JESSICA LAINE
Health
OF
BELGIAN
SHEPHERDS

SISÄLLYSLUETTELO

1.1. ADOLPHE REUL JA CUREGHEMIN PERINTÖ 4

1.2. SUKUSIITOSKERROIN (COI) JA GENEETTINEN TOTUUS (GCOI%) 5

1.3. MAAILMANSODAT: GENEETTINEN ROMAHDUS JA ELVYTYS 5

1.4. MUUNNOSTEN ERIYTTÄMINEN JA GENEETTINEN ERISTYNEISYYS 5

2.1. POLYGEENISET SAIRAUDET: KUN USEAMPI TEKIJÄ KOHTAA 6

2.2. JALOSTUSPOHJAN KAVENTUMINEN JA HOMOTSYGOTIAN KASVU 6

2.3. HERMOSTON JA IMMUUNIJÄRJESTELMÄN KYTKEYTYNEISYYS 6

2.4. YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA GEENIEN ILMENTYMINEN (EPIGENETIIKKA) 7

3.1. HERMOSTON MIKROSKOOPPINEN ARKKITEHTUURI 8

3.2. VÄLITTÄJÄAINEIDEN HERKKÄ TASAPAINO (NEUROTRANSMITTERIT) 8

3.3. VERI-AIVOESTE (BLOOD-BRAIN BARRIER) – SUOJAMUURI JA SEN HAAVOITTUVUUS 8

3.4. IMMUUNIJÄRJESTELMÄN JA HERMOSTON RISTEYSKOHTA 9

3.5. AUTONOMINEN HERMOSTO: TAISTELE TAI PAKENE 9

4.1. MENDELISTINEN VS. MONIMUTKAINEN PERINNÖLLISYYS 10

4.2. GENOMITESTAUKSEN VALLANKUMOUS: SNP-MARKKERIT 10

4.3. EPIGENETIIKKA: MITEN ELÄMÄ MUOKKAA GEENIEN ILMENTYMISTÄ 10

4.4. GEENIEN KYTKEYTYNEISYYS JA "VAPAAMATKUSTAJAT" 11

4.5. TESTAUKSEN EETTISET HAASTEET 11

5.1. LOKUS CFA37 JA ADAM23: SYNAPSIN VAKAUTTAJA 12

5.2. CFA14 JA RAPGEF5: MONIMUTKAISUUDEN LISÄÄJÄ 12

5.3. TESTITULOSTEN TULKINTA: PUHDAS, KANTAJA VAI SAIRAS? 12

5.4. KOHTAUSTEN FYSIOLOGIA JA DIAGNOSTIIKKA 13

5.5. DIAGNOSTINEN PROTOKOLLA SUOMESSA 13

5.6. EPILEPSIA JA JALOSTUSSTRATEGIA (RISKIENHALLINTA) 13

6.1. SDCA1: KALIUMKANAVAN TOIMINTAHÄIRIÖ 14

6.2. SDCA2: ATP-AINEENVAIHDUNNAN VIRHE 14

6.3. TESTAUS JA JALOSTUSVALINNAT: 100 % VÄLTETTÄVISSÄ 14

6.4. SENSORINEN NEUROPATIA JA MUUT HARVINAISET POIKKEAVUUDET 14

6.5. DIAGNOSTINEN EROTTELU: ATAKSIA VAI EPILEPSIA? 15

7.1. MAHALAUKUN ADENOKARSINOOMA: RODUN ERITYISVITSAUS 16

7.2. HEMANGIOSARKOOMA: VERISUONTEN HILJAINEN TAPPAJA 16

7.3. LYMFOOMA JA IMMUUNIJÄRJESTELMÄN ROOLI 16

7.4. SYÖPÄ JA EPIGENETIIKKA: VOIMMEKO VAIKUTTAA RISKIIN? 16

7.5. JALOSTUKSELLISET RATKAISUT SYÖPÄRISKIN HALLINTAAN 17

8.1. NIVELDYSPLASIA: LONKAT (HD) JA KYYNÄRPÄÄT (ED) 18

8.2. SELÄN TERVEYS: LTV, SP JA VA 18
8.3. LUUSTON JA HERMOSTON VÄLINEN VUOROVAIKUTUS 18
8.4. KASVUAIKA JA EPIGENETIIKKA LUUSTON KEHITYKSESSÄ 19
8.5. JALOSTUSVALINNAT RAKENTEEN OSALTA 19
9.1. EPIGENETIIKKA: GEENIEN PÄÄLLE- JA POISKYTKENTÄ 20
9.2. RAVITSEMUS NEUROLOGISENA TUKENA: MCT-ÖLJYT JA EPILEPSIA 20
9.3. STRESSIN BIOKEMIA JA KORTISOLIHALLINTA 20
9.4. KEMIKAALIKUORMA JA YMPÄRISTÖN KARSINOGEENIT 20
9.5. MIKROBIOMI – TOISET AIVOT 21
10.1. KANSALLINEN EPI-PROJEKTI JA VERINÄYTEPANKKI 22
10.2. AVOIMUUDEN KULTTUURI: KOIRANET JA TERVEYSLAUSUNNOT 22
10.3. GCOI-DATAN HYÖDYNTÄMINEN SUOMALAISESSA JALOSTUKSESSA 22
10.4. TUTKIMUKSESTA PEVISA-OHJELMAAN 22
10.5. MITEN OMISTAJA VOI OSALLISTUA? 23
11.1. PERINTEINEN SUKUSIITOSKERROIN (COI) JA SEN SOKEAT PISTEET 24
11.2. GENEETTINEN SUKUSIITOS (GCOI): MITÄ DNA KERTOO? 24
11.3. "VIERAS UROS" -ILLUUSION MURTAMINEN 24
11.4. DLA-MONIMUOTOISUUDEN TURVAAMINEN 24
11.5. KÄYTÄNNÖN TYÖKALU: GENOMINEN PARITUS-SIMULAATIO 25
12.1. MATALAN KÄYTTÖASTEEN UROKSET: POPULAATION "NUKKUVA" POTENTIAALI 26
12.2. "KÄYTTÖKOIRA" -MÄÄRITELMÄN LAAJENTAMINEN 26
12.3. SPERMAPANKIT JA HISTORIALLINEN DNA 26
12.4. MUUNNOSTEN VÄLINEN JALOSTUS (INTERVARIETY) 27
12.5. TULEVAISUUDEN JALOSTUSVALINNAN TYÖKALU: DIVERSITY SCORE 27
13.1. TIEDON JA INTUITION SYNTEESI 28
13.2. HÄPEÄSTÄ AVOIMUUTEEN: UUSI TOIMINTAKULTTUURI 28
13.3. VISIO 2035: TERVEEMPI BELGIANPAIMENKOIRA 28
13.4. KASVATTAJAN VASTUU JA PERINTÖ 28
13.5. LOPPUSANAT 29
PERINTÖ, JOTA VAALIMME 30
UUSI AIKAKAUSI: AVOIMUUDEN VOIMA 30
KASVATTAJAN EETTINEN MAJAKKA 30
VIIMEINEN SANA 31
LIITE 1: GENEETTINEN JA NEUROLOGINEN SANASTO 32
LIITE 2: KASVATTAJAN TARKISTUSLISTA – 10 ASKELTA VASTUULLISEEN PENTUEESEEN 32
LIITE 3: KESKEINEN LÄHDELUETTELO (VALITUT TEOKSET) 33

LUKU 1: BELGIANPAIMENKOIRAN HISTORIA JA GENEETTINEN ALKUPERÄ – PERUSTA TERVEYDELLE TAI SAIRAUDELLE

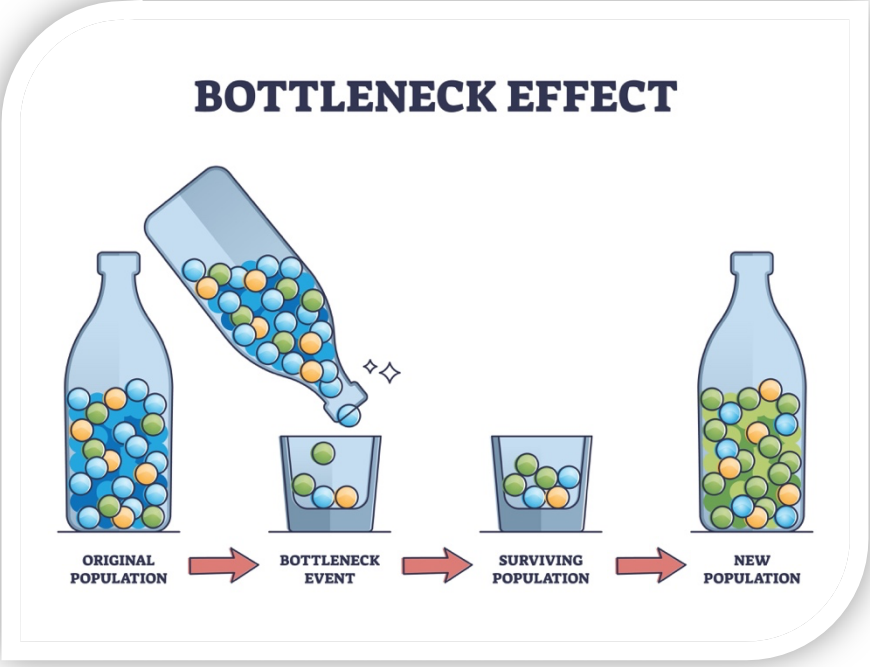
Belgianpaimenkoiran tarina ei ole ainoastaan kertomus paimenista ja heidän työkumppaneistaan, vaan se on oppitunti selektiivisestä jalostuksesta ja sen kauaskantoisista vaikutuksista genomiin. Kun tarkastelemme rodun terveyttä vuonna 2026, meidän on palattava hetkeen, jolloin geneettinen monimuotoisuus kavennettiin vastaamaan ihmisen luomaa esteettistä ja toiminnallista ihannetta.

1.1. ADOLPHE REUL JA CUREGHEMIN PERINTÖ

Vuonna 1891 professori Adolphe Reul kokosi 117 koiraa tarkoituksenaan yhtenäistää hajallaan ollut paikallinen paimenkoirakanta. Tuolloin koirat olivat fenotyypiltään (ulkomuodoltaan) vaihtelevia, mutta niiden genotyyppi (perimä) oli rikas.

Reulin päätös jakaa koirat karvapeitteen mukaan loi ensimmäiset **geneettiset pullonkaulat**.

- **Keinotekoinen valinta:** Kun jalostukseen valittiin vain tietyn värisiä tai karvaisia yksilöitä, suuri osa alkuperäisestä, terveyttä tukevasta geenivaihtelusta karsittiin pois.
- **Founder Effect (Perustajavaikutus):** Nykyiset tuhannet belgianpaimenkoirat polveutuvat suhteellisen pienestä määrästä kantakoiria. Jos esimerkiksi joku harvoista groenendael-kantakoirista kantoi resessiivistä alttiutta epilepsialle, tämä virhe moninkertaistui populaatiossa nopeasti sisäsiitoksen myötä.



