

© Opetushallitus ja tekijät

Opetushallitus

PL 380
00531 Helsinki
oph.fi/verkkokauppa

Ulkoasu ja taitto: Anni Mikola

Kuvitus: Maija Karala

Kuvatoimitus: Kaisla Suokas, Aino Oksanen

Selkomukautus: Ari Sainio

Kustannustoimitus: Kaisla Suokas

Tuotanto: Salla Peltola

Suomen tietokirjailijat ry. on tukenut tätä oppimateriaalihanketta.

ISBN:

ISBN 978-952-13-6443-3 (koko teos)

ISBN 978-952-13-6673-4 (osa 7)

ISBN 978-952-13-6674-1 (osa 8)

ISBN 978-952-13-6675-8 (osa 9)

Paino: PunaMusta Oy, Vantaa 2020



Painotuotteet
4041-0619



Kopiointiehdot

Tämä teos on yhdistetty työ- ja oppikirja, joka on suojattu tekijänoikeuslailla (404/61).

Työkirjasivujen tai niiden osien valokopiointi, skannaaminen tai muu digitaalinen kopiointi on kokonaan kielletty.

Tekstisivujen tai niiden osien valokopiointi, skannaaminen tai muu digitaalinen kopiointi tai käyttö edellyttää oikeudenomistajan luvan. Kopioisto ry myöntää teosten osittaiseen kopiointiin lupia. Tarkistakaa, mitkä valokopiointi- ja digiluvat ovat kohdallanne voimassa.

Lisätietoja luvista kopioisto.fi

Teoksen tai sen osan muuntelu on kielletty.

Näin käytät oppikirjaa

TUTKI KUVAA

Jokainen luku alkaa aloituskuvalla.

Usein aloituskuvaan liittyy myös suurenoskuva jostakin yksityiskohdasta.

Aloituskuvaa tutkit kysymysten avulla.

Tavoitteet

Jokaisen luvun alussa on oppimistavoitteet.

Niitä voit hyödyntää myös itsearviointissa opiskelun jälkeen.

Kysymykset

Opetustekstin seassa on kysymyksiä.

Niiden avulla voit varmistua siitä, että olet löytänyt tekstistä tärkeimmät asiat.

Kuvat ja kuvasarjat

Kuvat täydentävät tekstin sisältöä.

Kuvasarjat auttavat sinua ymmärtämään biologisia tapahtumia ja ilmiöitä.

KIVA TIETÄÄ!

Kiva tietää! -teksteistä saat lisätietoa mielenkiintoisista asioista, jotka liittyvät aiheeseen.

TUTKIMUSKORTTI

Tutkimuskorteista saat selkeitä ohjeita esimerkiksi maastoretkille lähiluontoon, laboratoriotyöskentelyyn tai aineiston analysointiin.

TUTKI JA TOIMI -harjoitukset

Tutki ja toimi -harjoitusten avulla yhdistelet opittuja asioita, teet kuva-analyyseja ja opettelet tiedonhakua.

😊 Minä itse -tehtävissä tarkastelet oman kehon toimintaa.

Tärkeät käsitteet

Oppikirjan lopussa on tärkeiden biologisten käsitteiden sanasto.

Elintoiminnot ovat lähes automaattisia

1. Kehon kaikki osat toimivat yhteistyössä 8

Ihminen on ihmeellinen kokonaisuus
Elimet kehittyvät soluista
Elimistössä elimet toimivat yhteistyössä
Kantasoluista kehittyä monenlaisia soluja

2. Verenkierto yhdistää kaikki elimet 22

Veri kiertää verisuonissa
Sydän pitää veren liikkeellä
Veri kiertää kaikkialla elimistössä
Veri koostuu veriplasmasta ja verisoluista
Verisoluilla on tärkeitä tehtäviä

3. Ruuasta saadaan energiaa ja rakennusaineita 44

Ruoka koostuu ravintoaineista
Ruuansulatuskanavassa ruoka pilkotaan soluille sopivaksi
Hampaiden pilkkoma ruoka siirtyy mahalaukuun
Ravinto imeytyy elimistöön suolistosta
Ravinnosta keho saa tarvitsemansa rakennusaineet

4. Hengittäminen on välttämätöntä 62

Happi ja hiilidioksidi kulkevat hengitysteissä
Hengityksessä elimistö ottaa happea ja poistaa hiilidioksidia
Soluhengitys tarvitsee happea ja tuottaa energiaa

5. Luut ja nivelet muodostavat elimistön tukirangan 74

Luustolla on monta tehtävää
Luu uusiutuu jatkuvasti
Luut liittyvät toisiinsa nivelillä, rustoilla tai saumoilla
Erilaiset nivelet mahdollistavat liikkeen useaan suuntaan

6. Lihakset liikuttavat kehoa 86

Luut ja lihakset liikuttavat kehoa
Kaikki lihaskudokset pystyvät supistumaan
Liike syntyy, kun liikuntalihas supistuu

7. Keho poistaa tarpeettomat aineet 98

Erytselimistöön kuuluvat maksa, munuaiset, keuhkot ja iho
Maksa on monitoimielin
Munuaiset tuottavat virtsaa ja säätelevät nestetasapainoa

Tärkeät käsitteet 109

Kuvalähteet 118

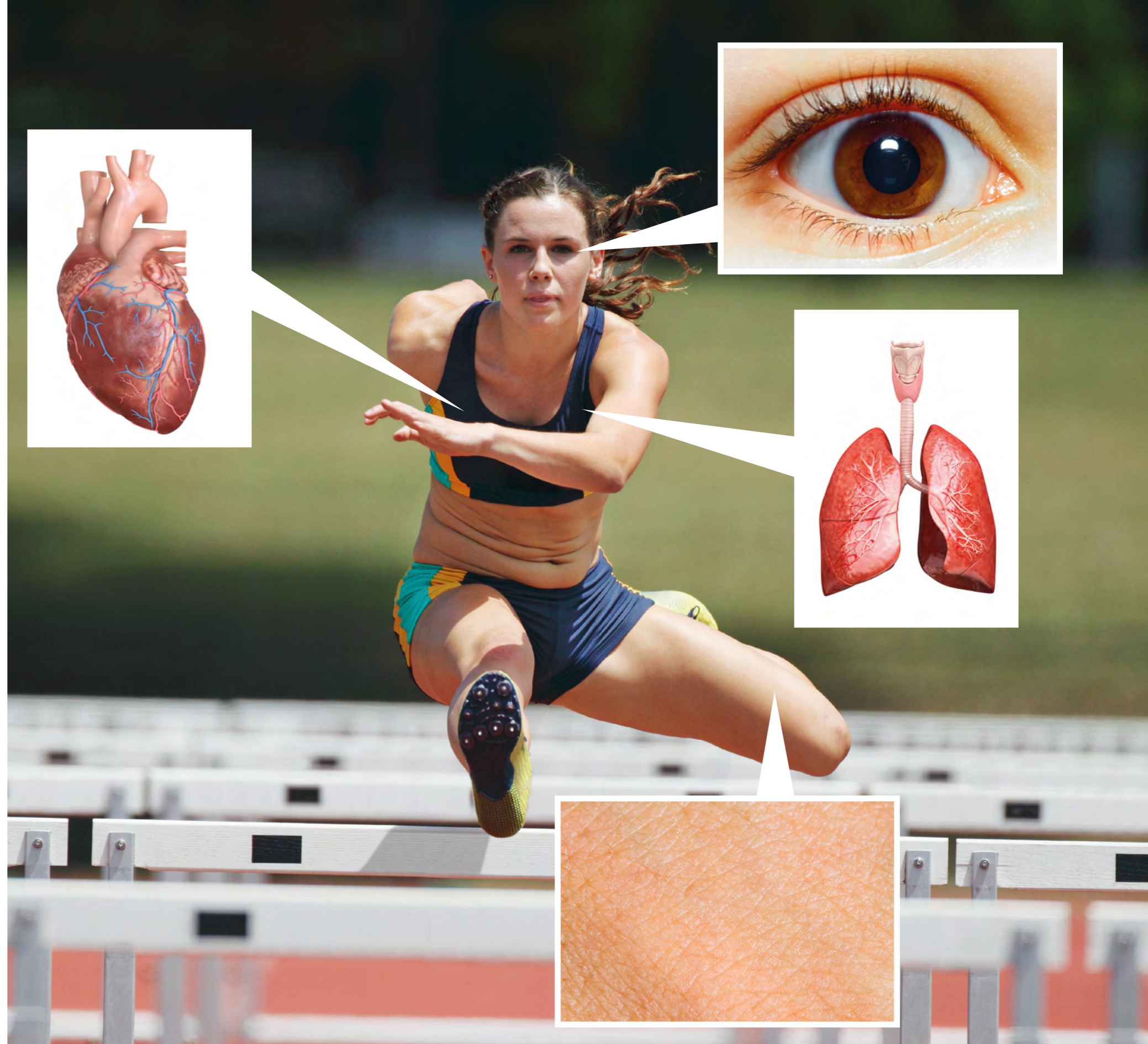
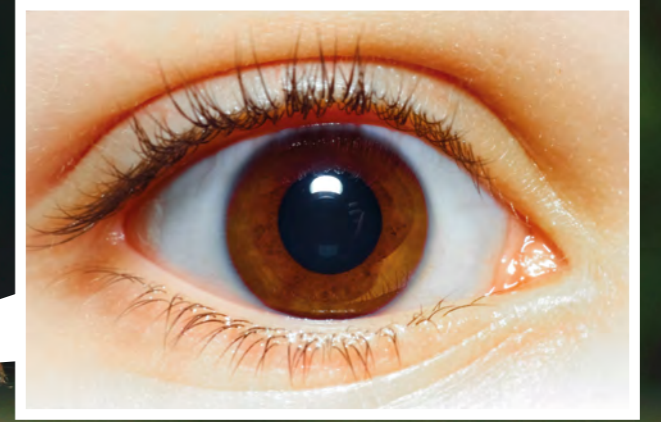
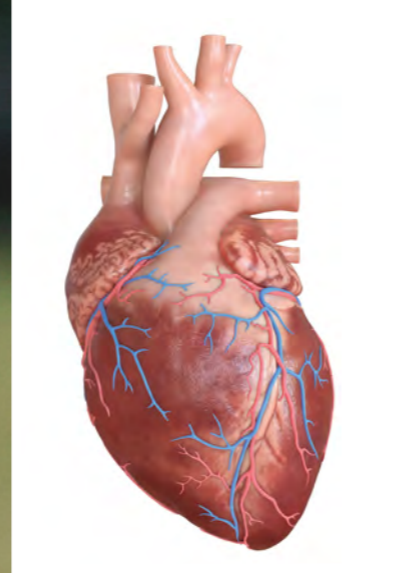
Elintoiminnot ovat lähes automaattisia

Ihmisen keho on hyvin monimutkainen. Eliökunnasta on vaikea löytää eliöitä, joiden rakenne olisi monimutkaisempi.

