

113300

ZIMMERMANN ÁGOSTON

FEJLŐDÉSTAN



13
A MAGYAR SZEMLE KINCSESTÁRA



FEJLŐDÉSTAN

IRTA

ZIMMERMANN ÁGOSTON

az állatorvosi főiskola rendes, a budapesti tud. egyetem
m. tanára, a M. Tud. Akadémia tagja



BUDAPEST, 1930

KIADJA A MAGYAR SZEMLE TÁRSASÁG

113300



FEJLŐDÉSTAN

A fejlődéstan kétségtelenül a biológia legérdeke-
sebb tárgyainak egyike, a szervezetek keletke-
zése és további kialakulása (Huxley szerint a
problémák problémája) kezdettől fogva magára
vonta a figyelmet és az érdeklődést. A fejlődés-
tani ismeretek a természettudományos gondolko-
dás, világnézet kialakulásához is lényegesen hozzá-
járulnak amellet, hogy az anatómiával, élettannal
és sok egyéb természettudománnyal sokszoros
vonatkozásban állnak.

A fejlődéstan ismeretek újabb nagy haladása,
a vizsgálati eszközök, módszerek és eljárások
tökéletesbedésével ezt a tárgyat nagyterjedelművé
fejlesztette, amelybe való elmélyedés hosszú idők
fáradságos munkáját követeli. Ebből a nagy
anyagból azonban csak az általános természet-
tudományos műveltség-megkívánta elemi ismere-
tekre szorítkozik e kis könyv, mely nem tan-
könyvnek vagy kompendiumnak készült, hanem
inkább csak átnézetes betekintést, bevezető tájé-
koztatást kíván nyújtani a fejlődéstan alapfogalmai-
ról, problémáiról, azokra terjeszkedve ki, melyek-
nek nagyobb általános jelentőségük van. Ezért
nem nyujtok nyers és száraz adathalmazt, hanem
igyekszem e könyvben mindazt, ami a más irány-
ban elfoglalt és ezért ebben a tárgyban kevésbbé
tájékozott olvasó részére érdekesnek és hasznos-
nak látszik, olyan formában összefoglalni s az
összefüggésekre rámutatni, hogy az ne csak a

tájékozódásra legyen alkalmas, hanem esetleg további érdeklődésre, természettudományos gondolkodásra, a benne való elmélyedésre is serkentsen.

A tárgy természeténél fogva nem könnyű és ezért e könyv kétségtelenül nem tartozhat a könnyed, szórakoztató olvasmányok közé, szerzője ennek ellenére az anyag megválasztása és az előadás módja által közérthetőségre törekedett.

A könyvecske anyagát jórészt az 1922. évben második kiadásban megjelent fejlődéstani tankönyvből vettem át, megfelelő módon való átdolgozással; könyvemben a budapesti és pozsonyi egyetemen és az állatorvosi főiskolán tartott fejlődéstani előadásaim anyagát foglaltam össze. Ez előadások nyomán szerzett didaktikai tapasztalatokat jelen kis könyvemben is értékesíteni igyekszem, amikor főleg azokra a fejezetekre terjeszkedem ki, melyek a hallgatóság figyelmét leginkább megragadták és ébrentartották. A tárgy beosztásánál, terjedelmének meghatározásánál más hasonló irányú munkára nem támaszkodhattam, mert a kisebb terjedelmű fejlődéstanok többnyire tanulásra szánt kompendiumok, nem pedig a művelt nagy közönség tájékozását szolgálják.

A fejlődéstani ismeretek természetében rejlik, hogy megértésükhöz szemléltető képekre is van szükség (Mihalkovicsnak az volt a meggyőződése, hogy „a bonyodalmas fejlődéstani folyamatoknál szereplő átalakulások megértésére az ábrák fontosabbak a leírásnál”), ezért az előbb említett fejlődéstani tankönyvből néhány, a tanításban és a tanulásban jól bevált képet is átvettem. Bizom benne, hogy ezek segítségével is emelem a könyvecske használhatóságát és így sikerül a természettudományos gondolkodás terjesztéséhez a fejlődéstan iránti érdeklődés felkeltésével is hozzájárulnom.

A fejlődéstan az *élő* szervezetek keletkezését és fokozatos kialakulását ismerteti.

A *fejlődés* bizonyos átalakulások összefüggő láncolata, melynek folyamán többnyire az egyszerűbb bonyolultabbá, tagoltabbá, egyben az életműködésekre megfelelőbbé, alkalmasabbá válik. A fejlődés tehát előrehaladó átalakulás, fogalmához tartozik a tökéletesedés (ezért „visszafejlődés” tulajdonképpen nincs, az illető folyamatot helyesen a hanyatló átalakulás nevével jelöljük meg).

Spencer Herbert úgy definiálta a fejlődés fogalmát, hogy a fejlődés eredetileg relatív homogen képződményeknek relatív heterogen képződményekké való átalakulása; az a sejt azonban, amelyből a fejlődés kiindul, csak látszólag egyenmű, látszólag homogen, valóban összetétele, szerkezete komplikált, bár még ma sem ismeretes közelebbről. E szerint a Spencer-féle definíció, mely a synthetikus filozófiájának megfelelően szélesebb körre, az állat- és növényvilágon túl a szervetlen világra is kiterjeszti a fejlődés fogalmát, mai ismereteink és felfogásunk szerint bizonyos korlátozásra szorúl; fejlődés csak az *élők* világában van.

A kész szervezet megismeréséhez, alaki viszonyainak megértéséhez közelebb vezet fejlődésének ismerete („a szervezetek megismerésének igazi világító fáklyája a fejlődéstan” mondja Baer Károly Ernő, 1792—1876.) A fejlődéstan azonban nemcsak az alakj változásokat, a formális genezist veszi figyelembe, hanem azokat az erőket és hatásuknak feltételeit is kutatja, melyek a szervezet fokozatos kialakulását létrehozzák, vagyis a kauzális genezist igyekszik megállapítani. Ezek szerint a fejlődéstan a biológiának, az élettudománynak nemcsak szigorúan alaklani vonatkozású része, hanem az élettannal is vonatkozás-

ban áll, amennyiben a kialakuló szervezet fizikai kémiai és működésbeli viszonyait is vizsgálja. Egyik fejezete a fejlődési mechanika (Roux) vagy oknyomozó fejlődéstan (kauzális morfológia), mely nem annyira a fejlődés egyes mozzanatainak lefolyásába, hanem inkább azok legközelebbi okaiba igyekszik bepillantást nyerni. Ez a modern irányzat különösebb figyelmet érdemel sok gyakorlati vonatkozása miatt is, mert különböző kémiai, fizikai és egyéb ingerek behatásával exakt kísérleti úton képes befolyásolni a fejlődési folyamatokat, ezeket siettetni, lassítani vagy meggátolni, olyan változásokat létrehozni, melyek esetleg alkalmilag természetes viszonyok között is előfordulnak és a jelzett vizsgálatok alapján megmagyarázhatókká válnak. A szervezet fejlődése általában főleg két tényezőtől függ, egyfelől az öröklött, a szülőktől kapott anyagtól (hereditás), másfelől a környezet behatásától (milieu). Ezekre terjeszti ki a fejlődési mechanika a figyelmét.

