

# Lukiobiologian evoluutiotarinoita

Mikko Tuuliranta

# Mitä evoluutio on?

Riippuu keneltä kysytään

# Osa 1

Oppikirjojen tarina elämän synnystä:  
Kemiallinen evoluutio, abiogeneesi  
eli moderni itsestäänsikiäminen

## ITSESTÄÄNSIKIÄMISEN HISTORIAA

Anaximandros Miletolainen (500-luku eKr.) uskoi, että eliöitä syntyy auringon lämmön höyrystämästä merivedestä. (Ja että jotkut suomupeatteiset muinaiset merieläimet muuttivat maalle, karistivat suomunsa, muuttuivat maaeläimiksi ja lopulta ihmisiksi.)

Aristoteles (300-luku eKr.) uskoi mm., että kuorieläimet syntyivät liejusta, koit villasta ja kirput lannasta.

Belgialainen lääkäri Jean Babtiste van Helmot (1744 - 1829) uskoi, että sammakoita syntyy suon liejusta ja usvasta, hiiriä rievuista ja jyvistä.

Pasteur oli kumonnut itsestäänsikiämisen v. 1860-2 tekemillään kokeilla.

Mutta: Jenan yliopiston eläintieteen ja meribiologian professori (ja huijari) Ernst Haeckel herätti sen kuolleista Suomen nälkävuonna 1868.

Haeckel väitti löytäneensä merenpohjasta protoplasmisia eli ”alkulimaisia eliöitä”, joita hän kutsui moneroiksi\*, jotka koostuivat ”albumiinisista hiilikombinaatioista”.

*\*Blathybius haeckelii*

## Alexander Oparin (1894 - 1980):

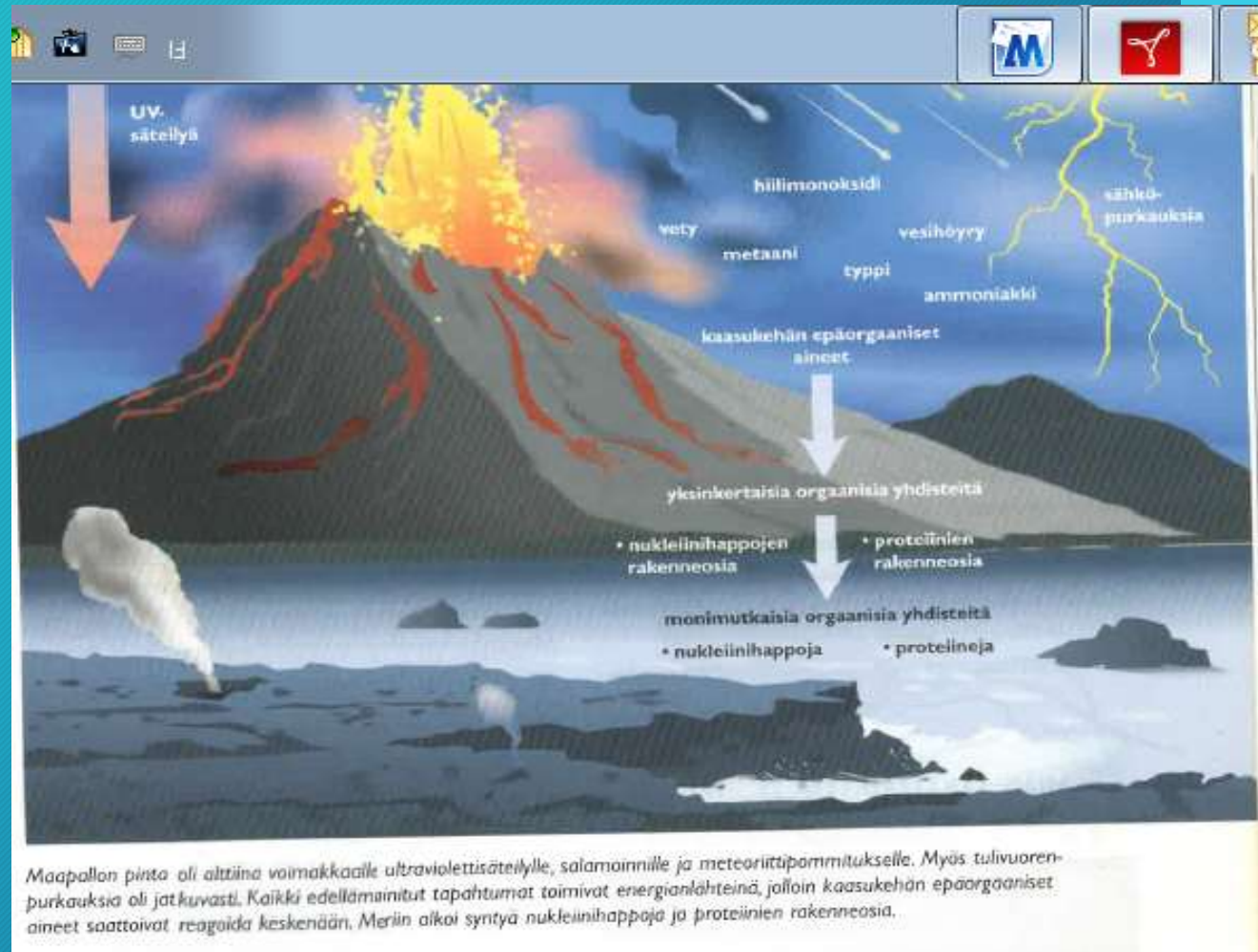
1924: Proiskhozhdenie Zhizny (Elämän synty). Laajennettu teos vuonna 1936, joka käännettiin englanniksi v. -38 (Origin of Life):

*”Työ on edistynyt jo hyvin pitkälle ja hyvin pian murtuvat viimeisetkin esteet kuolleen ja elävän väliltä kärsivällisen työn ja mahtavien tieteellisten ajatusten tuloksena.”*

”Loppujen lopuksi elämä voi osoittautua hyvinkin yksinkertaiseksi ja ymmärrettäväksi”  
(1980-luvun alku, Kanava-lehti?)

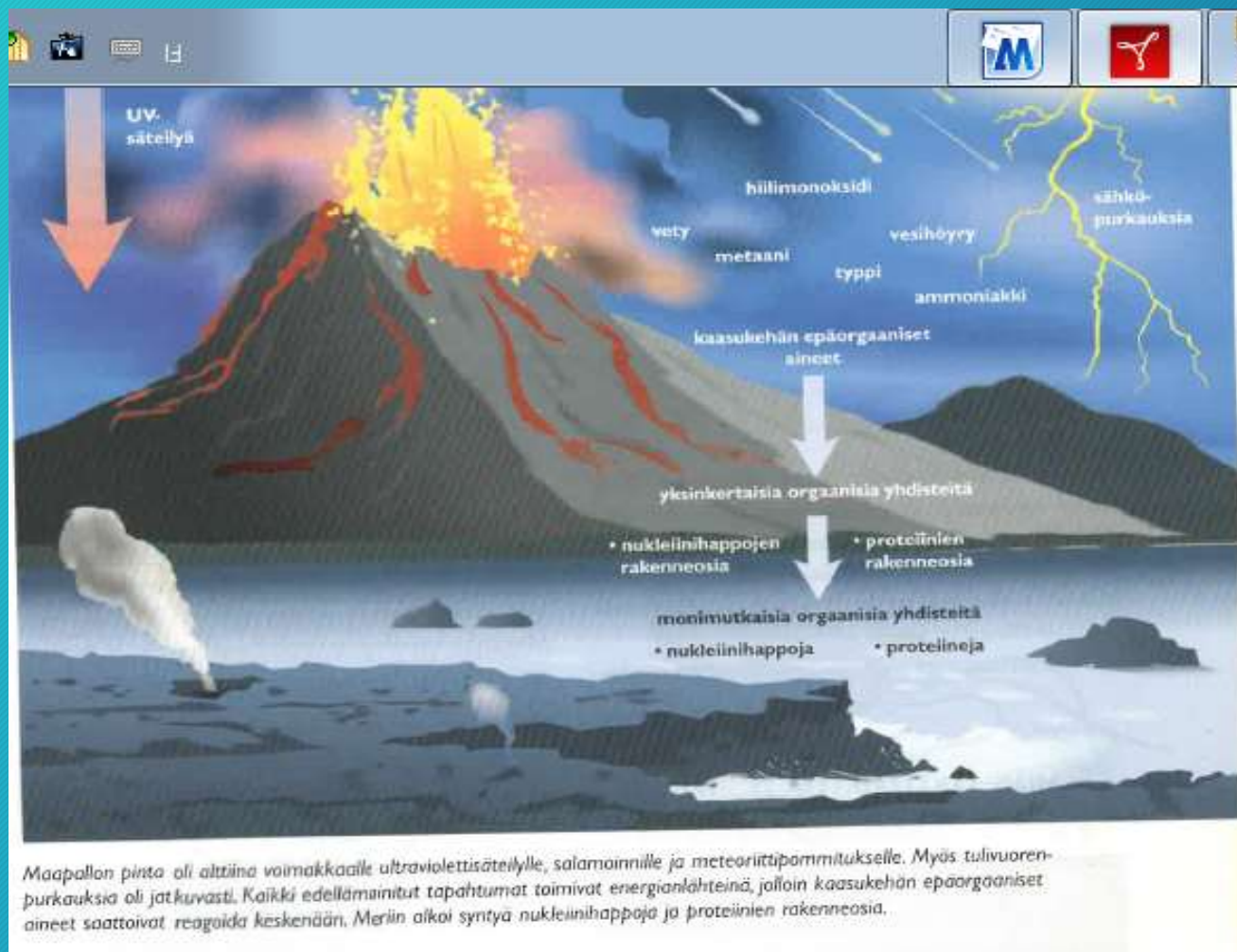
”Alkumaapallon olosuhteet olivat suotuisat elämän synnylle.” (BIOS 1, 4. painos 2007, 5. uudistettu painos 2008)