Kun ihmisen keho kehittyi sikiöaikana, ihmisen solut erikoistuvat erilaisiin tehtäviin. Erikoistuneet solut muodostavat kudoksia, kudokset muodostavat elimiä ja elimistä rakentuu elimistöjä.

Eri elimistöt ovat erikoistuneet eri toimintoihin, kuten hapensaantiin, ravinnon käsittelyyn, kuona-aineiden poistamiseen ja liikkumiseen.

Elintoiminnoiksi kutsutaan kaikkia niitä elimistön toimintoja, jotka huolehtivat kehosta yöstä päivää. Jokaisen on tärkeä tutustua omaan kehoonsa. Jokaisen on myös tärkeä tunnistaa, mitä keho tarvitsee, jotta se voi hyvin.



1. Kehon kaikki osat toimivat yhteistyössä



TUTKI KUVAA

1. Mitä kuvassa tapahtuu?
2. Miltä kuvan henkilöstä tuntuu?
3. Mitä ajatuksia kuva herättää sinussa?

Tavoitteet:

- Opit, miten soluista muodostuu kudoksia ja miten kudoksista muodostuu elimiä.
- Opit, että elimet liittyvät yhteen elimistöiksi.
- Opit, että elimistöistä muodostuu hyvin toimiva keho.

Ihminen on ihmeellinen kokonaisuus

Ihmisellä on paljon samankaltaisia ominaisuuksia kuin muillakin eläimillä.

Tarvitsemme happea ja ravintoa ja keräämme aisteillamme tietoa ympäristöstä.

Ihminen reagoi asioihin, joita ympärillä tapahtuu.

Hän myös sopeutuu ympäristön muutoksiin.

Ihmiset syntyvät, lisääntyvät ja kuolevat.

Kun ihmiset lisääntyvät, ominaisuudet periytyvät jälkeläisille.

Ihmisellä on myös paljon ominaisuuksia,

jotka erottavat meidät monista eläimistä.

Ihmisellä on taito ajatella, ennakoida tulevaa

ja pohtia syitä ja niiden seurauksia.

Jotta pystymme pitämään huolta

omasta terveydestämme, meidän on tärkeä tietää, miten elimistömme toimii.

4. Mitä yhteisiä asioita ja mitä eroja ihmisillä ja eläimillä on?



◀ Ihmisillä ja eläimillä on paljon enemmän yhteisiä ominaisuuksia kuin eroja.

Elimet kehittyvät soluista

Ihmisen elämä saa alkunsa hedelmöityksestä, jossa äidin munasolu ja isän siittiösolu yhdistyvät. Hedelmöittynyt munasolu alkaa jakautua, ja siitä kehittyy alkio.

5. Mitä tarkoittaa hedelmöittyminen?

Alkiosta alkaa kehittyä vauva.

Alkion solut jakautuvat

ja erikoistuvat samalla eri tehtäviin.

Erikoistuneista soluista kehittyvät kudoksia, elimiä ja elimistöjä, joilla on omat tehtävänsä.

Yhdeksän kuukauden kuluttua syntyy pieni ihminen, jolla on biljoonia soluja.

6. Miksi solut erikoistuvat, kun ne jakautuvat?

Kaikissa ihmisen soluissa on samankaltainen perusrakenne.

Solua ympäröi solukalvo.

Solun sisällä on solulimaa, mitokondrioita ja tuma.

Tumassa ovat ihmisen geenit eli perintötekijät.

Tavallisen solun tumassa on 46 kromosomia.

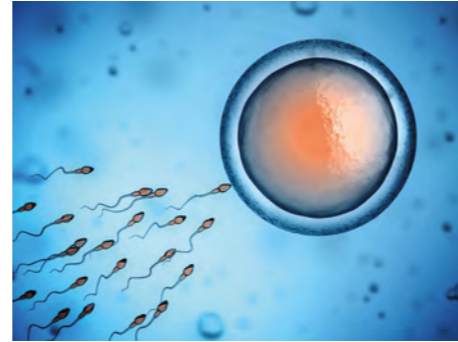
Kromosomit koostuvat tuhansista geeneistä.

Geenit ovat ainetta, josta käytetään lyhennettä DNA.

Geenit ohjaavat kasvua, kehittymistä ja elimistön toimintaa.

Ne määräävät, millaisia ominaisuuksia ihmisellä on.

7. Mikä määrää, millaisia ominaisuuksia ihmiselle kehittyy?



▲ Yhdestä siittiöstä ja yhdestä munasolusta kehittyi ihminen, jossa on biljoonia soluja. Biljoona on luku, jossa ykkösen jälkeen on 12 nollaa.

Kaikilla solun osilla on oma tehtävänsä

Solukalvo

Solukalvo erottaa solun muusta ympäristöstä. Sen läpi kulkee vettä ja muita aineita soluun ja solusta pois.

Solulima

Solulima on solun sisällä oleva vesipitoinen aine, jossa muut solun osat ja aineet ovat.

Tuma

Tuma on solun suurin elin, joka ohjaa kaikkea solun toimintaa. Tumassa ovat kromosomit.

Kromosomit

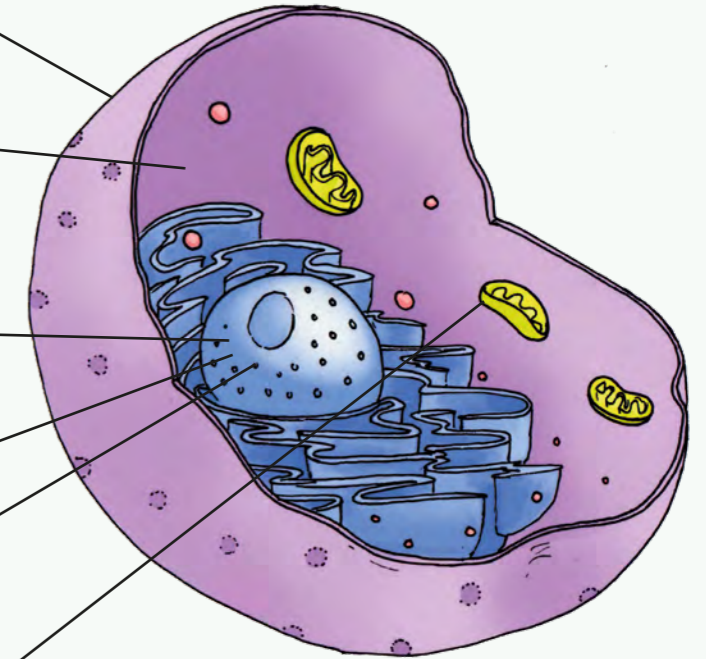
Kromosomit sisältävät geenit.

Geenit

Geenit koostuvat DNA:sta. Geenit ohjaavat eliön kasvua, kehittymistä ja toimintaa.

Mitokondriot

Mitokondriot ovat soluelimiä, jotka vapauttavat sokerista energiaa solun toimintoihin.



8. Tutki kuvaa. Missä geenit sijaitsevat ja mikä on niiden tehtävä?

Elimistössä elimet toimivat yhteistyössä

Ihmisellä on monenlaisia kudoksia kehon eri osissa.

Erilaisista kudoksista muodostuu elimiä.

Esimerkiksi sydämessä on sidekudosta, hermokudosta ja lihaskudosta.

Sidekudos on erityisen vahvaa ja sitkeää.

Sidekudosta on sydämen läppärakenteissa.

Läppien ansiosta veri virtaa aina oikeaan suuntaan.

Hermokudoksen solut kuljettavat sähköimpulsseja aivoista kehoon.

Aivot säätelevät sähköimpulsseilla esimerkiksi sydämen sykettä.

Lihaskudoksessa on säikeinen rakenne.

Lihaskudoksen solut pystyvät supistumaan ja rentoutumaan.

Sydämen lihaskudoksen solut saavat aikaan sen,

että sydän supistuu ja rentoutuu eli sydän lyö.

Sydämen lyönnit pumppaavat verta kehoon.

9. Millaisia erilaisia kudoksia ihmisen kehossa on?

Eri elimet muodostavat elimistöjä,

joissa monet eri elimet toimivat yhteistyössä.

Esimerkiksi verenkiertoelimistön muodostavat sydän, verisuonet ja niissä kulkeva veri.