Nagy általánosságban a fejlődéstan, biogenia (biosz = élet, genea = fejlődés) az összes élő lények fejlődésével foglalkozik. Fejlődés a fentebbiek szerint csak az élő, szerves világban van (az élettelen vagy szervetlen világban hasonló folyamatok nem fordulnak elő); a fejlődés szó-
nak minden egyéb alkalmazása képletes. Tárgyát illetőleg lehet állatfejlődéstan, zoogenia (zoon = állat, növényfejlődéstan, phytogenia (phüton = növény) mind a kettő ismét kétféle, aszerint, amint az egyén vagy a faj fejlődésével foglalkozik.

Az egyén (individuum) fejlődését az ontogenia (on = meglevő) ismereti, azt a fejlődést, melyen minden egyes élőlény álmegv. amely a petesejtből indul ki. Az ontogenia leírását nevezik embryológiának (embrüein = csirázni, más test belsejében fejlődni, embryo vagy helvesebben embryon = burokkal körülvett magzat) nem egé-

szen helyesen, mert nemcsak az embryoval foglalkozik, hanem a fejlődés egyéb stádiumait is tanulmányozza. Az egyéni fejlődés a megszületéssel korántsem ér véget, a méhenbelüli (intrauterinalis, uterus = méh fejlődésen túl a postfetalis fejlődés (fetus = kifejlett magzat, melynek testidomai már a maradó állapothoz hasonlóak, feo = nemzek) indul meg, pl. a fogak, a nemi szervek továbbfejlődése, kialakulása; ezzel már a bonctan foglalkozik. A születés után a szervezet a külvilág behatásának erősebben van kitéve, mint azt megelőzően, olyan ingerek is hatnak reá, melyek a további fejlődésre, egyes szervek kialakulására befolyással vannak. A tojástartó állatoknál ez a hatás nyilván még szembeötlőbb.

A faj vagy törzs (phylum) fejlődését a törzsfejlődéstan (phylogenia) tárgyalja. A faj fejlődése hosszú periodusokra terjedő, lassú folyamat, melyet azért nem annyira közvetlen észlelések nyomán, hanem inkább összehasonlításokból vont következtetések alapján iparkodnak tisztázni. Ebben nagy segítségére van éppenúgy, mint az ontogeniának az összehasonlító bonctan, a phylogeniának az őslénytán, palaeontologia (palaios = öreg, régi), mely a kihalt, fossilis szervezeteket vizsgálja. A phylogenia az élőlények kialakulását, genealógiáját a származástán, descententia kapcsán állapítja meg (Lamarck Jean, Paris, 1809., Philosophie zoologique: transformation descententia, alkalmazkodás (használat) és öröklés alapján; Darwin Charles, 1859., selectiós descententia, öröklés, alkalmazkodás (variatio) és létérti küzdelem a három faktor, alkalmasabb fajok megmaradása, ivari kiválás elmélete; de Vries Hugo, Amsterdam, 1901., mutatiós elmélet (pangenesis); Weismann csiraplasmaelmélet, (Naegeli idioplasma-elmélet).

A fejlődés nem egyedül az anyag, a terjedelem növekedéséből áll, hanem a fejlődés közben

átalakulás is jön létre. A sejtek növekedése, szaporodása, betűródések, folytonosság-megszakítások, összenövések útján keletkeznek az átalakulások, a sejtekből ekkor szövetek, a szövetekből szervek lesznek. Szervnek nevezzük a szervezet olyan részét, melynek jellemző alakja, külön működése van és a szomszédságtól többé-kevésbé elhatárolódik. E szervek közül egyesek csak a fejlődő szervezetben működnek, később működésük kikapcsolódik, hanyatló átalakuláson mennek keresztül, csökevényes, rudimentair-szervekké válnak, esetleg nyom nélkül teljesen el is tűnnek, mások ellenben maradó-szervekké alakulnak, amelyeknek többnyire bonyolultabb szerkezetük van. Az egyszerű, primitív vagy ősi szervek melyek a magzatban jelennek meg, az alacsonyabbrendű, kezdetleges szervezetű állatokban életük végéig ilyen állapotban maradnak meg.

A szervek fejlődése, organogenia (organon = szerv) fiatalabb korban gyorsabban halad előre, mint később. Fejlődésük és jelentkezésük sorrendje több tekintetben emlékeztet a törzsfejlődésre, phylogeniára. E jelenséget Haeckel biogeniai alaptörvényében úgy fejezte ki, hogy az egyén fejlődése (az ontogenia) a törzsfejlődés rövid, gyors megismétlődése; azokat a szerveket, melyeket úgy az alacsonyabb, mint a magasabbrendű állatokban is megtalálni, pl. a kopoltyuk (melyek a fejlődés bizonyos szakában a tüdővel lélekző állatok embryoiban is megtalálhatók), a sziktömlő, Haeckel ősktől átvett palingenetikus szerveknek (pálin = ismét, újból), míg azokat, melyek csak a magasabbrendűekben, tehát a fajfejlődés későbbi szakában jelennek meg, másodlagos, új szerzemények, kaenogenetikus szerveknek (kainosz = új) nevezte el (ezek mintegy megzavarják a palingenesist). Haeckel törvényével szemben Hertwig Oszkár az ontogeniai oki törvényt (ontogenetisches Kausalgesetz) állította fel,

mely az ontogenia és a peteállapot közötti függő viszonyból indul ki, a petében az elemi alapformát, de nem az ősi sejt megismétlődését látja. Az ősi sejtet rendkívül egyszerű, egynemű, szerkezet nélküli protoplazmahalmaznak képzelik el, ezzel szemben a petesejt korántsem ilyen egyszerű, mert belőle megtermékenyítése esetén a legbonyolultabb szervek keletkeznek, és pedig mindenkor ugyanolyan szervezetek. Találón mondja Gegenbaur, hogy miként valamely család vagy nép ősei nem a ma élő generációban keresendőek, éppen úgy a mai állatvilágban sem lehet változatlan alakban felfedezni azokat, melyek az egyik vagy másik faj differenciálódásánál alapul, kiindulásul szolgáltak.

A szervek alakulására az öröklés, az alkalmazkodás és a változékonyság van befolyással. Fejlődésüket általában kétféleképpen magyarázták. Az egyik nézet szerint a csirában már minden rész megvan (en miniature, beskatulyázás, emboitement), a fejlődés során csupán kibontakozik mint a virág a bimbóból, ez a praeformatio vagy evolutio tana. Malpighi, Haller, Leibnitz, a híres philosophus stb. szerint a petében van meg az embryo minden részével egyelőre kicsinysege miatt láthatatlanul: ovulisták, míg Leeuwenhoek, Spallanzani, Hartsoecker és követőik az ondósejtben keresték azt a kész csirát, melyben még emberi alakot is véltek felfedezni (homunculus). Ezzel szemben Wolff Frigyes Gáspár (1733—1794.) az új fejlődés, epigenesis tanát állította fel, mely szerint az egyszerűbbekből sajátos erő hatására fokozatosan fejlődnek a bonyolultabb szervek. Egymagában e tanok közül egyik sem elégít ki, a fejlődés során mindkettjüknek van jelentősége, az evolutio, a kibontakozás tana sem eithető el (l. utóbb His, Roux stb. kísérletes vizsgálatairól), az epigenesis, az újfejlődés mellett.

