



הלב פתוח לרווחה

מדינת ישראל

משרד הרווחה והשירותים החברתיים
האגף לטיפול באדם עם מוגבלות שכלית התפתחותית
היחידה לשירותי בריאות



אטיולוגיה של מוגבלות שכלית התפתחותית ותחלואה נלווית

אוריינטציה לצוות מקצועות הבריאות

מרץ, 2016



שושי אספולר BScN, MPH

הגורמים למוגבלות שכלית התפתחותית (מש"ה)

3 מודלים:

מודל ראשון :

- **סיבות גנטיות-** גורמים גנטיים תורשתיים, גורמים גנטיים לא תורשתיים
- **סיבות התפתחותיות-** זיהומים והרעלות בזמן ההיריון
- **סיבות נרכשות-** פגות, טראומה, גורמים חברתיים ותרבותיים

מודל שני :

- **גורמים לפני הלידה-** גורמים גנטיים : תורשתיים ושאינם תורשתיים, מחלות של האם : זיהומים, חבלות, הרעלות, קרינה, רעב ממושך, חוסר התאמה בין דם האם לדם העובר
- **גורמים בזמן לידה-** צניפת חבל הטבור, לידה טראומתית, פגות
- **גורמים אחרי לידה-** מחלות, תאונות, הרעלות, תת-תזונה, חסך רגשי, חברתי ותרבותי

מודל שלישי :

- **גורמים ביו-רפואיים-** גורמים הקשורים בגנטיקה ותורשה
- **גורמים חברתיים-** גורמים הקשורים ליחסי גומלין חברתיים או משפחתיים לא תקינים
- **גורמים התנהגותיים-** גורמים הקשורים להתנהגות מסוכנת של האם : חבלות, סמים, הרעלות
- **גורמים חינוכיים-** גורמים הקשורים לאפשרויות קיימות בנושאי חינוך וגרייה המסייעים להתפתחות השכלית ומיומנויות ההסתגלות (עמינדב, 1998)

פגם גנטי / לקות גנטית

- **פגם גנטי** - מצב של לקות, מחלה או נשאות של לקות או מחלה הנגרם כתוצאה מליקוי בחומר התורשתי.
- **מוטציה** - שינוי בחומר הגנטי, דנ"א (DNA) של תא, או השינוי שנגרם בתכונה של אדם כתוצאה מכך.
- **מחלה גנטית מולדת** - מחלה שנובעת משינוי מולד בחומר הגנטי. יכולה להיות תורשתית או לא תורשתית.
- **מחלה גנטית שאינה מולדת** (מוטציה סומטית) – הביטוי לרוב יהיה ברקמה עצמה, לדוגמא שינוי הגורם לסרטן



www.psi.org.il

דוגמאות נפוצות לליקויים גנטיים

- **תסמונת דאון**: טריסומיה 21, שכפול של גן נוסף, במקום הזוג ה-21 של כרומוזומים יש שלושה
- **תסמונת האיקס השביר**: מוטציה תורשתית בכרומוזום X, "באתר השביר" של כרומוזומי המין
- **פנילקטוריה (PKU)**: העדר האנזים האחראי לפירוק חומצת אמינו חיונית הנקראת פנילאלאנין. אבחון מוקדם חשוב, משום שדיאטה דלה בפנילאלאנין מסייעת בשיפור הסימפטומים
- **טיי זקס**: מחלה תורשתית, הפוגעת בעיקר במשפחות ממוצא אשכנזי, בה נגרמת הפרעה בחילוף החומרים הגורמת להרס של מערכת העצבים

סיבוכי הריון, מחלות הוריות וקשיים בלידה:

- ישנן מחלות הוריות שנמצאו כמהוות סיכון גבוה במיוחד להתפתחות משייה אצל הילוד, כגון:
 1. **זיהומים** - רובלה (אדמת), סיפיליס (עגבת), CMV (Cytomegalovirus)
 2. **תת-תזונה של האם או אי יעילות בתפקוד השלייה** יכולה להזיק להתפתחות מערכת העצבים
 3. **חשיפה לרעלים** כמו: אלכוהול, סמים
 4. **קשיים בלידה הכוללים**: לידה מוקדמת, הפוקסיה (חוסר חמצן), דימום תוך מוחי, צהבת של הילוד, שיתוק מוחין או הידרוצפלוס

מחלות ילדות נרכשות

- התפתחות הילד מושפעת לעיתים ממחלה, זיהום או טראומה כמו :
 1. דלקת רקמת המוח או קרומי המוח, ויראלית או חיידקית
 2. תאונות בהם יש פגיעות ראש
 3. אי ספיקת חמצן למוח כמו במקרה של טביעה
 4. היחשפות לרעלים כמו : עופרת, כספית, חומרי הדברה

גורמים סביבתיים- סוציו אקונומיים, תרבותיים וחברתיים

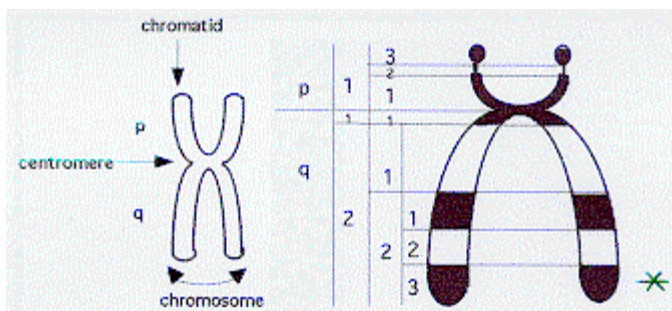
- סביבה תומכת ומתווכת יוצרת אדם בעל דימוי עצמי גבוה יותר, בעל מוטיבציה להתפתחות וללמידה, בעל סקרנות והתייחסות לעולם מתוך אחריות ומחשבה

1. הזנחה חברתית
2. הזנחה לשונית
3. בעיות רגשיות
4. התנהגויות חריגות

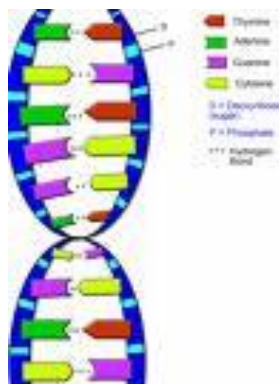
הפרעות גנטיות - אנטומיה

גרעין התא

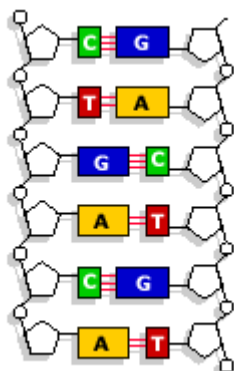
- מאכסן את כל המידע הגנטי של התא,
- מכיל 46 כרומוזומים (23 זוגות)
- כל כרומוזום הוא מולקולת DNA הארוזה באופן קומפקטי ומורכב מארבעה בסיסים: A, C, G, T
- ה DNA מסודר בצורת שני גדיל
- בכל כרומוזום יש אלפי גנים
- לכל גן יש 2 תכונות