1.2. SUKUSIITOSKERROIN (COI) JA GENEETTINEN TOTUUS (GCOI%)

Tässä luvussa on välttämätöntä ymmärtää ero perinteisen ja modernin laskennan välillä. Aiemmassa jalostustieteessä luotettiin sukutauluihin, mutta nykyään katsomme suoraan DNA:han.

1. **COI% (Coefficient of Inbreeding):** Lasketaan sukutaulun perusteella. Se on matemaattinen todennäköisyys sille, että koira perii saman alleelin molemmilta vanhemmiltaan.
    - *Rajoite:* Jos sukutaulussa on puutteita tai jos mendelistinen arvonta on suosinut tiettyjä geenejä, paperilla näkyvä COI (esim. 2 %) voi olla täysin harhaanjohtava.
2. **gCOI% (Genetic COI):** Mitataan suoraan genomista SNP-analyysilla. Se paljastaa todellisen **homotsygotian** asteen – eli kuinka monta prosenttia koiran koko perimästä on identtistä molemmilta vanhemmilta.
    - *Merkitys terveydelle:* Mitä korkeampi gCOI, sitä suurempi on riski, että piilevät sairaudet, kuten epilepsia tai ataksia, tulevat esiin. Korkea gCOI korreloi myös heikomman immuunijärjestelmän (DLA-monimuotoisuuden puute) kanssa.

1.3. MAAILMANSODAT: GENEETTINEN ROMAHDUS JA ELVYTYS

Ensimmäinen ja toinen maailmansota olivat rodulle biologisia katastrofeja. Erityisesti malinois-kanta oli vaarassa hävitä kokonaan.

- **Sodan jälkeinen jalostus:** Populaation elvyttämiseen käytettiin hyvin harvoja eloonjääneitä yksilöitä. Tyypin vakauttamiseksi käytettiin usein erittäin tiukkaa sisäsiitosta (esim. isä-tytär tai täyssisar-yhdistelmiä).
- **Epilepsian juuret:** Monet nykyään tunnistetuista epilepsiariski-linjoista voidaan jäljittää näihin sota-ajan jälkeisiin "sankarikoiriin", joita käytettiin hallitsemattoman paljon populaation elvyttämisessä (Popular Sire Effect).

1.4. MUUNNOSTEN ERIYTTÄMINEN JA GENEETTINEN ERISTYNEISYYS

Vaikka belgianpaimenkoira on virallisesti yksi rotu, muunnosten väliset risteytyskiellot ovat luoneet neljä erillistä "geneettistä saarta".

- **Fst-arvojen analyysi:** Tieteelliset mittaukset osoittavat, että muunnosten välinen geneettinen etäisyys on kasvanut niin suureksi, että ne muistuttavat perimältään täysin eri rotuja.
- **Vaikutus:** Kun muunnos on suljettu, sen sisäinen gCOI nousee väistämättä. Esimerkiksi tervueren-populaatiossa esiintyvä mahasyöpäalttius on lukittunut tiettyihin linjoihin juuri tämän eristyneisyyden vuoksi.

Luvun 1 tiivistelmä: Belgianpaimenkoiran nykyinen terveystilanne ei ole sattumaa, vaan seurausta historiallisista valinnoista, sodista ja keinotekoisista rajoista. Ymmärtämällä gCOI-käsitteen, voimme nähdä, että paperilla puhdas sukutaulu ei takaa geneettistä terveyttä. Meidän on katsottava pintaa syvemmälle – koiran DNA-sekvenssiin.

LUKU 2: MIKSI BELGIANPAIMENKOIRA SAIRASTAA? – GENEETTINEN KUORMA JA FYSIOLOGINEN HERKKYYSTILA

Belgianpaimenkoira on jalostettu äärimmäiseksi työkoiraksi. Sen kyky reagoida salamannopeasti, sietää kovaa fyysistä rasitusta ja lukea ohjaajansa pienimpiäkin eleitä on tehnyt siitä vertaansa vailla olevan kumppanin virkakäyttöön ja urheiluun. Kuitenkin juuri nämä ominaisuudet – hermoston korkea vireystila ja tarkasti rajattu valinta – kantavat mukanaan biologista hintaa.

2.1. POLYGEENISET SAIRAUDET: KUN USEAMPI TEKIJÄ KOHTAA

Toisin kuin yksinkertaiset perinnölliset sairaudet, kuten ataksia (SDCA1/2), suurin osa belgianpaimenkoirien terveysongelmista on **polygeenisiä**. Tämä tarkoittaa, että sairauden puhkeamiseen tarvitaan kymmenien, kenties satojen eri geenimuunnosten epäsuotuisa yhdistelmä.

- **Additiivinen vaikutus:** Yksittäinen "huono" geeni ei tee koirasta sairasta, mutta kun näitä kertyneitä riskialleeleja on tarpeeksi, kynnysarvo ylittyy.
- **Epilepsia ja polygeenisyys:** Kuten luvussa 5 tulemme näkemään, idiopaattinen epilepsia ei ole vain yhden geenin virhe. Vaikka tunnistamme päägeenejä (kuten ADAM23), koiran muu perimä voi joko suojata sitä tai altistaa sähköiselle purkaukselle. Tästä syystä kaksi "siltä väliltä" -statuksen koiraa voivat tuottaa hyvin eritasoisia oireita jälkeläisissään.

2.2. JALOSTUSPOHJAN KAVENTUMINEN JA HOMOTSYGOTIAN KASVU

Kirjasi aiemmassa versiossa mainittiin jalostuspohjan kapeus, mutta nyt tarkastelemme sitä **gCOI-analyysin** kautta. Kun populaatiossa suositaan vain muutamaa suosittua urosta (Popular Sire Effect), tapahtuu kaksi kriittistä asiaa:

1. **Geneettinen ajautuminen (Genetic Drift):** Harvinaiset mutta hyödylliset geenit katoavat populaatiosta sattumanvaraisesti, koska niitä kantavia koiria ei käytetä.
2. **Homotsygotian kasvu:** Koiran perimästä tulee "itseään toistava". Kun molemmat vanhemmat ovat kaukaista sukua keskenään (mikä on belgianpaimenkoirilla sääntö, ei poikkeus), pentujen perimään syntyy pitkiä identtisiä jaksoja (Runs of Homozygosity, ROH).
    - **Fakta:** Mitä enemmän näitä identtisiä jaksoja on (korkea gCOI), sitä todennäköisemmin haitalliset resessiiviset mutaatiot tulevat esiin. Tämä selittää, miksi tietyissä linjoissa "huono tuuri" tuntuu toistuvan.

2.3. HERMOSTON JA IMMUUNIJÄRJESTELMÄN KYTKEYTYNEISYYS

Belgianpaimenkoiran hermoston erityispiirre on sen matala ärsykekynnys. Biologisesti tämä tarkoittaa, että hermosolujen väliset jarrumekanismit (GABAerginen järjestelmä) ovat viritetyt äärimmilleen.

- **Vireystila ja epilepsia:** Jatkuva korkea vireystila (sympaattisen hermoston dominanssi) tarkoittaa, että koiran aivot operoivat lähempänä sähköistä kynnysarvoa. Geneettinen alttius epilepsialle löytää "hedelmällisen maaperän" tällaisesta hermostosta.
- **Immuunijärjestelmän DLA-monimuotoisuus:** Kuten aiemmin on todettu, immuunijärjestelmän geenit (DLA) sijaitsevat lähellä monia neurologisia säätelygeenejä. Kun jalostamme tiukasti tiettyä käyttöominaisuutta, saatamme vahingossa kaventaa DLA-aluetta.
    - **Seuraus:** Matala DLA-monimuotoisuus korreloi suoraan allergioiden, autoimmuunisairauksien (kuten tyypilliset iho-ongelmat) ja mahdollisesti myös syöpäalttiuden kanssa.

2.4. YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA GEENIEN ILMENTYMINEN (EPIGENETIIKKA)

Geenit eivät toimi tyhjiössä. Luku 9 käsittelee tätä laajemmin, mutta on tärkeää ymmärtää jo tässä vaiheessa, että belgianpaimenkoira on ympäristölle herkkä rotu.

- **Stressivaste:** Koiran kokema pitkäaikainen stressi muuttaa kortisoliaineenvaihduntaa, mikä voi "kytkeä päälle" nukkuvia riskigeenejä.
- **Ravitsemuksellinen tuki:** Koska rodulla on taipumusta neurologiseen herkkyyteen, ravitsemuksen rooli (esim. oikeat rasvahapot) on kriittisempi kuin roduilla, joiden hermosto on flegmaattisempi.

Luvun 2 tiivistelmä: Belgianpaimenkoira sairastaa, koska sen jalostushistoria on suosinut äärimmäistä reaktiivisuutta, mikä on samalla kaventanut perimän monimuotoisuutta. Polygeeninen kuorma kasvaa, kun homotsygotia (gCOI) nousee, ja herkkä hermosto on alttiimpi sähköisille ja kemiallisille epätasapainotiloille. Terveyden palauttaminen vaatii siis sekä geneettistä hajauttamista että elinympäristön optimointia.

LUKU 3: KOIRAN FYSIOLOGIA – HERMOSTO, IMMUUNIJÄRJESTELMÄ JA BIOKEMIALLINEN TASAPAINO

Ymmärtääksemme belgianpaimenkoiran terveyttä, meidän on tarkasteltava koiraa integroituna järjestelmänä. Hermosto ei ole vain sähköjohtoja, eikä immuunijärjestelmä ole vain puolustusmuuri; ne ovat jatkuvassa kemiallisessa vuoropuhelussa keskenään. Belgianpaimenkoiralla tämä vuoropuhelu on intensiivisempää kuin monella muulla rodulla.

3.1. HERMOSTON MIKROSKOOPPINEN ARKKITEHTUURI

Kuten aiemmassa teoksessasi mainittiin, hermosto jaetaan keskushermostoon (CNS) ja ääreishermostoon (PNS). Syvennytään nyt siihen, mitä tapahtuu **synapsissa** – kahden hermosolun välisessä liitoksessa.

- **Synaptinen transmissio:** Viesti kulkee sähköisenä impulssina hermosolun vartta pitkin, mutta muuttuu kemialliseksi synapsiraossa. Tässä vaiheessa vapautuu välittäjäaineita (kuten glutamaattia tai GABA:a).
- **ADAM23:n rooli synapsissa:** Tässä kohdassa uusi tutkimustieto kohtaa fysiologian. ADAM23-proteiini toimii "synaptisena ankkurina", joka pitää huolen siitä, että hermosolujen välinen liitos on mekaanisesti ja kemiallisesti stabiili.
    - **Fakta:** Jos tämä ankkuri on heikko geenivirheen vuoksi, synapsi "vuotaa" tai laukeaa väärään aikaan. Tämä on idiopaattisen epilepsian alkupiste.

