

2. PÆDAGOGISK ANVENDELSE

Kromosomerne kan bruges:

- Af læreren som demonstration f.eks. på over-headprojektor.
- Af eleverne til praktisk øvelse.

2.1 Metode.

Man kan bruge sættet til:

- At placere kromosomerne på plade efter en given model.
- At løse given en opgave.

2.2 Emner.

Sættet kan bruges til illustration af mange begreber:

- Mitose, almindelig celledeling.
- Meiose, dannelsel af gameter (kønsceller).
- Befrugtning, fusion af to kromosomsæt.
- Normal karyotype, kvinde og mand.
- De to stadier for kromosomer, fordoblede med to kromatider eller enkle med et kromatid.
- Homologe kromosomer.
- Anormaliteter for kromosomer, Turner syndrom, Klinefelter syndrom, trisomi 21 (mongolisme) translokation.
- Blanding af kromosomer.

3. EKSEMPLER PÅ ANVENDELSE

Præsentation af de forskellige figurer.

Et kromosom er en struktur der findes i cellekernen. Det består af DNA som repræsenterer den genetiske information som bestemmer organismens struktur og funktion. Denne genetiske information findes i enheder som kaldes gener. Hvert gen fører til syntese af et molekyle og dermed en funktion. Kromosomer er kun synlige, når de under celledeling er spiraliseret. Resten af tiden er de ikke spiraliseret og dermed ikke synlige.

Et kromosom eksisterer i to former:

- med en DNA streng, det vil sige med et kromatid.
- med to DNA strenge lige efter replikation, det vil sige med to kromatider. De to kromatider er holdt sammen af et centromer.

3.1 Vis karyotype for celle m/2n kromosomer.

Hver af vores celler indeholder et helt gensæt. I de fleste af vores celler findes hvert kromosom i to eksemplarer, det kaldes homologe kromosomer og antallet af kromosomer er 2n (46 hos mennesket). Cellen kaldes diploid. For hvert kromosompar kommer det ene fra faderen og det andet

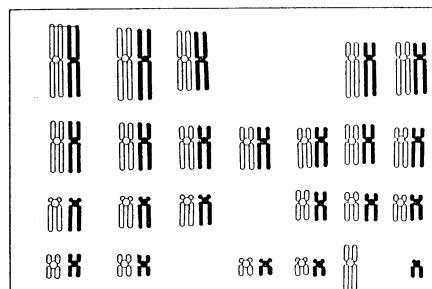
fra moderen. For at finde frem til karyotypen for en celle, må man vente til cellen er i deling i midtfasen af mitose, her kan man se kromosomerne med to kromatider.

Øvelse 1: Klassificer kromosomerne hos en karyotype.

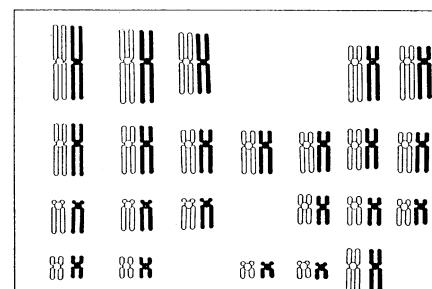
Eleverne klassificerer kromosomerne med to kromatider i par i klassisk orden. De røde kromosomer (maternale) placeres i nummerorden. Tilpassning af de blå kromosomer (paternale) vil demonstre at det er svært uden synlige kriterier for klassificering. Det eneste der er at gå efter er størrelsen og placeringen af centromeret. Tabellen med numre og bogstaver bagerst i vejledningen kan bruges til at rette efter. Denne øvelse viser alle interessante problemer med klassifikation af kromosomer at bruge tid på at klippe en masse kromosomer.

Øvelse 2: Observation af køn.

Emnet om hvilket køn kan her diskuteres. Vores karyotype har 22 homologe kromosompar og et par kønskromosomer: XX for hunkøn og XY for hankøn. Prøv at opstille mandlig eller kvindelig karyotype.



Figur 1. Karyotype for normal mand.



Figur 2. Karyotype for normal kvinde.

3.2 Bestemmelse af anormalt kromosomsæt.

De bevægelser og reaktioner som kromosomer deltager i kan ikke ske uden risiko for fejl. Der kan ske fejl under separation af de to kromosompar (meiose), hvis to homologe kromosomer ender i samme dattercelle. De mest almindelige fejl sker ved kønskromosomerne og par nr. 21. I andre tilfælde er fostret ikke levedygtigt og spontan abort vil fjerne det. Kendskab til anormale karyotyper og screeninger gør at fremtidige forældre kan træffe et valg.

Øvelse 3: Studer karyotypen for alm. trisomi 21.