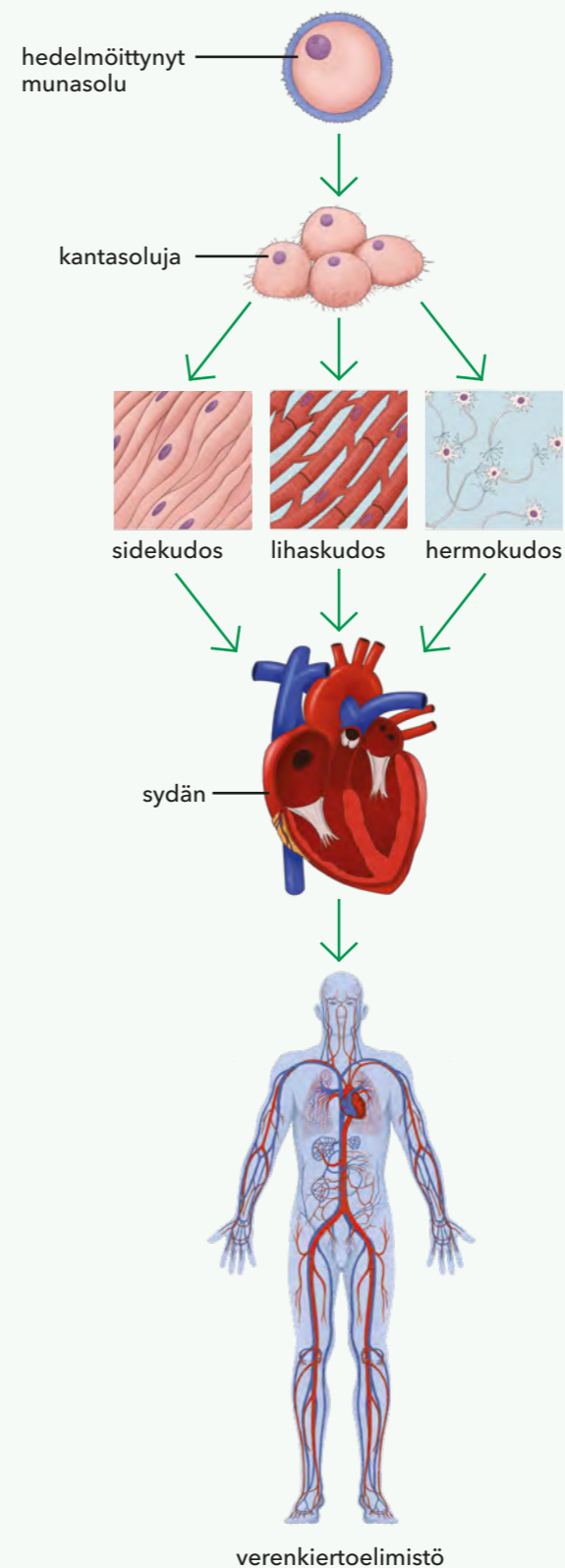
10. Tutki viereisen sivun kuvaa.

Millaisia erilaisia kudoksia ihmisellä on?



▲ Erilaiset kudokset muodostavat tasapainoisen kokonaisuuden.

Soluista kehittyvät kudokset, elimet ja elimistöt



1. Hedelmöittynyt munasolu alkaa jakautua.

2. Munasolu jakautuu, ja silloin syntyy kantasoluja. Ne ovat soluja, jotka voivat erikoistua eri tehtäviin.

3. Kantasolut erikoistuvat sidekudossoluiksi, lihassoluiksi ja hermosoluiksi. Niistä muodostuu sidekudosta, lihaskudosta ja hermokudosta.

4. Erilaiset kudokset yhdessä muodostavat elimen eli sydämen.

5. Sydän, verisuonet ja veri muodostavat verenkiertoelimistön.

Ihmisellä on useita eri elimistöjä



Hengityselimistö

Hengityselimistö ottaa ilmasta happea ja poistaa hiilidioksidia kehosta.



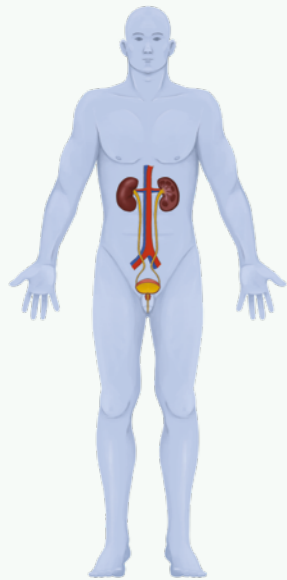
Ruuansulatuselimistö

Ruuansulatuselimistö ottaa ruuasta talteen tarpeellisia ravintoaineita.



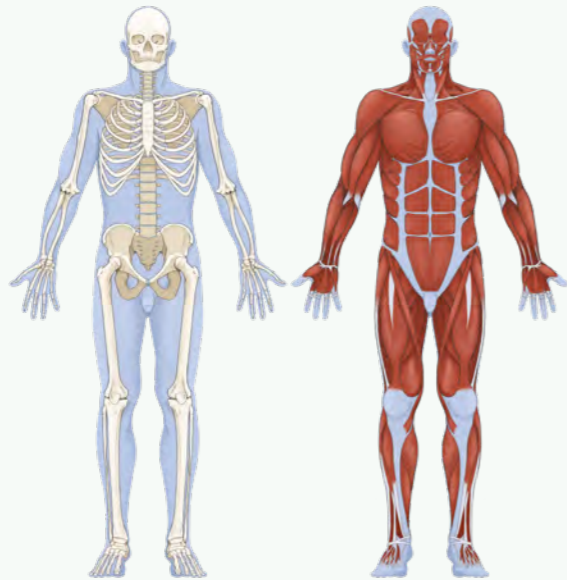
Verenkiertoelimistö

Verenkiertoelimistö kuljettaa happea ja ravintoaineita veren mukana kaikkialle kehoon.



Erityselimistö

Erityselimistö poistaa tarpeettomia aineita elimistöstä.



Luusto ja lihaksisto

Luusto ja lihaksisto yhdessä tekevät mahdolliseksi sen, että ihminen liikkuu.



Hermosto

Hermosto ohjaa ja säätelee kaikkien elimistöjen toimintaa.

Kantasoluista kehittyä monenlaisia soluja

Kun hedelmöittynyt munasolu jakautuu, kaikki uudet solut ovat aluksi keskenään samanlaisia. Nämä solut ovat sikiön kantasoluja. Kantasolusta voi kehittyä mikä tahansa erilaistunut solu, esimerkiksi lihassolu tai hermosolu.

Kantasolujen kyky tuottaa eri kudosten soluja perustuu siihen, että niiden kaikki geenit ovat toimintakykyisiä. Erilaistuneissa soluissa osa geneista on poissa käytöstä. Esimerkiksi lihassolussa eivät toimi samat geenit kuin hermosolussa. Siksi lihassolusta ei voi kehittyä hermosolua.

Myös aikuisilla ihmisillä on kantasoluja. Niitä on erityisesti luuytimessä.

11. Mikä on kantasolu?

Kantasoluja käytetään monien sairauksien hoitamisessa. Kantasolujen käyttö perustuu siihen, että niitä voidaan kasvattaa laboratorioissa ja niitä voidaan ohjata erilaistumaan halutuiksi soluiksi.

Luuytimen kantasoluilla voidaan esimerkiksi parantaa verisyöpää eli leukemiaa. Jos luu vaurioituu, aikuisen kantasolujen avulla voidaan kasvattaa tilalle uutta luuta.

Kantasoluja myös kerätään. Jokainen terve 18–35-vuotias voi liittyä kantasolurekisteriin ja luovuttaa omia kantasolujaan sairaiden auttamiseen.

12. Miten kantasoluja voidaan käyttää lääketieteessä hyödyksi?



▲ Aikuiselta voidaan kerätä kantasoluja. Niitä voidaan käyttää tutkimuksissa ja erilaisten sairauksien hoidossa. Esimerkiksi leukemiaa hoidetaan kantasoluilla.

KIVA TIETÄÄ!

Kehossamme on eri-ikäisiä osia

Keho ei pysy koko ajan samana,
vaan se uusiutuu jatkuvasti.

Varpaankynsi uusiutuu noin kymmenessä kuukaudessa.

Sormien kynnet uusiutuvat noin puolessa vuodessa.

Hiukset kasvavat yleensä noin senttimetrin kuukaudessa.

Päässä voi olla jopa kuusi vuotta vanhoja hiuksia.

Kulmakarvat ja silmäripset kasvavat noin 4 kuukauden ajan.

Sen jälkeen ne putoavat, ja niiden tilalle kasvaa uusia.

Suurin osa aivojen soluista on kuitenkin
yhtä vanhoja kuin ihminen itse.

Aivoissa uusiutuvat erityisesti alueet,
jotka liittyvät oppimiseen ja muistiin.

Aivosoluja tuhoutuu esimerkiksi
päähän tulevissa iskuissa tai alkoholin vaikutuksesta.

Silmät ovat niitä harvoja alueita, jotka eivät uudistu.

Vain aivan silmän päällimmäinen kerros uudistuu jatkuvasti.

Jos se vaurioituu lievästi,
se voi korjaantua jopa vuorokauden sisällä.

Iho kuluu ja uusiutuu nopeasti.

Ihon uloin kerros uudistuu kerran kuukaudessa.

Tämän huomaa siitä, miten uutta ihoa kasvaa haavaan
ja haava paranee.

Tatuointi on elinikäinen,
koska ihon pintakerros lävistetään
ja tatuointimuste laitetaan neulalla
ihon syvempään kerrokseen eli verinahkaan.
Tämä kerros ei uusiudu.





TUTKIMUSKORTTI

Mistä minut tunnistaa?

1. Jokaisen iho on erilainen.

- Tutki kämmenselän ihoa suurennuslasilla.
Mitä yksityiskohtia havaitset?
- Vertaile omaa ja parisi ihoa. Tutki esimerkiksi ihon karvaisuutta, väriä, luomia, pisamia, arpia ja tatuointeja. Mitä eroja huomaat?



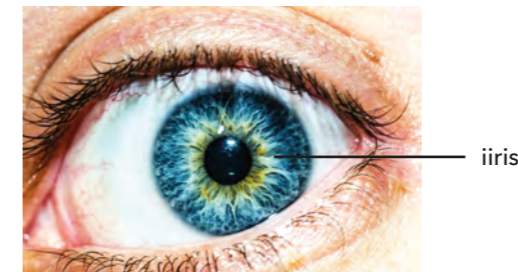
2. Jokaisen sormenjälki on erilainen.

- Tutki suurennuslasilla sormenpäitäsä.
Voit käyttää myös mustetyynyä ja painaa sormenjälkiä paperille.
Millaisia kuvioita löydät sormistasi? Vertaile eri sormien sormenjälkiä.
- Painakaa jokaisen oppilaan oikean käden etusormen sormenjälki riviin paperille.
Mitä eroja huomaatte?



