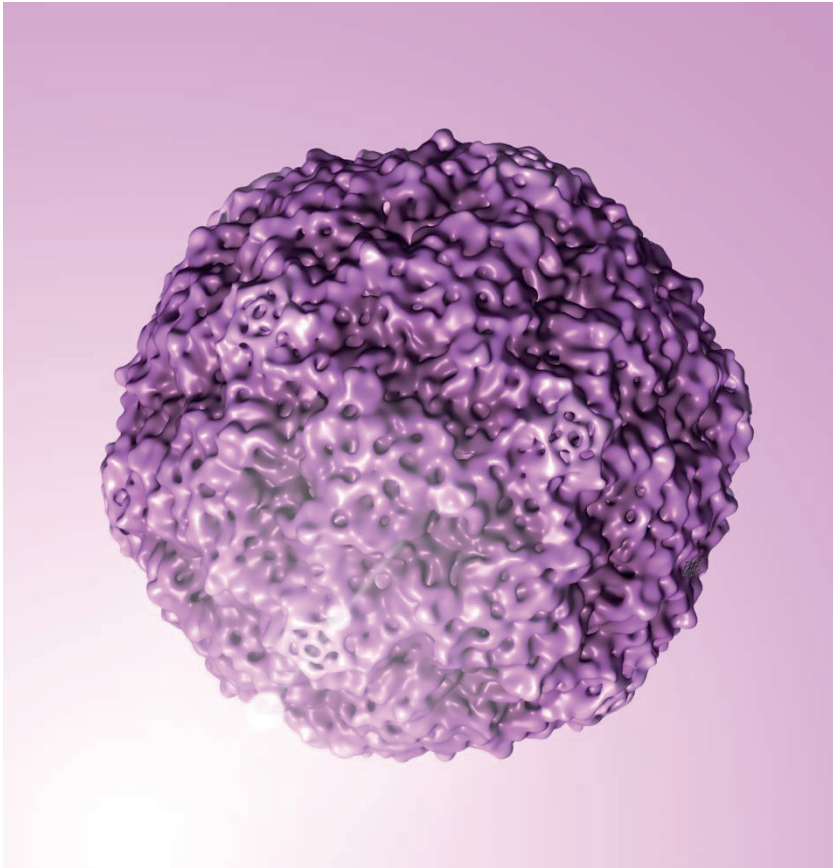


Virusten villi viehätysvoima

**Kokemuksia ja näkemyksiä viruksista elävän
luonnon osana ja taudinaiheuttajina**



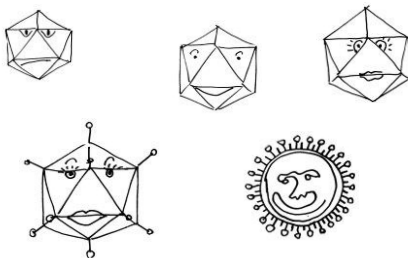
Tapani Hovi

Virusten villi viehätysvoima

Tapani Hovi

Virusten villi viehätysvoima

Kokemuksia ja näkemyksiä viruksista elävän luonnon osana ja
taudinaiheuttajina



Helsinki 2018

© 2018, Hovi, Tapani

Kustantaja: BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi

Valmistaja: BoD – Books on Demand, Norderstedt, Saksa

ISBN: 9789528005582

Kansilehden kuva: Coxsackievirus A9 (Enterovirus) julkaisusta *Structural and functional analysis of coxsackievirus A9 integrin $\alpha v\beta 6$ binding and uncoating*. Shakeel S, ym. J.VIROL. 87 3943-3951 (2013)