Kuka kävi  
”alkumaapallolla”  
tekemässä sää- ja  
ilmastohavaintoja?



”Alkumaapallon olosuhteet mahdollistivat elämän synnyn.”  
(BIOS 1, 15 – 16. painos 2016)

Onko näyttöä?  
Kyllä on - mutta  
mihin suuntaan?





## Millerin kokeet:

”Kaasukehän aineista syntyi UV-säteiden, salamoiden ja tulivuoritoiminnan yhteisvaikutuksesta aminohappoja ja muita orgaanisia yhdisteitä. Niitä liukeni veteen ja ne päätyivät lopulta meriin. Aineiden reagoidessa meressä keskenään muodostui monimutkaisempia yhdisteitä. Tätä ilmiötä sanotaan *kemialliseksi evoluutioksi*...

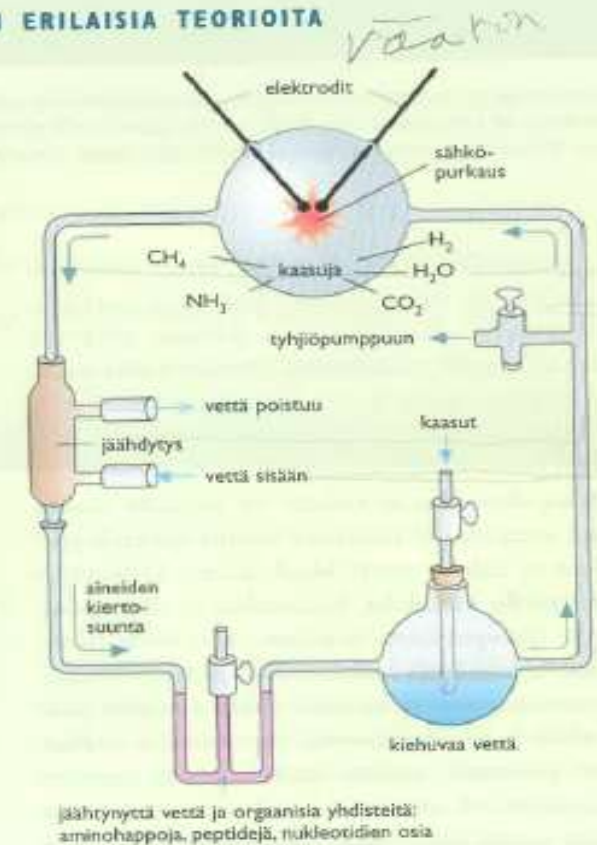
Näin on syntynyt monia orgaanisia aineita, mm. aminohappoja, valkuaisaineita ja adeniinia” (Koulun biologia, Lukio 2, 1998). ”Paperikemiaa”

Mutta: Millerin kokeet todistivat, että oletetun alkumaapallon olosuhteet eivät olleet suotuisat elämän synnylle:

## ELÄMÄN SYNTYPAIKASTA JA -TAVASTA ON ERILAISIA TEORIOITA

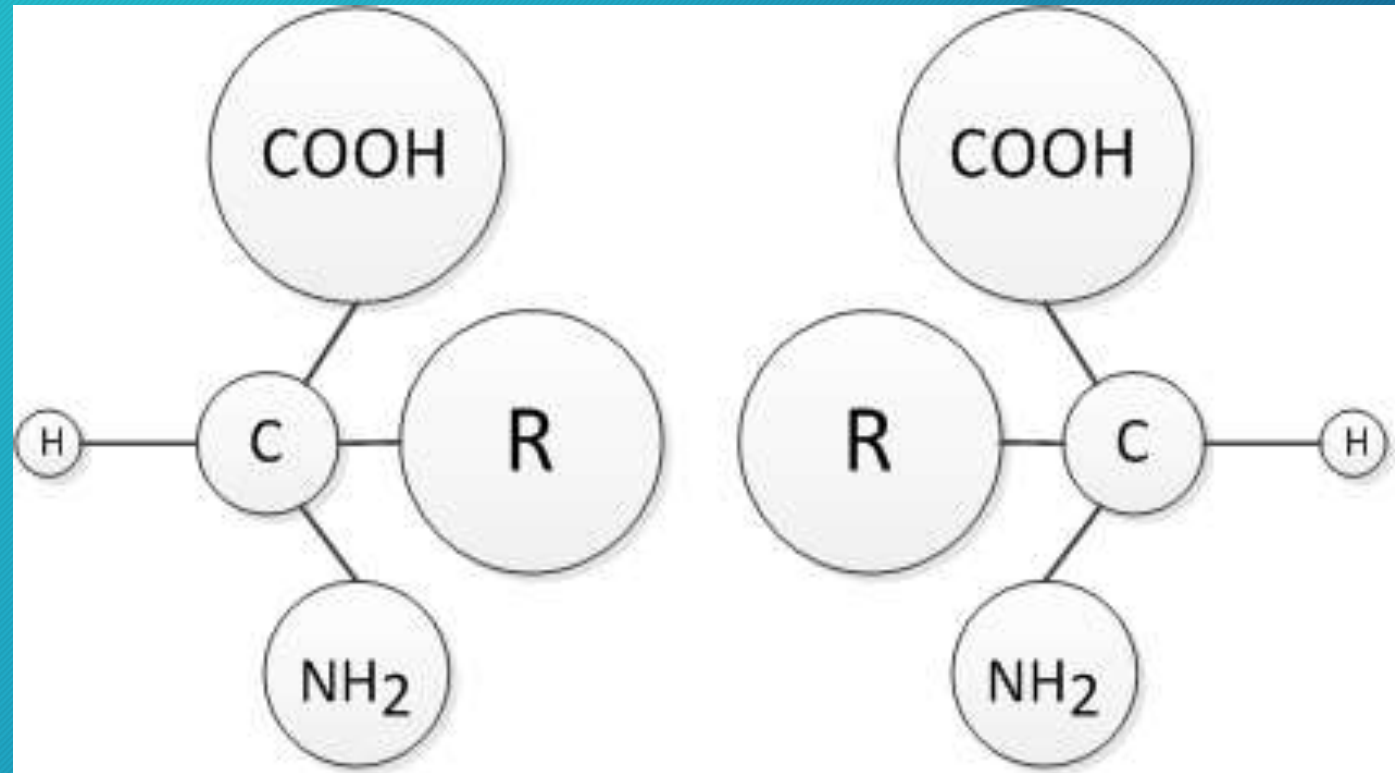
Se, miten ja missä jättimolekyylit ovat syntyneet, on vielä epäselvää. Erään teorian mukaan elämä on syntynyt meressä m-erenlahdissa niin sanotussa alkuliemessä. Toisen teorian mukaan jättimolekyylit syntyivät merenpohjan kuumissa lähteissä, joissa ne olivat suojassa meteoriittipommitukselta ja ultraviolettisäteilyltä. Kolmas teoria esittää jättimolekyylien syntyneen syvässä maapallon kuoressa. Eräät tutkijat ovat sitä mieltä, että savi on toiminut sopivana pintana, jossa pienemmät molekyylit ovat pystyneet sitoutumaan toisiinsa kiinni ja muodostamaan jättimolekyyliä. Joidenkin tutkijoiden mielestä taas jättimolekyyliä tai jopa mikrobeja on tullut maapallolle meteoriittien mukana avaruudesta. Kaikille näille teorioille on yhteistä, että ne edellyttävät nestemäistä vettä, johon on liuennut sopivia yhdisteitä. Lisäksi kemiallisten reaktioiden ylläpitäminen on vaatinut energiaa.