Az egyéni fejlődés zavarai, rendellenességei.

torzképződmények, „monstra“ (monstrare = mutatni), terata (terasz = csoda) fejlődésére vezetnek, melyekkel a torzfejlődéstan, teratologia, foglalkozik. A fejlődésnek minél korábbi szakában jelentkezik ez a zavar, annál súlyosabb következményekre szokott vezetni. Okaj lehetnek belsők, melyek még a csirasejteknél rejljenek, és külsők, pl. erőművi, hő-, vegyi hatások; „megcsodálás“ nem okoz torzfejlődést, az ijedtség itt legfeljebb olyképen hat, hogy erélyesebb méhösszehúzódadásokat vált ki.

A torzképződmények vagy általánosak, az egész testre terjednek ki, vagy pedig részlegesek, egyes testrészekre vagy szervekre szorítkoznak. Az utóbbiak többnyire az illető szervek vagy testrészek fejlődésének akadályozott volta következtében keletkeznek, ilyenkor a testrész vagy szerv fejlődésének valamely normális átmeneti szakában megállapodik, ami néha az ősi állapotra emlékeztet, ezt visszaütésnek, atavizmusnak nevezik. A részleges torzképződmények közül egyesek túlfejlődés következményei, melyeknél a fejlődés a rendes mederből kitérítve, rendellenes irányban halad tovább. A torzok fejlődésére később még visszatérünk.

Fejlődéstani ismeretek alapján sok esetben megállapítható az az életkor, ameddig vagy amelyben valamelyik torzképződmény létrejött.

A fejlődéstan aránylag fiatal, új tudomány, a maga teljességében a XIX. század vívmánya. Amit azelőtt a fejlődésről tudtak, néhány összefüggéstelen adat, töredékes tapogatózó észlelet, vagy üres bölcselkedés volt. Ennek oka nem az érdeklődés hiánya, hanem az a körülmény volt, hogy hiányoztak a fejlődéstani vizsgálatokhoz szükséges technikai módszerek és eszközök. A fejlődéstan anyagának apró méretei miatt jórészt mikroszkopos vizsgálatra van utalva. A fejlődéstan haladása a mikroszkopos és a szövettani mikro-technika tökéletesítésével függ össze.

Az első, akinél fejlődéstani feljegyzéseket találni, Aristoteles (384—323 Kr. e.), kinek az állatok fejlődéséről írt öt könyvében az első exakt észlelések foglaltatnak. E megfigyelések a szerző korát messze túlszárnyaló éles megfigyeléséről tanuskodnak. Aristoteles megemlíti az ősnemzést, ismerte már a szűznemzést (l. a 18. oldalon), tudta, hogy a szem az agyvelőből nő ki, tudta, hogy a szervek egymás után keletkeznek, az elsők között a szív; tudta azt is, hogy a cet emlőállat és hogy vannak himnős, hermaphrodita állatok. Utána hosszú ideig stagnálás következett be és csak a XVI—XVII. századból vannak ismét fejlődéstani adataink, bár ezek tanulmányozása közben is úgy érzi magát a mai kor gyermeke, mintha egy egészen más gondolkodású világba került volna; ma látszólag egyszerű folyamatoknak fantasztikus magyarázatokat kerestek, téves utakra kalandoztak meddő filozofálás közben stb. De találkozunk nagyon érdemes és értékes objektív megfigyelésekkel is. Így Fallopio Gabriele (1523—1562), Aldrovandi Ulissee (1526—1605), Fabricius ab Aqua pendente Hieronymus (1537—1619), Malpighi Marcello (1628—1694.) részéről, kik főleg tyúktojásokon és tyúkembryokon végeztek megfigyeléseiket (Malpighi: De formatione pulli

in ovo. De ovo incubato. 1672.). Spieghel (Spiegelius) Adrian (1578—1625; De formato fetu) emberi embryokon a csontrendszer fejlődéséről és a magzat függelékeiről közölt említésre érdemes adatokat. Harvey (1578—1657) a vérkeringés felfedezője mondta ki, hogy minden élőlény egy másik élőlényből származik (omne vivum ex ovo; ez epochalis jelentőségű tételt, más fogalmazásban ugyan, megírta az Exercitationes de generatione animalium című művében, 1651.). Regnerus de Graaf (1641—1673) fedezte fel a petefészek tüszőit, melyeket azonban petéknek tartott. Swammerdam (1637—1680) a békapete barázdálódását tanulmányozta, híres volt kiváló technikai, prae-paráló készségéről, valóságos virtuozitással, bámulatos türelemmel és kitartással dolgozott és amit nem sikerült finom ollókkal, késsel, tűkkel szétbontani, ahhoz más úton igyekezett hozzáférközni, főzéssel, különböző összetételű folyadékok alkalmazásával stb. (Biblia naturae. 1737-ben, halála után adta ki honfitársa, Boerhave.) Leeuwenhoek Antal (1632—1723), illetőleg tanítványa, Ham a hím csirasejtet, az ondósejtet 1677-ben ismerte fel (gonorrhoeás férfi ondójában), míg a petesejtet csaknem másfélszáz évvel később Baer Károly Ernő (1792—1876) fedezte fel (1827), aki egy-szersmind az összehasonlító fejlődéstan egyik leg-kiválóbb alapvetője, a fejlődéstani felfedezések és új gondolatok egész sorozata fűződik nevéhez (chorda dorsalis, velőcső, bél fejlődése, stb.). Wolff Frigyes Gáspár (1733—1794.) az epigenesis tanának megállapítója és hirdetője, a csiralemezek leírója (a csiralevéltan szerint az egynemű csira később levélalakú rétegekben rendeződik), az ös-vesék (Wolff-féle testek) felfedezője stb.

Az állati sejt felfedezése (Schwann Tivadar, 1839.) után a sejtelmélet a fejlődéstanban is alkalmazást nyert. A petesejtből keletkező barázdálódási golyókat sejtekként ismerték fel (Rei-

chert, 1840) kimutatták, hogy minden sejt hozzá hasonlótól származik, a csiralemezek átalakulásait figyelték meg stb. A fejlődéstani összehasonlító (morphologiai) és kísérleti (physiologiai) alapon művelték, fejlesztették Meckel, Remák, Bischoff, Fol, Mall, Wilson, Morgan, Roux, Driesch, Loeb, Weismann, Balfour, His, Haeckel, Hertwig O., Bonnet, Rabl, Boveri, Keibel Hammar, Spemann stb., magyar részről különösen Mihalkovics és Lenhossék M. A fejlődéstan lényegében összehasonlító tudomány, a hasonlóságok, homológiák (morphologiai hasonlóság) és analógiák (működésbeli hasonlóság) rendszeres és tervszerű megállapításával dolgozik (parallelismus). A kísérletes vizsgálatoknál, az eredmények elbírálásánál sohasem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a mesterséges beavatkozások a fejlődésben oly zavarokat hozhatnak létre, melyekből a természetes fejlődésre nem mindig szabad és lehet megfelelő helyes következtetést vonni, hanem kóros, pathológiás viszonyokat teremtenek, holott a biológiai kutatás főfeladata mégis itt a normális fejlődés menetére irányul.

A fejlődéstani vizsgálatokat többnyire mikroszkopos, szövettani eljárásokkal, esetleg nagyított rekonstruálással, továbbá kísérletezéssel, mechanikai, thermikus és egyéb ingerek alkalmazásával végzik (l. Röthig, Handbuch der embryologischen Technik).