Lukijalle

Virus on kaikille tuttu ja monien mielestä pelkoa herättävä sana. Totta onkin, että jotkut virukset voivat aiheuttaa kamalia tauteja niin ihmisissä ja muissa eläimissä kuin kasveissakin. Mediakohua ne ainakin aiheuttavat. Tätä kirjoitettaessa, kesällä 2018, suurin ja kauhein, tuhansia ihmisiä Länsi-Afrikassa tappanut *ebolatauti* epidemia uhkaa jo painua unholaan. Toista vuotta länsimaissa pelättiin housut tutisten sitä ensimmäistäkin maahan tuotua tapausta. Epidemia saatiin kuriin perinteisin rajoituskeinoin eli eristämällä sairastuneet, välttämällä tartuntatilanteita ja noudattamalla hyvää hygieniää. Lääkehoitoa ebolaan ei ole ja rokote saatiin kehitettyä vasta kun epidemia oli jo sammumassa. Vuonna 2018 on perinteisessä ebolamaassa, Kongon demokraattisessa tasavallassa, puhjennut ainakin kaksi epidemiaa, joiden yhteydessä rokotteita on edelleen testattu. Parin vuoden takaisen ebola-kohun jälkeen kaikki mahdolliset mediat olivat pitkään pullollaan *zika*-virusuutisia, mutta sekin kohu on nyt, vuonna 2018 jo hiljentynyt. Vuoden 2018 alkukuukausina Nigeriassa on raivonnut kautta aikain laajin tunnettu lassakuume-epidemia, lähes 500 sairastunutta ja yli 100 kuollutta uhria. Jostakin syystä se ei ole saanut paljoa palstatilaa Suomessa. Samaan aikaan miljoonat kuolevat kehitysmaissa tarttuviin tauteihin, joiden torjumiseksi keinot ovat jo olemassa. Niiden käyttöön tositarvitseville ei vaan satsata riittävästi resursseja. Siitä vaan ei pidetä meteliä. Toisaalta on todettava, että ihmiskunnasta on löytynyt yhteistyökykyä ja tahtoa kahden vakavan virustaudin hävittämiseen maapallolta. Isorokko hävitettiin ihmiskunnasta jo vuosikymmeniä sitten ja muutama vuosi sitten voitiin julistaa toinen tauti, karjarutto, hävitetyksi. Karjarutto ei tarttunut ihmisiin, mutta aiheutti nälänhätää tappamalla nautakarjan. Myös polio on jo vuosia ollut häviämisen partaalla.

Tämän kirjan tarkoituksena on tuoda nämä kauhistuttavat virukset maan tasalle ja tarkastella niitä kaikessa rauhassa ilman kammoa ja ennakkoluuloja. Virukset eliöryhmänä eivät nimittäin ole pahoja tai tahallaan ilkeitä – ne nyt vaan ovat äärimmäisen itsekkäitä, häikäilemättömiä ja kyltymättömän ahneita luontokappaleita. Siitä sitten on ymmärrettävästi joskus ympäristölle kiusaa. Pahuuden ja ilkeyden kaltaiset tunnepitoiset määritelmät eivät sovi biologiaan, ja niinpä luonnon

ilmiöistä kiinnostuneille – meille kaikille harrastelijabiologeille - virukset ovatkin varsin jännittävä ja monimuotoinen joukko otuksia.

”Virusten villi viehätysvoima” sai minut valtoihinsa jo yli puoli vuosisataa sitten.

Silloin, 1960-luvun puolivälissä – viruksista tiedettiin jo niin paljon, että tajuttiin ”virusten maailmankartalla” löytyvän hyvin paljon valkoisia alueita. Viruskartan valkoisten alueiden kuvioiminen pala palalta alkoi heti kiinnostaa nuorta tutkimusmielistä lääketieteen opiskelijaa Sen jälkeen kun pääsin siinä alkuun vielä opintojen ollessa kesken, on tutkimusretkeily virusten pinnalla, sisällä ja ympärillä ollut työurani pääasiallinen sisältö. Retkeily jatkuu yhä, eläkkeelle siirtyminen vain muutti työn rakkaaksi harrastukseksi. Puolessa vuosisadassa viruskartan valkoiset läntit ovat suurelta osin täyttyneet, mutta tutkimusmenetelmien kehitys on osoittanut, että silloinen tieto oli karkeaa ja pinnallista: peruserkintöjen alta löytyy monia tärkeitä edelleenkin paljolti valkoisia kerroksia. Virukset ovat levittäytyneet maailman eliökuntaan paljon laveammin kuin silloin osattiin ajatella. Vuosituhannen vaihteen jälkeen on rikottu myös yksi vanha lasikatto: virukset voivat olla suuria ja kilpailla kokonsa suhteen pienehköjen bakteerien kanssa! Työtä riittää tulevillekin tutkijasukupolville!