Millerin ja Ureyn vuonna 1953 laboratoriossa suorittama koe osoitti, että epäorgaanisista aineista voi syntyä sopivissa olosuhteissa orgaanisia yhdisteitä. Vesihöyryä ja kaasuja johdettiin lasipalloon, jonne kohdistettiin keinotekoisia sähköpurkauksia. Näin haluttiin jäljitellä alkumaapallon salamointia. Viikon kuluttua kaasut jäähdytettiin ja syntynyt liuos analysoitiin. Vesiliuoksessa oli aminohappoja ja joitakin muita orgaanisia yhdisteitä.



Millerin kipinäkoekiden ongelma No1: väärät tuotteet: tervat, muurahaishappo, ketonit, aldehydit, vääränlaiset ja vääräkätiset aminohapot jne.

Kiraalisuus- eli kätisyysongelma →



Jos aminohapoista syntyisikin solun ulkopuolella jokin ketju QWYCCRCGFFP, vesi rikkoisi sen lähes samantien:



Elämänsynnyntutkija Nicolas Hud (2018):

”Elämä syntyi alkumeren pienten saarten rantaviivoilla, jotka välillä kuivuivat. Elämän synnyn seuraaminen olisi ollut tylsää - samanlaista kuin olisi seurata maalin kuivumista.”

Uuden lukion  
biologia 2, 1986:

A: Ramapithecus

B: Etelänapina

C: Käteväihminen

D: Pystyihminen

E: Neandertalinihminen.

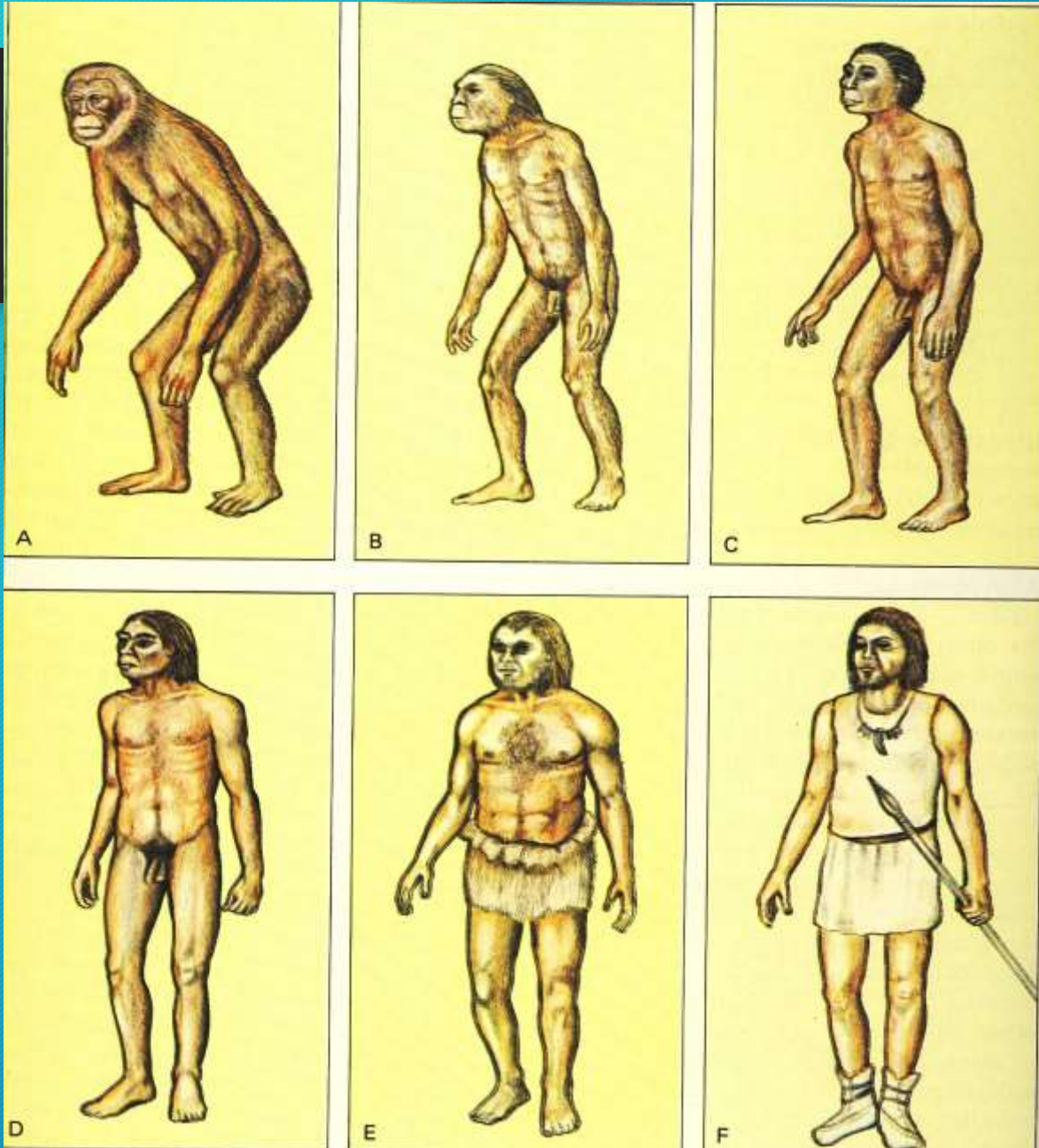
F: Nykyihminen

Vuoden -86 jälkeen A  
on poistunut, jossain  
myös C. Tilalle on

tullut  
sahelinapinaihminen

ja

Ardipithecus-suku



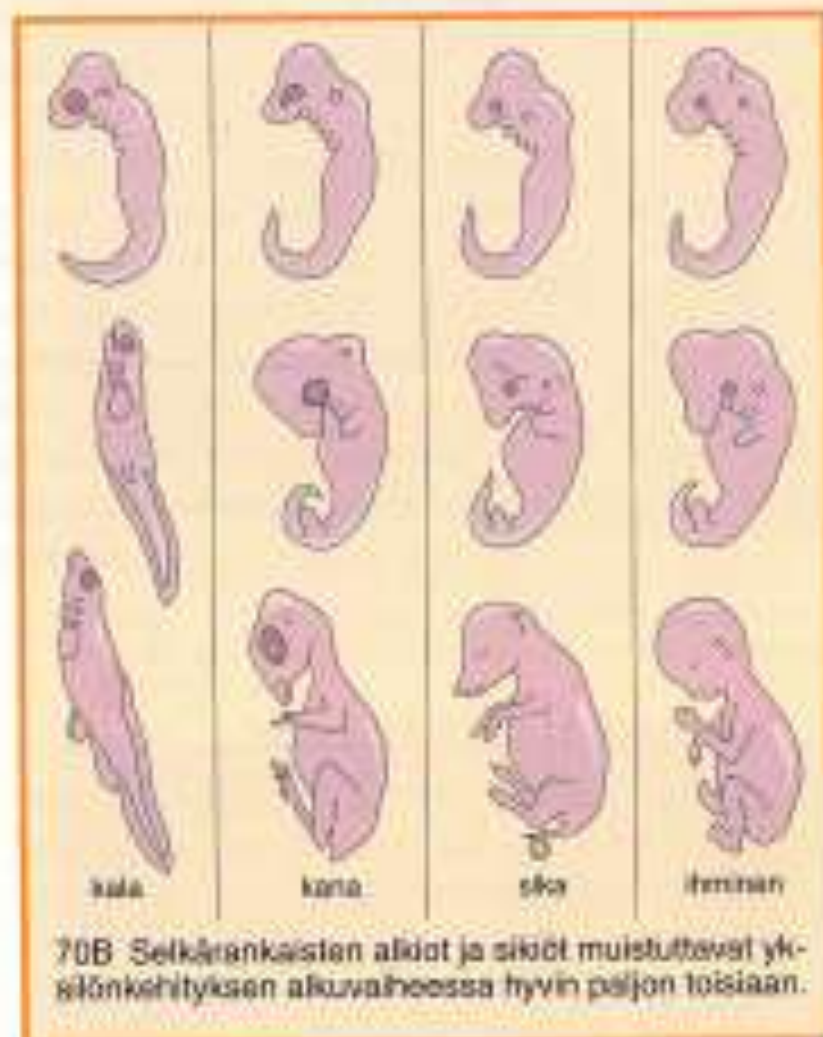


70A Takajalkojen surkastuneet luut muistuttavat valaalla ja pyöröillä muinaisista jaloista.