3.2. VÄLITTÄJÄAINEIDEN HERKKÄ TASAPAINO (NEUROTRANSMITTERIT)

Belgianpaimenkoiran kuuluisa "moottori" ja reaktiivisuus johtuvat suoraan sen välittäjäaineprofiilista.

- **Eksitatoriset (kiihdyttävät) aineet:** Glutamaatti ja dopamiini. Ne ajavat koiraa suoritukseen, saalistusviettiin ja tarkkaavaisuuteen.
- **Inhibitoriset (jarruttavat) aineet:** GABA (Gamma-aminovoihappo). Se on aivojen tärkein jarru, joka estää ylistimulaatiota.
- **Kytkös terveyteen:** Belgianpaimenkoirilla on havaittu, että niiden "jarrujärjestelmä" on usein geneettisesti viritetty sietämään valtavia määriä kiihdytystä. Jos tämä tasapaino horjuu – esimerkiksi stressin tai perinnöllisen alttiuden vuoksi – seurauksena on neurologinen ylikuormitus, joka voi ilmentyä kohtauksina tai pakko-oireisena käytöksenä.

3.3. VERI-AIVOESTE (BLOOD-BRAIN BARRIER) – SUOJAMUURI JA SEN HAAVOITTUVUUS

Veri-aivoeste on erikoistunut solukalvo, joka estää haitallisten aineiden pääsyn verenkierrosta aivokudokseen.

- **MDR1-geeni ja lääkeaineyliherkkyys:** Vaikka MDR1-mutaatio (p-glykoproteiinin puutos) on yleisempi collie-sukuisilla roduilla, se on olemassa oleva riski myös belgianpaimenkoirilla. Jos este

vuotaa, tietyt lääkeaineet (kuten ivermektiini) pääsevät suoraan aivoihin aiheuttaen vakavia myrkytyksiä.
- **Epilepsia ja veri-aivoeste:** Uusimmat tutkimukset viittaavat siihen, että toistuvat epileptiset kohtaukset voivat vaurioittaa tätä estettä, mikä luo noidankehän: tulehdusreaktiot verenkierrosta pääsevät aivoihin, mikä madaltaa kohtauskynnystä entisestään.

3.4. IMMUUNIJÄRJESTELMÄN JA HERMOSTON RISTEYSKOHTA

Belgianpaimenkoiran immuunijärjestelmä on poikkeuksellisen valpas. Tämä "hypervigilanssi" ei rajoitu vain ympäristön tarkkailuun, vaan se tapahtuu myös solutasolla.

- **Sytokiinit ja neuroinflammaatio:** Kun koira kokee stressiä tai saa infektion, immuunijärjestelmä vapauttaa sytokiineja. Nämä viestimolekyylit voivat läpäistä veri-aivoesteen ja vaikuttaa suoraan mielialaan ja kohtausherkkyyteen.
- **DLA-monimuotoisuuden merkitys:** Kuten luvussa 2 todettiin, kapea DLA-perimä (immuunigeenit) tarkoittaa, että koiran puolustusjärjestelmä saattaa "ylireagoida" omiin soluihinsa (autoimmuunisairaudet) tai vaarattomiin hiukkasiin (allergiat).

3.5. AUTONOMINEN HERMOSTO: TAISTELE TAI PAKENE

Belgianpaimenkoira elää usein sympaattisen hermoston hallitsemassa tilassa.

- **Sympaattinen hermosto:** Valmistelee elimistön toimintaan (syke nousee, pupillit laajenevat, ruoansulatus pysähtyy).
- **Parasympaattinen hermosto:** "Rest and digest" – palautuminen ja lepo.
- **Fysiologinen haaste:** Monilla belgianpaimenkoirilla palautuminen eli siirtyminen parasympaattiseen tilaan on hidasta. Jatkuva korkea kortisolitaso kuluttaa elimistön resursseja ja altistaa kroonisille sairauksille, kuten ruoansulatuskanavan häiriöille ja mahdollisesti jopa solumuutoksille (syöpä).

Luvun 3 tiivistelmä: Belgianpaimenkoiran fysiologia on rakennettu suorituskykyä varten, mutta se toimii kapealla marginaalilla. Synapsien vakaus, veri-aivoesteen tiiviys ja välittäjäaineiden tasapaino ovat kriittisiä tekijöitä. Kun ymmärrämme nämä mekanismit, ymmärrämme myös, miksi lääkitys, ravitsemus ja stressinhallinta ovat niin keskeisiä teemoja tässä kirjassa.

LUKU 4: PERINNÖLLISYYS JA GENETIIKKA – KOODISTA KÄYTÄNTÖÖN

Koiran perimä on kuin massiivinen kirjasto, joka sisältää ohjeet jokaisen solun rakentamiseen ja toimintaan. Belgianpaimenkoiralla tämä kirjasto on vuosisatojen jalostuksen seurauksena tullut erittäin erikoistuneeksi, mutta samalla haavoittuvaiseksi. Tässä luvussa analysoimme, miten koodi siirtyy sukupolvelta toiselle ja miten moderni teknologia auttaa meitä lukemaan sitä.

4.1. MENDELISTINEN VS. MONIMUTKAINEN PERINNÖLLISYYS

Perinnöllisyys jaetaan karkeasti kahteen luokkaan, ja kasvattajan on ymmärrettävä niiden ero:

1. **Monogeeninen (Mendelistinen) perinnöllisyys:** Sairaus johtuu yhdestä tietystä geenivirheestä. Esimerkkinä tästä ovat belgianpaimenkoirien **SDCA1 ja SDCA2 (ataksia)**. Nämä ovat väistyviä (resessiivisiä) ominaisuuksia: koira tarvitsee virheellisen alleelin molemmilta vanhemmiltaan sairastuakseen.
2. **Polygeeninen ja kompleksinen perinnöllisyys:** Suurin osa belgianpaimenkoiran haasteista, kuten **epilepsia, lonkkadysplasia ja syöpäalttius**, kuuluvat tähän ryhmään. Niihin vaikuttaa satoja pieniä perintötekijöitä sekä ympäristö. Tässä kohdassa pelkkä "kyllä/ei" -testi ei riitä, vaan tarvitaan kokonaisvaltaista riskinarviointia.

4.2. GENOMITESTAUKSEN VALLANKUMOUS: SNP-MARKKERIT

Aiemmin testasimme vain tunnettuja mutaatioita. Nykyään käytämme **SNP-paneeleita** (Single Nucleotide Polymorphism), jotka skannaavat koiran perimästä kymmeniä tuhansia kohtia kerralla.

- **gCOI (Genetic Coefficient of Inbreeding):** Kuten luvussa 1 mainittiin, SNP-data paljastaa todellisen homotsygotian. Jos koiralla on pitkiä identtisiä jaksoja DNA-ketjussa (Runs of Homozygosity), se kertoo, että vanhemmat ovat olleet geneettisesti hyvin samankaltaisia.
- **DLA-monimuotoisuuden analyysi:** SNP-testeillä voimme nähdä, onko koiralla riittävästi vaihtelua immuunijärjestelmän geeneissä. Matala monimuotoisuus tällä alueella on usein yhteydessä rodun tyypillisiin iho-ongelmiin ja allergioihin.

4.3. EPIGENETIIKKA: MITEN ELÄMÄ MUOKKAA GEENIEN ILMENTYMISTÄ

Yksi kirjan tärkeimmistä uusista käsitteistä on **epigenetiikka**. Se selittää, miksi kaksi geneettisesti samanlaista koiraa voivat olla terveydeltään erilaisia.

- **Metylaatio:** DNA:n päälle voi kiinnittyä kemiallisia "merkkejä", jotka sammuttavat tai käynnistävät geenejä.
- **Ympäristön rooli:** Emon stressi tiineyden aikana, pentuajan ravitsemus ja koiran kokema kuormitus muuttavat näitä merkkejä.
    - **Esimerkki:** Koira voi kantaa epilepsialle altistavaa geenimuunnosta, mutta optimaalinen ympäristö ja stressinhallinta voivat pitää kyseisen geenin "sammutettuna", jolloin kohtauksia ei koskaan tule.

4.4. GEENIEN KYTKEYTYNEISYYS JA "VAPAAMATKUSTAJAT"

Geenit eivät periydy yksittäin, vaan ne kulkevat suurina paketteina (haplotyyppeinä).

- **Linkage Disequilibrium (Kytkentäepätasapaino):** Jos valitsemme jalostukseen koiran, jolla on äärimmäisen hyvä puruote (haluttu ominaisuus), saatamme vahingossa valita samassa paketissa geenin, joka altistaa esimerkiksi mahasyövälle, jos nämä kaksi sijaitsevat lähekkäin samassa kromosomissa.
- **Fakta:** Tämä on syy siihen, miksi rodun "puhdistaminen" sairauksista on niin vaikeaa. Emme voi poistaa vain huonoja palasia rikkomatta samalla toimivia kokonaisuuksia.

4.5. TESTAUKSEN EETTISET HAASTEET

Kirjasi aiemmassa versiossa pohdittiin vastuullisuutta. Uudessa tyylissä korostamme **tiedon tulkintaa**:

1. **Ei ylikarsintaa:** Jos poistamme jalostuksesta jokaisen koiran, jolla on jokin "riski-alleeli", tuhoamme rodun geenipoolin.
2. **Hallittu riskinotto:** Tavoitteena on parittaa koiria niin, että niiden geneettiset heikkoudet eivät kohtaa (yhdistetään eri haplotyyppejä).

Luvun 4 tiivistelmä: Genetiikka ei ole enää pelkkää sukutaulujen piirtämistä. Se on monimutkaista matematiikkaa, jossa SNP-paneelit paljastavat todellisen sisäsiitoksen (gCOI) ja epigenetiikka muistuttaa meitä ympäristön voimasta. Kasvattajan tehtävä on hallita näitä riskejä, ei pyrkiä mahdottomaan täydellisyyteen. Tieto on työkalu, jolla vältetään kytkeytyneiden riskien realisoituminen.

LUKU 5: IDIOPAATTINEN EPILEPSIA – GENEETTINEN ARVOITUS JA SEN RATKAISUT

Idiopaattinen epilepsia on belgianpaimenkoirien keskuudessa kenties pelätyin sairaus sen arvaamattomuuden ja usein rajun oirekuvan vuoksi. Termi "idiopaattinen" tarkoittaa, ettei sairaudelle löydy rakenteellista syytä (kuten kasvainta tai vammaa); kyseessä on aivojen sähköisen toiminnan perinnöllinen häiriötila.

5.1. LOKUS CFA37 JA ADAM23: SYNAPSIN VAKAUTTAJA

Uusin tutkimustieto (mm. Bernerin yliopisto ja kansainvälinen yhteistyö) on kohdistunut kromosomiin 37 (CFA37). Tältä alueelta on tunnistettu **ADAM23-geeni**, joka on keskeisin yksittäinen tekijä belgianpaimenkoirien epilepsiassa.