www.abiliko.co.il

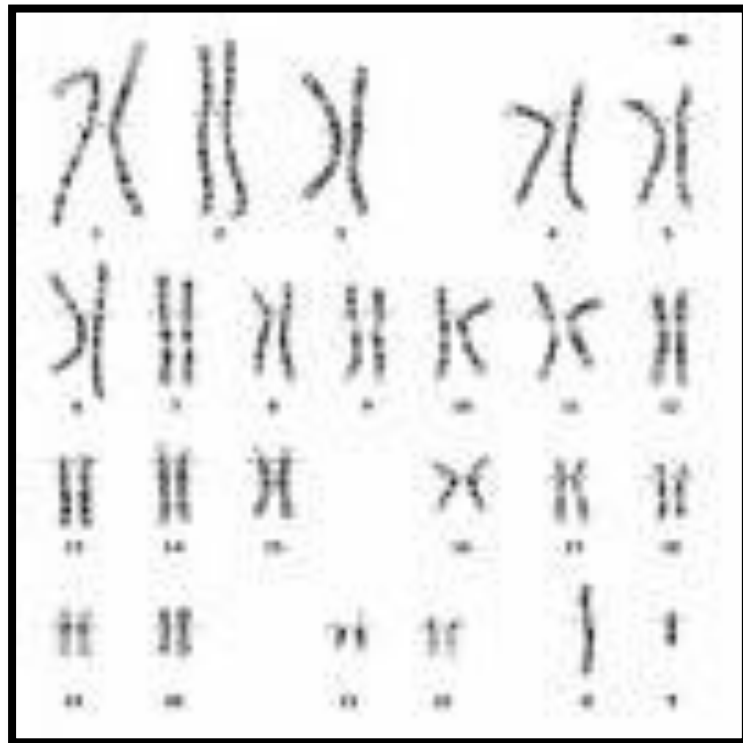


www.biologycorner.com



www.hayadan.org.il

קריוטיפ תקין



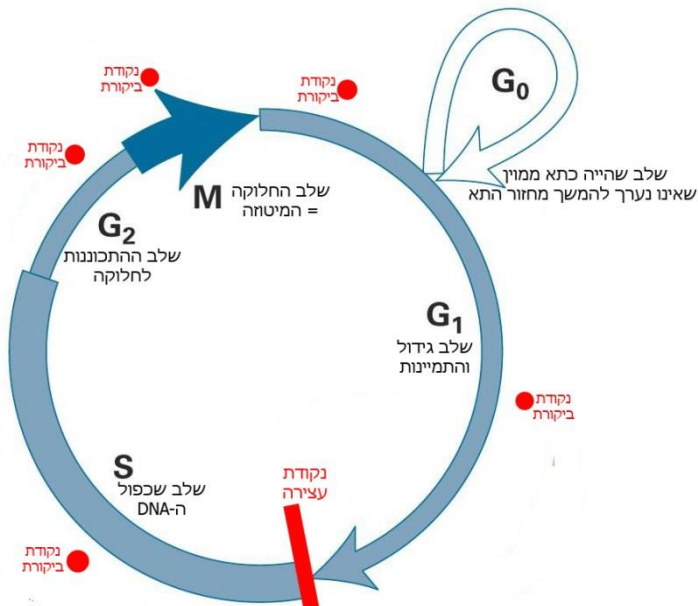
www.pigur.co.il



www.hofesh.org.il

תקלות גנטיות נפוצות

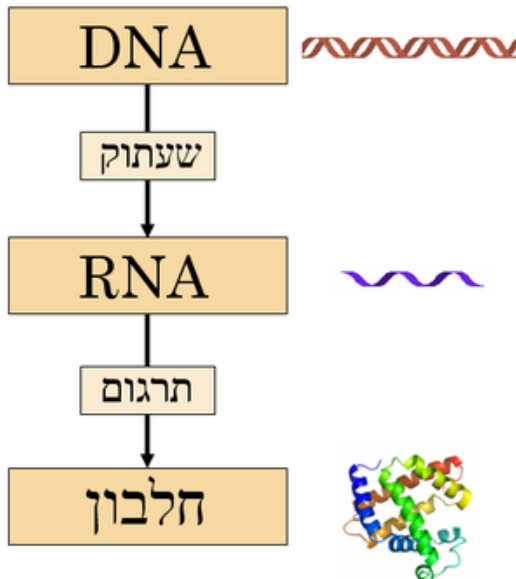
- תקלות בכל אחד משלבי חלוקת התא
- תקלה בתהליך יצירת החלבון
- יש משמעות לגיל ההיריון ומס' החזרות