Tämä kirja ei pyri olemaan mikään systemaattinen esitys kaikista tai edes tärkeimmistä viruksista vaan kokoelma varsin henkilökohtaisia näkemyksiä virusten ominaisuuksiin ja erilaisiin rooleihin maapallon eliökunnassa. ”Maan tasalle” vetäminen toki tarkoittaa myös lyhyitä kuvauksia monistakin virustaudeista. Systemaattisuuden puute koskee myös nimeltä mainittuja alan suomalaisia tutkijoita. Moni ansioitunut kollega on jäänyt mainitsematta. Pahoittelen.

Alkuperäisenä ajatuksenani oli kirjoittaa ”kirja viruksista maallikoille”. Se ei ihan tainnut onnistua. Innostuin uusista havainnoista liikaa. Tiedon jatkuva lisääntyminen on innostanut kirjoittajan paikoin laukkaamaan aika syvällekin virusten elämään. Tarinoiden aiheet eivät myöskään pysy tiukasti viruksissa vaan syrjähtävät välillä muihin elämän ihmeellisyyksiin. Tutkijoita usein aiheestakin kritisoidaan muun muassa siitä, että he käyttävät monimutkaista vierasperäistä ammattiterminologiaa myös silloin, kun he esiintyvät maallikoille: *”Sanokaa se suomeksi!”* Pelkkä suomenkieleltä näyttävä yksittäisten sanojen ulkoasu ei kuitenkaan monastikaan auta; asian ymmärrettäväksi saattaminen vaatii joskus monisanaista ja aika

syvällistä selkokielistä taustojen selostamista. Olen yrittänyt käyttää selkeää ilmaisu-
sua, mutta tiedän hyvin, että kaikkien tekstieni sisältö ei kuitenkaan helposti
avaudu ns. tavalliselle kansalaiselle.

Selityksiä. Voidakseen ymmärtää virusten ihmeellisyyttä tämän kirjan lukija tarvitsee aika lailla pohjatietoa elävän luonnon rakentumisesta yleensä ja sen keskeisten ilmiöiden toiminnasta melko yksityiskohtaisellakin tasolla. Sitä varten olen sijoittanut tekstiin ”molekyylibiologian pikakurssin” ja muita yksityiskohtaisia selostuksia valikoiduista aiheista. Joidenkin kappaleiden alussa on myös katekismuksen tyyliin ”Mitä se on” lyhyt kuvaus sisällöstä. Kirjassa on myös varsin yksityiskohtainen sisällysluettelo, josta voi valita luettavakseen mielenkiintoiselta kuulostavia kohteita. Termien selityksiä on ensiesiintymispaikkojen lisäksi kirjan lopussa olevassa hakusanaluettelossa.

Kirjan kuvitus on enimmäkseen omaa käsialaani ja voisi olla toiselta nimeltään huvitus, sillä jotkut piirrokseni ovat oikeastaan kevennyksiä. Toiset kuvat taas toivottavasti tuovat esiin joitakin oleellisia piirteitä virusten rakenteesta ja elämänvaiheista, mutta eivät pyri kilpailemaan internetistä ja painetuista ammattikirjoista löytyvien ”aitojen” ja eleganttien kuvagallerioiden kanssa. Niitä kannattaa kyllä käydä katselemassa; monet virukset ovat niissä kuvissa tosi kauniita, kuin taideteoksia! Esimerkiksi google -haulla ”virus structures” löytyy kosolti katseltavaa. Olen käyttänyt tämän kirjan lähteinä ns. oman päään lisäksi alan oppikirjoja, tieteellisiä alkuperäisjulkaisuja ja internetin erilaisia tietolähteitä.

Kiitän kannustuksesta, kritiikistä ja rakentavista ehdotuksista Carita Savolainen-Kopraa, Harri Heko Montosta, Hertta Hulkkosta, edesmennyttä ystävääni Tapani Lehtistä, Mirja Heinistä, Sanna Sorvalaa ja varsinkin puolisoani Liisa Hovia. Kansilehden kuvasta kiitokset Pasi Laurinmäelle. Kiitokset myös Heikki Peltolalle kuvaalbuminsa avaamisesta käyttööni.

Mukavia lukuhetkiä! Viihtykää virusten seurassa!