- **Mekanismi:** ADAM23 tuottaa proteiinia, joka "ankkuroi" hermosolujen väliset liitokset. Se säätelee ionikanavien toimintaa, jotka puolestaan hallitsevat hermosolun sähköistä varausta.
- **Riskialleeli:** Jos koiralla on mutaatio tässä geenissä, ankkurointi pettää. Tämä johtaa hermoston yliärsytykseen, joka purkautuu epileptisenä kohtauksena.

5.2. CFA14 JA RAPGEF5: MONIMUTKAISUUDEN LISÄÄJÄ

Tutkimus on osoittanut, ettei CFA37 selitä kaikkia tapauksia. Kromosomissa 14 sijaitseva **RAPGEF5** on tunnistettu toiseksi merkittäväksi riskitekijäksi.

- **Yhteisvaikutus:** Jos koira kantaa riskialleelia molemmissa lokuksissa (CFA37 ja CFA14), sen tilastollinen riski sairastua on moninkertainen verrattuna koiraan, jolla on virhe vain toisessa tai ei kummassakaan. Tämä selittää, miksi jotkut "kantajat" pysyvät terveinä ja toiset sairastuvat – kyse on geenien summasta

5.3. TESTITULOSTEN TULKINTA: PUHDAS, KANTAJA VAI SAIRAS?

Epilepsiatesti antaa koiralle statuksen, joka on ymmärrettävä oikein, jotta jalostuspohjaa ei supisteta liikaa.

Status	Genotyyppi	Kuvaus	Jalostuskäyttö
Puhdas (N/N)	Homotsygootti normaali	Ei kanna tunnistettua riskialleelia.	Suositellaan kaikille kumppaneille.
Kantaja (N/Epi)	Heterotsygootti	**"Siltä väliltä."** Koira on itse yleensä terve, mutta kantaa yhtä riskialleelia.	**Vain N/N kumppanin kanssa.**
Korkea riski (Epi/Epi)	Homotsygootti riski	Kantajaa kaksi riskialleelia. Erittäin suuri todennäköisyys sairastua.	Ei suositella jalostukseen.

TÄRKEÄÄ: "Siltä väliltä" eli kantajakoira (N/Epi) ei ole automaattisesti sairas. Se on kuitenkin geneettinen riskinhaltija. Jos se paritetaan toisen N/Epi-koiran kanssa, tilastollisesti 25 % pennuista on Epi/Epi-statuksella, mikä on eettisesti kestämätöntä.

5.4. KOHTAUSTEN FYSIOLOGIA JA DIAGNOSTIIKKA

Mitä koiran aivoissa tapahtuu kohtauksen aikana?

1. **Fokaalinen alku:** Kohtaus alkaa pienestä sähköisestä "oikosulusta" tietyllä aivoalueella (esim. nykiminen kasvoissa).
2. **Generalisoituminen:** Sähkömyrsky leviää koko aivokuorelle. Koira menettää tajuntansa ja kouristelee (Grand Mal).
3. **Post-iktuaalivaihe:** Kohtauksen jälkeen aivojen välittäjäainevarastot ovat tyhjät. Koira voi olla sekava, sokea tai uupunut tuntikausia.

5.5. DIAGNOSTINEN PROTOKOLLA SUOMESSA

Koska epilepsiatesti ei ole vielä "virallinen" kaikissa rekistereissä, diagnoosi perustuu usein poissulkemiseen:

- **Verikokeet:** Maksa-, munuais- ja elektrolyyttiarvojen tarkistus (metabolisten syiden poissulku).
- **MRI ja likvor-näyte:** Kasvainten tai tulehdusten poissulku.
- **Geenitesti:** Käytetään ennustavana työkaluna ja diagnoosin tukena.

5.6. EPILEPSIA JA JALOSTUSSTRATEGIA (RISKIENHALLINTA)

Tässä kohdassa esitellään **"Hallittu eteneminen"**:

- Jos linjassasi on erinomainen käyttökoira, joka paljastuu kantajaksi (N/Epi), älä hätiköi. Etsi sille geneettisesti mahdollisimman kaukainen N/N-kumppani.
- Testaa pennut. Valitse jatkoon N/N-yksilö, jolla on emänsä/isänsä hyvät ominaisuudet. Näin olet "puhdistanut" linjan yhdessä sukupolvessa menettämättä arvokasta työkäyttöperimää.

Luvun 5 tiivistelmä:

Idiopaattinen epilepsia on polygeeninen sairaus, jonka keskiössä ovat ADAM23- ja RAPGEF5-geenit. Testaus antaa meille mahdollisuuden tunnistaa "siltä väliltä" olevat koirat ja estää korkean riskin (Epi/Epi) pentujen syntymän. Jalostusvalinnat on tehtävä matematiikkaan ja fysiologiaan perustuen, ei pelkoon.

LUKU 6: PERINNÖLLISET ATAKSIAT JA MUUT NEUROLOGISET HÄIRIÖT

Siinä missä epilepsia on aivojen "sähköinen myrsky", ataksia on "arkkitehtoninen rappeuma". Belgianpaimenkoirilla esiintyvät pikkuaivojen rappeumasairaudet (Spongy Degeneration with Cerebellar Ataxia, SDCA) ovat rajuja, varhaisella iällä puhkeavia sairauksia, jotka on pystytty paikantamaan tarkasti tiettyihin geenivirheisiin.

6.1. SDCA1: KALIUMKANAVAN TOIMINTAHÄIRIÖ

SDCA1 on liitetty mutaatioon *KCNJ10*-geenissä. Tämä geeni vastaa proteiinista, joka säätelee kaliumionien kulkua keskushermoston tukisoluissa (astrosyyteissä).

- **Mekanismi:** Kun kaliumin säätely pettää, hermosolujen ympärille muodostuu nestettä ja tyhjiöitä (vakuoleja), mikä johtaa aivokudoksen muuttumiseen "pesusienimäiseksi" (spongiforminen degeneraatio).
- **Oireet:** Alkavat tyypillisesti 5–8 viikon iässä. Pentu on haparoiva, se kaatuilee ja sen liikkeet ovat nykiviä.
- **Periytyminen:** Autosomaalinen resessiivinen. Tämä tarkoittaa, että molempien vanhempien on oltava kantajia, jotta sairas pentu syntyy.

6.2. SDCA2: ATP-AINEENVAIHDUNNAN VIRHE

SDCA2 on usein oireiltaan vielä rajumpi kuin SDCA1. Se johtuu mutaatiosta *ATP1B2*-geenissä.

- **Mekanismi:** Virhe haittaa ATP-pumppua, joka on elintärkeä hermosolujen energiansaannille ja sähköisen tasapainon ylläpidolle. Tämä johtaa nopeaan hermosolukuolemaan erityisesti pikkuaivoissa.
- **Ero SDCA1:een:** SDCA2-pennuilla oireet voivat alkaa jo 4 viikon iässä, ja niihin voi liittyä sokeutta tai pään vapinaa (intention tremor).

6.3. TESTAUS JA JALOSTUSVALINNAT: 100 % VÄLTETTÄVISSÄ

Toisin kuin luvussa 5 käsitelty epilepsia, ataksia on "mustavalkoinen" sairaus. Koska se on täysin resessiivinen, voimme poistaa sen riskin populaatiosta yhdellä sukupolvella ilman, että karsimme arvokkaita koiria.

- **Kantaja (N/SDCA):** Koira on täysin terve. Se ei koskaan sairastu ataksiaan, koska sillä on yksi terve geeni, joka riittää normaaliin toimintaan.
- **Jalostusohje:** Kantajaa saa ja usein kannattaakin käyttää, jos se on muuten erinomainen yksilö. Se on kuitenkin paritettava **aina** testatusti puhtaan (N/N) kumppanin kanssa.
- **Tavoite:** Ei yhtään sairasta (SDCA/SDCA) pentua.

6.4. SENSORINEN NEUROPATIA JA MUUT HARVINAISET POIKKEAVUUDET

Ataksian lisäksi belgianpaimenkoirilla on tunnistettu muita, harvinaisempia neurologisia häiriöitä:

1. **Sensorinen neuropatia:** Tuntovaurio, jossa koira ei tunne kipua raajoissaan normaalisti. Tämä voi johtaa itsensä pureskeluun (itsetuhoinen käyttäytyminen).
2. **Käyttäytymiseen liittyvät geneettiset kytkökset:** Kuten alkuperäisessä kirjassasi mainitsit, "terävä" hermosto on rodun ominaisuus. On kuitenkin tutkimusviitteitä siitä, että äärimmäinen ääniarkuus tai pakko-oireinen häntä-shoppailu voivat kytkeytyä samoihin neurologisiin polkuihin kuin lievät epileptiset häiriöt.

6.5. DIAGNOSTINEN EROTTELU: ATAKSIA VAI EPILEPSIA?

On kriittistä, että kasvattaja ja eläinlääkäri osaavat erottaa nämä kaksi:

- **Ikä:** Ataksia puhkeaa lähes poikkeuksetta alle 4 kuukauden ikäisenä. Idiopaattinen epilepsia alkaa yleensä 1–5 vuoden iässä.
- **Kohtauksellisuus:** Epilepsia on kohtauksellista (välillä koira on normaali). Ataksia on jatkuvaa ja etenevää (koira on "humalaisen" oloinen koko ajan).

Luvun 6 tiivistelmä: Ataksia (SDCA1/2) on raju pikkuaivosairaus, joka on täysin hallittavissa geenitesteillä. Resessiivisen luonteen vuoksi kantajien käyttö on turvallista, kunhan kumppani on puhdas. Tämä luku alleviivaa sitä, että neurologinen terveys on monen tekijän summa, ja ataksiatesti on jokaisen vastuullisen kasvattajan perusväline.

LUKU 7: ONKOLOGIA – SYÖPÄSAIRAUDET JA GENEETTINEN ALTTIUS

Vaikka neurologiset sairaudet herättävät eniten keskustelua, tilastollisesti syöpä on yksi yleisimmistä belgianpaimenkoirien kuolinsyistä. Belgianpaimenkoira ei ole vain "yksi rotu muiden joukossa" syöpätilastoissa; tietyt syöpämuodot esiintyvät rodulla moninkertaisella todennäköisyydellä verrattuna koirapopulaatioon keskimäärin.

7.1. MAHALAUKUN ADENOKARSINOOMA: RODUN ERITYISVITSAUS

Mahalaukun syöpä on belgianpaimenkoirilla, erityisesti tervuereneilla ja groenendaeleilla, poikkeuksellisen yleinen. Tutkimukset (mm. *Lubke et al.*) osoittavat, että rodulla on merkittävä perinnöllinen alttius tälle sairaudelle.

- **Geneettinen tausta:** Kyseessä on todennäköisesti autosomaalinen dominantti periytyvyys matalalla penetranssilla. Tämä tarkoittaa, että koira voi kantaa altistavaa geeniä sairastumatta itse, mutta se siirtää alttiuden jälkeläisilleen.
- **Mekanismi:** Syöpä saa alkunsa mahalaukun limakalvon rauhassoluista. Belgianpaimenkoirilla on havaittu yhteys kroonisiin mahalaukun tulehdustiloihin, jotka saattavat toimia syövän "laukaisijoina".
- **Diagnostiikka:** Haasteena on oireettomuus alkuvaiheessa. Kun koira alkaa oksennella tai laihtua, syöpä on usein jo levinnyt.