Davidson.weizmann.ac.il



www.weizmann.ac.il

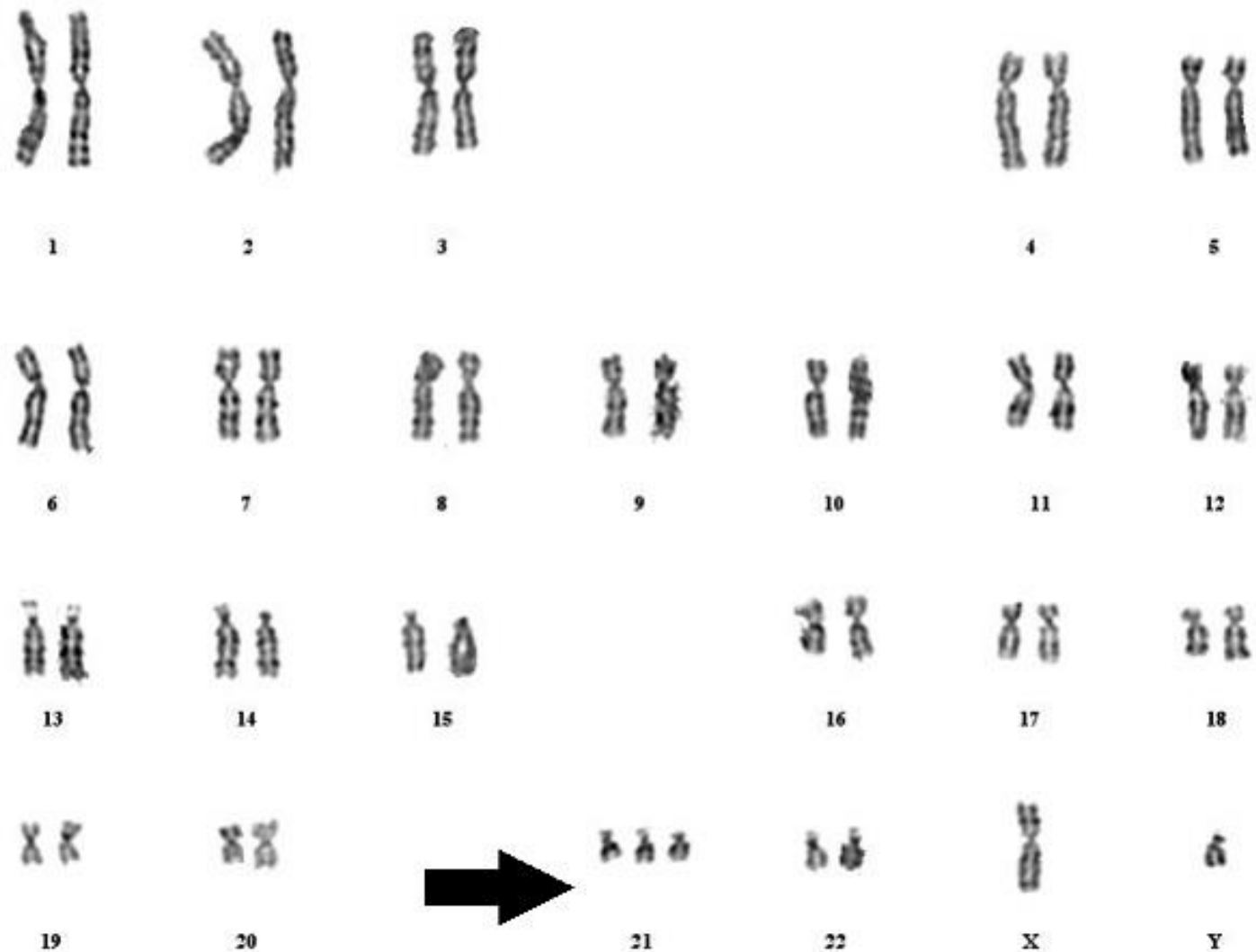


www.wikipedia.org.il



www.hayadan.org.il

קריוטיפ פתולוגי



שכיחות המחלות הגנטיות

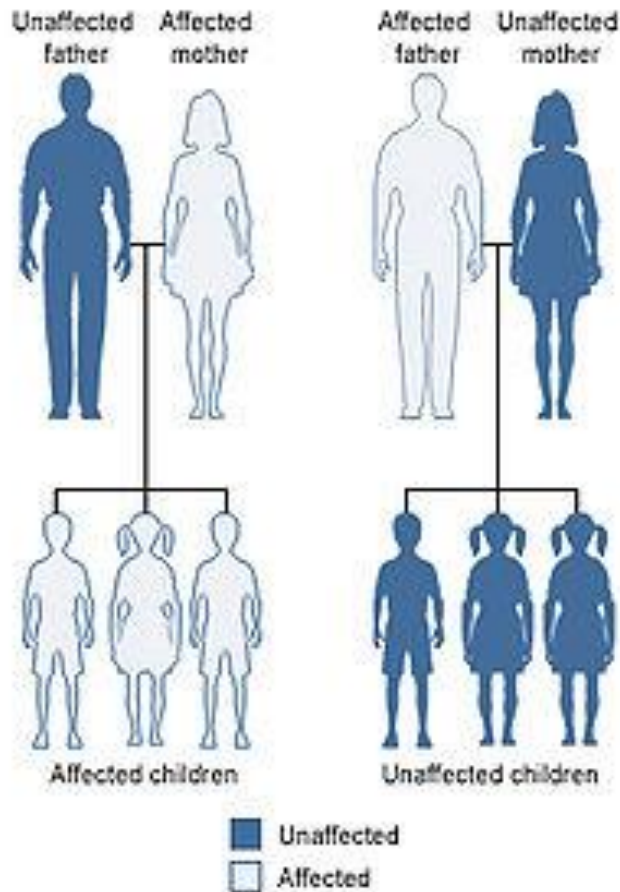
- ב-50% מההפלות הטבעיות מוצאים ליקויים כרומוזומליים.
- רק ב-1%-2% מהיילודים ניתן למצוא מומים מולדים תורשתיים.
- ב-0.5% נוספים קיימות הפרעות מטבוליות מולדות או ליקויים בכרומוזומי המין, אשר אינם באים לידי ביטוי במראה החיצוני (פנוטיפי) וניתנים לגילוי רק בבדיקות מעבדה ספציפיות.

סוגים של ליקויים גנטיים:

א- מחלות הנובעות ממוטציה בודדת בגן ספציפי

- תורשה אוטוזומלית-דומיננטית (CF), פנקוני אנמיה, אלבניזם, טיי זקס
- תורשה אוטוזומלית-רצסיבית (אפרט, מרפן, כוריאקה על-שם Huntington, כליות פוליציסטיות)
- תורשה X-linked רצסיבי (עיוורון צבעים, חוסר של G6PD, המופיליה מסוג A ו-B)
- תורשה X-linked דומיננטי תסמונת X-שביר, vit D resistant (rickets)
- תורשה המועברת בכרומוזום Y - בהעברה כזו מועברות בעיקר בעיות ביצירת זרע