*

A fejlődéstani három nagy fejezetre osztják, melyek közül az elsőbe tartoznak a fejlődésre előkészítő tanfolyamok, a nemzés, a nemi sejtek termelése és érése, a fogamzás, ezt a fejezetet progenia-nak nevezik; a második fejezet a csira fejlődését foglalja magában (csirának [blastos] nevezik a fejlődéstanban a barázdált és részben levélalakú [csiralemezek] állapotban levő fejlődő

szervezetet), ide tartozik a barázdálódás, a csíra-
lemezek és az elemi szervek, továbbá a magzat-
burkok fejlődése, ez a fejezet a blastogenia vagy
metagenia; végül a harmadik fejezetbe tartozik a
szervek részletes fejlődése, organogenia. Az első
két fejezetet az általános fejlődéstan ismerteti, a
szervek fejlődését pedig a részletes fejlődéstan.

ÁLTALÁNOS FEJLŐDÉSTAN

A FEJLŐDÉSRE ELŐKÉSZÍTŐ FOLYAMATOK

A NEMZÉS

A nemzés (generatio) az a folyamat, mellyel az élet megindul, míg a halállal az élet befejeződik.

Az élet tartama állatfajok szerint változó. Egyes Protozoák csak néhány órát élnek. Az Ephemeridák, egynapos legyek alig néhány napig, a papagáj, a hattyú állítólag néhány száz évig él. Az emlősállatok Flourens szerint a növési idő ötszörösét érik el, ez pl. lónál 25 év; a madarak közül a tyúkfélék 10—20 évig, a kisebb énekes madarak, pl. a kanári madár, a galambfélék 10—15 évig élnek. Az emlősök közül a leghosszabb életű az elefánt: 150—200 évig él. A hüllők közül az óriáskígyók és a teknősbékák 100 évnél tovább élnek. A kétéltűek közül a béka átlag 10 évig él. A halak hosszabb életűek (csuka, ponty 200 évet kibír). Az életkor általában arányos az ivadékok létfeltételeinek biztosításával is.

A nemzésnek két alakját különböztetik meg: az ősnemzést és a szülői nemzést.

Az ősnemzés (generatio aequivoca v. spontanea, aequivocus = kétértelmű) által az élőlény nem magához hasonlótól, hanem physikai és vegyi folyamatok útján a kristályosodáshoz hasonlóan, élettelen anyagokból, különböző chemiai elemek

egyesüléséből származik. Ezidőszerint az ősnemzés még a legalacsonyabbrendű élőlényeken sem mutatható ki és csupán, mint philosophiai szükséglet az első lények keletkezésének magyarázatára tételvezető fel.

Az élet keletkezése a legérdekesebb és legsúlyosabb problémák egyike. Mózes teremtetéstörténetétől kezdve nagyon sokan foglalkoztak vele. Egyeseknél teljes resignatio-ra vezetett, Darwin és Virchow is erre az agnosticizmus álláspontjára helyezkedett, szerintük az első szervezetek keletkezéséről nem tudunk és nem is tudhatunk semmit sem. Helmholtz (1884) azt az alternatívát állította fel, hogy a szerves élet vagy valamely időben keletkezett, vagy pedig öröktől fogva megvan és ez utóbbi feltevés mellett döntött, mert eddig nem sikerült élő szervezeteket mesterségesen, kísérleti úton előállítani.

A szerves élet a plasmához kötött, mely főleg fehérjéből áll, a Föld, más bolygókhoz hasonlóan, hosszú ideig folyékony, tüzes állapotban, több ezer fok meleg állapotban volt, ezért rajta élőlények nem lehettek, csak fokozatos kihűlése után fejlődhettek, talán egy homogen phasmacseppből (Pflüger Ede, physiologus, cyanelmélete szerint a cyangyök hozzájárulásával lett a holt fehérjéből élő fehérje).

Az ősnemzésnek még a múlt században is sok híve volt, bár Harvey már 1652-ben kijelentette, hogy minden élőlény élőből származik: *omne vivum e vivo*, Virchow fogalmazásában: *omnis cellula e cellula*, minden sejt egy másik sejtből származik. Aristotelestől kezdve, részben ennek tekintélyére támaszkodva, az a hit tartotta magát, hogy iszaphból, bomló szervezetekből keletkeznek élőlények, kagylók, Infusoriumok, ázalékállatok, stb. Pasteur, majd Koch Robert exakt kísérletes vizsgálataikkal végleg eldöntötték, hogy élettelen anyagból mesterséges, kísérleti úton élő lény nem fejleszthető. Az első élet keletkezésének kérdése, a

napról levált, sűrűsödő, ködszerű tüzes bolygó, a Föld-golyó felületének megszilárdulása és lehűlése után, ezidőszereint még más, elfogadható termésméztudományos magyarázatot nem nyert.

A szülői nemzés (*generatio parentalis*; *parentes* = szülők) esetén az utódok hozzájuk hasonló élőlényektől származnak. Ennek kétféle alakja különböztethető meg: az ivartalan és az ivaros nemzés.

Az ivartalan nemzés növekedési szaporodás, melynél az ivadék közvetlenül a szülő testéből származik; ilyen az oszlás és a bimbózás.

Az oszlás útján való nemzés az egysejtűeknél (*Protozoa*) fordul elő; ezeknél a véglényeknél a sejt hosszant, vagy harántirányban növekedik, befűződik, kettéoszlik és az anyasejt két fióksejtre válik, élete ezekben folytatódik. Itt tehát nincs egyidejűleg szülő és fiók. Weismann Ágoston (1882.) szerint ez egysejtű lények halhatatlanok, pedig mint egyének, individuumok ezek is megszűnnek egy bizonyos határozott, korlátozott idő múlva, amikor az anyaguk a fióksejtekbe megy át.

A bimbózás esetén az anyasejt egy részéből helybeli növekedés útján keletkezett bimbó alakjában válik ki és le a fióksejt, amely azután az anyasejthez hasonlóvá nő; az anyasejt pedig később elvénuelve elpusztul, meghal. Ilyen szaporodás fordul elő a szivacsoknál, koralloknál, polypoknál, mohaállatoknál, stb.

Az ivaros nemzés jellemző vonása, hogy a szervezetnek csak bizonyos meghatározott sejtjei, az ivarsejtek vagy nemi sejtek, csirasejtek szerepelnek a nemzésnél, csupán ezeknek a sejteknek anyaga megy át az utódba, folytatódik ezekben, a test sejteinek anyaga az egyéni élettel együtt elpusztul. Az ivaros nemzés lehet egy- és kétivaros.

Az egyivaros nemzés egyféle csirasejtekhez kötött. Ilyen a spóráképzés, melynél egyes sejtek, csirasejtek, spórák válnak ki az anya testéből

vagy az anyai szervezet számos apró sejtre esik szét és azután ezek többnyire betokolódva fejlődnek tovább, így szaporodnak a Sporozóák (spórás állatok: Gregarinák, Coccidiumok stb., melyek között sok a betegséget okozó élősködő állat).