7.2. HEMANGIOSARKOOMA: VERISUONTEN HILJAINEN TAPPAJA

Hemangiosarkooma on erittäin aggressiivinen verisuonten seinämän syöpä, jota tavataan belgianpaimenkoirilla usein pernassa tai sydämessä.

- **Patofysiologia:** Kasvain on hauras ja runsasverinen. Se voi repeytyä äkillisesti, mikä johtaa sisäiseen verenvuotoon ja shokkitilaan.
- **Geneettinen kytkös:** Tutkimukset viittaavat siihen, että tietyt immuunijärjestelmän säätelygeenit (kuten aiemmin mainitut DLA-alueet) saattavat olla osallisina siinä, miten tehokkaasti koiran elimistö tunnistaa ja tuhoaa alkavia kasvainsoluja.

7.3. LYMFOOMA JA IMMUUNIJÄRJESTELMÄN ROOLI

Lymfooma on imukudoksen syöpä, joka leviää usein imusolmukkeisiin, pernaan ja maksaan.

- **Yhteys monimuotoisuuteen:** On viitteitä siitä, että populaatioissa, joissa **gCOI%** on korkea ja geneettinen monimuotoisuus kapea, lymfooman riski kasvaa. Kun immuunijärjestelmä on geneettisesti "yksipuolinen", se ei kykene reagoimaan muuntuneisiin soluihin yhtä tehokkaasti.

7.4. SYÖPÄ JA EPIGENETIIKKA: VOIMMEKO VAIKUTTAA RISKIIN?

Kuten luvussa 4 opimme, geenit eivät ole koko totuus. Syöpäriskiin vaikuttavat:

- **Karsinogeenit:** Torjunta-aineet, saasteet ja tietyt kemikaalit voivat vaurioittaa DNA:ta. Belgianpaimenkoiran kohdalla, jolla on jo valmiiksi geneettinen alttius, näiden välttäminen on kriittistä.
- **Tulehdustila:** Krooninen matala-asteinen tulehdus (esim. hoitamaton allergia tai suolistovaiva) luo ympäristön, jossa syöpäsolut menestyvät.

7.5. JALOSTUKSELLISET RATKAISUT SYÖPÄRISKIN HALLINTAAN

Koska moniin syöpiin ei ole vielä suoria geenitestejä, jalostus perustuu **sukuhistoriaan ja riskien hajauttamiseen**:

1. **Avoimuus:** Kasvattajien on ilmoitettava syöpätapaukset, jotta linjojen riskit voidaan tunnistaa.
2. **Elinikäanalyysi:** Suositaan jalostuksessa linjoja, joissa koirat elävät terveinä korkeaan ikään (yli 10–12 vuotta).
3. **gCOI-minimointi:** Mitä monimuotoisempi pentue on geneettisesti, sitä paremmat "työkalut" sen immuunijärjestelmällä on syövän vastaiseen taisteluun.

Luvun 7 tiivistelmä: Syöpä on monimutkainen vuorovaikutus perimän, immuunijärjestelmän ja ympäristön välillä. Belgianpaimenkoiran mahalaukun syöpä on selkeä viite rodun sisäisestä geneettisestä kuormasta. Terveyden edistäminen vaatii paitsi tiedostamista, myös aktiivisia valintoja geneettisen monimuotoisuuden lisäämiseksi ja ympäristön kemikaalikuorman vähentämiseksi.

LUKU 8: TUKI- JA LIIKUNTAELIMISTÖ – RAKENNE, KESTÄVYYS JA GENEETTISET INDEKSIT

Belgianpaimenkoira on urheilija, jonka fysiikka on hiottu nopeutta ja ketteryyttä varten. Luuston terveys ei ole vain "vikojen puuttumista", vaan se on perusta, joka mahdollistaa hermoston ja lihaksiston saumattoman yhteistyön. Tässä luvussa analysoimme, miten perinnölliset tekijät vaikuttavat koiran mekaaniseen kestävyyteen.

8.1. NIVELDYSPLASIA: LONKAT (HD) JA KYYNÄRPÄÄT (ED)

Vaikka lonkka- ja kyynärniveldysplasia ovat polygeenisiä ja niihin vaikuttaa myös kasvuajan ympäristö, niiden geneettinen tausta on kiistaton.

- **BLUP-indeksit vs. Fenotyyppi:** Suomessa käytettävä BLUP-indeksi on tehokkaampi jalostustyökalu kuin pelkkä yksilön kuvaustulos (esim. "A-lonkat"). Indeksi ottaa huomioon kaikki sukulaiset.
    - **Fakta:** Koira, jolla on B-lonkat mutta jonka koko suku on A-lonkkaista, on jalostuksellisesti arvokkaampi kuin A-lonkkainen yksilö, jonka sisaruksilla on D-lonkkia.
- **Geenien kytkeytyneisyys:** On tärkeää huomioida, ettei lonkkaterveyttä tule tavoitella geneettisen monimuotoisuuden kustannuksella. Jos karsimme linjan vain lonkkien perusteella, saatamme vahingossa kaventaa immuunijärjestelmän (DLA) vaihtelua.

8.2. SELÄN TERVEYS: LTV, SP JA VA

Suomessa on oltu edelläkävijöitä selkämuutosten virallisessa kuvaamisessa. Belgianpaimenkoiralla selän terveys on kriittistä, koska suojelu- ja agilityharrastuksissa selkään kohdistuu valtavia voimia.

1. **LTV (Lanne-ristiluun muutos):** Kyseessä on synnynnäinen nikamaepämuodostuma siirtymäkohdassa.
    - **LTV1–LTV4:** Muutokset vaihtelevat lievästä epäsymmetriasta täydelliseen nikamamuutokseen.
    - **Merkitys:** LTV voi altistaa lanne-ristiluun välin aikaiselle kulumiselle (cauda equina -syndrooma), mikä johtaa kipuun ja takajalkojen hallinnan heikkenemiseen.
2. **SP (Spondyloosi):** Selkärangan rappeumasairaus, jossa nikamien väliin muodostuu luusiltoja. Vaikka se on osittain ikääntymiseen liittyvää, belgianpaimenkoirilla on havaittu taipumusta varhaiseen spondyloosiin tietyissä linjoissa.
3. **VA (Nikamien epämuodostumat):** Esimerkiksi puolikoiset nikamat (hemivertebrae), jotka ovat perinnöllisiä ja voivat aiheuttaa selkäytimen puristustiloja.

8.3. LUUSTON JA HERMOSTON VÄLINEN VUOROVAIKUTUS

Luvussa 3 käsittelimme hermostoa, mutta on muistettava, että luusto on hermoston suojakuori.

- **Hermopinne (Stenoosi):** Jos koiralla on rakenteellista ahtautta selkäydinkanavassa (esim. LTV:n seurauksena), hermoviestit eivät kulje puhtaasti. Tämä voi oireilla "ontumisena", jolle ei löydy syytä raajoista, tai jopa käytöshäiriöinä kivun vuoksi.
- **Proprioceptio:** Jotta belgianpaimenkoira voi suorittaa monimutkaisia hyppyjä, sen aivojen on tiedettävä tarkalleen, missä raajat ovat. Luuston virheasennot häiritsevät tätä takaisinkytkentää.

8.4. KASVUAIKA JA EPIGENETIIKKA LUUSTON KEHITYKSESSÄ

Geenit antavat raamit, mutta ympäristö viimeistelee lopputuloksen.

- **Ravitsemus:** Liian nopea kasvu (liiallinen energia tai epätasapainoinen kalsium/fosfori-suhde) voi laukaista geneettisen alttiuden dysplasialle.
- **Liikunta:** Hallittu liikunta epätasaisessa maastossa vahvistaa tukilihaksistoa, mikä suojaa niveliä. Liian varhainen ja raju hyppyyttäminen puolestaan vaurioittaa kasvulevyjä.

8.5. JALOSTUSVALINNAT RAKENTEEN OSALTA

Tässä kohdassa korostetaan **kokonaisuutta**:

- Älä käytä jalostukseen koiraa, jolla on useita vakavia selkämuutoksia (esim. LTV4 + SP2), vaikka se olisi muuten rodun huippuyksilö.
- Suosi yhdistelmiä, joissa on "toisiaan täydentävät" selät. Jos nartulla on LTV1 (epäsymmetria), valitse uros, joka on LTV0 (puhdas).
- **gCOI-yhteys:** Mitä korkeampi sukusiitosaste, sitä todennäköisemmin rakenteelliset heikkoudet kumuloituvat ja periytyvät voimakkaammin.

Luvun 8 tiivistelmä: Belgianpaimenkoiran tuki- ja liikuntaelimistö on monimutkainen kokonaisuus, jossa perinnölliset indeksit (BLUP) ja selän kuvantaminen (LTV, SP) ovat keskeisiä työkaluja. Rakenteellinen terveys on edellytys sille, että koira voi hyödyntää upeaa hermostoaan ja viettejään ilman kipua. Kasvattajan on katsottava pintaa syvemmälle ja ymmärrettävä, miten luuston muutokset vaikuttavat koiran koko fysiologiaan.

LUKU 9: RUOKAVALIO, YMPÄRISTÖ JA EPIGENETIIKKA – GEENIEN SÄÄTELY ARJESSA

Vaikka genetiikka antaa koiralle "piirustukset", ympäristö ja ravitsemus toimivat "työnjohtajina", jotka päättävät, mitä ohjeita noudatetaan. Belgianpaimenkoira, jolla on herkkä neurologinen ja immunologinen järjestelmä, reagoi ympäristön muutoksiin voimakkaammin kuin monet muut rodut. Tässä luvussa tarkastelemme, miten voimme optimoida koiran terveyden solutasolla.

9.1. EPIGENETIIKKA: GEENIEN PÄÄLLE- JA POISKYTKENTÄ

Kuten luvussa 4 todettiin, epigenetiikka tarkoittaa DNA-ketjun päälle syntyviä kemiallisia muutoksia, jotka säätelevät geenien aktiivisuutta muuttamatta itse koodia.

- **Metylaatio ja asetylointi:** Nämä ovat solun tapoja "vaimentaa" tai "voimistaa" tiettyjä geenejä. Esimerkiksi syöpää ehkäisevät geenit voivat sammua epäsuotuisan ympäristön vuoksi.
- **Sikiöaikainen ohjelmointi:** Emon kokema stressi tai puutteellinen ravinto tiineyden aikana jättää epigeneettisen jäljen pentuihin. Tämä voi ilmentyä myöhemmin elämässä herkempiin reaktioihin stressiin tai matalampaan kynnysarvoon neurologisille häiriöille.

9.2. RAVITSEMUS NEUROLOGISENA TUKENA: MCT-ÖLJYT JA EPILEPSIA

Yksi merkittävimmistä tutkimusaloista belgianpaimenkoirien epilepsian hoidossa on **ketogeeninen ravitsemus** ja erityisesti keskipitkät rasvahapot (MCT).