## Koulun biologia, lukio 2, 1998 Haeckelin väärennökset, vm. 1874:

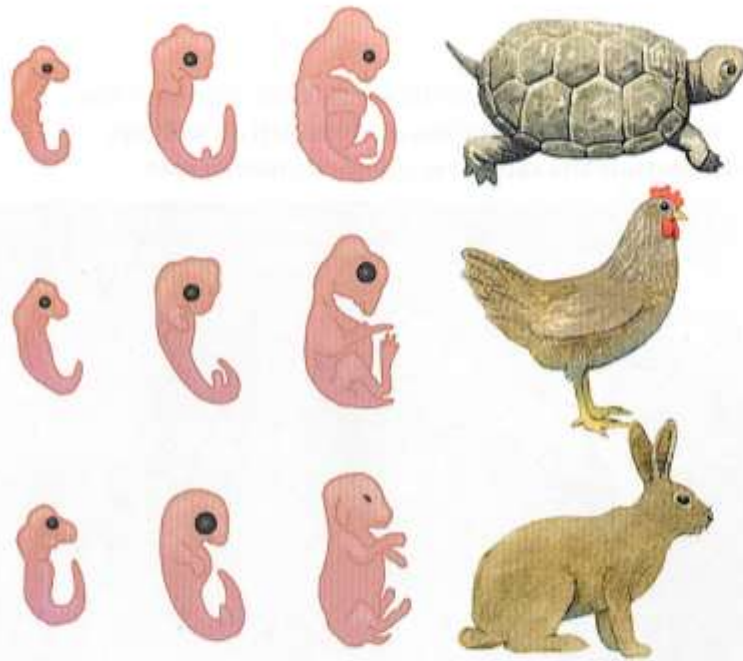
Aina samankaltaisuus ei kuitenkaan välttämättä ole osoitus läheisestä sukulaisuudesta. Samanlaiset olosuhteet voivat näet johtaa siihen, että aivan eri ryhmiin kuuluvat eläimet ovat kehittyneet rakenteeltaan samanlaisiksi. Niinpä esimerkiksi vesieläimiin sopeutuneet hai, pingviini ja delfiini ovat ulkomuodoltaan hyvin samantapaisia.

Moniilla eläimillä on surkastumia eli toimintansa lopettaneita elimiä. Tällaisia ovat mm. valaiden ja jääteläiskäärmeiden takajalkojen luiden jäänteet ja hevosen keihäsluut, jotka ovat varpaiden jäänteet. Ihmisen umpilisäke on surkastunut elin. Se ei enää toimi selluloosan hajottamistehtävässä kuten kasveja syöväillä eläimillä (K1/s.78). Ihmisen häntänikamat, kasvapeitteen osat, terävät kulmahampaat ja korvanliikuttajalihakset ovat myös surkastumia. Tällaiset surkastumat ovat selviä todisteita siitä, että eläinten rakenne on muuttunut ja yhteisestä kantamuodosta kehitys on johtanut eri suuntiin.



70B Selkärankaisten alkio- ja sikiömuodot muistuttavat yksilönkehityksen alkuvaiheessa hyvin paljon toisiaan.

## Lukion biologia, BI1, 2015: Samat v. 1874 väärennökset!



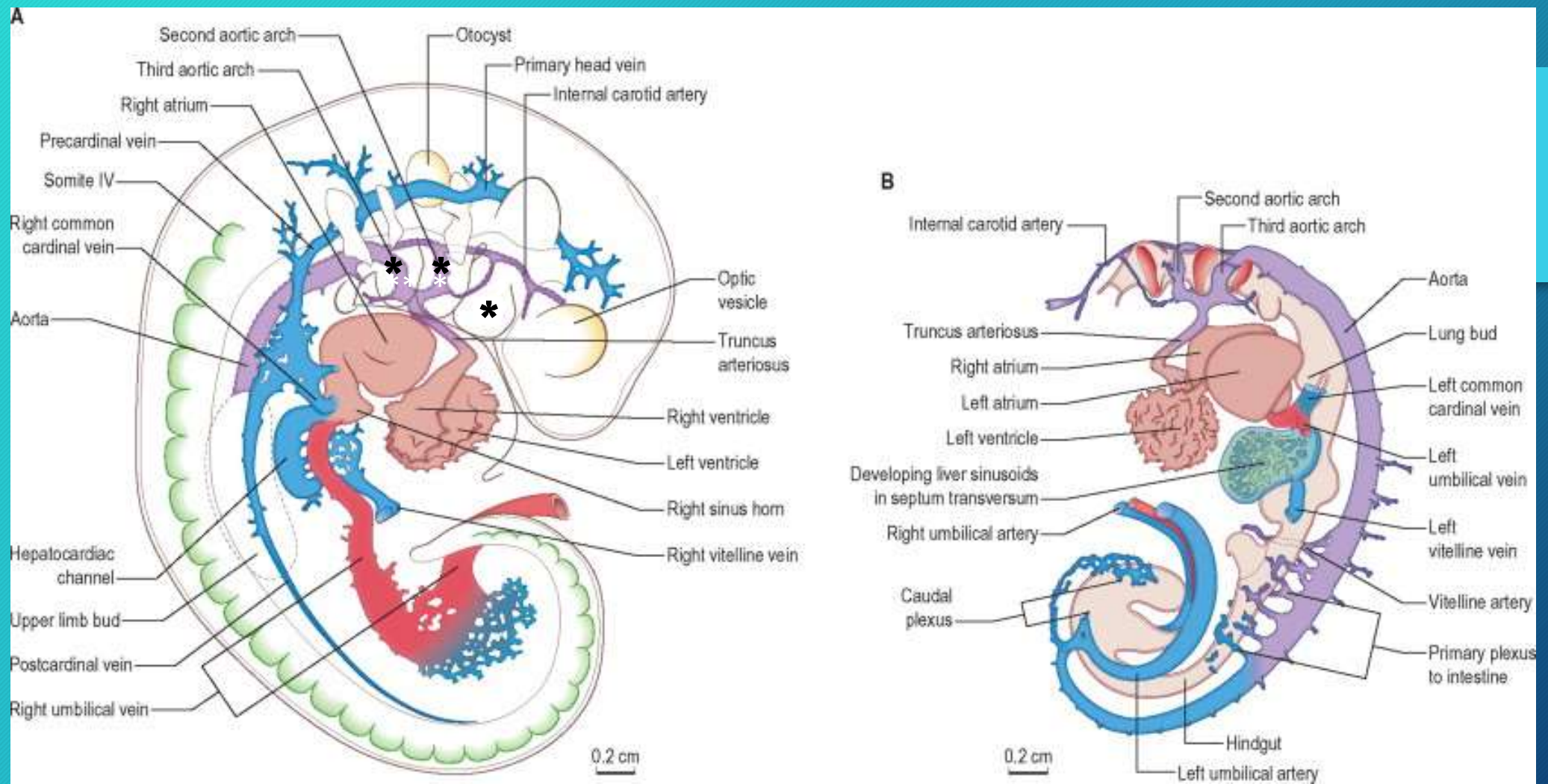
74B Kilpikonnän, kanan ja kanin alkiot muistuttavat toisiaan, koska ne ovat kehittyneet yhteisestä kantamuodosta.

### Perimä kertoo lajin evoluutiosta

Yksilö perii geeninsä eli perintötekijät vanhemmiltaan, ja siksi läheisillä sukulaisilla on vähemmän eroja perimässään kuin kaukaisilla sukulaisilla.

Perimän tarkempaa vertailua tehdään tutkimalla tuman kromosomien määrää, sekä kromosomien tai niiden dna-molekyylien rakennetta. Koko perimän eli dna:n vertailut ovat osoittaneet, että ihmisen ja simpanssin dna:n rakenne (emäsjärjestys) on yli 95-prosenttisesti sama. Koska mutaatiot tapahtuvat joissakin geneeissä vakionopeudella, geenien erojen perusteella voidaan päätellä eri kehityslinjoiden haarautumisen ajankohta. Tämän **molekyylikellon** avulla on muun muassa päätelty, että gibbonin kehityslinja erosi ihmisapinoiden kehityslinjasta noin 15 miljoonaa vuotta sitten.

Perimä ohjaa valkuaisaineiden eli proteiinien rakennetta, solujen biokemiallisia reaktioita, alkion kehittymistä, eliöiden rakenteen määräytymistä ja eläinten vaistotoimintoja. Tämän ansiosta näitä asioita tarkas-



Profile reconstructions of the blood vascular system of a stage 13 human embryo. The early circulation is now asymmetrical with the venous vessels enlarging on the right and diminishing on the left. A , Right side: the main venous channels to the heart can be seen. B , Left side: the aortic arch arteries, the main vessels arising from the dorsal aorta and the umbilical arteries are shown. Note: Only the endothelial lining of the heart chambers is shown and, because the muscular wall has been omitted, the pericardial cavity appears much larger than the contained heart.