Egyivaros a szűznemzés, parthenogenesis (Owen), melynél a nőstények nemisejtjeiből, a petékből him nemisejt hozzájárulása nélkül fejlődik új lény, pl. különböző rovaroknál, a selyemhernyónál, méhek himjeinél, hangyáknál, stb. Az utód a meg nem termékenyített petesejtből indul fejlődésnek. Ezeknél tehát egyféle nemi sejt elegendő az ivadékok keletkezéséhez. A szűznemzést már Aristoteles ismerte, Bonnet Károly (Genf, 1779) a levéltetveken írta le, részletesebb adatokat a méhekről a múlt század közepe táján Dzierzon sziléziai plébános, híres méhtenyésztő figyelt meg és írt le. A gerinces állatoknál szűznemzés nem fordul elő.

Amíg a magasabbrendű állatoknál többnyire csak a kifejlett egyének képesek a szaporodásra, egyes alsóbbrendűeknél előfordul, hogy már lárvaalapothban is termelnek petesejteket, melyek szűznemzéssel fejlődnek tovább. Ez a paedogenesis, melyet a Cecydomyáknál és más légyféléknél találni.

A kétivaros nemzésnél kétféle nemi sejtnek, gamétának egyesüléséből (termékenyítés) származnak az ivadékok. Ezek a nemi sejtek a testet, szervezetet felépítő, ú. n. szomatikus vagy szomás sejtektől több tekintetben különböznek, a szervezet öröklődő sajátságait foglalják, rejtik magukban és egyideig indifferens, mintegy szunnyadó állapotban foglalnak helyet a szülői szervezetben, ennek szomájában és csak a nemi érés idején fejtik ki a jelzett öröklődő sajátságaikat. A nemi sejtek a magasabbrendűekben külön szervekben a nemi mirigyekben képződnek, míg az alacsonyabbrendűekben a nemi sejtek fejlődése nincs helyhez

kötve, így pl. a Hydránál a bőrben, a tömlősállatokban (ürbelüeknél) a gyomorban keletkeznek a csirasejtek. A nemi mirigyek többnyire külön egyénekben fejlődnek (váltivarúság), de előfordul az is, hogy a kétféle nemisejt egy szervezetben képződik: hímnőség, hermaphroditismus (= Hermes és Aphrodite fia = Hermaphroditus); Ovidius (Metamorphoses) szerint Hermaphroditusba 15 éves korában Salmakis kariai nymphea hevesen beleszeretett és miután nem találta viszonzszerelemre, az isteneket arra kérte, hogy teste örökre egyesüljön Hermaphrodituséval; a nymphea forrása, melyben ez az átalakulás történt, a monda szerint, azóta minden benne fürdő halandót hermaphroditává alakított át. Hermaphroditismus található pl. a laposférgekben, egyes puhatestű állatokban (tüdős csigák) stb., emlős állatokban csak kivételes esetekben fordul elő (l. utóbb).

Egyes állatfajokon kombináltan ivaros és ivartalan szaporodás váltakozik: ivadékváltozás, metagenesis vagy generatio alternans, melynél az ivartalan úton, oszlás vagy bimbózás útján szaporodó állatot dajkának nevezik, ilyen a Hydro-medusaknál a Polyp, mely bimbózás útján Medusákat hoz létre és ezek ivaros úton szaporodnak tovább. A metagenesist Chamisso német költő 1819-ben földkörüli útján zsákállatokon, Salpákon fedezte fel.

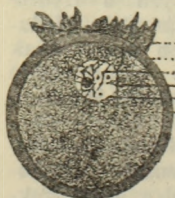
A heterogonjánál a szorosan bisexualis nemzéssel a szűznemzés (unisexualis nemzés) váltakozik, ilyen található a rovarok közül a levéltetvek-nél, Aphidáknál, a rákok közül a vízibolhánál, Daphniánál, azután a mételyféléknél, a hermaphrodita mételyek petéiből lárvák, ezek meg nem termékenyített petéiből Cercariák fejlődnek, melyek más gazdaállaton (csigákon) átvándorolva, mételyekké fejlődnek ki.

Azt a fejlődési folyamatot, melynél az ivadék alakja és belső szerkezete más, mint a kifejlett

ivarérett állaté és előbb változásokon kell átesnie, hogy azt elérje, metamorphosisnak nevezik, a közbeneső alakokat pedig lárváknak (porontyoknak); a békapetéből végtagnélküli és kopoltyukkal lélekző farkalt porontyok, az ú. n. ebihalak fejlődnek s ezekből lesznek később tüdővel lélekző, farkatlan állatok, miközben végtagjaik is kinőnek.

A NEMI SEJTEK

A nemi sejtek közül a női nemi sejt, a petesejt a legnagyobb sejtek közé tartozik, (az emberé 0.2 mm. átmérőjű, szabad szemmel még épen látható, Baer 1827-ben fedezte fel), gömbölyű, vagy tojásdad alakú és burokba foglalt. Ezzel szemben a hím nemi sejt, az ondósejt a legkisebb sejtek közé tartozik (az emberé 0.055 mm), többnyire hosszúra nyúlt, fonálalakú és nagy tömegben foglal helyet az ondónak, sperma, nevezett, sűrű, nyúlós váladékban.



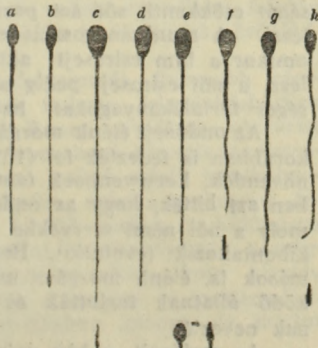
1. kép. Házinyúl petesejtje (Waldeyer szerint). z. p. = sejthártya (zona pellucida), f. z. = petefészek tüszősejtjei (zona radiata; másodlagos burok), d = szikszemcsék, k. b. = mag (csírahólyag), k. n. = chromatinrecc, k. f. = magvacska (csírafolt).

A petesejt (ovium; l. az 1. képen), felületét borító sejthártya átlátszó, erősen fénytörő és rugalmas (zona pellucida; pellucere = átlátszani), rajta néha sugaras elrendezésben a petefészek tüszőiből származó sejtek foglalnak helyet (zona radiata). A burkon belül van a petesejt teste, protoplasmája, melyben több-kevesebb apró sze-

mecske alakjában az állat legelső fejlődési szakában táplálékul szolgáló anyagok (deuteroplasma, szik, vitellus) találhatóak. A petesejt testében helyeződik el a petesejt magva is, a csirahólyag (vesicula germinativa), mely nagy hólyagalakú, benne folyékony alapállományban finom szemecskék vagy fonalak különböztethetők meg, ezek egyes festékekkel (kar nin, haematoxylin) erősen szineződnek, ezért chromatinnak nevezik. A magot a sejt testétől a maghártlya határolja el. Mindig található benne egy vagy több magvacska is, melyet itt csirafoltnak neveztek el.

A madarak tojása szikben gazdag pete, melyet burkok vesznek körül, ilyen a tojásfehérje és a meszesburok, míg a tulajdonképpeni petesejtnak a tojás sárgája felel meg. A halak petéjét ikrának nevezik.

2. kép. Emlős házi-állatok és ember ondósejtje (Waldayer és Schmalitz nyomán)
 a = a ló, b = a szamár, c = a marha, d = a juh, e = a kecske, f = a sertés, g = a kutya, h = a macska, i = az ember ondósejtje, utóbbinak feje éléről és lapjáról.