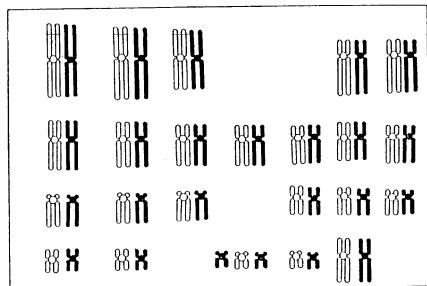
Opstil karyotype med 3 stk. kromosom 21 og lad eleverne identificere anormaliteten. Eller lad eleverne selv opstille karyotypen for trisomi 21.

Øvelse 4: Studer karyotypen for trisomi 21 med translokation.

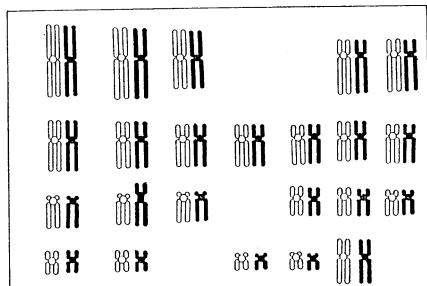
Opstil karyotype hvor kromosom 14 har translokeret kromosom 21 og lad eleverne identificere anormaliteten. Eller lad eleverne selv opstille karyotypen for trisomi 21 med translokation.

Øvelse 5: Studer karyotypen for Klinefelter syndrom.

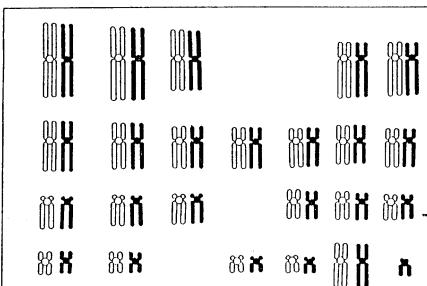
Opstil karyotype med to X kromosomer og et Y kromosom og lad eleverne identificere anormaliteten. Eller lad eleverne selv opstille karyotypen for Klinefelter syndrom.



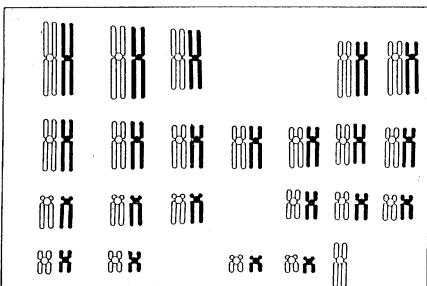
Figur 3. Karyotype for person med trisomi 21.



Figur 4. Karyotype for person med trisomi 21 ved translokation 14/21.



Figur 5. Karyotype for person med Klinefelter syndrom.



Figur 6. Karyotype for person med Turner syndrom.

Øvelse 6: Studer karyotypen for Turner syndrom.

Opstil karyotype med et X kromosom og ingen Y kromosomer og lad eleverne identificere anormaliteten. Eller lad eleverne selv opstille karyotypen for Turner syndrom.

3.3 Vis karyotype for gameter (kønsceller).

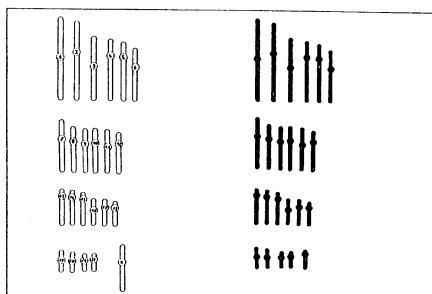
Til reproduktion producerer vi kønsceller eller gameter, sædceller hos mænd, ægceller hos kvinder. Disse celler opstår ved den specielle celledeling: meiose, hvorefter hver kønscelle kun har et kromosom fra hvert par. Ved meiose fordeles de homologe kromosomer tilfældigt mellem dattercellerne. Ved afsluttet meiose har de dannede celler n kromosomer med et kromatid. Dette sker ved dobbelt deling af en 2n celle med to kromatider.

Øvelse 7: Studer karyotypen for en ægcelle.

Lad eleverne opstille karyotypen for en ægcelle. Her vil det være interessant at se om eleverne vælger kromosomer med et kromatid og ingen Y kromosomer.

Øvelse 8. Studer karyotypen for en sædcelle.

Lad elevrne opstille karyotypen for en sædcelle. Her vil det være interessant at pointere at der er to typer sædceller: nogle har et X kromosom og andre et Y kromosom. Det er derfor sædcellerne der bestemmer barnets køn.



Figur 7. Karyotype for konscelle.

3.4 Vis en befrugtning.

Når sædcelle og ægcelle mødes sker en af de mest betydningsfulde fænomener: befrugtning. Det sker sammensmelting af et sæt af n maternale kromosomer (fra ægcellen) og n paternale kromosomer (fra sædcellen). Dette fører til $2n$ kromosomer i ægcellen. Denne deler sig og danner et nyt individ.

Øvelse 9: Simuler en befrugtning.