Early embryonic circulation  
 §{parentCitation.authFull}, Gray's Anatomy, CHAPTER 13, 205-209

Copyright © 2008 ? 2008, Elsevier Limited. All rights reserved.

**”Kiduksista” eli kidustaskuista (tai poimuista) muodostuu mm. osa kasvoja, korvaa ja kaulalihaksia.**



ioita saattaa tapahtua joissakin eliöryh-  
tiivisissä linjoissa tietyllä vakionopeu-  
tietojen perusteella voidaan rakentaa  
, joka kertoo, missä vaiheessa mikin  
on lähtenyt kehittymään omaan suun-  
nemman kaksi lajia eroavat toisistaan  
teiniensa suhteen, sitä kaukaisempaa  
oisilleen. DNA-näytteitä saadaan myös  
tä fossiileista, kuten eläinten luista.

*joska-DNA:ta*

missin DNA:ssa on vain muutaman prosentin  
on aivojen geenien toiminnassa, mutta sen  
i maksa- ja verisoluissa ihmisen  
enitoiminnan erot ovat hyvin  
voluution aikana aivoissa  
t eniten muutoksia.



Rotan alkio



Ihmisen alkio

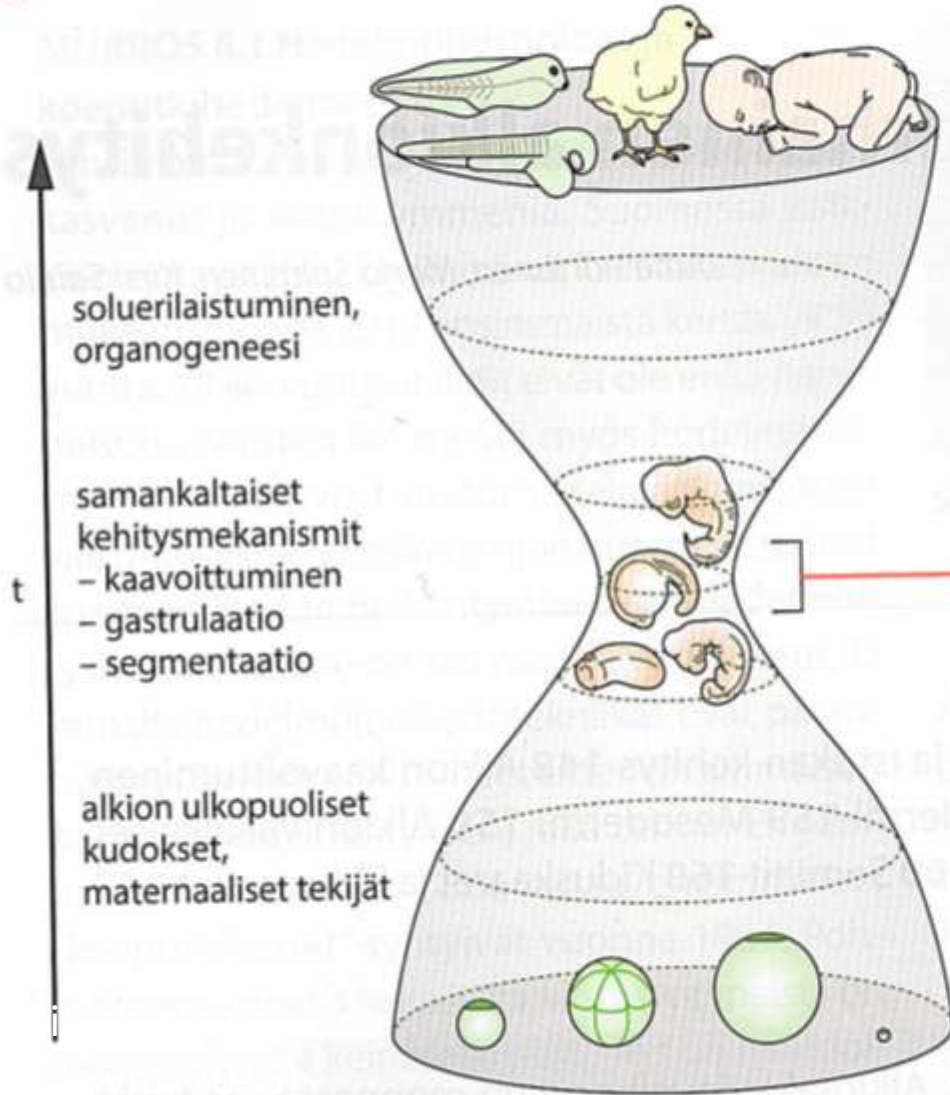
Alkionkehityksen alkuvaiheessa eri  
selkärankaisten muistuttavat hyvin  
suuresti toisiaan. Sekä rotan että  
ihmisen alkiossa näkyy hännän aihe.  
Kun alkio kehittyä pidemmälle,  
niiden lajityypilliset piirteet  
tulevat näkyviin.