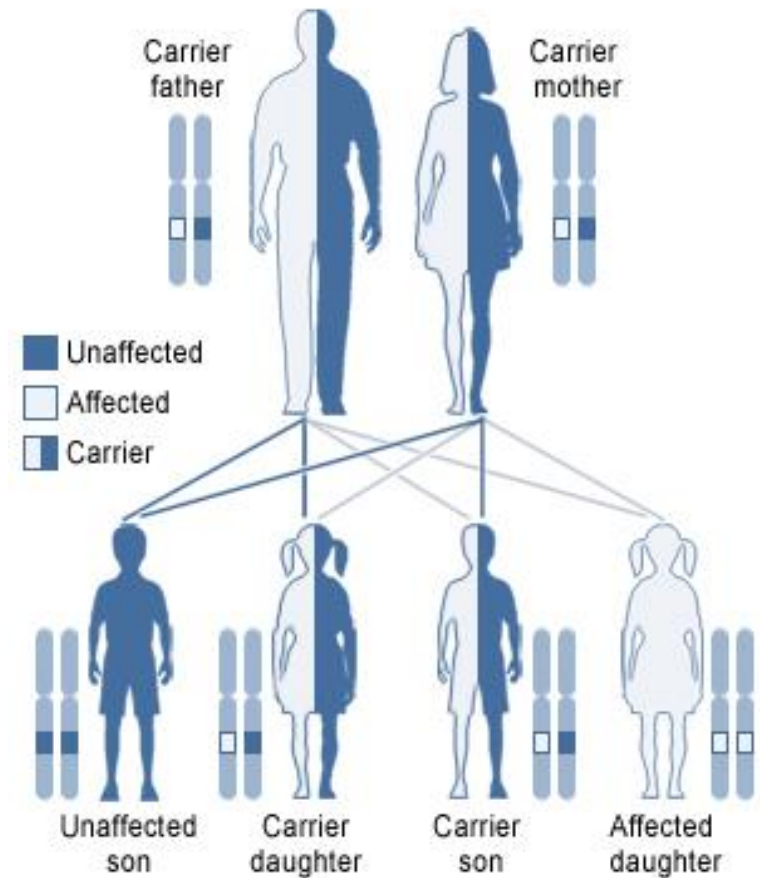
Mitochondrial



U.S. National Library of Medicine

www.wikipedia.org.il

Autosomal recessive

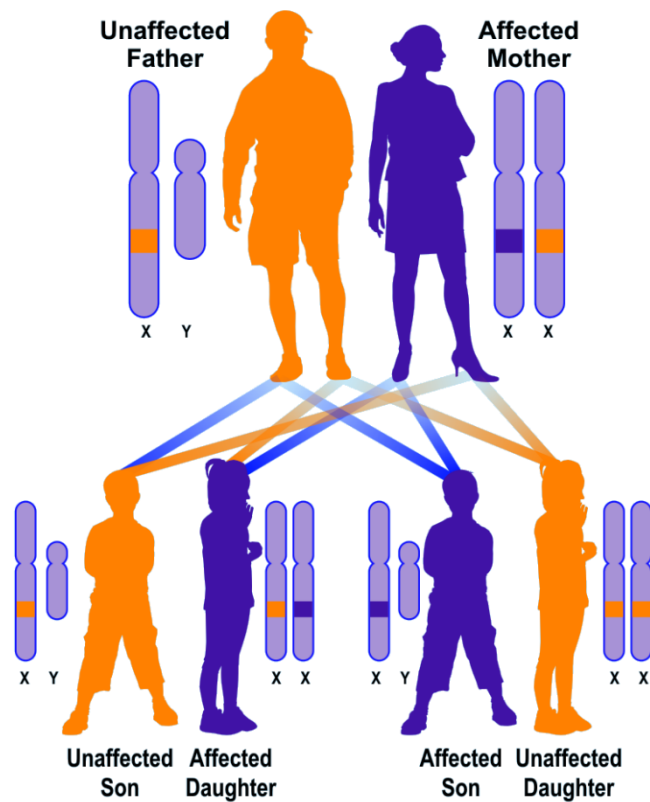


U.S. National Library of Medicine

שׁוּשׁי אֶספֶּלר BScN, MPH

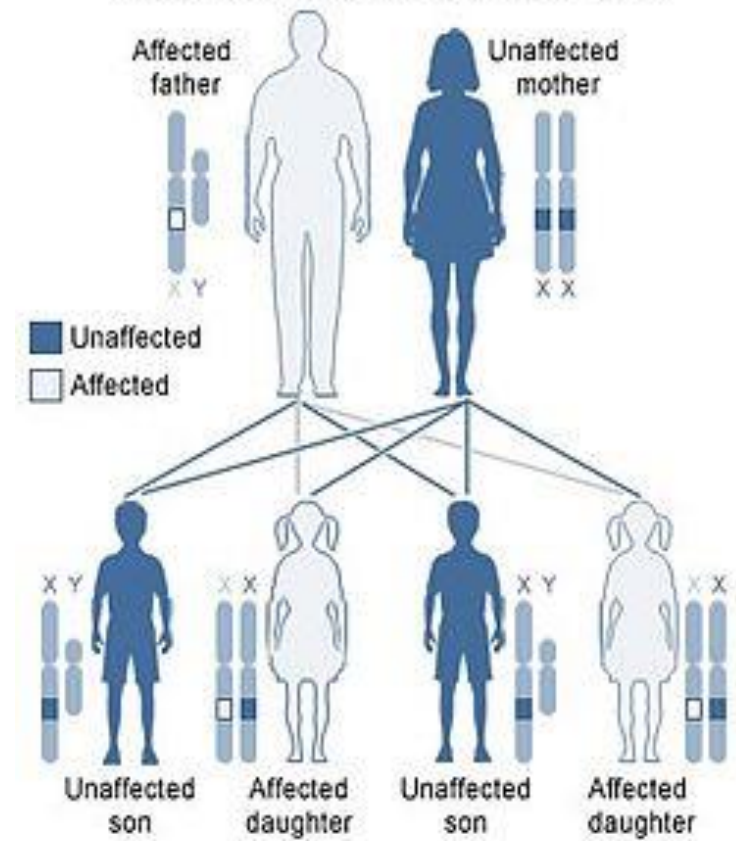
www.sjsu.edu

X-linked Dominant, Affected Mother



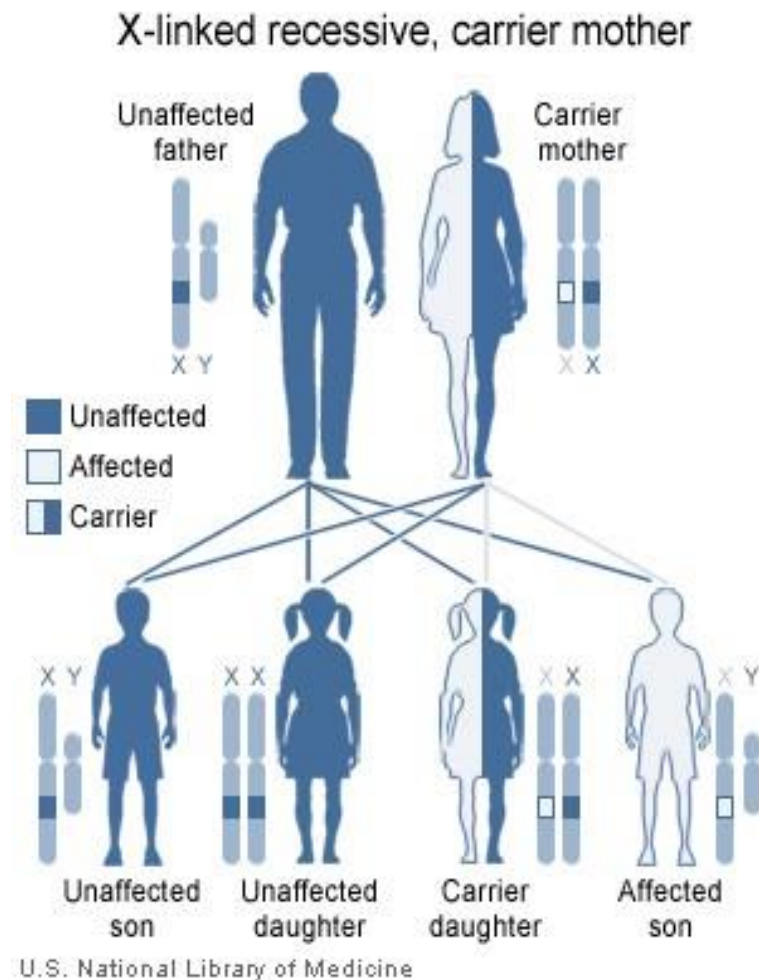
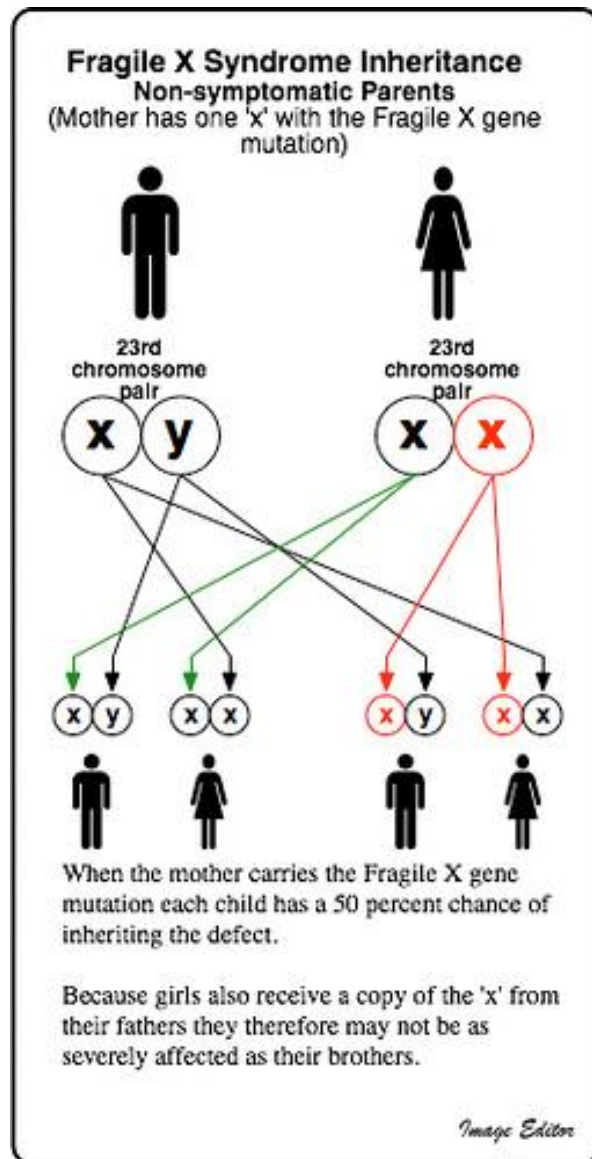
Disorders.eyes.arizona.edu