- **MCT-öljyn mekanismi:** Toisin kuin tavalliset rasvat, MCT-rasvat (erityisesti C8 ja C10) muuttuvat maksassa ketoneiksi, jotka läpäisevät veriaivoesteen. Ne tarjoavat aivoille vaihtoehtoisen energianlähteen, joka vakauttaa hermosolujen kalvoja.
- **Tutkimusnäyttö:** Useat tutkimukset osoittavat, että MCT-lisäys voi vähentää kohtaustiheyttä ja parantaa koiran kognitiivista suoriutumista (vähentää "aivosumua").
- **Antioksidantit:** E-vitamiini, seleeni ja omega-3-rasvahapot (EPA/DHA) vähentävät aivojen neuroinflammaatiota eli matala-asteista tulehdusta, joka on usein epilepsian ja kognitiivisen heikkenemisen taustalla.

9.3. STRESSIN BIOKEMIA JA KORTISOLIHALLINTA

Belgianpaimenkoiran korkea vireystila tarkoittaa usein jatkuvasti kohonnutta kortisolitasoa. Kortisoli on välttämätön hormoni, mutta pitkäaikaisena se on tuhoisa.

- **Kortisoli ja kynnysarvot:** Jatkuva stressi madaltaa kynnystä sähköisille purkauksille (kohtauksille) ja heikentää immuunijärjestelmän kykyä tunnistaa syöpäsoluja.
- **Palautumisen merkitys:** Kasvattajan ja harrastajan on ymmärrettävä parasympaattisen hermoston merkitys. Uni on aivojen "puhdistusmekanismi" (glymfaattinen järjestelmä), joka poistaa kuona-aineita. Unenpuute on yksi tunnetuimmista laukaisijoista idiopaattisessa epilepsiassa.

9.4. KEMIKAALIKUORMA JA YMPÄRISTÖN KARSINOGEENIT

Luvussa 7 käsitelty mahalaukun syöpä ja hemangiosarkooma kytkeytyvät usein ympäristön ärsykkeisiin.

- **Kotiympäristö:** Voimakkaat puhdistusaineet, torjunta-aineet (kuten nurmikon lannoitteet) ja jopa tietyt muovien pehmentimet (ftalaatit) voivat toimia hormonihäiriköinä tai karsinogeeneinä.
- **Suositus:** Belgianpaimenkoiran kohdalla, jolla on todettu perinnöllistä alttiutta solumuutoksille, kemikaalialtistuksen minimointi on osa vastuullista omistajuutta.

9.5. MIKROBIOMI – TOISET AIVOT

Suoliston bakteerikanta eli mikrobiomi on suorassa yhteydessä aivoihin (gut-brain axis).

- **Viestinvälitys:** Suoliston bakteerit tuottavat merkittävän osan koiran välittäjäaineista, kuten serotoniinista ja GABA:sta.
- **Tulehdus ja käytös:** Epätasapainoinen mikrobiomi (dysbioosi) voi lisätä systeemistä tulehdusta, mikä heijastuu sekä allergioina että neurologisena epävakautena.

Luvun 9 tiivistelmä: Vaikka emme voi muuttaa koiran perus-DNA:ta, voimme vaikuttaa merkittävästi siihen, miten geenejä luetaan. Oikea ravitsemus (kuten MCT-öljyt), stressin hallinta, kemikaalikuorman vähentäminen ja suoliston terveyden tukeminen ovat aktiivisia keinoja, joilla voidaan siirtää tai jopa estää perinnöllisten sairauksien puhkeamista. Terveys on dynaaminen tila, jota rakennetaan joka päivä.

LUKU 10: SUOMALAINEN TUTKIMUSHANKE – DATAN JA AVOIMUUDEN VOIMA

Suomi on poikkeuksellinen maa koirien terveystutkimukselle. Kattava rekisterijärjestelmä (KoiraNet), korkeatasoinen eläinlääketiede ja poikkeuksellisen aktiivinen harrastajakunta ovat luoneet ympäristön, jossa genetiikan tutkimus voi edetä nopeammin kuin missään muualla. Belgianpaimenkoira on ollut yksi suomalaisen tutkimuksen painopisteroduista, ja tulokset hyödyttävät rotua maailmanlaajuisesti.

10.1. KANSALLINEN EPI-PROJEKTI JA VERINÄYTEPANKKI

Suomalaisen tutkimuksen ytimessä on professori Hannes Lohen johtama koirien geenitutkimusryhmä. Belgianpaimenkoirien epilepsiatutkimus on nojannut vahvasti suomalaisten omistajien aktiivisuuteen.

- **Biopankki:** Tuhannet suomalaiset belgianpaimenkoirat ovat luovuttaneet verinäytteen tutkimukseen. Tämä aineisto on mahdollistanut aiemmin mainitsemiemme **CFA37 (ADAM23)** ja **CFA14** -lokusten tunnistamisen.
- **Kontrolliaineiston merkitys:** Tutkimus ei tarvitse vain sairaita koiria. Suomessa on onnistuttu keräämään poikkeuksellisen laaja verrokkiaineisto: yli 10-vuotiaita, terveitä belgianpaimenkoiria. Heidän perimänsä vertaaminen epileptikkoihin on paljastanut ne suojaavat tekijät, jotka pitävät koiran terveenä riskialleeleista huolimatta.

10.2. AVOIMUUDEN KULTTUURI: KOIRANET JA TERVEYSLAUSUNNOT

Suomen Kennelliiton jalostustietojärjestelmä on kansainvälisesti ainutlaatuinen.

- **Fenotyypin seuranta:** KoiraNet mahdollistaa lonkka-, kyynär- ja selkämuutosten seuraamisen reaaliajassa. Kasvattaja voi nähdä yhdellä silmäyksellä uroslinjan taipumuksen esimerkiksi spondyloosiin tai LTV-muutoksiin.
- **Vapaaehtoiset ilmoitukset:** Suomessa on vahva perinne ilmoittaa myös diagnosoidut sairaudet, kuten epilepsia tai ataksia, julkisiin listoihin. Tämä avoimuus on rodun suurin turvaverkko. Se poistaa syyllistämisen ja korvaa sen tiedolla.

10.3. GCOI-DATAN HYÖDYNTÄMINEN SUOMALAISESSA JALOSTUKSESSA

Uuden polven suomalaiset kasvattajat ovat alkaneet hyödyntää genomisia SNP-paneeleita (kuten MyDogDNA).

- **Populaation tila:** Suomalaisen belgianpaimenkoirapopulaation keskimääräinen **gCOI%** antaa meille kuvan siitä, kuinka sisäsiittoinen kanta todellisuudessa on.
- **Yhdistelmien simulointi:** Moderni teknologia mahdollistaa nartun ja uroksen gCOI-yhteensopivuuden testaamisen ennen astutusta. Voimme valita yhdistelmän, joka maksimoi immuunijärjestelmän (DLA) monimuotoisuuden ja minimoi neurologiset riskit.

10.4. TUTKIMUKSESTA PEVISA-OHJELMAAN

Jotta tutkimustieto ei jäisi vain laboratorioihin, se on jalkautettava sääntöihin.

- **PEVISA (Perinnöllisten vikojen ja sairauksien vastustamisohjelma):** Suomessa rodulle on asetettu tiukat vaatimukset kuvaustuloksista.
- **Tulevaisuuden visio:** Tavoitteena on, että epilepsian riskimarkkerit (ADAM23/RAPGEF5) ja ataksia-testit tulisivat osaksi virallista PEVISA-ohjelmaa. Tämä varmistaisi, ettei yhtäkään korkean riskin pentuetta rekisteröitäisi ilman, että riski on tiedostettu ja hallittu.

10.5. MITEN OMISTAJA VOI OSALLISTUA?

Tavoite täyttyy kutsumalla lukija mukaan tieteen tekemiseen.

1. **Verinäytteen luovutus:** Jokainen näyte on palanen suuressa palapelissä.
2. **Terveyskyselyt:** Käyttäytymisdata ja tiedot koiran eliniästä ovat yhtä tärkeitä kuin DNA.
3. **Rehellisyys:** Sairausilmoituksen tekeminen on suurin palvelus, jonka omistaja voi rodulle tehdä.

Luvun 10 tiivistelmä: Suomalainen tutkimus on osoittanut, että kun tiede ja harrastajakunta kohtaavat, syntyy tuloksia. Verinäytepankit, KoiraNetin data ja genomiset testit ovat työkaluja, joilla epilepsia ja ataksia voidaan nujertaa. Avoimuus on se voima, joka muuttaa yksittäisen koiran sairauden koko rodun selviytymisstrategiaksi.

LUKU 11: JALOSTUSVALINNAT JA MATEMATIIKKA – COI% VS. GCOI%

Koirajalostus on perinteisesti perustunut sukutaulujen analysointiin ja sellaisten yhdistelmien etsimiseen, joissa yhteiset esivanhemmat ovat mahdollisimman kaukana. Moderni genomiikka on kuitenkin osoittanut, että sukutaulu on vain karkea arvio todellisuudesta. Belgianpaimenkoiran kaltaisessa rodussa, jossa populaatio on suljettu ja perustajakoiria on vähän, perinteinen laskenta voi johtaa vaarallisiin harhaanjohtopäätöksiin.

11.1. PERINTEINEN SUKUSIITOSKERROIN (COI) JA SEN SOKEAT PISTEET

COI (Coefficient of Inbreeding) lasketaan kaavoilla, jotka ennustavat, kuinka suuri osa pennun perimästä on homotsygoottista (identtistä molemmilta vanhemmilta perittyä).

- **Sukupolvien syvyys:** 5 sukupolven COI näyttää usein nollaa, mutta 10 tai 20 sukupolvea paljastavat, että kaikki koirat palautuvat samoihin kantayksilöihin.
- **Mendelistinen sattuma:** Sukutaulu olettaa, että jokainen esivanhempi antaa tasan 50 % geeneistään eteenpäin. Todellisuudessa sisarukset voivat periä hyvin erilaisia määriä yhteisiä geenejä. Paperilla niiden COI on sama, mutta perimässä ero voi olla valtava.

11.2. GENEETTINEN SUKUSIITOS (GCOI): MITÄ DNA KERTOO?

gCOI mitataan analysoimalla koiran koko genomi SNP-markkereiden avulla. Se ei arvaile todennäköisyyksiä, vaan laskee suoraan, kuinka suuri osa koiran perimästä on todellisuudessa identtistä.

- **Homotsygotian kasautuminen (ROH):** gCOI paljastaa "homotsygotia-jaksot" (Runs of Homozygosity). Mitä pidempiä nämä jaksot ovat, sitä läheisempää sukua vanhemmat ovat olleet.
- **Miksi gCOI on tärkeä epilepsiassa?** Jos koiran gCOI on korkea (esim. >15 %), se tarkoittaa, että suuri osa sen perimästä on "lukittu". Jos tällä lukitulla alueella sijaitsee yksikin riskialleeli (kuten ADAM23), se periytyy homotsygoottisena, mikä nostaa sairastumisriskin moninkertaiseksi.