## II Elinten kehitys

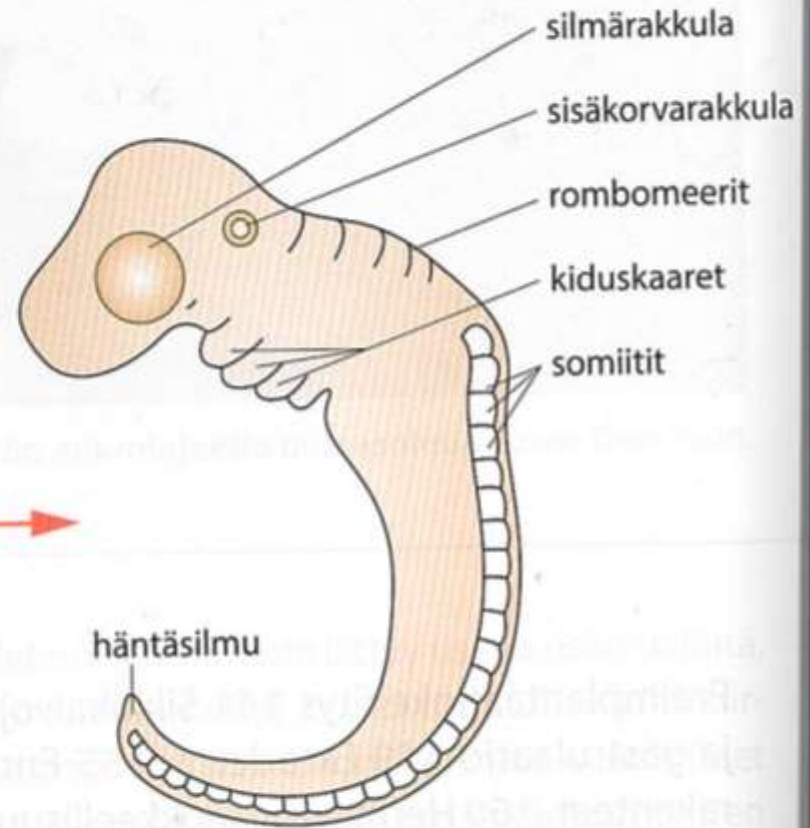
A

erilaiset elinympäristöt

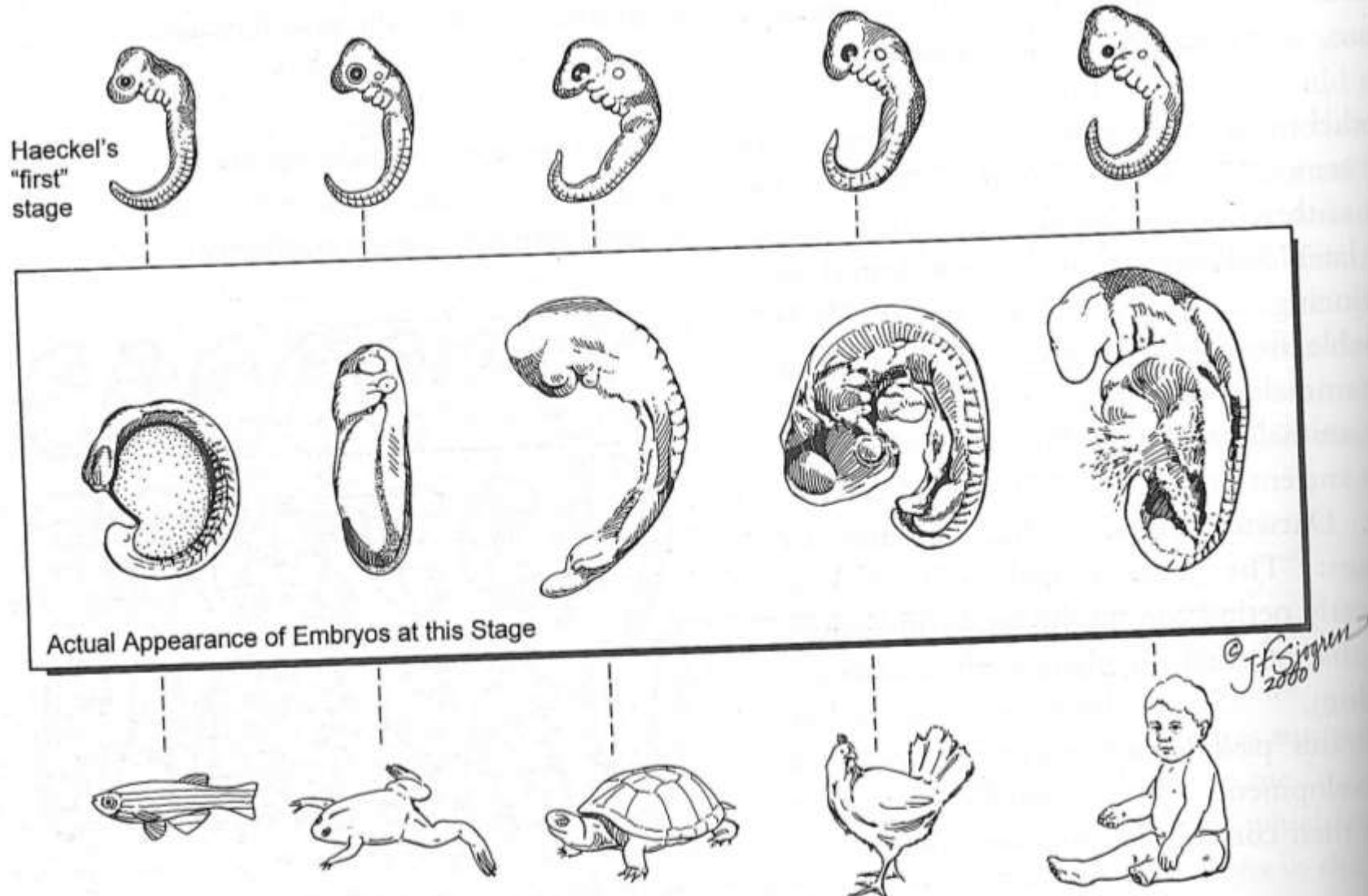


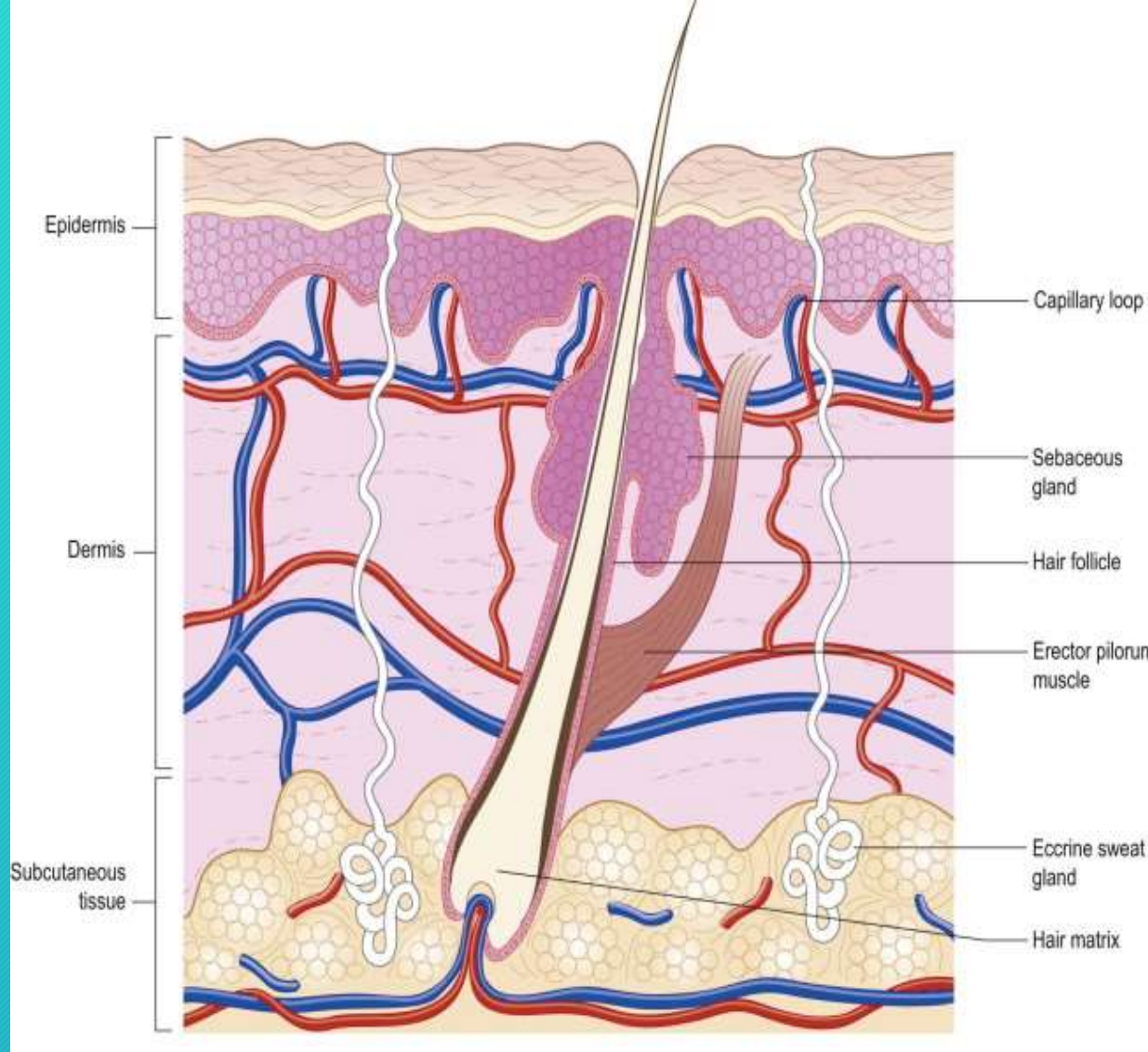
erilaiset lisääntymisstrategiat

B fylotyyppinen vaihe



# Haeckelin alkiot (1874) yläkuvassa, oikeat keskellä





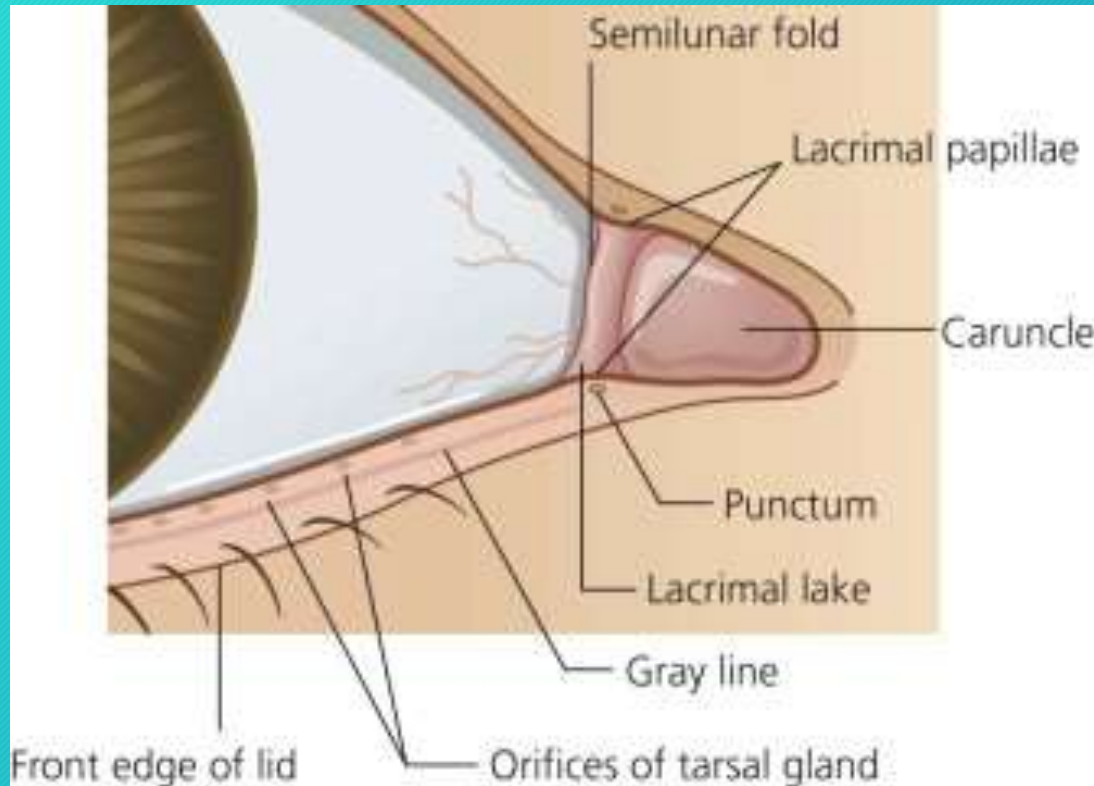
Tuppi, josta karva kasvaa, ulottuu ihonalaiseen rasvakerrokseen saakka. Karvatupissa on ainakin kahdenlaisia kantasoluja, joilla on tärkeä rooli ihohaavojen ja II-asteen palovammojen paranemisessa.