X-linked dominant, affected father



U.S. National Library of Medicine

www.wikipedia.org.il



www.wikipedia.org.il

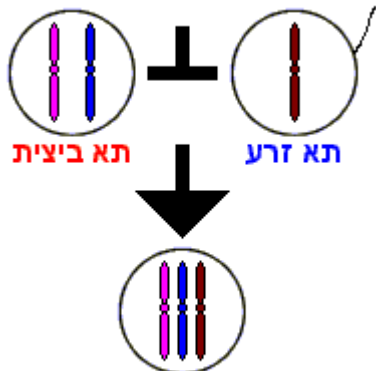
סוגים של ליקויים גנטיים:

ב- מחלות גנטיות הנובעות מליקויים תורשתיים המושפעים מגורמים שונים (תורשה מולטיפקטוריאליה)

- תוצאה של **ליקויים מצטברים**, בדרך כלל **במספר גנים**, בשילוב עם **גורמים סביבתיים** (תזונה, אקלים, תנאים סוציואקונומיים, גורמים רחמיים)
- סוכרת תלויית אינסולין, דלקות מעי (מחלת קרוהן וקוליטיס), פסוריאזיס, סכיזופרניה ומחלות נפש אחרות, מומי לב (ASD), VSD, PDA, טטרולוגיה על-שם פלוט), שפה וחייד שסועים, היפוספדיאס, היצרות מולדת של הפילורוס (pyloric stenosis), אאוטיזם

סוגים של ליקויים גנטיים:

הפריה בעקבות שבוש במיזוג I



Trisomic zygote

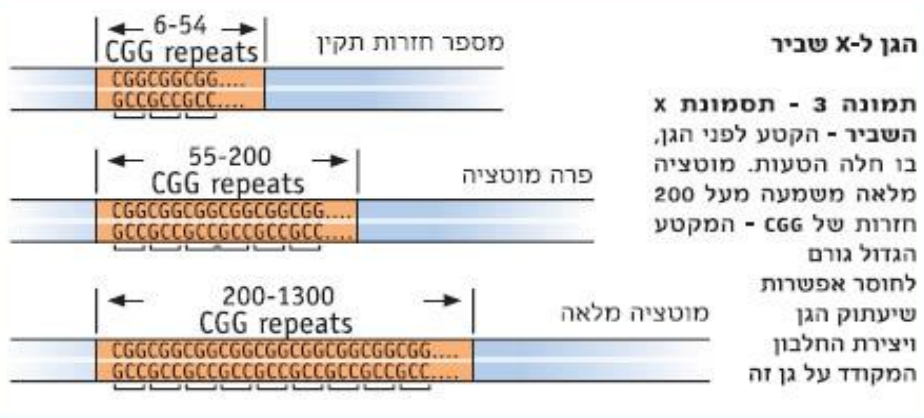
www.abiliko.co.il

ג- מחלות הנובעות ממוטציה בכרומוזום שלם

- טריזומיות, מונוזומיות
- דאון, אדוארדס, פאטו, טרנר

ד- מחלות גנטיות הנובעות מתורשה מיטוכונדראלית:

- תורשה אימהית - פגם בזכר לא יועבר לאף אחד מצאצאיו, פגם במיטוכונדריות הנקבה יעבור לכל צאצאיה.
- התבטאות המחלה תלויה ביחס שבין מספר המיטוכונדריות "התקינות" ל"פגומות", כך תיקבע חומרת המחלה.
- ניוון מתקדם ופתאומי של עצב הראייה, חרשות.



סוגים של ליקויים גנטיים:

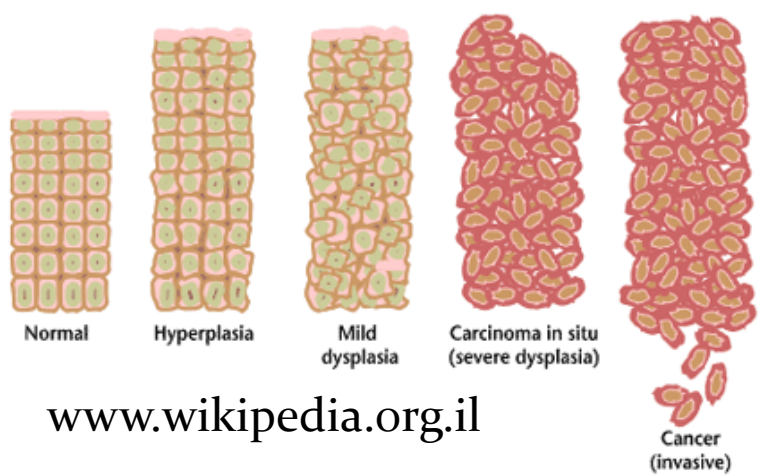
www.pharmaline.co.il

ה- מוטציה דינמית - מוטציות המשתנות במעבר מדור לדור

- מספר החזרות גדל מעבר לגבול מסוים וגורם לשיבוש במבנה הגן או בביטוי
- תסמונת X-שביר, מניה דפרסיה

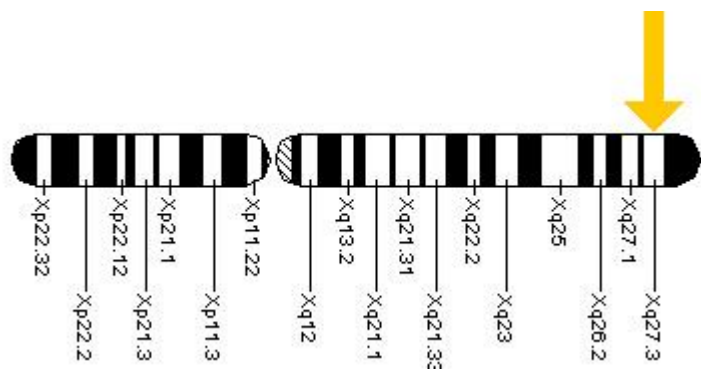
ו- פגם גנטי הנוצר במהלך החיים, בצורה ספונטנית

- סרטן - ליקוי הגורם לתא להתחלק ללא הרף



www.wikipedia.org.il

מוטציות תורשתיות ומש"ה



פנילקטונוריה (PKU)

טאי זקס (Tay-Sachs Disease)

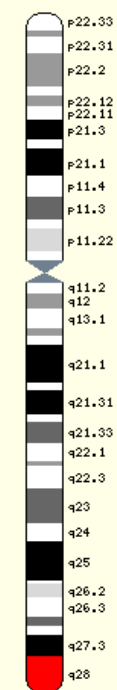
תסמונת ה-X השביר (Fragile X syndrome, FXS)

תסמונת קנוואן (Canavan Syndrome)

תסמונת וויליאמס (Williams Syndrome)

תסמונת רט (Rett Syndrome)