11.3. "VIERAS UROS" -ILLUUSION MURTAMINEN

Yksi yleisimmistä virheistä on tuoda jalostukseen uros täysin eri linjasta tai maasta uskoen, että se tuo "uutta verta".

- **Geneettinen päällekkäisyys:** Vaikka sukutaulussa ei olisi samoja nimiä viiteen sukupolveen, uros voi kantaa täsmälleen samoja haplotyyppejä (geenipaketteja) kuin narttu.
- **Todellinen ulkosiitos:** gCOI-mittaus paljastaa, ovatko koirat oikeasti geneettisesti erilaisia. Joskus "linjattu" yhdistelmä voi olla geneettisesti monimuotoisempi kuin huonosti suunniteltu "ulkosiitos".

11.4. DLA-MONIMUOTOISUUDEN TURVAAMINEN

Kuten aiemmin on todettu, immuunijärjestelmän DLA-geenit ovat elintärkeitä.

- **Hajauttaminen:** Jalostusvalinnan tavoitteena tulisi olla sellainen yhdistelmä, jossa vanhemmilla on eri DLA-haplotyypit. Tämä maksimoi pentujen kyvyn vastustaa infektioita ja ehkäisee autoimmuunisairauksia.
- **Kytkentäepätasapaino:** Jos valitsemme koiran vain matalan COI-luvun perusteella, saatamme vahingossa menettää harvinaisia DLA-tyyppejä, jos emme käytä apuna genomista tietoa.

11.5. KÄYTÄNNÖN TYÖKALU: GENOMINEN PARITUS-SIMULAATIO

Tulevaisuuden jalostustyökalu:

1. **Molempien vanhempien SNP-testaus.**
2. **Virtuaalinen astutus:** Ohjelmisto laskee ennustetun gCOI-arvon ja DLA-jakauman tulevalle pentueelle.
3. **Riskiarvio:** Ohjelma varoittaa, jos yhdistelmä tuottaa suuren todennäköisyyden homotsygotialle kriittisillä alueilla (kuten epilepsia-lokukset).

Luvun 11 tiivistelmä: Matematiikka on jalostajan paras ystävä, kunhan käytössä on oikeat luvut. Perinteinen COI on hyvä suuntaa-antava apuväline, mutta gCOI on se, joka määrittää koiran todellisen terveyden ja elinvoiman. Tavoitteena ei ole nolla-sukusiitos, vaan hallittu homotsygotia, joka turvaa rodun ominaisuudet mutta välttää geneettisen romahduksen.

LUKU 12: JALOSTUSSTRATEGIA JA GEENIVARANNON LAAJENTAMINEN – UNOHDETUT RESURSSIT

Jotta belgianpaimenkoira säilyy elinvoimaisena käyttökoirana, emme voi luottaa vain pieneen eliittiryhmään tunnettuja uroslinjoja. Mitä enemmän karsimme populaatiota terveysperustein (kuten epilepsia- tai ataksiastatuksen vuoksi), sitä tärkeämmäksi tulee löytää uusia, korvaavia linjoja. Tässä luvussa tarkastelemme "piilevää" monimuotoisuutta ja sen merkitystä rodun pelastamisessa.

12.1. MATALAN KÄYTTÖASTEEN UROKSET: POPULAATION "NUKKUVA" POTENTIAALI

Suurin osa belgianpaimenkoira uroksista ei koskaan päädy jatkamaan sukuaan. Vaikka tiukka karsinta on osa jalostusta, olemme karsineet liiankin tehokkaasti.

- **Geenireservin vartijat:** Monet urokset, joilla ei ole korkeimpia kisatuloksia tai näyttelytitteleitä, kantavat harvinaisia haplotyyppejä (geeniyhdistelmiä), jotka ovat kadonneet "muotiuroksilta".
- **Kriteerien uudelleenarviointi:** Jalostusarvo ei ole vain yksilön meriiteissä, vaan sen kyvyssä tuoda populaatioon sellaista vaihtelua, joka laskee koko rodun gCOI-tasoa.
- **Strategia:** Kannustetaan kasvattajia etsimään terveitä, hyväluonteisia ja tyypiltään oikeita uroksia, jotka edustavat vähemmän käytettyjä sukuja. Yksi pentue tällaisella uroksella voi olla geneettisesti arvokkaampi kuin kymmenes pentue suosituimmalla valiolla.

12.2. "KÄYTTÖKOIRA" -MÄÄRITELMÄN LAAJENTAMINEN

Belgianpaimenkoira on työkoira, mutta kapea fokus vain SM-tason kisakoiriin johtaa geneettiseen umpikujaan.

- **Arjen sankarit:** Terve, tasapainoinen ja toimintakykyinen harrastuskoira, joka toimii omistajansa arjessa ilman ongelmia, on geneettisesti arvokas. Jos sen hermosto on vakaa (GABA-tasapaino kunnossa, kuten luvussa 3 opimme), se on arvokas lisä jalostukseen, vaikka sillä ei olisi mitalisijoja.
- **Riskin hajauttaminen:** Käyttämällä laajemmin erilaisia koiria, emme laita kaikkia "munia samaan koriin". Jos suosittu uros paljastuu myöhemmin sairauden kantajaksi, vaurio populaatiossa on massiivinen. Jos käytämme kymmentä eri urosta, vaurio on rajattu.

12.3. SPERMAPANKIT JA HISTORIALLINEN DNA

Pakastesperma on aikakone, jolla voimme palauttaa kadonnutta monimuotoisuutta.

- **Aikahyppy menneisyyteen:** Käyttämällä 10–20 vuotta sitten eläneen, terveeksi osoittautuneen uroksen spermaa, voimme palauttaa populaatioon sellaista vaihtelua, joka on välissä olevien sukupolvien aikana karsiutunut pois.

- **Kansallinen varautuminen:** Kirjassa ehdotetaan strategista spermapankkia, jonne kerätään näytteitä geneettisesti harvinaisista mutta rodunomaisista yksilöistä ennen kuin niiden linjat sammuvat.

12.4. MUUNNOSTEN VÄLINEN JALOSTUS (INTERVARIETY)

Vaikka belgianpaimenkoiran muunnokset (groenendael, tervueren, malinois, laekenois) on eristetty toisistaan, ne ovat geneettisesti samaa rotua.

- **Fst-arvojen alentaminen:** Risteyttämällä hallitusti muunnoksia keskenään (esim. lyhytkarvainen ja pitkäkarvainen), voimme tuoda täysin uusia DLA-haplotyyppejä suljettuun populaatioon.
- **Esimerkki:** Tervueren-populaation mahalaukun syöpäriskiä voitaisiin mahdollisesti laimentaa tuomalla linjoihin malinois-perimää, jossa kyseinen sairaus on harvinaisempi.

12.5. TULEVAISUUDEN JALOSTUSVALINNAN TYÖKALU: DIVERSITY SCORE

Kirjan loppupuolella esittelemme "Monimuotoisuuspisteytyksen" (Diversity Score), joka auttaa kasvattajaa valitsemaan kumppanin:

1. **gCOI-laskenta:** Tavoitteena pentueen gCOI-arvon laskeminen suhteessa rodun keskiarvoon.
2. **Epilepsia- ja ataksiastatusten sovittaminen:** Varmistetaan, ettei kahta kantajaa (N/Epi tai N/SDCA) koskaan yhdistetä.
3. **DLA-yhteensopivuus:** Valitaan pari, jolla on mahdollisimman erilaiset immuunijärjestelmän geenit.
4. **Harvinaisuusindeksi:** Suositaan urosta, jolla on vähiten jälkeläisiä populaatiossa.

Luvun 12 tiivistelmä: Jalostuspohjan laajentaminen ei ole tinkimistä laadusta, vaan vakuutus tulevaisuudesta. Käyttämällä matalan käyttöasteen uroksia, hyödyntämällä spermapankkeja ja suhtautumalla avoimesti muunnosristeytyksiin, voimme purkaa ne geneettiset pullonkaulat, jotka altistavat rodun sairauksille. Rohkeus valita toisin kuin valtavirta on vastuullisen kasvattajan merkittävin työkalu.

LUKU 13: YHTEENVETO JA JALOSTUKSEN EETTISET SUUNTAVIIVAT – VISIO 2035

Olemme kulkeneet matkan läpi belgianpaimenkoiran biologian, historian ja genetiikan. Olemme nähneet, kuinka solutason viestintävirheet (ADAM23) voivat johtaa rajuun epilepsiaan ja kuinka kapea geenipooli (gCOI%) altistaa rodun syövälle ja immuunijärjestelmän häiriöille. Mutta olemme myös nähneet, että meillä on enemmän työkaluja kuin koskaan aiemmin muuttaa tätä suuntaa.

13.1. TIEDON JA INTUITION SYNTEESI

Moderni jalostus ei ole vain Excel-taulukoita tai pelkkää intuitiota; se on niiden saumaton liitto.

- **Tiede antaa raamit:** Se kertoo meille, kuka kantaa ataksiaa tai kuka on geneettisesti liian lähellä toista.
- **Kasvattajan silmä antaa sisällön:** Vain kasvattaja voi arvioida koiran todellisen työskentelyhalun, hermojen rakenteen ja sen "belgialaisen luonteen", jota mikään algoritmi ei vielä täysin tavoita.
- **Eettinen valinta:** Jos tiede osoittaa riskin (esim. Epi/Epi-statuksen), eettinen kasvattaja uskaltaa luopua hienostakin yksilöstä rodun kokonaisedun nimissä.

13.2. HÄPEÄSTÄ AVOIMUUTEEN: UUSI TOIMINTAKULTTUURI

Yksi kirjan tärkeimmistä viesteistä on vaikenemisen kulttuurin murtaminen.

- **Sairaus ei ole epäonnistuminen:** Geenit arpoutuvat tavalla, jota kukaan ei voi täysin hallita. Sairas koira linjassa ei kerro huonosta kasvattajasta, mutta sairauden salaaminen kertoo.
- **Yhteistyö yli rajojen:** Belgianpaimenkoira on globaali rotu. Suomalainen avoimuus (KoiraNet ja tutkimusyhteistyö) toimii majakkana muille maille. Tavoitteena on maailmanlaajuinen, avoin tietokanta, jossa gCOI ja terveystiedot kulkevat koiran mukana.

13.3. VISIO 2035: TERVEEMPI BELGIANPAIMENKOIRA

Miltä rotu näyttää kymmenen vuoden päästä, jos noudatamme tämän kirjan oppeja?