Ud fra en ægcelle karyotype og en sædcelle karyotype kan eleverne simulere fusion og identificere arveanlæggene i ægcellen som vil blive til et nyt individ. Dette giver anledning til spørgsmål om antallet af kromosomer og den blanding der sker ved befrugtning. En $2n$ celle opnås som har 46 kromosomer hver med et kromatid.

3.5 Blanding af kromosomer.

Ved meiose kan to typer kromosomblanding ses:

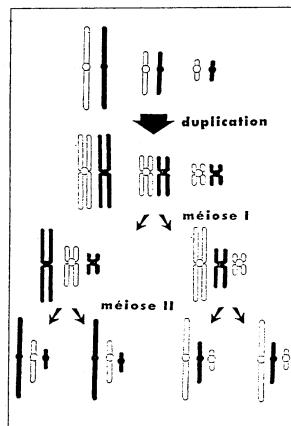
- Interkromosomal blanding som sker i delefasen af den første meiotiske deling (reduktionsdeling). Her sker separation af de homologe kromosompar til to identiske sæt.
- Interkromosomal blanding som sker i forfasen af første meiotiske deling. Her sker udveksling af fragmenter af kromatider mellem homologe kromosomer (overkrydsning).

Øvelse 10: Illustrer blanding af kromosomer under meiose.

Opstil en karyotype og simuler meiose for af vide det store antal kombinationsmuligheder ved se-

paration af de røde og blå kromosomer. Et begrenset antal kromosomer kan evt. anvendes f.eks. 3 stk. (nr. 1, 10 og 20). Replikation kan vises og resultatet af første og anden meiotisk deling kan følges. Hvis forskellige elevgrupper ikke får samme resultat kan diversiteten tydeligt ses.

Bemærk: modellen viser enkelte lige kromosomer med et kromatid og dobbelte X kromosomer med to kromatider.



Figur 8. Meiose for celle med $2n = 6$ kromosomer (med 3 kromosompar)

3.6 Forekomst af trisomi 21 (mongolisme).

Øvelse 11: Forklar og beregn forekomst af trisomi 21.

Man kan vise eleverne at der er stor sandsynlighed for nedarvning af trisomi, hvis der er translokation af 21 på 14. Ved at bruge par af 14 og 21 er det muligt at vise, hvilke kønsceller separation af kromosomerne giver anledning til, hvis der er translokation af 21 på 14 hos moderen.

4. BILAG

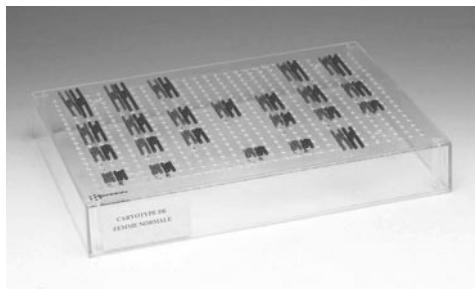
Korresponderende bogstaver og tal.

| | | |
|-------|--------|--------|
| 1 = Z | 9 = N | 17 = G |
| 2 = J | 10 = C | 18 = P |
| 3 = A | 11 = E | 19 = T |
| 4 = H | 12 = W | 20 = U |
| 5 = B | 13 = R | 21 = Q |
| 6 = M | 14 = F | 22 = V |
| 7 = D | 15 = S | X = I |
| 8 = K | 16 = L | Y = O |

Kromosomer, modelsæt

21.12.10

Aa 7775.10



INDLEDNING

Dette sæt er en model af de humane kromosomer i plastik til pædagogisk anvendelse. De 23 humane kromosompar forefindes i rækkefølge med et og to kromatider og med nogle anormale kromosomer.

Sættet er anvendeligt til undervisning i genetiske begreber og til forståelse af arvelige sygdomme.

- 1 sæt bestående af 23 røde kromosomer med 1 kromatid, og et X, et Y og et 21 kromosom samt en translokation.
Kromosomerne er nummereret med tal ligesom sættet med 2 kromatider.

- En blå plastikplade med
- 1 sæt bestående af 23 blå kromosomer med 2 kromatider, og et X, et Y og et 21 kromosom samt en translokation.

Kromosomerne er nummereret med bogstaver som ikke er i alfabetisk orden.
- 1 sæt bestående af 23 blå kromosomer med 1 kromatid, og et X, et Y og et 21 kromosom samt en translokation.

Kromosomerne er nummereret med bogstaver ligesom sættet med 2 kromatider.

- En transparent plastikplade med huller til montering af kromosomerne.
- En brugsvejledning.

1. MATERIALE CHECKLISTE

Sættet består af følgende:

- En rød plastikplade med
- 1 sæt bestående af 23 røde kromosomer med 2 kromatider, og et X, et Y og et 21 kromosom samt en translokation.
Kromosomerne er nummereret med tal efter karyotypen.

BEMÆRK: Der er vigtigt at bruge en saks til omhyggeligt at klippe kromosomerne fri før anvendelse. Kromosomerne skal behandles med forsigtighed for ikke at knække dem.