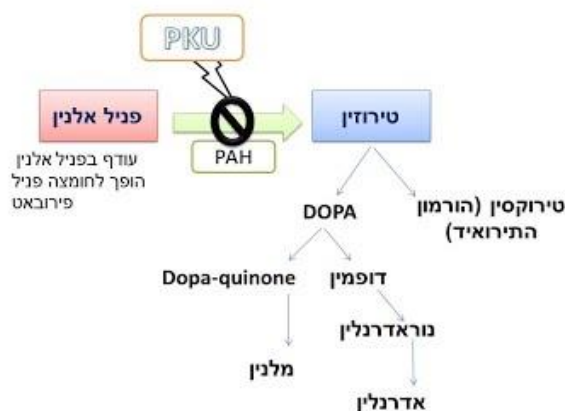
www.wikipedia.org.il



www.wikipedia.org.il

פנילקטונוריה (PKU)

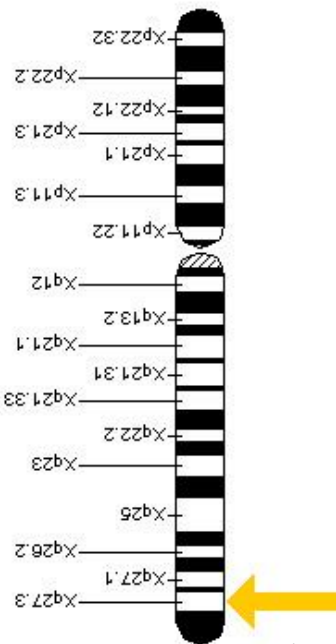
- הפרעה מטבולית-תורשתית
- מאפייניה : אי-סבילות לתזונה של חומצת-אמינו חיונית פֶּנִיל-אַלָּנִין
- פגם בחילוף החומרים בגלל חסר באנזים פניל-אלנין הידרוקסילאז
- בהיעדר טיפול - היחשפות מערכת העצבים המרכזית לרמות פניל-אלנין גבוהות ← מוגבלות שכלית
- תסמינים נוספים : בגיל 3-6 חודשים איבוד עניין בסביבה, קשיי האכלה והקאות, ריור יתר, רגיזות יתר, ריח מצחין מהגוף, אפילפסיה, חולשת שרירים מתקדמת
- שכיחות : 1: 25,000
- טיפול : Kuvan (תחליף סינטטי של האינזים)
- תזונה ללא פניל אלנין
- בדיקות סקר לילוד



טאי זקס (Tay-Sachs Disease)

- תסמונת תורשתית אוטוזומלית רצסיבית
- נפוצה בקרב יהודים אשכנזים
- נזק מוחי קשה הנובע מחוסר באנזים חיוני האחראי על חילוף חומרים של שומנים
- גורמת להרס של מערכת העצבים אצל הילד הרך
- הילד נראה בריא עד גיל חצי שנה
- עם הופעת הסימנים הראשונים למחלה מתחילה התדרדרות כללית ומהירה
- הילד מאבד כשורים גופניים: זחילה, ראייה, תפיסת חפצים בידיים, אכילה, חיוך
- מוגבלות שכלית מופיעה זמן קצר לאחר הופעת המחלה
- בדיקת סקר טרום הריון, מי שפיר, סיסי שלייה (לשני הורים נשאים)
- "GM-2" – ביטוי המחלה בגיל המבוגר- ניוון מע"מ ובעיות נפשיות כגון הפרעה דו-קוטבית וסכיזופרניה

תסמונת ה-X השביר (Fragile X syndrome, FXS)



- תסמונת תורשתית, דומיננטית בתאחיזה ל - X
- השנייה בשכיחותה אחרי תסמונת דאון
- פגם בגן הממוקם על כרומוזום X – בקצהו התחתון ($180 > 162 = 3X54 \text{ CGG}$)

- מס' חזרות קטן יותר יתבטא בתסמינים קלים יותר www.wikipedia.org.il
- כל הבנים הנושאים את המוטציה מתפקדים ברמה של מוגבלות שכלית קשה, ורק מחצית הבנות הנושאות את המוטציה המלאה מתפקדות ברמה של מוגבלות שכלית אך בדרך כלל קלה
- נמצא קשר חזק בין תסמונת ה-X השביר לאוטיזם
- תסמינים בולטים: אפרכסות גדולות, פנים מוארכות, אשכים גדולים, גפיים ארוכות
- **תסמינים רפואיים:** פלטפוס, חוסר תפקוד של מסתמי הלב, דלקות אוזניים

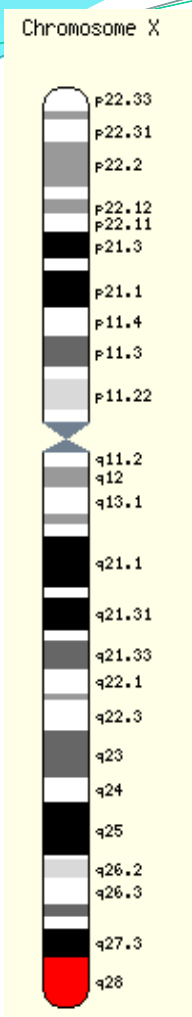
תסמונת קנוואן (Canavan syndrome)

- מחלה ניוונית תורשתית, אוטוזומלית רצסיבית, הנגרמת כתוצאה מעיוות בכרומוזום 17
- נוצר כשל ביצירת האנזים אספרטואצילאז שאחראי על פירוק שומנים, בעיקר מתאי קליפת המוח, הגורם להצטברות חומר שומני הקרוי "אצטיל אספרטאט" במוח
- החומר האפור הופך לרקמה ספוגית מלאה בחללים המלאים בנוזל שומני. המחלה פוגעת בהתפתחות של קרום האמור להגן על העצבים במוח, ששמו מיאלין (myelin).
- שכיחות הנשאים 1:60 בקרב האוכלוסייה האשכנזית
- סימפטומים בולטים: מופיעים בגיל 2-4 ח', פיגור שכלי, אובדן יכולות מוטוריות, בעיות תזונה, רפיון או קישיון שרירים, ראש גדול באופן חריג, חוסר שליטה על הראש, שיתוק, עיוורון, חרשות, אפטיה.
- בדיקות סקר: בדיקת דם (טרום הריון), סיסי שלייה, מי שפיר

תסמונת ויליאמס (Williams Syndrome)

- תסמונת תורשתית, אוטוזומלית דומיננטית, הנגרמת בגלל חסר מקטע קטנטן מכרומוזום 7
- אחד מהגנים החסרים הוא הגן לאלסטין התורם למאפייני התסמונת כגון הצרות כלי הדם, תווי הפנים הייחודיים, שרירים רפויים ובעיות אורתופדיות.
- שכיחות : 1:20,000 לידות
- תסמינים גופניים : צורת פנים ייחודית (שפתיים בולטות, פה רחב, לסת בולטת, אף סולד), קומה נמוכה, כתפיים שמוטות
- מאפיינים רגשיים ונפשיים : שפה עשירה, משיכה לזרים, אי שקט וקשיי ריכוז, רגישות יתר לרעש
- מחלות נלוות : הקאות, הרטבת לילה, יתר לחץ דם, הפרעה כלייתית (רמות סידן גבוהות), היצרות באבי העורקים, קושי בראייה ופזילה
- אבחון : PGD, FISH