Espoossa, syyskuussa 2018

Japani Hovi

SISÄLLYSLUETTELO

Osa 1. Alkulämmittelyä 11

<i>Luku 1A. Omien kokemusten kautta virusten tuttavaksi</i>	11
Tuhkarokon sairastin mutta lauluääntä en saanut	11
Syyvät syötettiin täysikuulle	12
Poliovirus, pitkäaikainen matkatoverini	13
Aasialainen influenssa 1957 – 58	14
Harvinaisempaa herkkua: Lypsäjän kyhmy	14
<i>Luku 1B. Virustutkimuksen alkuvuosikymmenet</i>	15
<i>Luku 1C. Miten minä tänne jouduin eli omien virustutkimusteni alku</i>	20
<i>Luku 1D. Huh-huh? Menikö jo yli ymmärryksen?</i>	26
Solut ja soluelimet	26
Geenit ja perimä eli genomi	29
Polymeraasiketjureaktio	31

Osa 2. Sitten itse asiaan 33

<i>Luku 2A. Virukset ulos kaapista</i>	33
Mikä on virus?	33
Mistä on pienet virukset tehty?	35
Virus – yksilö vai joukko yksilöitä?	37
<i>Luku 2B. Viruksia läpi luomakunnan</i>	39
Kivikuntaa, kasvikuntaa vai eläinkuntaa?	39
Arkeonien virusten erikoinen muotorikkaus	39
<i>Luku 2C. Viruksia joka lähtöön: Pikkuriikkisiä ja pikkujättiläisiä</i>	41
Lisää jättiviruksia	42
Ikijään kohmettavat jättivirukset heräsivät henkiin	44
Kun kapasiteetti kasvaa, voivat ongelmat lisääntyä: Virofagit	46
Miten niitä uusia viruksia etsitään?	47
<i>Luku 2D. Virusten luokittelu</i>	49
Mihin monimutkaista virusten taksonomiaa sitten tarvitaan?	53
<i>Luku 2E. Virusten ihmissuhteet</i>	54
Isäntäelimistön tarjoamat mahdollisuudet ja sen asettamat haasteet	54

Virusten nuorisotakuun mekanismit	57
Tartuntojen leviäminen isäntäyksilöstä toiseen	62
Lauhkealuontoinen loisasuja voi naapurissa riehaantua	63

Osa 3. Virusten elämänvaiheita **65**

<i>Luku 3A. Esimerkkejä virusten kasvukierrosta vaiheittain</i>	65
Ensimmäinen vaihe: tiukka tarttuminen isäntäsolun pintaan	65
Vaihe 2. Miten päästä solun sisälle?	67
Vaihe 3. Genomi ulos kaapista eli kapsidistaan, mikäli tämäkin tupsahti solulimaan	69
Vaihe 4. Liukuhihnat liikkeelle eli nukleiinihappojen ja proteiinien tuotanto	71
Vaihe 5. Tytärvirusten rakentamisrumba	74
Polioviruskapsidi syntyy vaiheittain	75
Alfavirukset puetaan lopulta togaan	77
Herpes simplex –viruksen kokoaminen ei ole ollenkaan simppele juttu	78
Vaihe 6. Isäntäsolusta maailmalle – kaikki kertarysäyksellä tai yksitellen aikaa myöten	79
Proviruset – tosiammattilaisiako (ihanko pro)?	80
<i>Luku 3B. Virusten muuntelu ja evoluutio</i>	81
Kopiointivirheistä kaikki alkaa	81
Virusten evoluutio	84

Osa 4. Virukset elollisen luonnon osana **86**

<i>Luku 4A. Ovatko virukset ihan oikeasti eläviä olioita?</i>	86
<i>Luku 4B. Eliöiden ja geeniryhmien eriasteisesta itsenäisyydestä</i>	88
Isäntäsolun genomin liikkuvat osat	89
Satelliitit	92
Viroidit	94
Prionit ja prionitaudit	96
<i>Luku 4C. Virusten alkuperä – mistähän ne oikein ovat kotoisin?</i>	99
Elämän alku maapallolla	101
Viruksia on ollut niin kauan kuin elämää yleensä!	105
<i>Luku 4D. Virukset nyt: Ilmakehän hiilidioksiditasapaino ja ilmastonmuutos</i>	107