Az ondósejt (spermium; 1. a 2. képen) kifejlett alakjában már kevésbé hasonlít a többi állati sejthez, de korai fejlődési szakáiban azokhoz hasonló szerkezetű. Az ondósejt többnyire hosszúra nyúlt, fonálalakú („ondószálcsa”), melyen erősebb nagyítással három rész különböztethető meg: a fej, a nyak és a farok. Alakja és

nagysága az egyes állatfajok szerint különböző (1. a 2. képen). nincs két állatfaj, melynek teljesen egyforma ondósejtje lenne. Az ondósejt feje sejt-magból alakul, ezért főleg chromatinból áll; többnyire ovális alakú, de lehet körte-, kúp-, stb. alakú is. Elülső szélén lévő éles pereme a termékenyítéskor a petébe való befurakodást segíti elő, ezért perforatoriumnak nevezik. Az ondósejt nyaka a sejt középponti vagy vezértestének, centrosoma felel meg, a farok pedig az átalakult protoplasmának. Összehúzásával, csapkodásával, más sejtek csillangóihoz hasonlóan, az ondósejt élénken mozog.

Az ondósejt aktív mozgékonyásával a petesejtet felkeresi, viszont a petesejtben foglalt szik, tartaléktáplálóanyagkészlet, a petesejt mozgékony-ságát csökkenti, sőt azt passzív, mozdulatlanná teszi. A munkamegoszlás elve érvényesül itt is, amikor a hím csirasejt aktív élénk mozgásúvá lesz, a női csirasejt pedig a szaporodáshoz szükséges tartalékanyagokat halmozza fel magában.

Az ondósejt élénk mozgásával jobban feltűnik, korábban is fedezték fel (1677. Ham nevű orvos-növendék, Leeuwenhoek tanítványa), de kezdetben azt hitték, hogy az ondósejt az állat csírája, mely a női nemi szervekbe jutva, ott kifejlődik, kibontakozik (evolutio). Haller és utána sokáig mások is, élénk mozgása miatt az ondóban élősködő állatnak tartották és ezért spermatozoonnak nevezték.

Az ondósejt, a hím csirasejt, spermium, az ondónak, sperma. nevezett fehéres, nyúlós alkali-kus folyékony váladékban kerül ki a hím állatokból. E folyadék a hím csirasejt vivő anyaga; a termékenyítésnél csak az ondósejtnek van aktív szerepe, mit már Spallanzani mutatott ki oly módon, hogy béka ondóját megszűrte mire az átszűrt folyadékkal nem sikerült a békapetéket megtermékenyíteni, míg a szűrőn visszamaradt anyaggal.

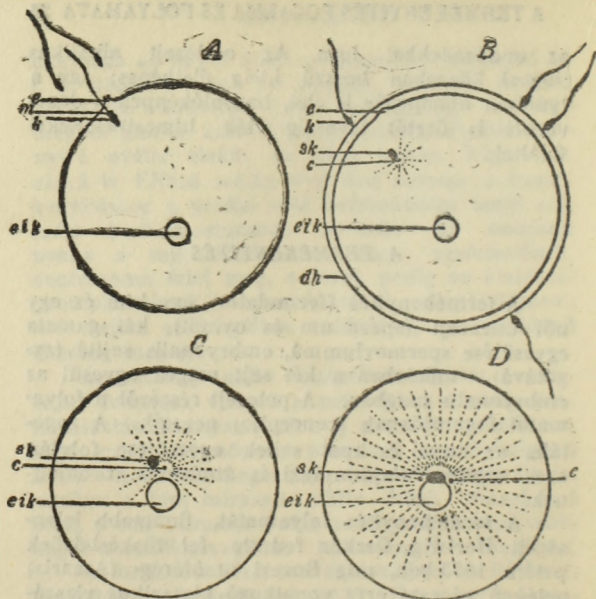
az ondósejtekkel igen. Az ondósejt alkalmas (lugos) közegben hosszú ideig életképes; így a tyúokban hónapokig is élél, hasonlóképpen a denévérnél is ősztől tavaszig elélt hímcsirasejteket találtak.

A TERMÉKENYÍTÉS

A termékenyítés (fecundatio), egy hím és egy női csirasejt (spermium és ovium), két gameta egyesülése spermoviummá, embryonalis sejté (zygotává), miközben a két sejt magva egyesül az embryonalis magban. A petesejt részéről a folyamatot fogamzásnak (conceptio) nevezik. A zygótába az anyai és apai sejtek egyesülése folytán ezek sajátos tulajdonságai is átmennek, öröklődnek.

A termékenyítés folyamatát, finomabb jelenségeit Hertwig Oszkár fedezte fel tüskésbőrűek petéin 1875-ben, míg Boveri orsóféreg (Ascaris) petéken végezte erre vonatkozó klasszikus vizsgálatait. E peték átlátszó voltak miatt is alkalmassabbak voltak erre a célra, mint a gerincesek átlátszatlan petéi, bár később ezeken is, különösen az egér petéin (Sobotta) tanulmányozták a megtermékenyítést és megállapították, hogy kisebb, lényegtelen eltérésektől eltekintve, a megtermékenyítés az egész állatvilágban azonos elv szerint megy végbe.

A petesejt a közelébe jutott ondósejtekre vonzó hatást gyakorol; a petesejt körül több ondósejt jelenik meg (l. a 3. képen), körülrajozzák azt, de normális viszonyok között csak egy hatol be és termékenyíti meg a petesejtet. Ahol ez az ondósejt a petesejthez ér, a petesejt kupalakú nyulványt, fogamzási dombot bocsát elébe, az körülfogja és behuzza az ondósejt fejét a nyak-



3. kép. A tengeri sün (tüskebőrű állat, Echinoidea, *Toxopneustes* v. *Paracentrotus lividus*) petéjének megtermékenyítése (vázlatosan *Hertwig* szerint).

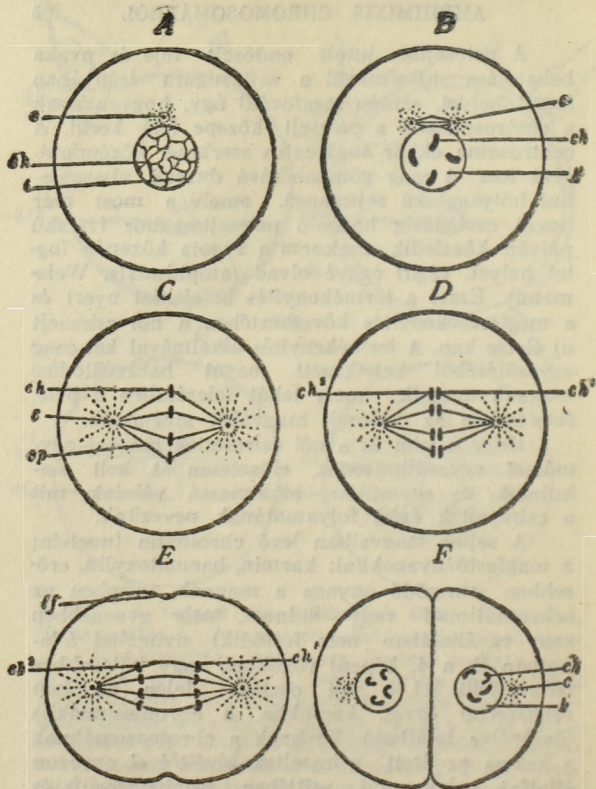
A = Az érett pete a termékenyítés pillanatában
eik = az érett pete magva, *e* = fogamzási domb. A behatolt ondósejten a fej (*k*), a nyak (*m*) és a farok különböztethető meg. B—D = Az ondósejt és petesejt magvának fokozatos közeledése a találkozásukig. B-nél a szik által képzett védőhártya (*dh*) is fel van tüntetve, míg a C és D képen ez elhagyatott. *sk* = az ondósejt magva, *eik* = a petesejt magva, *c* = centrosoma.

kal együtt, míg a farok leszakad és künnreked. Ezután a petesejt protoplasmája a periferián tömörül, mintegy ellenálló kérget alkot, amely több ondósejtet nem enged be (l. a 3. képen).