תסמונת רט (Rett Syndrome)



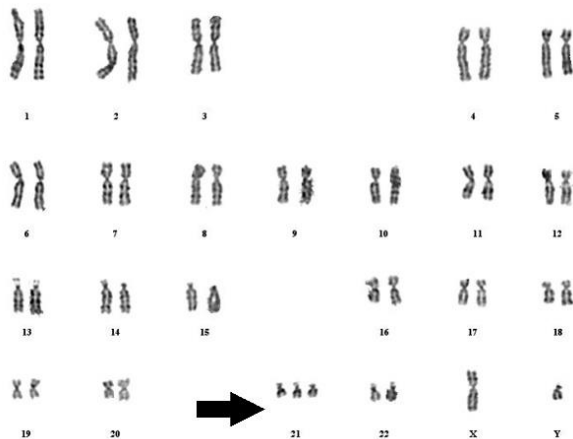
- הפרעה נוירו-התפתחותית דומיננטית בתאחיזה ל-X, מופיעה כמעט אך ורק בבנות
- מוטציה בגן דומיננטי בשם MECP2
- שכיחות: 1:10,000 לידות של בנות
- בנים זכרים עם תסמונת רט נולדים לעתים רחוקות ביותר
- התפתחות פסיכומוטורית תקינה ברובה במשך 6 החודשים הראשונים, תנועות סטריאוטיפיות כגון: שטיפת ידיים, מחיאות כף, רקיעות (ידיים), הכנסת יד לפה, התנתקות חברתית, קשיי תקשורת, אובדן מילים שנרכשו ועיכוב קוגניטיבי
- קשיי תכנון תנועה (דיספרקסיה) וקשיי ניידות
- תחלואה נלווית: הפרעות נשימה, חריקת שיניים, קשיי שינה, הפרעות בזרימת דם, הפרעות גדילה, עקמת

תסמונות גנטיות לא תורשתיות

- תסמונת דאון (Down Syndrome)
- תסמונת אדוארדס (Edward's Syndrome)
- תסמונת פאטו (Patau syndrome)
- תסמונת אנג'למן (Angelman Syndrome)
- תסמונת פרדר-וילי (Prader Willi syndrome)
- תסמונת קורנליה דה-לאנגה (Cornelia de Lange Syndrome)
- תסמונת קליינפלטר (Klinefelter's syndrome)

תסמונת דאון (Down Syndrome)

- טריזומיה 21- הפרעה התפתחותית, לא תורשתית, רב מערכתית המאופיינת במש"ה, ריבוי מומים מולדים ותווי פנים אופייניים
- השכיחה ביותר מכל התסמונות ושכיחותה שווה בקרב כל הגזעים ובשני המינים. השיעור הצפוי בלידה הוא אחד לכל 800-1000 לידות חיות. השכיחות ללדת תינוק עם תסמונת דאון עולה משמעותית עם הגיל בעיקר לאחר גיל 40



תסמונת דאון (Down Syndrome)

• סימנים בולטים :

- מתח שרירים נמוך, חולשת שרירים.
- גשר האף פחוס והאף קטן.
- עפעפיים מלוכסנים במקצת כלפי מעלה.
- קפל עור מיוחד בפינות העיניים.
- אפרכסת האוזניים קטנות בד"כ והשוליים העליונים מקופלים.
- קמט יחיד ועמוק לרוחב כף היד.
- רפיון כללי של רצועות המפרקים המאפשר חופש תנועה גדול.
- רוח ניכר בין האצבע לבוהן.
- לשון רחבה ביחס לגודל הפה.

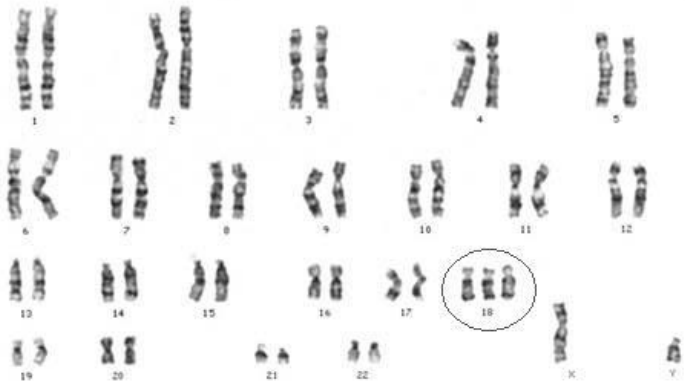
תסמונת דאון (Down Syndrome)

- **תחלואה נלווית :**

- מומי לב מלידה
- רגישות גבוה לזיהומים
- בעיות במערכת הנשימה
- בעיות שמיעה
- תפקוד ירוד של בלוטת המגן
- חסימות במערכת העיכול
- בעיות עור
- בעיות אורתופדיות, בעיקר בעמוד שדרה צווארי
- סרטן הדם
- אלצהיימר

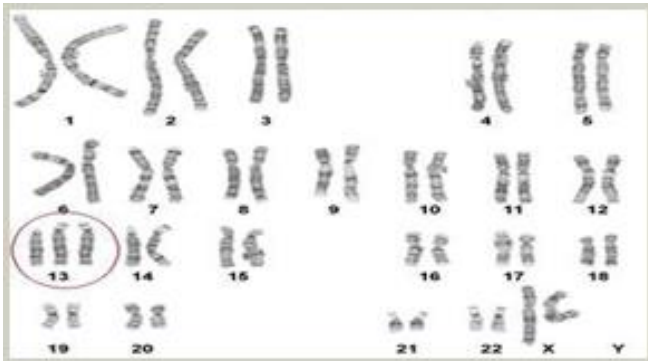
תסמונת אדוארדס (Edward's Syndrome)

- טריזומיה 18- הפרעה גנטית לא תורשתית
- 95% אינם שורדים הריון, פחות מ-10% מהם שורדים את שנת חייהם הראשונה
- תסמינים: מש"ה, עורף בולט, לסת תחתונה קטנה, אוזניים נמוכות, עיניים רחוקות, כף רגל שטוחה, פולידקטיליה (יותר מחמש אצבעות ביד), פגמים בצורת האצבעות, שפה שסועה, מיקרוצפליה
- מחלות נלוות: פגמים בלב, פגמים בכליות
- שכיחות: 1: 5000-6000 לידות



תסמונת פאטו (Patau syndrome)

- טריזומיה 13- הפרעה גנטית לא תורשתית קשה
- שכיחות: 1: 12,000 לידות
- תסמינים: מש"ה קשה, פולידקטיליה, מיקרוצפאלי, אזניים נמוכות, בעיות מבניות קשות בעיניים, שפה שסועה, ספינה ביפידה, פגם בקיר הבטן, אנומליה של איברי מין, אזורים חסרים בעור/שיער, פגמים במבנה הגפיים, לסת תחתונה קטנה, בקע טבורי
- מחלות נילוות: פגמים בכליות, מומי לב



תסמונת אנג'למן (Angelman Syndrome)