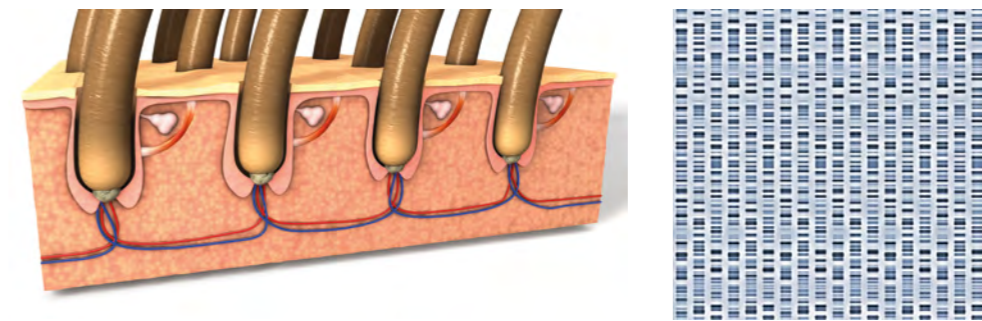
3. Jokaisen iiris eli värikalvo on ainutlaatuinen.

- Ota lähikuva silmästäsi.
- Tutki, millaisia värejä ja kuvioita iiriksessäsi on.



4. Varmin tunnistus saadaan DNA-näytteestä.

- Repäise hius irti niin, että hiuksen juuri tulee mukana.
- Teippaa hius vihkoosi.
Hiusjuuren soluista saa sinun DNA-näytteesi.
- Mistä muualta kehosta voidaan ottaa DNA-näytteitä?
- Mitä muita tunnistustapoja on olemassa DNA-näytteen lisäksi?



TUTKI JA TOIMI

😊 Minä itse -tehtävä

Eri tilanteet vaikuttavat ihoosi eri tavalla.

Muistele ihosi reaktioita seuraavissa tilanteissa.

- Mitä ihossasi tapahtuu kuumassa?
- Mitä ihossasi tapahtuu kylmässä?
- Mitä ihossasi tapahtuu, kun joku silittää hyvin kevyesti kättäsi?
- Mitä ihossasi tapahtuu, kun suutut kunnolla?



2. Mitä kehossasi tapahtuu juuri nyt?

Istu rauhallisesti paikallasi mukavassa asennossa.

- Mikä kehossasi toimii niin, että et huomaa sitä etkä voi itse vaikuttaa siihen?
- Mitä sellaista teet kehollasi nyt niin, että joudut itse ohjaamaan sitä?
- Vertailkaa vastauksianne.

3. Mikä kehon osa osallistuu mihinkin toimintaan?

Yhdistä toiminto ja kehon osa, joka osallistuu siihen.

Osa kehon osista voi osallistua useampaan toimintaan.

Ruoka sulaa	•	• suu
		• maha
Sydän lyö	•	• suolisto
		• sydän
Tunnen kylmää tai kuumaa	•	• aivot
		• iho
Kirjoitan	•	• luut
		• lihakset
Juoksen	•	• keuhkot
		• hermosto
Nukun	•	• munuaiset
		• virtsarakko
Pissaan	•	• virtsaputki

Kehon toiminta tarvitsee säätelyä

1. Ihmisen elimistö sopeutuu muutoksiin 8

Elimistön toimintoja ohjaavat hermosto, hormonit ja puolustusjärjestelmä

Nälkä ja jano ovat viestejä elimistön tarpeista

Aistit auttavat elimistöä sopeutumaan ympäristöön

Hormonieritys toimii hermostoa hitaammin

Puolustusjärjestelmä taistelee mikrobeja ja vaarallisia aineita vastaan

2. Hermosto kokoaa, kuljettaa ja käsittelee sähköisiä viestejä 20

Hermosto ulottuu aivoista kaikkialle kehoon

Hermostoluissa viestit kulkevat sähköisesti

Impulssi etenee solusta toiseen kemiallisesti

Hermosto toimii tahdonalaisesti ja tahdosta riippumatta

Refleksit suojaavat meitä

3. Aivoissa syntyvät muistot ja oppiminen 38

Aivot säätävät kaikkia toimintojamme

Isoaivojen kuori tekee meistä älykkäitä

Pikkuaivoja tarvitaan liikkeiden viimeistelyyn

Aivorunko yhdistää selkäytimen isoaivoihin ja pikkuaivoihin

Oppiminen ja muisti muuttavat aivojen hermostoluja

4. Aistit kokoavat havaintoja elimistön ja ympäristön muutoksista 52

Aistit aktivoituvat erilaisista ärsykkeistä

Silmä aistii valon määrää ja värejä

Korvassa on kaksi aistia

Ihossa on useita aistinsoluja

5. Hormonit säätelevät elimistön toimintaa 68

Veri kuljettaa hormoneja kaikkialle kehoon

Umpirauhaset tuottavat hormoneja

Aivolisäke säätää elintoimintoja ja umpirauhasia

Hormonit säätelevät verensokeria ja vireystilaa

6. Elimistön puolustusjärjestelmä suojaaa meitä 82

Elimistöllä on ulkoinen ja sisäinen puolustusjärjestelmä

Iho on tärkein osa ulkoista puolustusjärjestelmää

Valkosolut muodostavat sisäisen puolustusjärjestelmän

Rokotuksessa käytetään hyödyksi muistisoluja

Allergiassa puolustus käy ylikierroksilla

Tärkeät käsitteet

102

Kuvalähteet

111

Kehon toiminta tarvitsee säätelyä

Ihmisen elimistön täytyy sopeutua moniin tilanteisiin, jotka muuttuvat nopeasti ja ovat joskus yllättäviä.

Keho muuttuu,

kun ihminen kasvaa, kehittyy ja ikääntyy.

Rauhallinen uni vaatii keholta erilaista säätelyä kuin raskas urheilusuoritus.

Joskus ihminen sairastuu.

Silloin elimistön täytyy tehdä työtä, jotta ihminen parantuu.

Elimistön toimintaa säätelevät hormonit, aistit ja hermosto.

Kehon puolustuksesta huolehtivat iho ja veren valkosolut.



1. Ihmisen elimistö sopeutuu muutokseen



TUTKI KUVAA

1. Pohdi, miltä juoksijasta tuntuu.
2. Pohdi, miten juoksija voi säädellä omaa lämpötilaansa.
3. Pohdi, miten keho yrittää säädellä omaa lämpötilaansa.

Tavoitteet:

- Opit, millaisissa tilanteissa elimistön täytyy muuttaa toimintaansa.
- Opit, miten elimistö sopeutuu muutokseen.
- Opit ymmärtämään tarkemmin elimistösi viestejä, kuten nälkää, janoa, väsymystä ja stressiä.

Elimistön toimintoja ohjaavat hermosto, hormonit ja puolustusjärjestelmä

Ihmisen keho kohtaa päivittäin monia haasteita.

Elimistön täytyy tietää, milloin pitää syödä, juoda tai käydä vessassa.

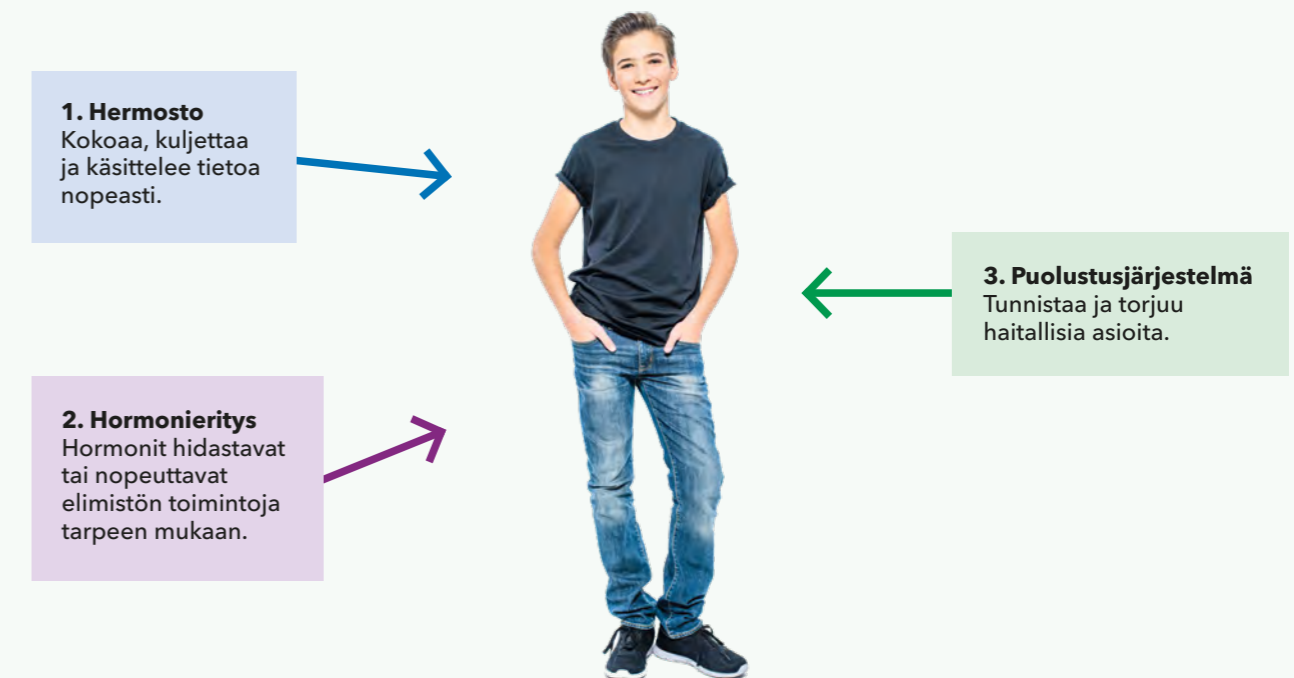
Kehon täytyy osata muuttaa toimintaansa silloin, kun sairastumme.

Elimistön toimintoja säätelevät hermosto ja hormonit.

Aistit, hermosto ja kehon puolustusjärjestelmä kokoavat ja välittävät koko ajan tietoa elimistön tilasta.

4. Millaisia erilaisia haasteita ihmisen elimistö kohtaa päivittäin tavallisessa elämässä? Keksi esimerkkejä.

Hermosto, hormonieritys ja puolustusjärjestelmä ohjaavat elimistön toimintaa



Nälkä ja jano ovat viestejä elimistön tarpeista

Tarvitsemme energiaa elintoimintoihimme sekä liikkumiseen ja kasvamiseen.