A petesejtbe jutott ondósejt feje és nyaka behatolása alkalmával a sejt sugara irányában foglal helyet, ezután megfordul úgy, hogy a nyak a centrosomával a petesejt közepe felé kerül. A centrosoma ekkor sugárzatos szerkezet középpontjává lesz. A mag gömbalakúvá duzzad, visszaalakul hólyagalakú sejtmaggá, amely a most már hozzá csatlódásig hasonló petesejtmaghoz ívalakú pályán közeledik, csaknem a zygota közepén foglal helyet, végül eggyé olvad (amphimixis, Weismann). Ezzel a termékenyítés befejezést nyert és a megtermékenyítés következtében a női csirasejt új életre kap. A termékenyítés alkalmával két mag egyesüléséből keletkezett magot barázdálódási magnak nevezik, mely tehát felerészben a pete, felerészben az ondósejt magvából származik.

Hogy a hím és a női csirasejtek magvai egymással egyesülhessenek, előzetesen át kell alakulniok, az egyesülésre alkalmassá válniok, mit a csirasejtek érési folyamatának nevezünk.

A sejtek magvaiban levő chromatin (nuclein; a magfestőanyagokkal: karmin, haematoxylin, erősebben színeződő anyaga a magnak, szemben az achromatinnal vagy lininnel, mely gyengébben vagy egyáltalában nem festődik) nyugalmi állapotban (l. a 4. képen) rögökben vagy kötegekben halmozódik fel, a sejt oszlása idején azonban rendszerint egyes kacsokba, a chromosomákba tömörülve található. Ezeknek a chromosomáknak a száma az érett csirasejtek kivételével egvazon állatfaj valamennyi sejtjében meghatározott és egyenlő (a chromosomák számtörvénye, Boveri-Hertwig), így pl. az emberben 24, a lóban 26, a ló belében élősködő gilisztában, az *Ascaris megalocephala bivalens* nevű orsóféregben a legkevesebb: 4. A sejtoszláskor ezek a chromosomák hosszant hasadva két sarkon rendeződnek el és a két új fióksejtben ismét a chromosomák jellemző számát találjuk meg (l. a 4. képen). Evvel szem-



4. kép. A közvetett (indirekt) magoszlás (karyokinesis, karyomitosis) hat stádiuma (Hertwig szerint). A sejtmag nyugvó állapotából kilép, kémiai alkotórészei egymástól elkülönülnek és a maghártya feloldásával a protoplasmával közelebbi viszonyba lépnek. *A* = a nyugvó mag stádiuma; *a* = centrosoma, *ch* = chromatin,

ben a hím csirasejt, az ondósejt fejlődésénél, illetve érésénél, mely a hím nemimirigyben, a herében megy végbe, az érési (reductió) oszlás során a chromosomák nem válnak szét, hanem felerészben az egyik, felerészben a másik fióksejtbe mennek át, számuk tehát az érett ondósejtben felénnyire csökkent (haploid). A női nemi sejt, a petesejt érésekor, mely a női nemimirigyben, a petefészekben megy végbe, hasonlóképpen felénnyire kevesbedik a chromosomák száma, miközben két apró sejt, a sarki testek vagy sarki sejtek (polocyták; l. a 6. képen) viszik ki a chromosomák felét, úgyhogy a chromosomák száma az érett petesejtben is felényi (haploid). Az ilyen redukált állományú sejt lesz a termékenyítésre alkalmas, hajlamos. A chromosomák reductiója teszi lehetővé azt, hogy egvenlő számú apai és anyai chromosoma kerüljön és keveredjen a barázdálódási magban, mely tehát ezután már teljesszámú (diploid) chromosomát tartalmaz.

A csirasejtek egyes alkotórészei közül a termékenyítéshez feltétlenül szükséges a petesejt protoplasmája, ez a fejlődés folvamatának alapja, melyre az oszlási ingert az ondósejt nyaka, centro-

l = lininfonalak. *B* = *prophasis*; a chromatin egyes kacsokra, *chromosomákra* (*ch*) vált szét, ezek száma állatfajonként állandó (a például szolgáló *Ascaris*-ban 4); a centrosoma (*c*) két széjjeltérő része között orsó alakul ki. *C* = *monaster*; a centrosomák (*c*) távolodásával a magorsó (*sp*) megnövekedett, a négy chromosoma (*ch*) az orsó aequatorában helyezkedik el. *D* = mindegyik chromosoma hosszában két fiókchromosomává (*ch*¹, *ch*²) hasadt szét. *E* = *metaphasis*; a fiók chromosomák (*ch*¹, *ch*²) az orsó fonalain húzódnak a centrosomák felé: *metakinesis*, *dyaster* (kettős csillag) miközben a sejt közepe táján befűződni kezd. *F* = *anaphasis*; a centrosomák (*c*) közelében a dyaster chromosomái (*ch*) gomollyá, *dispiraema*, alakulnak, a befűződés teljessé lesz, a két fióksejt magva a nyugvó mag stádiumába megy át.

somája fejt ki (Boveri). Gerinctelen állatokon előfordul a szűznemzés, (parthenogenesis, l. a 18. oldalon), melynél a peték megtermékenyítés nélkül is képesek oszlan, mert bennük nem redukálódik a chromosomák száma; de sikerült gerinctelen állatok érett petéit mesterségesen, egyedül vegyi anyagok behatásával megtermékenyíteni, helyesebben az utód fejlődését a meg nem termékenyített petesejtben megindítani (mesterséges parthenogenesis physikai-chemiai ingerekre, anisotoniás oldattal, szénsavval telített vízzel, magnesiumchloriddal, szénsavoldattal, stb. Loeb, Tichomirow).

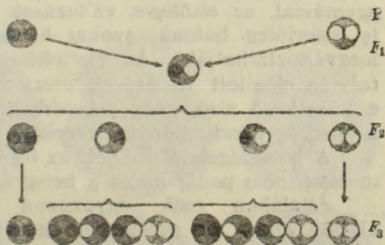
A szülők tulajdonságait az utódokra a csírasejtek viszik át és a csírasejtekben a mag chromatinjában, chromosomáiban keresendő az öröklődő anyag, a csíraplasma (Weismann) vagy idioplasma (Naegeli). Az apa és az anya ugyan egyenlőszámú chromosomával járul az utód felépítéséhez, ennek ellenére az mégsem foglalja el mindig a középső helyet a két szülő között, hanem hol az egyikre, hol a másikra, esetleg valamelyik ősére hasonlít inkább (atavismus, visszaütés) és a testvérek sem teljesen egyformák. Ennek okát egyfelől a reduktív sejtosztásban kell keresni, mely nem minőség, hanem csak mennyiség szerint osztja el egyenlően a chromatint, másfelől pedig abban, hogy az apai és anyai öröklődő anyag életenergiája sem egyforma, az egyenlő mennyiség ellenére az a szülő viszi inkább át egyéni béléveit az utódra, melynek öröklődő anyaga nagyobb energiájú: a nagyobb fokú öröklődő képességet individualis potenciának, egyéni átütőképességnek nevezik.