- הפרעה גנטית, לא תורשתית, ליקוי בכרומוזום 15, הבאה לידי ביטוי בקשיי למידה חמורים, איחור פסיכו מוטורי ניכר ודפוסי התנהגות ותווי פנים אופייניים
- העדר דיבור, או שימוש במילים ספורות בלבד
- הבנה ותקשורת לא מילולית ברמה גבוהה יותר מיכולת הדיבור
- חוסר שיווי משקל, אטקסיה, הליכה נוקשה או "בובתית" (תסמונת "הבובה השמחה"), היפוטוניה (בשלב המוקדם) והיפרטוניה (בשלב מאוחר יותר)
- תנועות בלתי רצוניות כולל רעידות קלות של הידיים, או תנועות נפנוף של הידיים
- התנהגות אופיינית: חיוך וצחוק לרוב, טבע חם ואוהב, שמחה וחברותיות
- כושר ריכוז נמוך והיפראקטיביות

תסמונת פרדר-וילי (Prader Willi syndrome)

- פגם נדיר, לא תורשתי, המתבטא בחוסר בחומר גנטי בכרומוזום 15
- שכיחות : 1:22,000 לידות
- רוב התופעות הנלוות לתסמונת מקורן בתפקוד לקוי של ההיפותלמוס – תיאבון שאינו בא על סיפוקו
- **השמנה מסיבית הינה אחד המאפיינים הבולטים והיותר מוכרים של התסמונת**
- טונוס שרירים נמוך (היפוטוניה) בולט מופיע מיד עם הלידה ומתבטא בקשיים במציצה, בהנעת איברים ובכי חלש
- בעיות בשיווי המשקל והקואורדינציה
- קומה נמוכה בהרבה מהממוצע, גם כפות הרגליים והידיים קטנות יחסית לגובה
- אברי מין בלתי מפותחים (היפוגונדיזם) בלידה והבשלה מינית חלקית.
- **בעיות רפואיות נוספות כגון :** עקמת, סכרת, בעיות לב, בעיות נשימה, הפרעות שינה, ליקויים דנטאליים, פזילה וקוצר ראייה

תסמונת קורנליה דה-לאנגה

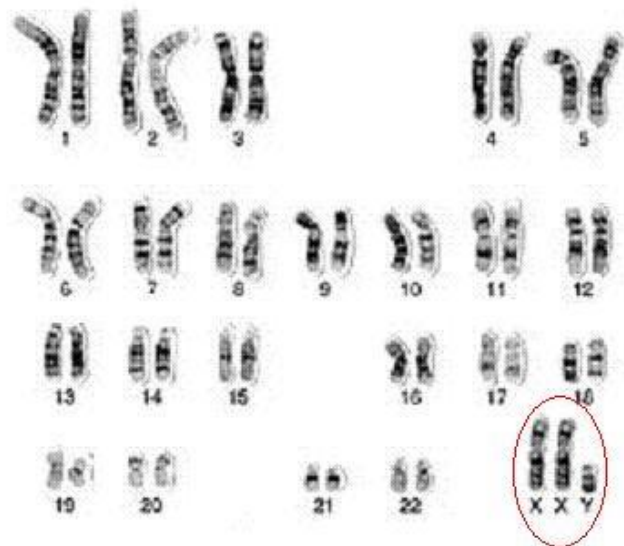
(Cornelia de Lange Syndrome)

- פגם גנטי מולד בכרומוזום 5
- הפרעה התפתחותית קשה : עם ריבוי מומים מלידה ומש"ה
- מאפייניה : פיגור בגדילה תוך רחמי, ואחר הלידה פיגור פסיכומטורי קשה, קשיי התנהגות, מומים ועיוותים באברי הגוף :
 - מבנה גוף נמוך
 - גולגולת קצרה
 - גבות מתלכדות, גבות קשתיות מסודרות ומשורטטות, ריסים מסולסלים וארוכים במיוחד
 - קו שיער קדמי ואחורי נמוך
 - קו אמצע ארוך בשפה העליונה
 - זווית הפה שמוטה כלפי מטה, שפתיים דקות בעיקר השפה העליונה
 - צניחה של הנחיריים, גשר אף שקוע

- אוזניים נמוכות
- חייד קמור, ישנם דיווחים גם על חייד שסוע, צמיחת שיניים עם מרווחים גדולים ביניהם
- לסתות קטנות מהרגיל
- צוואר קצר
- שעירות יתר
- גפיים קטנות מהרגיל עם מומים : חלקים בגף חסרים (למשל אצבע) או מומים נוספים בזרועות, מגבלה בפתיחת המרפקים, כיפוף האצבעות
- תת שגשוג של אברי המין אצל הזכר ושפתיים חיצוניות קטנות אצל הנקבה, טמירות האשכים

תסמונת קליינפלט (Klinefelter's syndrome)

- תסמונת גנטית תורשתית שבה קיימים אצל גבר שני כרומוזומי מין מסוג X או יותר במקום אחד, לצד כרומוזום Y (47 XXY)
- עקרות, ליקוי למידה, קושי בלימוד שפה, פגיעה בתפקודים הניהוליים
- רמות נמוכות של טסטוסטרון, המתבטאות בגוף עגלגל, מסת שד מוגדלת (גינקומסטיה), אשכים קטנים, מיעוט שיער על הפנים והגוף, חלוקת שיער ושומן נשית ובגרות מינית מאוחרת
- סיכוי גבוה ללקות בסרטן השד ואוסטאופורוזיס
- שכיחות: אחת ל-1,000-500 לידות זכרים, שני שלישים מהם אינם מאובחנים



עם הפנים לעתיד

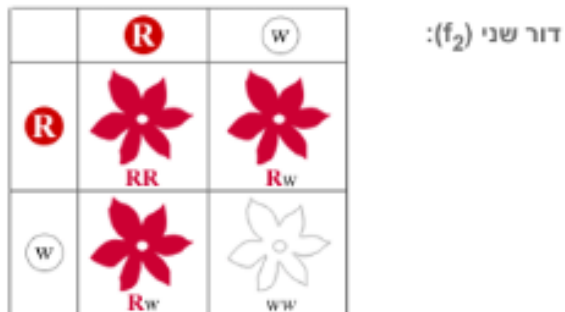
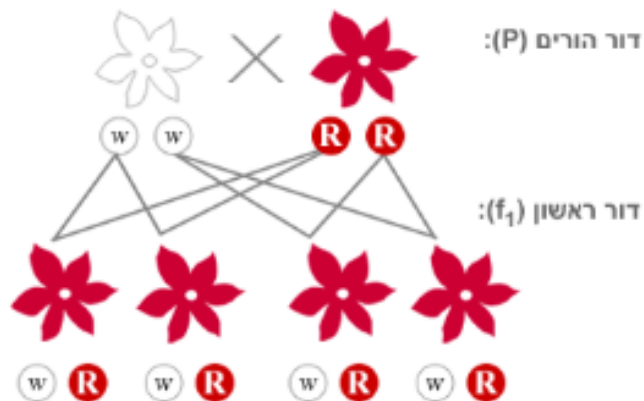
● טכנולוגיות עתידיות, אשר נמצאות כיום בחזית המחקר הגנטי, מתמקדות בריפוי גנטי:

- טיפול בהתאמה גנטית אישית
- השתלה, בטכנולוגיה ובאמצעים שונים, של גנים בכל אחד מתאי הגוף
- הכנסה של מקטע DNA המכיל גן תקין, במקום גן פגום

מהו הגבול...?
השמים...?



תאוריה על ההקטנה



www.kaye7.org.il

www.ynet.co.il