Saamme energiaa ruuasta, lihasten ja maksan sokerivarastoista ja elimistön rasvavarastoista.

Kun energian määrä vähenee kehossa, meille tulee nälkä.

Aivojen nälkäkeskus saa tietoa siitä, kuinka paljon mahalaukussa on ruokaa ja kuinka paljon veressä on sokeria.

Kun ruokailusta on kulunut tarpeeksi aikaa, nälkäkeskus ilmoittaa, että on aika syödä.

5. Miten ihmisen keho ilmoittaa, että keho tarvitsee lisää energiaa?

Ihminen tarvitsee vettä 1–1,5 litraa päivässä.

Jos juomme vettä liian vähän, elimistömme kärsii nestehukasta.

Silloin veren suolapitoisuus kasvaa.

Nestehukan seurauksena iho, kieli ja suu alkavat kuivua.

Saatamme tuntea myös väsymystä ja päänsärkyä.

6. Mistä merkeistä nestehukan tunnistaa?

Aivojen janokeskus havaitsee, kun veren suolapitoisuus kasvaa, ja meille tulee jano.

Parhaiten janon sammuttaa vesi, joka laimentaa veren suolapitoisuutta.



▲ Tunnemme nälkää, kun energian määrä vähenee kehossa.



▲ Ruuan tuoksu voimistaa nälän tunnetta.

Janokeskus myös vapauttaa elimistöön hormonia, joka vähentää virtsan määrää. Näin elimistö säästää vettä.

On tärkeää, että ihminen tunnistaa, milloin hänellä on nälkä ja jano.

Kun ihminen toimii näiden tuntemusten mukaan, elimistö pysyy toimintakykyisenä.

Janon tunteen syntyminen



Aivojen janokeskus tunnistaa, kun veren suolapitoisuus kasvaa.



Ihminen huomaa, että hän on janoinen.



Sydän tunnistaa, että elimistössä on liian vähän nestettä.

7. Mistä janon tunne johtuu?

Aistit auttavat elimistöä sopeutumaan ympäristöön

Ihmisen aistit ovat

- näköaisti
- kuuloaisti
- hajuaisti
- makuaisti
- tuntoaisti
- tasapainoaisti.

Kaikkien aistien tehtävänä on tunnistaa, mitä muutoksia tapahtuu elimistön sisällä ja elimistön ulkopuolella.

Aisteja ärsyttävät esimerkiksi äkillinen kova ääni tai voimakkaat lämpötilan muutokset.

Aistit keräävät tietoa ympäristöstä



Makuaisti
Suu aistii makuja.



Näköaisti
Silmät aistivat valoa.



Korvan aistit
Korvat aistivat ääniä ja tasapainoa.



Tuntoaisti
Iho aistii lämpöä ja kosketusta.



Hajuaisti
Nenä aistii hajuja.

8. Mitä aisteja ihmisellä on?

Sähköiset viestit lähtevät aistinelimistä ja kulkevat nopeasti hermoja pitkin aivoihin.

Aivoissa viestit tulkitaan aistimuksiksi.

Esimerkiksi kova ääni saa aivoissa aikaan kuuloaistimuksen.

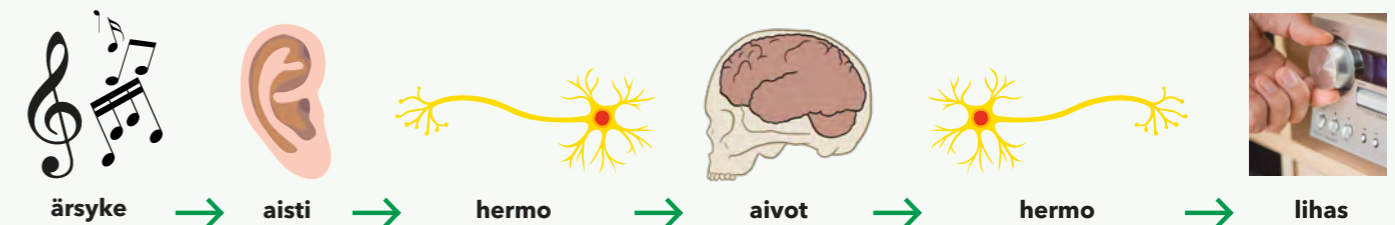
Aistimusten perusteella aivot lähettävät hermoja pitkin nopeita viestejä kehon eri elimille.

Elimet muuttavat viestien mukaan toimintaansa niin, että elimistö pääsee taas tasapainoon.

Keho pyrkii esimerkiksi suojautumaan kirkkaalta valolta silmien siristämällä ja kuumuudelta hikoilemalla.

Elimistö muuttaa toimintaansa aistimusten mukaan

Äniärsyke aiheuttaa kuuloaistimuksen. Aistimuksen perusteella ihminen päättää laittaa musiikin kovemmalle tai hiljemmalle.



9. Missä aistimus syntyy?

10. Mihin keho tarvitsee aistimuksia?

Hormonieritys toimii hermostoa hitaammin

Viestit aisteista aivoihin kulkevat nopeasti hermostoa pitkin.

Elimistön toimintaa säätelevät hermoston lisäksi myös hormonit. Hormonien aikaansaama säätely tapahtuu kehossa hitaammin kuin hermoston säätely.

Hormoneja tuottavat umpirauhaset, joita on eri puolilla kehoa.

Hormonit leviävät verenkierron mukana kaikkialle elimistöön.

Esimerkiksi kun ihminen kaatuu, säikähdys ja kipu lisäävät sellaisten hormonien määrää veressä, jotka nopeuttavat sydämen sykettä ja hengitystä.

11. Millä erilaisilla tavoilla keho säätelee toimintaansa?



◀ Kaikkialla elimistössä on hermopäätteitä, jotka aistivat kipua. Ne viestittävät aivoille vaarasta. Voimakkaat kipukokemukset synnyttävät aivoihin muistijäljen, joka opettaa toimimaan varovaisemmin samanlaisissa tilanteissa.

Puolustusjärjestelmä taistelee mikrobeja ja vaarallisia aineita vastaan

Ihmisen puolustusjärjestelmä suojaa kehoa erilaisilta epäpuhtauksilta ja taudinaiheuttajilta.

Puolustusjärjestelmään kuuluvat

- iho
- limakalvot kehon eri osissa
- hengitysteiden värekarvat
- hapen mahaneste
- veren valkosolut.

12. Mihin puolustusjärjestelmää tarvitaan?

Veren valkosolut tunnistavat mikrobeja, jotka ovat elimistölle vieraita.

Ne syövät haitallisia mikrobeja tai tuottavat vasta-aineita, jotka tuhoavat mikrobeja.

13. Mikä on valkosolujen tehtävä elimistössä?



◀ Ihminen voi tukea puolustusjärjestelmäänsä omalla toiminnallaan. Hengityssuojain estää haitallisten hiukkasten pääsyn keuhkoihin.

KIVA TIETÄÄ!

Eläimet lähettävät salaisia viestejä

Ihmisillä ja eläimillä on erilaisia keinoja lähettää viestejä lajikumppaneilleen.

Koira jättää virtsajälkiä maastoon.

Toinen koira tulkitsee viestejä.

Se nuuhkii, onko virtsajäljen jättänyt

kilpaileva uros vai naaras,

joka on valmis parittelemaan.

Ihminen lähettää viestejä puhelimella,

kun on kiinnostunut toisesta

ja kaipaa tämän seuraa.

Ihminen ja eläimet lähettävät

kemiallisia viestiaineita eli feromoneja.

Niitä erittyy hien, virtsan ja syljen mukana.

Ne vaikuttavat saman lajin yksilöiden

käyttäytymiseen ja hormonitoimintaan.

Lisääntymiseen liittyvät feromonit

houkuttelevat eri sukupuolia

löytämään toisensa ja parittelemaan.

Feromonit saattavat vaikuttaa myös siihen,

miksi kaksi ihmistä rakastuu toisiinsa.

Silkkiyökkösperhosnaaras kutsuu feromoneillaan

koirasta jopa monen kilometrin päästä.

Pelokas nisäkäs erittää hälytysferomoneja.

Ne saavat lähellä olevat lajitoverit pelokkaiksi.

Myös muurahaiset erittävät hälytysferomoneja, joilla ne varoittavat muita muurahaisia vaarasta.





TUTKIMUSKORTTI

Miten elimistö voi tietää, mitä tarvitsemme milloinkin?

1. Elimistö kokoaa tietoa eri lähteistä.

Millaisia tuntemuksia seuraavat tapahtumat synnyttävät sinussa?

1. On kuuma päivä. Olet hikoillut kovasti.
2. Aamupalasi jäi välin, etkä syönyt ruokaa myöskään koulussa.
Kotona ei ole ketään laittamassa ruokaa.
3. Sormesi jää oven väliin.
4. Seisot bussipysäkillä kylmänä aamuna.
Sinulla ei ole sukkaa tennareissa ja päälläsi on vain t-paita ja shortsit.
5. Samassa bussissa oleva koulutoverisi saa sydämesi lyömään kiihkeämmin.

Lajitele tuntemukset taulukkoon:

- kylmä
- jano
- kipu
- tunnereaktio
- nälkä

Rastita taulukkoon, mistä tapahtuman viesti tulee.

Mikä tuntemus?	Elimistön sisältä tuleva	Ympäristön aiheuttama	Muiden ihmisten aiheuttama
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

TUTKI JA TOIMI



Minä itse -tehtävä

Pohdi ja kuvaile, millä tavalla ihosi reagoi, kun

- a. olet urheillut reippaasti
- b. olet jäänyt kiinni valehtelemisesta
- c. ulkona on pakkasta ja sinua paleltaa.