Supistuessaan karvankohottajalihas tyhjentää talirauhasen iholle. Jos lihas ei toimi, tali kerääntyy ihon alle ja muodostaa ”talikasvaimen”, aterooman. Ihmisen ihon jokaisella neliö-sentillä on n. 60 – 600 karvaa.

Skin, nails and hair

Cerio, Rino, Hutchison's Clinical Methods: An Integrated Approach to Clinical Practice, 15, 333-347

Copyright © 2012 © 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.



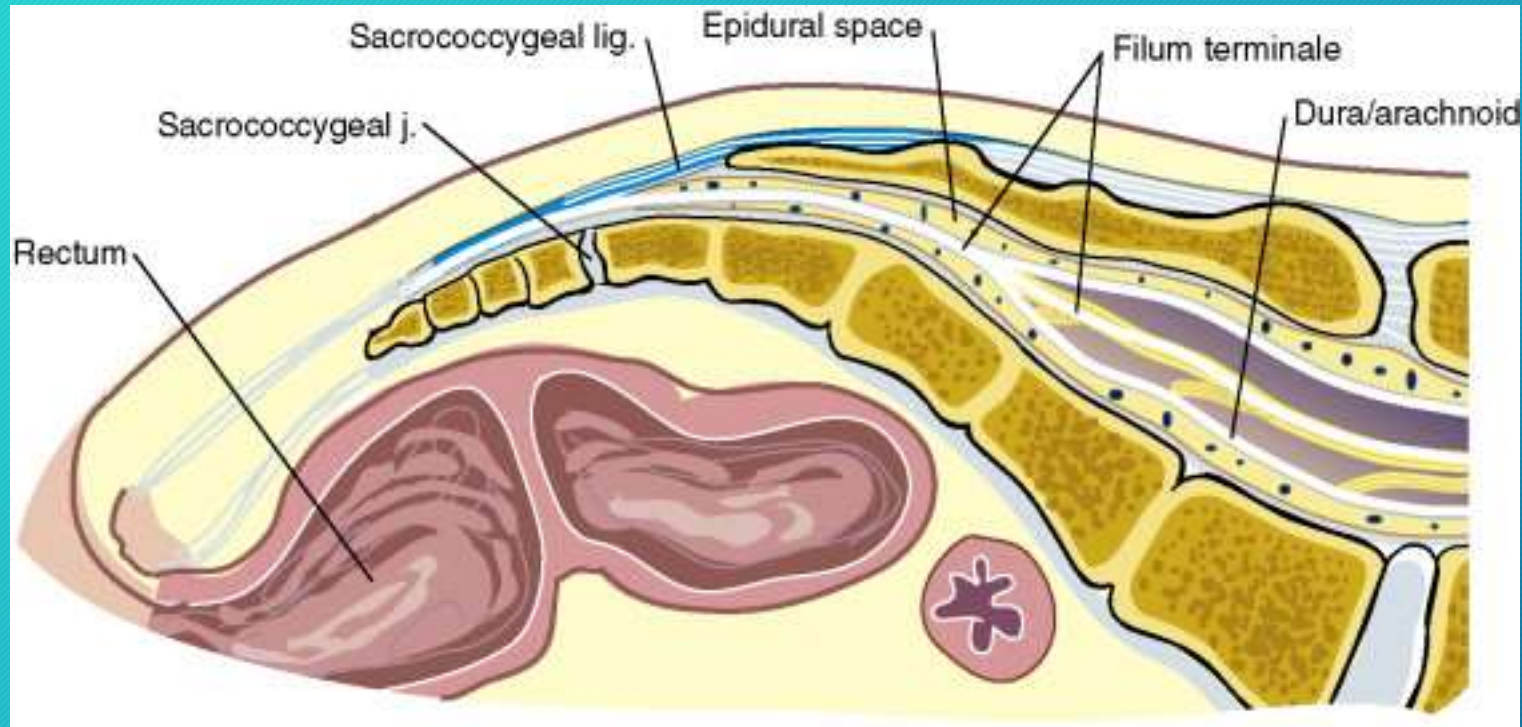
**Vilkkuluomi (semilunar fold) on tärkeä osa**  
**-kyynelnesteen muodostuksessa**  
**-kyynelnesteen kierrossa**  
**-silmän liikkeissä**  
**-pölyn poistossa**

Inner canthus, showing the semilunar fold and the caruncle. Normally the punctum is not visible unless the lower lid is depressed.

Anatomy of the eye

Stein, Harold A, MD MSc (Ophth) DOMS (London) FRCSC, Ophthalmic Assistant, The, Chapter 1, 3-14

Copyright © 2013 © 2013, Elsevier Inc. All rights reserved.



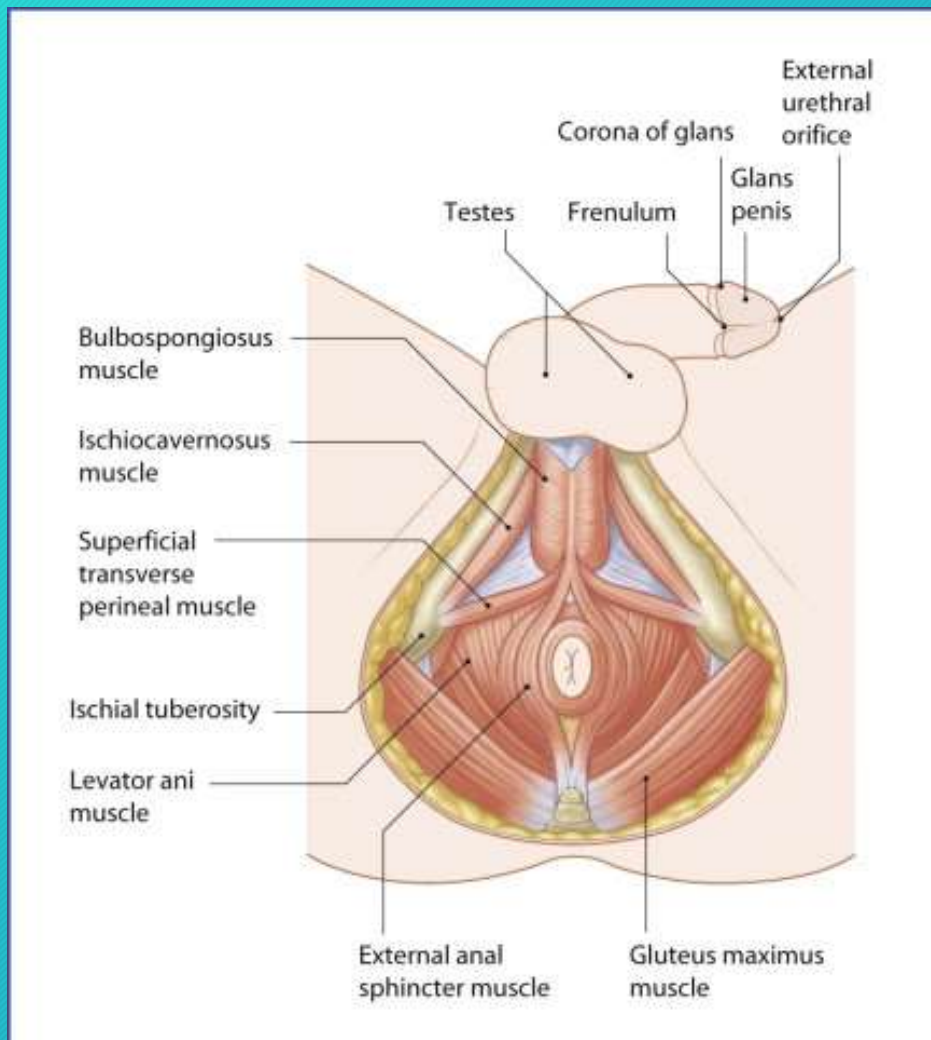
”Tuttuja ihmisen **surkastumia** ovat... häntänikamat.” (Elämä, s. 32)  
Häntäluun latinankielinen vastine *coccyx* juontuu kreikankielestä *coucou*, joka tarkoittaa käkeä; häntäluun siluetti muistuttaa käen nokan siluettia.

