת הכרומוזומים

◀ אי הפרדה בין הכרומוזומים ההומולוגיים בחלוקה הראשונה של המיזזה, או אי הפרדה בין הכרומטידות האחיות של כל כרומוזום בחלוקה השנייה, עלולות לגרום ליצירת גמטות בעלות מספר לא תקין של כרומוזומים (עודף או חוסר) ולהיווצרות עובר הסובל מליקויים שונים. לדוגמה, תסמונת דאון נובעת מעודף של כרומוזום מספר 21.

מקורות השונות:

בין תאי הרבייה של אותו פרט קיימת שונות גנטית רבה. מקורות השונות העיקריים הם:  ההפרדה הבלתי תלויה של הכרומוזומים ההומולוגיים: כל זוג כרומוזומים הומולוגיים נפרד זה מזה ללא תלות בהיפרדות הזוגות האחרים, וכתוצאה מכך נוצר מגוון עצום של צירופי כרומוזומים בתאי הרבייה.

 תהליך השחלוף: החלפה של קטעים תואמים בין כרומטידות של זוג כרומוזומים הומולוגיים. התהליך מתרחש בעת היצמדות הכרומוזומים ההומולוגיים בתחילת החלוקה הראשונה של המיוזה. בכרומטידות שעברו שחלוף נוצרים צירופים חדשים של האללים של הגנים הנמצאים לאורך הכרומוזום.

החשיבות האבולוציונית של השונות

בתאי הרבייה יש מספר עצום של צירופי גנים חדשים (כלומר יש שונות רבה), ולכן יש שונות גנטית רבה גם בין הצאצאים. השונות מקנה יתרון אבולוציוני ביכולתה של אוכלוסייה לשרוד ולהיות מותאמת כאשר חלים שינויים. לפרטים באוכלוסייה המותאמים יותר לתנאים החדשים יש יתרון על פני בני מינם השונים מהם גנטית, והם ישרדו ויתרבו יותר מהם. בהדרגה יגדל מספרם של הפרטים המותאמים מתוך האוכלוסייה כולה.