2. Yhdistä tapahtuma ja muutos kehossa.

- | | | |
|---|---|------------------------------|
| a. Olet hikoillut. | • | • kipu |
| b. Energian määrä vähenee kehossa. | • | • Hormonieritys kiihtyy. |
| c. Olet nostanut liian suuria painoja kuntosalilla. | • | • jano |
| d. Auto ajaa melkein päällesi suojatiellä. | • | • Valkosolujen määrä kasvaa. |
| e. Kehoon tunkeutuu virus. | • | • nälkä |

3. Mitkä aistit toimivat Aadan aamutoimissa? Kirjoita viivalle, mitä aisteja hän käyttää.

1. Aada herää aamulla, kun pikkuveli itkee. _____
2. Hän menee suihkuun, jonka kylmä vesi herättää hänet lopullisesti. _____
3. Kahvin tuoksu leijailee keittiöstä ja houkuttelee aamupalalle. _____
4. Aadalla onkin jo nälkä. _____
5. Hän syö aamupalaksi maukkaan jogurtin ja banaanin. _____
6. Kuuma kahvi polttaa kielen, mutta ei onneksi pahasti. _____
7. Aada vilkaisee keittiön kelloa ja huomaa, että hänellä on jo kiire bussiin. Aada juoksee pysäkille ja ehtii täpärästi bussiin. _____
8. Aurinko paistaa ja lämmittää mukavasti Aadan kasvoja, kun hän istuu bussissa. Päivästä tulee varmasti hyvä. _____

Lisääntyminen ja perinnöllisyys ovat osa evoluutiota

1. Lisääntyminen on välttämätöntä elämän jatkumisen kannalta 8

Lisääntyminen tuottaa uudenlaisia yksilöitä
Geenit ohjaavat sukupuolen kehittymistä
Hormonit käynnistävät murrosiän muutokset

2. Murrosiässä sukuelimet alkavat tuottaa sulusoluja 24

Naisen sukuelimet kehittyvät valmiiksi murrosiässä
Miehen sukuelimet kasvavat kokoa murrosiässä
Munasolu kypsyy kuukautiskierron aikana
Lisääntymiseen tarvitaan miehen ja naisen välistä seksiä

3. Alkio kehittyy kohdussa täydelliseksi ihmiseksi 40

Raskauden alkaessa kuukautiskierto pysähtyy
Äidin ja lapsen elimistöt muuttuvat raskauden aikana
Syntyminen ja synnytys lähestyvät

4. Nuoruutta seuraa aikuisuus ja vanheneminen 56

Nuoruus muuttuu aikuisuudeksi
Elämänkaaren aikana keho vanhenee
Naisten ja miesten vanhenemisessa on eroja
Elämä päättyy kuolemaan

5. Ominaisuudet periytyvät sukupolvelta toiselle 68

Solun tumassa on kromosomeja
Kromosomi sisältää useita geenejä
Jotkut ominaisuudet periytyvät yhden geeniparin vaikutuksesta
Suurin osa ominaisuuksista periytyy usean geeniparin vaikutuksesta
Perimään voi syntyä virheitä

6. Ihminen on ainutlaatuinen 84

Ihmisen evoluutio alkoi Afrikassa
Ihmislajilla ja simpanssilla on yhteinen esi-isä
Pystyihminen, neandertalinihminen ja denisovanihminen olivat varhaisia ihmislajeja
Ihminen eroaa muista nisäkkäistä
Ihminen on sosiaalinen eläin
Ihmisen toiminta vaikuttaa tulevaisuuteen

Tärkeät käsitteet 104

Kuvalähteet 109

5. Ominaisuudet periytyvät sukupolvelta toiselle



TUTKI KUVAA

1. Mitä yhteisiä ja erilaisia piirteitä kuvan ihmisillä on?
2. Kuvassa on perhe. Mitä piirteitä lapset ovat perineet vanhemmiltaan?
3. Pohdi, millaiset asiat eivät periydy, vaan ne opitaan perheessä.

Tavoitteet:

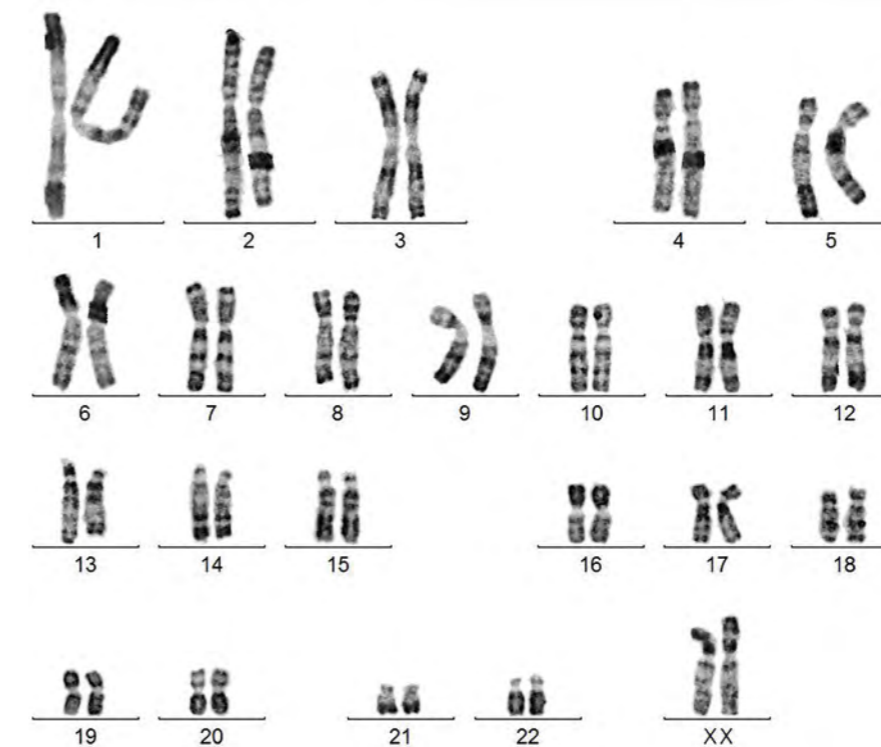
- Opit, miten ominaisuudet periytyvät.
- Opit, mitä DNA, kromosomit ja geenit ovat.
- Opit, miten ympäristö vaikuttaa ihmisen ominaisuuksiin.

Solun tumassa on kromosomeja

Ihmisen solujen tumassa on kromosomeja, joista puolet on peräisin äidiltä ja puolet isältä. Ihmisellä on soluissaan 46 kromosomia. Niistä kaksi ovat sukupuolikromosomeja, jotka määräävät yksilön sukupuolen.

Sukupuolikromosomi voi olla joko X- tai Y-kromosomi. Muita kromosomeja on 44 kappaletta eli 22 paria. Ne vaikuttavat yksilön muihin ominaisuuksiin.

4. Mitä sukupuolikromosomeja ihmisellä on?



- ▲ Ihmisen kromosomit järjestettynä pareittain isoimmasta pienempään. Kuvassa on naisen kromosomit mikroskoopissa nähtynä.

Kromosomi sisältää useita geenejä

Kromosomit sisältävät useita geenejä eli perintötekijöitä. Geenit eli perintötekijät määräävät, millaisia ominaisuuksia ihmisellä on.

Ihmisen solun kaikissa 46 kromosomissa on yhteensä noin 20 000 geeniä.

Geenit koostuvat DNA:sta.

Geenien tehtävä on ohjata yksilön kehitystä ja toimintaa.

Se tapahtuu siten, että geenit ohjaavat proteiinien tuotantoa soluissa.

Jokainen geeni sisältää yleensä rakennusohjeen yhdelle proteiinille.

Rakennustyötä tapahtuu soluissa koko ajan.

5. Mikä on geenien tehtävä?

Proteiinit ovat solujen ja siten koko kehon rakennusaineita.

Syntyvät proteiinit tekevät elintoiminnot mahdollisiksi ja saavat aikaan persoonalliset ominaisuutemme.

Geenit ohjaavat esimerkiksi, minkä väriset hiukset ihmisellä on tai millainen temperamentti hänellä on.

Kaikilla ihmisillä on erilaisia ominaisuuksia, jotka erottavat heidät toisista ihmisistä.

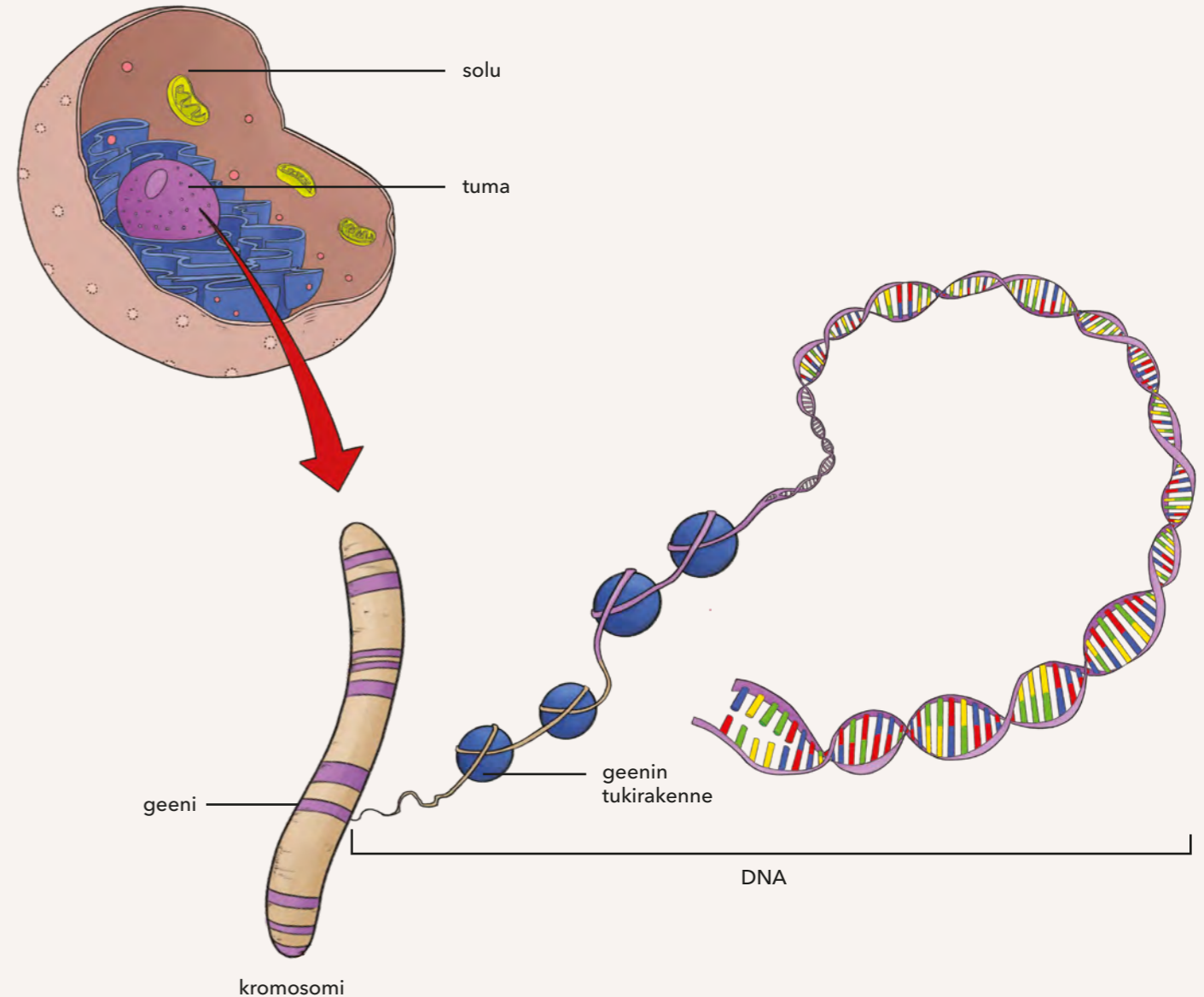
6. Miten ihmisen persoonalliset ominaisuudet syntyvät soluissa?