Anatomy of the sacrum and coccyx.

Caudal Epidural Nerve Block

Waldman, Steven D., Pain Management, Chapter 168, 1248-1257

Copyright © 2011 Copyright © 2011, 2007 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc. All rights reserved.



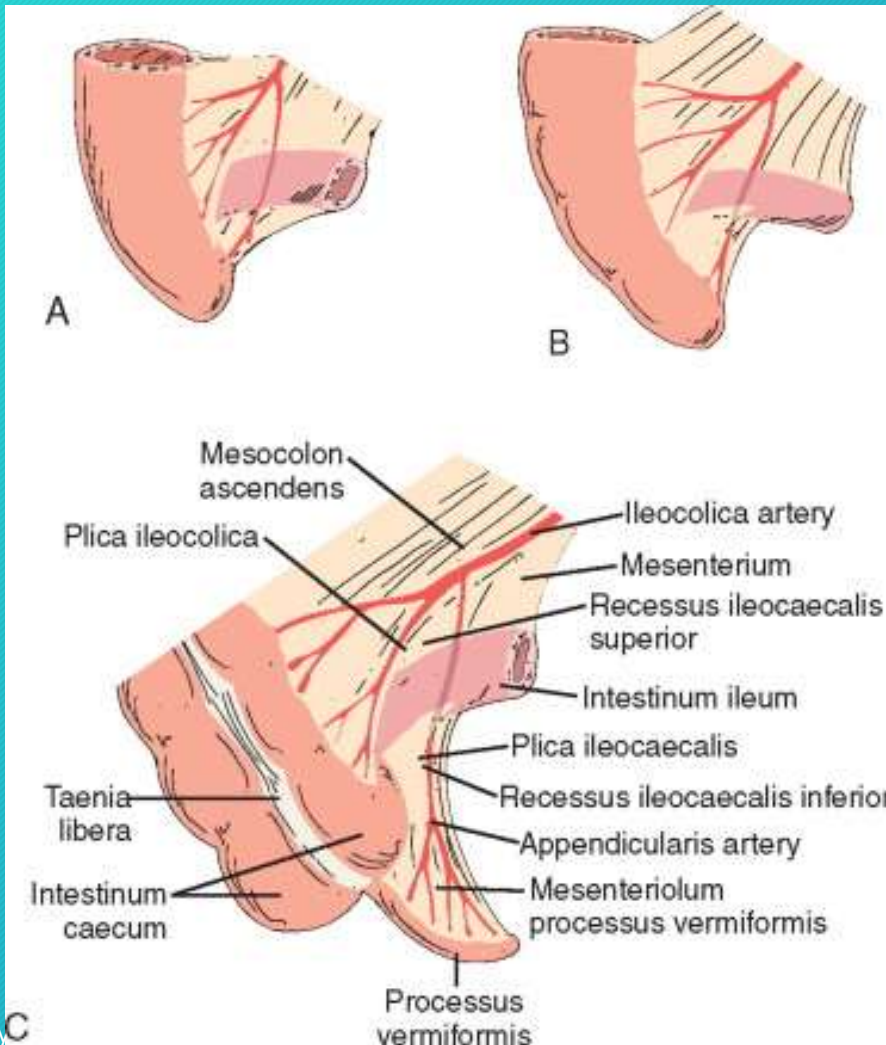
Lantion pohjan lihakset ja peräaukon sulkijalihakset ankkuroituvat häntäluuhun.

Male external genitalia.

Perineum

Moses, Kenneth Prakash, MD, Atlas of Clinical Gross Anatomy, 38, 478-492

Copyright © 2013 Copyright © 2013, 2005, by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.



Appendix kateenkorvan tavoin on vastasyntyneellä tärkeä immunologinen elin. Umpilisäkkeessä syntyvät mm suoliston limakalvon vasta-aineet, IgA:t (immunoglobuliini A). Umpilisäke tulehtuu harvoin ennen neljättä ikävuotta, johon mennessä suolisto on jo kehittynyt ja pärjää ilman umpilisäkettäkin. Mutta myös aikuisella umpilisäke vaikuttaisi olevan hyödyllinen. Ne, joilta appendixia ei ole poistettu, vaikuttaisivat toipuvan nopeammin ripulitaudeista.

Embryology C. uterine development. B. This produces the infantile appendix. C. Continued differential growth of the lateral cecal wall leads to the posteromedial position of the appendix in older children and adults. (From McVay CB: Anson & McVay Surgical Anatomy, 6th ed. Philadelphia, WB Saunders, 1984.)

Diseases of the Appendix

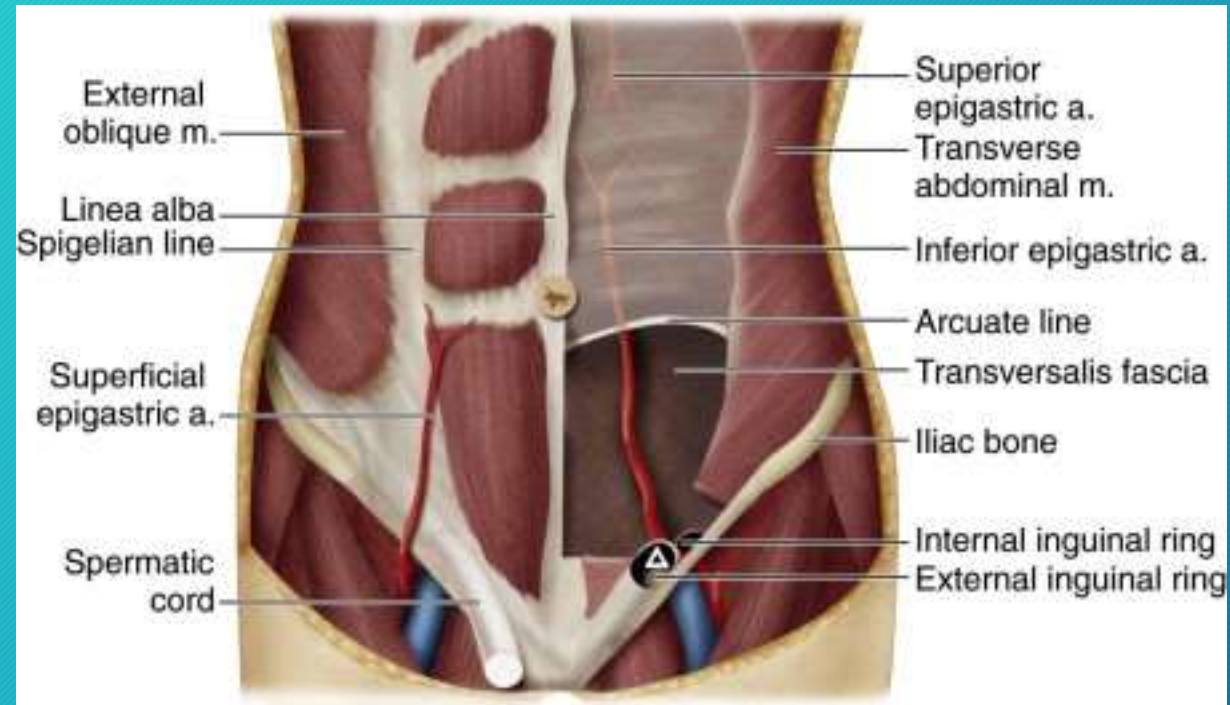
Jacobs, Jill E., MD, Textbook of Gastrointestinal Radiology, chapter 60, 1039-1069

Copyright © 2008 Copyright © 2008, 2000, 1994 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.



*Elämä*, lukion biologia, WSOY 2005, s. 32:

”Suora vatsalihas ( ´ pyykkilautalihas ´ ) on ihmisen ainoa jaokkeinen lihas, kaikki muut lihaksemme ovat jaokkeettomia. Suoran vatsalihasen jaokkeisuus kertoo yhteisestä alkuperästä kalojen kanssa. Surkastumat osoittavat meidän kehittyneen kantamuodoista, joilla nämä rakenteet ovat olleet toimivia tai ovat toimineet eritavalla.”



**Suoravatsalihas integroituu kiinteästi linea albaan ("vatsajänne") poikittaisten sidekudos-juosteiden avulla antaen sille tärkeää lisätukea ja sallien linea alban venyä raskauden aikana.**

Diagram of the anterior abdominal wall anatomy. The left rectus abdominis and oblique muscles have been removed. Note location of epigastric vessels, arcuate line, transversalis fascia, spigelian line, linea alba, and spermatic cord.

Normal Anatomy of the Abdominal Wall  
 Aguirre, Diego A., Abdominal Imaging, CHAPTER 133, 1439-1443

Copyright © 2011 Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.