1. **Epilepsian hallinta:** Idiopaattinen epilepsia ei ole kadonnut, mutta sen esiintyvyys on puolittunut, koska emme enää tuota tietoisesti korkean riskin (Epi/Epi) yhdistelmiä.
2. **Geneettinen elpyminen:** Rodun keskimääräinen gCOI-taso on kääntynyt laskuun matalan käyttöasteen urosten ja hallittujen muunnosristeytysten ansiosta.
3. **Kestävä rakenne:** Selkämuutokset (LTV) huomioidaan jalostuksessa rutiininomaisesti, ja harrastuskoirat elävät pidempään ilman kroonista kipua.
4. **Tietoinen omistajuus:** Omistajat ymmärtävät epigenetiikan merkityksen ja tukevat koiriensa terveyttä ravitsemuksella (MCT-öljyt) ja oikealla kuormituksella.

13.4. KASVATTAJAN VASTUU JA PERINTÖ

Jokainen pentue on viesti, jonka lähetämme tulevaisuuteen. Meillä on vastuu paitsi nykyisille koiranomistajille, myös rodun historialle.

- **Jalostus on lainaa:** Emme omista rotua, vaan olemme sen geneettisen perinnön haltijoita.

- **Rohkeus muuttua:** Tiede kehittyy jatkuvasti. Se, mikä oli totta kymmenen vuotta sitten, voi olla tänään vanhentunutta. Vastuullinen toimija on valmis päivittämään ajatteluaan uuden tiedon edessä.

13.5. LOPPUSANAT

Tämä teos on syntynyt rakkaudesta belgianpaimenkoiraan – sen älyyn, voimaan ja uskollisuuteen. Sairaudet ovat hinta, jonka olemme maksaneet erikoistumisesta, mutta ne eivät määrittele rodun loppua. Ne määrittelevät uuden alun: aikakauden, jolloin käytämme älyämme suojellaksemme koiraa, joka on aina suojellut meitä.

Luvun 13 tiivistelmä: Kirjan päätös alleviivaa, että terveys on valinta. Meillä on nyt käytössämme data (gCOI, epilepsiatestit, selkäkuvat), lääketiede (neurobiologia, onkologia) ja eettinen viitekehys. Belgianpaimenkoiran tulevaisuus on valoisa, jos uskallamme olla rehellisiä, avoimia ja tieteellisesti valveutuneita.

KIRJAN PÄÄTÖS: TIETO ON RAKKAUTTA, VASTUU ON TULEVAISUUTTA

Olemme saapuneet tämän teoksen viimeisille sivuille. Matkamme on vienyt meidät syvälle belgianpaimenkoiran olemukseen – aina 1800-luvun paimenien karuista rinteistä nykyhetken huipputeknologisiin laboratorioihin, joissa DNA-ketjut paljastavat salaisuutensa.

Tämä kirja ei ole syntynyt halusta korostaa rotumme ongelmia, vaan intohimosta varustaa jokainen kasvattaja, harrastaja ja omistaja tiedolla, joka tekee näistä ongelmista hallittavia.

PERINTÖ, JOTA VAALIMME

Belgianpaimenkoira on enemmän kuin rotu; se on elävä monumentti ihmisen ja koiran välisestä yhteistyöstä. Sen sähköinen äly, salamannopeat reaktiot ja horjumaton uskollisuus ovat ominaisuuksia, joita me rakastamme. Kuten olemme oppineet, juuri nämä piirteet tekevät rodusta fysiologisesti ainutlaatuisen ja samalla haavoittuvan.

Emme voi poistaa koiran perimästä sen herkkyyttä menettämättä sen sielua. Mutta me voimme – ja meidän täytyy – poistaa ne geneettiset virheet, jotka muuttavat tämän herkkyyden sairaudeksi. Idiopaattinen epilepsia, ataksia ja syöpäalttiudet eivät ole rodun ominaisuuksia; ne ovat historiassa tapahtuneiden valintojen ja sattumien seurauksia, jotka meillä on nyt valta korjata.

UUSI AIKAKAUSI: AVOIMUUDEN VOIMA

Suurin este rodun terveydelle ei ole koskaan ollut tiedon puute, vaan vaikeneminen. Sairas koira on nähty epäonnistumisena, vaikka se on todellisuudessa vain osoitus elämän monimutkaisuudesta. Tämän teoksen myötä toivon, että siirrymme lopullisesti häpeän kulttuurista **avoimuuden aikakauteen**.

Kun ilmoitamme sairaustapaukset, kun testaamme koiramme genomisesti ja kun jaamme tietoa yli rajojen, emme heikennä rotua. Päinvastoin – me teemme siitä voittamattoman. Tieto on se työkalu, jolla katkaisemme sairauskierteet ja varmistamme, että tulevat sukupolvet saavat nauttia terveistä ja elinvoimaisista käyttökoirista.

KASVATTAJAN EETTINEN MAJAKKA

Jokainen pentue on lupaus. Se on lupaus uudelle omistajalle siitä, että olemme tehneet kaikkemme antaaksemme tälle elämälle parhaat mahdolliset lähtökohdat. Se on lupaus rodulle siitä, että olemme toimineet sen geenivarannon rikastuttajina, emme karsijoina.

Tämän kirjan oppien myötä kasvattajalla on nyt kädessään moderni majakka:

- **gCOI%** opastaa meidät ohi homotsygotian karikoiden.
- **DLA-monimuotoisuus** takaa vahvan immuunijärjestelmän.
- **Geenitestit (CFA37/14 ja SDCA)** poistavat pimeät kulmat perinnöllisistä sairauksista.

VIIMEINEN SANA

Lopulta kyse on kuitenkin jostain suuremmasta kuin pelkästä tieteestä. Kyse on siitä tunteesta, kun katsot belgianpaimenkoiraasi silmiin ja näet siellä vuosisatojen historian ja tulevaisuuden odotuksen. Me olemme tämän upean rodun suojelijoita. Meidän tehtävämme on varmistaa, että kymmenien vuosien päästä joku toinen istuu alas, katsoo omaa tervettä ja vahvaa belgianpaimenkoiraansa ja kiittää meitä siitä, että me uskalsimme valita tiedon, avoimuuden ja vastuun.

Terveys ei ole päätepiste. Se on matka, jota kuljemme yhdessä.

LIITTEET JA TYÖKALUT (DRAFT)

LIITE 1: GENEETTINEN JA NEUROLOGINEN SANASTO

Tämä sanasto auttaa ymmärtämään tutkimusraportteja ja geenitestien tuloksia.

- **ADAM23 / RAPGEF5:** Keskeiset lokukset (geenialueet), jotka on yhdistetty belgianpaimenkoirien perinnölliseen epilepsiaan.
- **Alleeli:** Geenin vaihtoehtoinen muoto. Koira perii yhden alleelin kummaltakin vanhemmaltaan.
- **DLA-haplotyyppi:** Immuunijärjestelmän geeniyhdistelmä. Korkea DLA-monimuotoisuus suojaa autoimmuunisairauksilta.
- **Epigenetiikka:** Tutkimusmekanismi, joka selittää, miten ympäristö (ruoka, stressi) kytkee geenejä päälle tai pois muuttamatta itse DNA-koodia.
- **Fst-arvo:** Mittaluku, joka kertoo populaatioiden (esim. muunnosten) välisestä geneettisestä etäisyydestä.
- **gCOI (Genomic Coefficient of Inbreeding):** DNA-testillä mitattu todellinen sukusiitosaste. Kertoo homotsygotian määrän tarkemmin kuin sukutaulu.
- **Heterotsygotia:** Tilanne, jossa koira on perinyt vanhemmiltaan eri alleelit (esim. N/Epi). Tämä lisää geneettistä monimuotoisuutta.
- **Homotsygotia:** Tilanne, jossa koira on perinyt molemmilta vanhemmiltaan saman alleelin (esim. Epi/Epi tai N/N).
- **MCT (Medium-Chain Triglycerides):** Keskipitkät rasvahapot, joita käytetään ravintolisänä tukemaan aivojen energia-aineenvaihduntaa epilepsiassa.
- **Neuroinflammaatio:** Aivokudoksen matala-asteinen tulehdustila, joka voi laskea kouristuskynnystä.
- **ROH (Runs of Homozygosity):** DNA-ketjussa olevat pitkät identtiset jaksot, jotka paljastavat lähisukulaisuuden.
- **SNP (Single Nucleotide Polymorphism):** Yksittäisen emäksen muutos DNA:ssa; käytetään merkkiaineena perimän laajuisissa testeissä.

LIITE 2: KASVATTAJAN TARKISTUSLISTA – 10 ASKELTA VASTUULLISEEN PENTUEESEEN

Käytä tätä listaa jokaisen yhdistelmän kohdalla riskien minimoimiseksi.

1. **Status-tarkistus (Neurologia):** Ovatko molemmat vanhemmat testattuja epilepsian (ADAM23/RAPGEF5) ja ataksian (SDCA1/2) osalta? *Sääntö: Älä koskaan yhdistä kahta kantajaa.*
2. **gCOI-analyysi:** Mikä on ennustettu gCOI-prosentti? Pyrki laskemaan pentueen homotsygotiaa suhteessa rodun keskiarvoon.
3. **DLA-yhteensopivuus:** Valitse kumppani, jolla on eri DLA-haplotyypit kuin nartullasi. Tämä on vakuutus immuuniterveydelle.
4. **Lukuisten esivanhempien tarkistus:** Onko uros matalan käyttöasteen yksilö? Jos uros on jo "suosittu uros" (Popular Sire), harkitse sen velje tai muuta sukulaista geenivarannon laajentamiseksi.
5. **Selän ja luuston indeksit:** Tarkista BLUP-indeksit ja viralliset selkälausunnot (LTV, SP). Varmista, etteivät samantyyppiset selkämuutokset kumuloidu yhdistelmässä.
6. **Elinikäanalyysi:** Selvitä vanhempien ja isovanhempien kuolinsyyt. Suosi linjoja, joissa esiintyy pitkäikäisyyttä (12+ vuotta).

7. **Hermoston vakaus:** Arvioi luonnetta – onko koiralla kyky palautua stressistä? (Muista Luku 3: Parasympaattisen hermoston merkitys).
8. **Suku- ja tutkimusavoimuus:** Onko urosomistaja valmis jakamaan tiedot myös sukunsa sairaustapauksista?
9. **Ympäristöohjelma:** Suunnittele pentuajan ruokavalio (epigenetiikka) ja stressitön kasvuympäristö jo etukäteen.
10. **Tulevaisuuden seuranta:** Sitoudu keräämään tietoa syntyvistä pennuista ja raportoi mahdolliset sairaudet avoimesti tutkimusryhmille.

LIITE 3: KESKEINEN LÄHDELUETTELO (VALITUT TEOKSET)

Suositeltavaa jatkolukemista ja tieteellinen selkänoja.

- **Lohi, H. et al.:** *Genetics of canine idiopathic epilepsy.* (Nature/Science publications regarding ADAM23 and RAPGEF5).
- **Maudet, C. et al.:** *Genetic diversity and population structure of Belgian Shepherds.*
- **Bernerin yliopisto:** *SDCA1 and SDCA2 research reports on cerebellar ataxia.*
- **MyDogDNA / Wisdom Panel:** *Technical manuals for Genomic COI and DLA diversity.*