▲ Kiharat hiukset, pisamat, likinäköisyys ja iloinen luonne ovat ominaisuuksia, joihin geenit vaikuttavat.

Kromosomit sisältävät ihmisen geenit eli perintötekijät

Ihmisen soluissa on yhteensä 46 kromosomia. Yksi kromosomi sisältää useita geenejä. Geeni on pätkä DNA:ta.



7. Katso kuvaa. Mistä geenit rakentuvat?

Jotkut ominaisuudet periytyvät yhden geeniparin vaikutuksesta

Jokaisesta geenistä on olemassa kaksi muotoa. Geenien eri muotoja kutsutaan nimellä alleeli.

Alleelit vaikuttavat ominaisuuksien periytymiseen kahdella tavalla.

Jos peritty alleeli on vallitseva eli dominoiva, sen tuottama ominaisuus tulee näkyviin ihmisessä aina.

Jos alleeli on peittyvä eli resessiivinen, sen tuottama ominaisuus tulee näkyviin vain, kun sama alleeli on peritty molemmilta vanhemmilta. Toinen alleeli on aina peritty äidiltä ja toinen isältä.

8. Mikä on dominoiva alleeli?



▲ Pienet lapset eivät yleensä pidä greipin karvaasta mausta.

Geenin eri muodot

A= dominoiva alleeli

a= resessiivinen alleeli

AA Lapsi on saanut molemmilta vanhemmiltaan dominoivan alleelin.

Aa Lapsi on saanut dominoivan alleelin toiselta vanhemmaltaan ja resessiivisen toiselta. Näin lapsella on dominoivan alleelin aikaansaama ominaisuus.

aa Lapsi on saanut molemmilta vanhemmiltaan resessiivisen alleelin. Näin lapsella ei ole dominoivan alleelin aikaansaamaa ominaisuutta.

Esimerkiksi ihmisen kyky maistaa karvasta makua määräytyy dominoivan geenimuodon mukaan. Jos hän saa molemmilta vanhemmiltaan tai vain toiselta vanhemmaltaan dominoivan alleelin, hän maistaa esimerkiksi greipin tai tumman suklaan karvaan maun. Jos hän saa molemmilta vanhemmiltaan resessiivisen alleelin, hän ei maista karvautta.

9. Miksi toinen ihminen voi maistaa greipin karvaan maun ja toinen ei?

Karvaan maun maistamisen perinnöllisyys

K= maistaa karvaan maun
k= ei maista karvasta makua

siittiö/munasolu	K	k
K	KK	Kk
k	kK	kk



10. Tutki perinnöllisyyskaaviota. Kuinka moni jälkeläisistä maistaa karvaan maun?

Suurin osa ominaisuuksista periytyy usean geeniparin vaikutuksesta

Yleensä ihmisen ominaisuuksiin vaikuttaa useampi geeni yhdessä.

Hyviä esimerkkejä siitä ovat pituus, silmien väri ja ihonväri.

Ne ovat perinnöllisiä ominaisuuksia, joihin ei voi itse vaikuttaa.

Ihmisellä on esimerkiksi sitä tummemp iho, mitä enemmän hänellä on tumman ihon geenejä. Ja mitä enemmän ihmisellä on vaalean ihon geenejä, sitä vaaleampi iho hänellä on.

Jos ihmisellä on puolet vaalean ihon geenejä ja puolet tumman ihon geenejä, hänen ihonsa väri on keskiruskea.

11. Mistä ihmisen ihonväri johtuu?



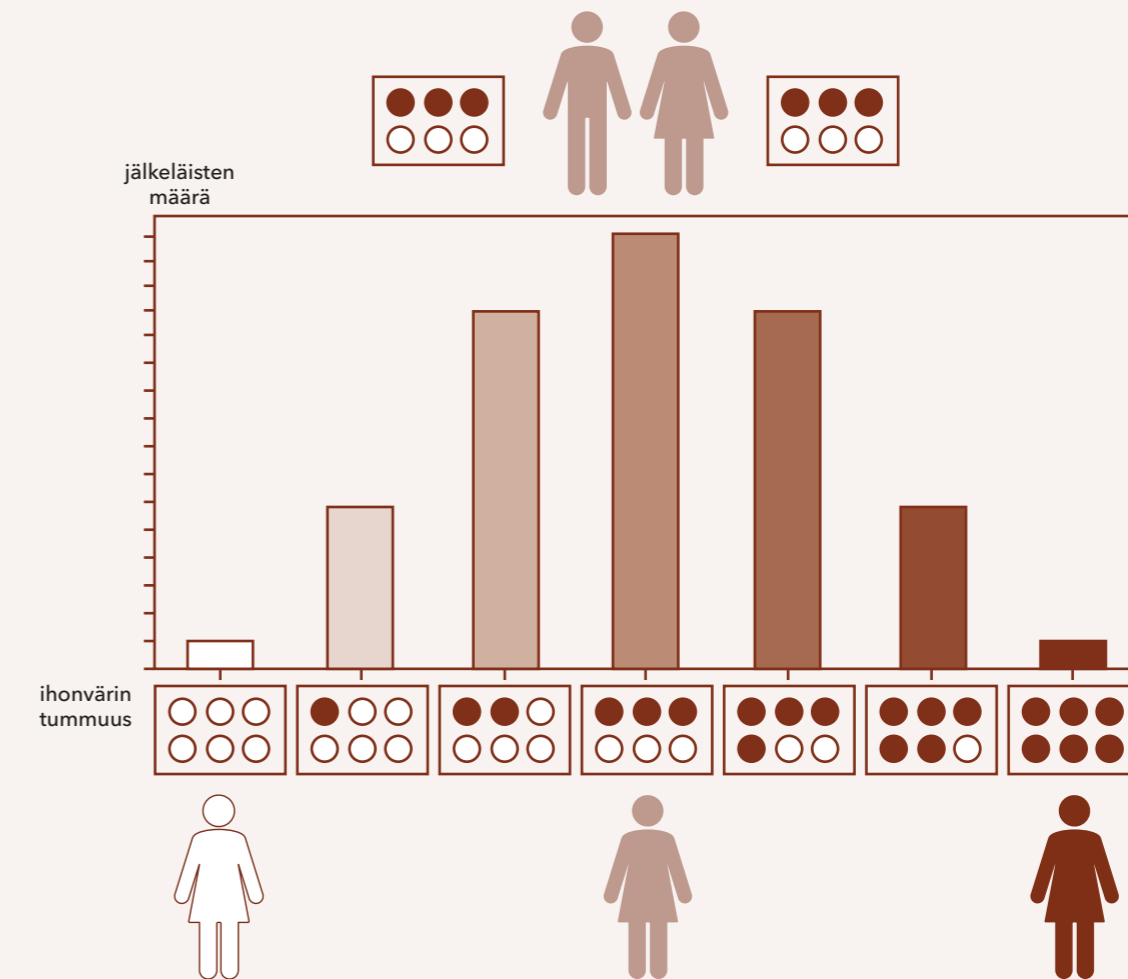
▲ Jos toisella vanhemmalla on tumma iho ja toisella vaalea iho, lapsilla on todennäköisesti keskiruskea iho.

Ihon väriin vaikuttavat useammat geeniparit

Mitä enemmän tumman ihonväriin alleeleja ihmisellä on, sitä tummempi hänen ihonsa on.

Diagrammissa on kuvattu tilanne, jossa molemmilla vanhemmilla on keskiruskea iho eli kolme vaalean ihon alleelia ja kolme tumman ihon alleelia. Heidän lapsellaan on todennäköisesti keskiruskea iho, mutta lapsi voi olla myös täysin vaaleaihoinen tai täysin tummaiho.

Tietyn ihonväriin todennäköisyys



12. Tutki diagrammia. Jos molemmilla vanhemmilla on keskiruskea iho, minkä värinen iho heidän lapsellaan voi olla?

Perimään voi syntyä virheitä

Kun munasolut ja siittiöt kehittyvät, niihin voi tulla virheitä.

Kun alkio kasvaa ja solut jakaantuvat miljooniksi uusiksi soluiksi, on mahdollista, että geeneihin tai kromosomeihin tulee muutoksia.

Virheitä ja muutoksia geeneissä kutsutaan mutaatioiksi.

Osan mutaatioista elimistö pystyy korjaamaan, eikä niistä synny ihmiselle haittaa.

Jotkut mutaatiot voivat olla ihmiselle haitallisia, tai ne voivat aiheuttaa perinnöllisiä sairauksia.

13. Mikä on mutaatio?

Haitallisinta on, jos kromosomiluku periytyy väärin.