Osa 5. Virukset taudinaiheuttajina **110**

<i>Luku 5A. Tavallisia virustauteja</i>	111
Flunssa	111
Kausi-influenssa	113
Oksennus- ja/tai ripulitauti	115
Lasten rokkovirukset ja muut iho-oireita aiheuttavat virukset	117
Ennen tavallisia mutta nyt rokotuksin torjuttuja virustauteja	118
Muista eläimistä ihmiseen tarttuvat virustaudit Suomessa	119
Varomaton käyttäytyminen lisää tartuntariskejä	121
<i>Luku 5B. Tosi pahoja virustauteja</i>	123
Vesikauhu	123
Ebola ja muut verenvuotokuumeet	124
Immuunikato, AIDS	126
SARS ja MERS	127
Lintuinfluenssa ja influenssapandemiat	128
Dengue ja muut kaukomatkailjan kauhistukset	131
<i>Luku 5C. Virukset ja bakteerit: ystävyy- ja avunantosopimuksia?</i>	132
Virusinfektio voi häiritä limakalvojen puhdistamista ja sehän bakteereita ilahduttaa	132
Suolistobakteerit kaksoisagentteina	133
Virukset likaisen työn tekijöinä bakteerien aiheuttamissa taudeissa	135
<i>Luku 5D. Virukset työtehtävissä muissa isäntäeliöissä</i>	137
<i>Luku 5E. Virukset syöpätautien aiheuttajina</i>	138
<i>Luku 5F. Virustautien diagnostiikka</i>	139
Mihin aiheuttajatietoa tarvitaan?	139
Tavoitteena hoidon optimointi	140
Epidemioiden seuranta	140
Rokotusohjelmien vaikuttavuuden seuranta	141
Minkälaisia näytteistä potilaasta tarvitaan?	141
Virusen osoittamis- ja tunnistusmenetelmät	142
Virusen läsnäolon ositusmenetelmät	142
Elävän virusen osoittaminen ja tunnistaminen	144
Serologiset diagnostiikkamenetelmät	145
<i>Luku 5G. Virustautien lääkehoito</i>	146
Asikloviiri, nerokas herpesviruslääke	147
Monia virusten entsyymejä voidaan käyttää hoidon kohteena	148

Virustautien vaikutuskohdan ei tarvitse olla entsyymi	150
Tavallisten virustautien täsmälääkehoito tulee aina olemaan vaikeaa	150
<i>Luku 5H. Virustautien torjunta tartuntariskejä vähentämällä</i>	151
Ruoan ja juomaveden puhtauden valvonta	151
Karanteenit ja muut epidemioiden rajoitustoimet	152
Tartuntojen välttely ja käsihygieniä	152
<i>Luku 5I. Virustautirokotteet – elävät, tapetut ja osaset</i>	153
Rokotustoiminnan yleiset periaatteet	153
Looginen tausta ja rokottein torjutut taudit Suomessa	153
Rokotteiden vaikuttavat aineet	155
Rokotteiden haittavaikutukset	159
Bioteknologian menetelmien kehitys muuttaa rokotteiden tuotantotapoja ja luonnetta	160
Kaikkien virustautien ehkäisy rokotteilla ei ole käytännössä mahdollista	163

Osa 6. Kansainvälisen yhteistyön menestystarinoita – virustautien juuriminen **164**

<i>Luku 6A. Isorokkon hävitys – taudin tahallisesta tartuttamisesta sen juurimiseen koko maailmasta</i>	164
Isorokko oli todella pelottava tauti	165
Rokotusten esiaste: variolaatio	165
Kuka keksi rokotuksen, Jenner, Jesty vai joku ihan muu?	166
Isorokkorokotusten alkuvuodet	168
Rokotusten kansainvälisen leviäminen	169
Hävitys oli koordinoitun kansainvälisen yhteistyön tulos	171
<i>Luku 6B. Polion hävitysohjelma - lähes tavoitteessaan jo vuosia mutta silti yhä kesken</i>	173
Historiaa	173
Poliorokotteiden kehittäminen – ei pelkästään Salkin ja Sabinin ansiota	174
Mutkia matkassa. Poliorokotustenkaan historia ei ole ollut pelkkää valoisaa voittokulkua.	176
Polion hävittäminen Suomesta	178
Kansainvälinen polionhävitysohjelma: Polio pois koko maailmasta!	180
Vuonna 2018 polio sinetöidään yhä parissa maassa - miten ihmeessä?	182
Jätevesitutkimusten hyväksikäyttö poliovirusinfektioiden seurannassa	184