Kromosomeja voi olla yksi liikaa tai yksi liian vähän.

Silloin kromosomit eivät päädy siittiöihin tai munasoluihin pareittain, kuten normaalisti.

Tällöin syntyvä lapsi saa jotakin kromosomia vain 1 kappaleen eli yhden liian vähän tai 3 kappaletta eli yhden liikaa.

Ihmisillä, joilla on Downin oireyhtymä, on 3 kappaletta kromosomia numero 21.

Heillä on siis soluissaan 47 kromosomia, vaikka kromosomeja pitäisi olla 46.

Ylimääräinen kromosomi aiheuttaa kehitysvamman.

14. Miten ylimääräinen tai puuttuva kromosomi voi vaikuttaa ihmiseen?



▲ Mutaatio voi aiheuttaa sen, että lapsen käsiin kasvaa ylimääräinen sormi.

Monet sairaudet periytyvät geenien välityksellä.

Sairauksia aiheuttavien geenien alleelit ovat kuitenkin usein peittyviä.

Silloin sairaudet ilmenevät vain, jos sairauden aiheuttava alleeli peritään molemmilta vanhemmilta.

On mahdollista, että tulevaisuudessa sairauksia voidaan parantaa niin, että virheellisen geenin tilalle vaihdetaan uusi, terve geeni.

15. Miksi on hyvä asia, että monien sairauksien geenien alleelit ovat peittyviä?

Kromosomeihin tai yksittäisiin geeneihin voi syntyä virheitä sikiön kehityksen aikana ja syntymän jälkeen.

Suurin syy virheisiin ovat sattuma ja ympäristötekijät.

Joskus ympäristö voi vaurioittaa terveiden solujen perimää.

Tällaisia soluja vaurioittavia asioita ovat auringon ultraviolettisäteily eli UV-säteily, radioaktiivinen säteily,

jotkut kemikaalit, tupakka, alkoholi ja huumeet.

Silloin terveet solut voivat muuttua pahanlaatuisiksi eli syöpäsoluiksi.

Tästä esimerkkinä on ihosyöpä eli melanooma, jonka syntyy usein auringon UV-säteily.

16. Mitkä asiat voivat vaurioittaa soluja?



▲ Downin syndroomaan liittyy muutoksia ihmisen ulkonäössä sekä sisäelinten ja aivojen toiminnassa. Monet down-ihmiset voivat elää itsenäistä elämää, jos he saavat siihen tukea.



▲ Tupakan aineet vaurioittavat soluja. Kun solut vaurioituvat, ihminen voi sairastua esimerkiksi huulisyöpään.

KIVA TIETÄÄ!



Kertooko geenitesti kohtalomme?

Suuri osa harvinaisista sairauksista on perinnöllisiä. Myös alttius sairastua syöpään on perinnöllistä.

Joidenkin perinnöllisten sairauksien geenivirheet on saatu selville geenitutkimuksen avulla. Nykyään tunnetaan jo tuhansia genejä, jotka aiheuttavat perinnöllisiä sairauksia.

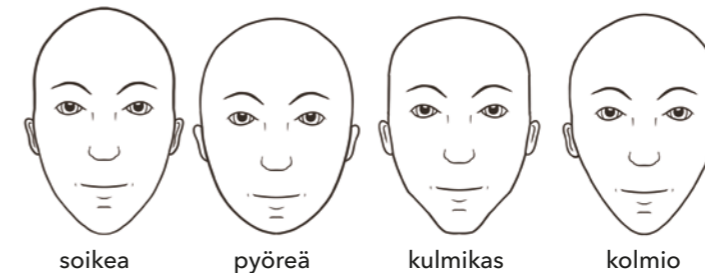
Geenitestin tekemiseen riittää verinäyte, koska veren soluissa on samat geenit kuin muissakin soluissa. Testattavan ihmisen genejä verrataan tunnettuun tautigeeniin. Jos ne ovat samanlaisia, ihmisellä on sairautta aiheuttava geeni. Hän saattaa sairastua elämänsä aikana tähän sairauteen. Sairastuminen ei ole kuitenkaan varmaa.

Jos lapsia haluava pariskunta tietää, että heidän suvuissaan on perinnöllisiä sairauksia, pariskunta voi saada perinnöllisyysneuvontaa. Silloin arvioidaan, kuinka todennäköistä on, että sairaus periytyy vauvalle.

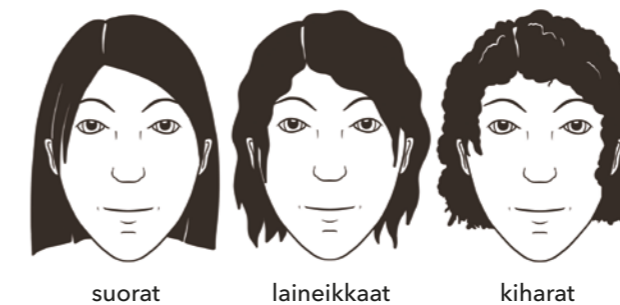
TUTKIMUSKORTTI

Miten omat piirteeni ovat syntyneet?

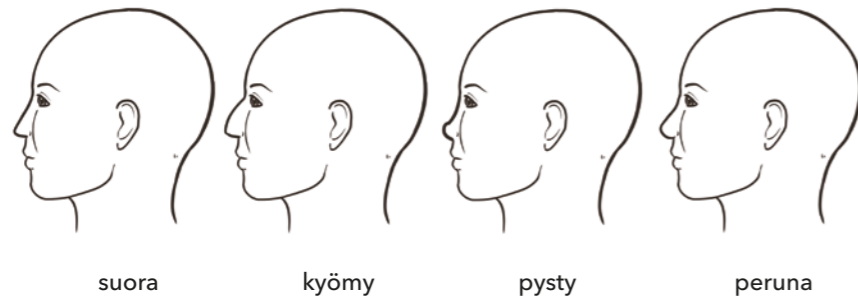
1. Ota itsestäsi kuva edestä ja sivulta tai katso itseäsi peilistä.
2. Hanki kasvokuvat edestä ja sivulta kuvattuina vanhemmistasi tai lähisukulaisistasi.
3. Tutki omia ja sukulaisesi ominaisuuksia. Käytä apuna alla olevia piirroskuvia. Vertaile kuvia ja kirjoita havaintosi taulukkoon.
 - a. Minkä muotoiset kasvot ovat?



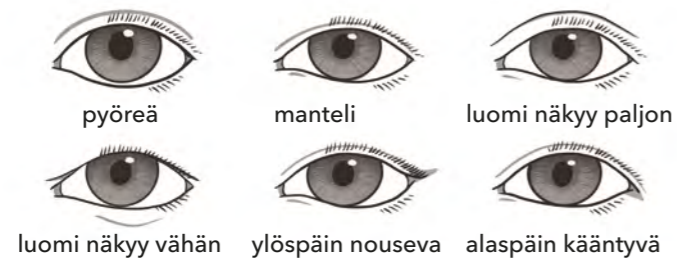
- a. Minkä muotoiset kasvot ovat?
- b. Millainen hiusten laatu on? Minkä väriset hiukset ovat?



c. Millainen nenän muoto on?



d. Millainen silmien muoto on (pyöreä, manteli, luomi näkyy paljon, luomi näkyy vähän, ylöspäin nouseva silmä, alaspäin kääntyvä silmä)? Entä silmien väri?



e. Millainen on ihon väri? Onko ihossa pisamia tai muita värimuutoksia?

f. Millaiset korvalehdet ovat?

Onko niissä nipukka, vai onko korvalehti suora?



ominaisuus	minä	sukulainen
kasvojen muoto		
hiusten laatu		
hiusten väri		
nenän muoto		
silmien muoto		
silmien väri		
ihonväri		
korvalehdet		

TUTKI JA TOIMI

😊 Minä itse -tehtävä

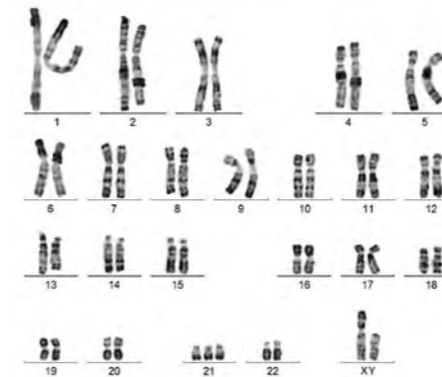
- a. Pohdi ihmisen ominaisuuksia.
Merkitse alla olevaan taulukkoon,
miten seuraavat ominaisuudet ilmenevät vanhemmissasi ja itsessäsi.

Merkitse + vähän, ++ jonkin verran ja +++ paljon

Ominaisuus	äiti	isä	minä
musikaalisuus			
matemaattisuus			
liikunnallisuus			
pituus (senttiä)			
huumorintaju			

- b. Pohdi, miten taulukon ominaisuuksia voidaan mitata tai kuvailla luotettavasti.
- c. Pohdi, mihin taulukon ominaisuuksiin ympäristötekijöillä on vaikutusta. Perustele.
- d. Pohdi, mistä mahdolliset erot vanhempiesi ja sinun välillä voisivat johtua.

2. Kuvassa on ihmisen kromosomit. Tutki kuvaa ja vastaa kysymyksiin.



- a. Etsi ja ympyröi kuvasta sukupuolikromosomit.
- b. Mikä on tämän henkilön sukupuoli?
- c. Minkä poikkeaman löydät henkilön kromosomistosta?
- d. Mitä kyseinen poikkeama aiheuttaa?

3. Ihmisen hienhajun laatu ja korvavahan kosteus periytyvät saman geenin vaikutuksesta. Dominoiva alleeli aiheuttaa voimakkaan hienhajun ja kostean korvavahan. Resessiivinen alleeli aiheuttaa vähäisen hienhajun ja kuivan korvavahan.

- a. Täydennä, mitä ominaisuuksia alleelit aiheuttavat.

H= dominoiva alleeli =

h= resessiivinen alleeli =

- b. Millaisia jälkeläisiä saavat vanhemmat, joista isä on HH ja äiti on Hh?
Merkitse alleelit sukuksolujen sisälle ja tee risteytys.

siittiösolut/munasolut	○	○
♂		
♀		