Polion hävitysohjelma saattaa vihdoin toteutua – mutta pysykö tauti poissa?	185
Oraallinen poliorokote – huolen aihe polionhävityksen jälkeenkin	187
Osa 7. Virukset työkaluina - isäntäsolutuhon hyödyntäminen	190
Virukset joidenkin syöpätautien hoidossa	190
Faagien uusi tuleminen bakteeritautihoitoihin	191
Virukset kasvituholaistorjunnassa	192
Ruskomäntypistiäinen ja monisärmiövirus	194
Perhostoukkien erikoiset elintavat ja virusten viekkaus	198
Osa 8. Virukset maailmankartalla – yllätyksiä, villityksiä ja vähemmän onnistuneita hyötykäyttöyrityksiä	200
Amerikan valloitus ja muuta virustautien maailmanpolitiikkaa	200
Isorokko ja tuhkarokko	201
Keltakuume valtapolitiikassa	203
Viime aikojen valloituksia: Kun Länsi-Niilin virus Amerikan löysi	204
Hullutus vailla vertaa: Tulipomania	205
O-oops! Australian kanilaumat ja niiden kurissapitoyrityksiä	206
Virusia joukkotuhoaseiksi	207
Muidenkin erehdysten paikkaamiseen yritetään käyttää virusasetta	209
Lopuksi	210
Hakemisto ja lyhenteet	213
Lisätietoja	217



VIEHÄTTÄVÄT VIRUKSET

Virukset ovat oleellinen osatekijä kaikkien eliöiden elämässä kaikkialla maailmassa. Ihmisillä, muilla eläimillä, kasveilla, bakteereilla ja muilla pieneliöillä on omat viruksensa elämänkumppaneinaan. Ne ovat luonteeltaan soluloisia, mikä tarkoittaa, että ne tarvitsevat lisääntyäkseen kehittyneemmän eliön (isännän) solujen palveluja. Virusten lisääntymistapa on omaperäinen. Niiden rakenteeseen tulevat palikat tehdään eri puolilla solua ja kootaan yhteen pala palalta liukuhinnan tapaan. Monet virukset osaavat lisääntyä ilman, että isäntäelimistö siitä suuresti häiriintyy. Yleensä isäntä kuitenkin yrittää jarruttaa virusten lisääntymistä monin keinoin. Virukset puolestaan osaavat asettaa kapuloita näihin isännän rattaisiin. Elämä on taistelua!

Mistä virukset ovat tulleet? Ovatko ne oikeasti eläviä? Mitä ovat jättivirukset? Entäs virusoidit, viroidit ja prionit? Miten virukset aiheuttivat maailman ensimmäisen pörssiromahduksen? Miten virukset osallistuvat ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden säätelyyn? Mitä vaaroja ilmaston lämpenemisen aikaansaama ikijään sulaminen voi tuoda tullessaan?

Isäntäyksilön hyvinvoinnin kannalta virustartunnalla on joskus tosi ikäviä seurauksia. Influenssaepidemia, vesirokko, nuhakuumeet, norovirusripuli ja monet muut virustaudit ovat kaikille tuttuja, mutta tiesitkö, millainen tauti tunnettiin aikoinaan nimellä rupuli? Entä mitä oppi Englannin suurlähettiläs Lady Mary Montagu Turkin sulttaanin haaremissa 1700-luvun alussa? Joitakin virustauteja voidaan hoitaa lääkkeillä, lapsilla tavallisia rokkotauteja kuitenkin yleensä ei. Miksi tulirokko on poikkeus, vaikka senkin syntymisessä viruksella on ratkaiseva merkitys?

Ihmiset ovat käyttäneet viruksia hyväkseen monin tavoin. Parhaiten se on onnistunut niitä itseään vastaan, käyttämällä virusrakenteita rokotteiden vaikuttavina aineina. Mihin rokotusten suojavaikutus perustuu? Mitä virustauteja voi ehkäistä rokotuksilla, mitä ei? Polio väheni rokotusten ansiosta 1900-luvun lopulla 10 vuodessa yli 99,9%:lla koko maailmassa. Miten ihmeessä tauti sinnittelee aina vaan?