Az öröklés törvényeit kísérleti úton, keresztezési kísérletek útján lehet megállapítani. E téren úttörő vizsgálatokat végzett Mendel Gergely brünni Ágoston-rendi szerzetes (1822—1884). Kinek a róla elnevezett hasadó vagy alternatív átöröklési szabálya szerint, melyet 1865-ben borsókeresztelési

kísérleteivel fedezett fel, két különböző, egymáshoz közelálló, de eltérő tulajdonságú fajta, vagy faj keresztezéséből származó közvetlen utódok mind egyformák lehetnek és csak az egyik szülő jellemző vonásait mutatják, a második nemzedékben azonban a másik szülő rejtett tulajdonságai is jelentkeznek. A szülők tulajdonságai közül az első nemzedékben nyilvánulót uralkodónak (dominánsnak, D) nevezik, a rejtve maradtot visszaeső (recessív, R) tulajdonsággal szemben.

5. kép. A Mendel-féle öröklési szabály schémája (Zea-typus).

A legfelső sor a szülőket (P, parentes) tünteti fel; az apai tulajdonságokat fekete, az anyaiakat fehér kör jelzi. A második sorban az első bastardgeneratio (F_1 , első filialgeneratio) található. A harmadikban a második bastardgeneratio (F_2), a negyedikben a harmadik bastardgeneratio (F_3) lehetséges combinatioi láthatók (25%-os, 1:3 arányban hasadnak az F_1 generatióban egyesült apai és anyai tulajdonságok, karakterek az F_2 , majd az F_3 generatióban).



A csiraplasma rejtve levő, fel nem ismerhető alkata a genotypus, míg a phaenotypus a külsőleg, közvetlenül felismerhető tulajdonságokat foglalja magában. Az uralkodó tulajdonságokat magukban foglaló utódok (DD) a homozigoták, míg az átmeneti hasadó alakok, amelyek uralkodó és rejtett tulajdonságokat is foglalnak magukban (DR), a heterozigoták.

Előfordul, hogy a két tulajdonság kiegyenlítődik, közbeneső (intermediaer) alak jön létre (l. az 5. képen, így a tengerinél, ezért azt Zea-typusnak nevezik, szemben a borsón észlelhető uralkodó Pisum-typussal; Zea = tengeri, Pisum = borsó).

Az öröklött blastogen-tulajdonságok a csiraplasma állandósága folytán továbbörökítődnek, némelyek szerint azonban az egyéni élet folyamán szerzett szomatogen-tulajdonságok is öröklődnek. Semon szerint a testi sejtek a csiraplasmát befolyásolhatják; a külső befolyások ingereként hatnak a test sejteire, a szómát módosítják és miután az élő szervezet dinamikai egyensúlyban levő rendszer, melynek minden része összefügg egymással, az elsődleges változások a csirasejtekre is ingerlőleg hatnak, azokat hasonló értelemben megváltoztathatják. Az életfeltételek módosulása folytán előállott változások éreztetik utóhatásukat a következő első, vagy második generációban, ezt a jelenséget inductionnak nevezik.

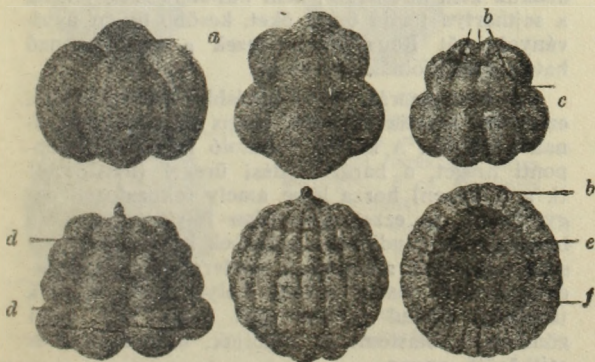
A betegségeknel inkább az irántuk való hajlamoság, nem pedig maga a betegség öröklődik.

Általában csak ugyanazon fajhoz tartozó állatok ondó- és petesejtjei egyesülnek, másfajú állatok ondósejtjeire a petesejtek taszító, elűző hatással vannak. Közelrokonfajhoz tartozó állatok, pl. a ló és a szamár megtermékenyíthetik ugyan egymást (korcsnemzés, hybriditás), de az ezután született korcsok (pl. öszvér) rendszerint terméketlenek, mert a csirasejtjeik nem érnek meg teljesen. Emberi korcsok (négerek és fehérbőrűek: mulatt, malájok és fehérbőrűek: mesztiz) többnyire szintén terméketlenek.

A CSIRA FEJLŐDÉSE

A BARÁZDÁLÓDÁS

A megtermékenvülést közvetlenül követi a petesejt (spermovium, zygota) oszlása, melyet a barázdálódás (segmentatio) nevével jelöltek meg. Ez az elnevezés a sejttan előtti időből ered, amikor a megtermékenyített pete oszlásának csupán csak külső jelenségeit, a felületén a barázdák képződését figyelték meg a békák peáin (Swammerdam, Prevost, Dumas). Az oszlás folyamán 2, 4, 8, 16, 32. stb. „barázdálódási golyó” (blastomera; blastos-csira, meros = rész) jön létre a mértani haladvány sorjában (l. a 6. képen). E blastomerák



6. kép. A lándzsahal (*Amphioxus*, Branchiostoma) barázdálódása (Hatschek szerint).

Az első öt kép oldalsó nézetben tünteti fel, a hatodik közepetti (median-)metszetben. *a* = sarki test, polocyta, *b* = kisebb barázdálódási golyók, mikromerák, *c* = aequatorialis barázda, *d*, *d* = latitudinalis barázdák, *e* = barázdálódási üreg, blastocoel, *f* = nagyobb barázdálódási golyók, makromerák.

egyenlő számú apai és anyai chromosomat foglalnak magukban. A barázdálódás következtében keletkező, egyenetlen dudoros felületű, a szederre emlékeztető csirát szederalakú csirának (morula) nevezik.

A szikben szegény peték gyorsabban és könnyebben oszlanak, mint a szikben gazdagok; a szik ugyanis nehezíti és lassítja az oszlást. A szik teljes elkülönülés esetén nem vesz részt a barázdálódásban, ilyenkor tehát részleges a barázdálódás, míg a kevészikű petén (lándzsahal, emlősök) teljes barázdálódás fordul elő (l. a 6. képen).

A blastomerák sohasem érik el az anyai sejt, a zygota nagyságát, oszlásuk után általában terjedelmük nem növekedik; nem hullanak szét, jóideig a sejthártya tartja össze őket, később finom nyulványok; sőt Roux szerint ezek a sejtek vonzó hatást gyakorolnak egymásra.

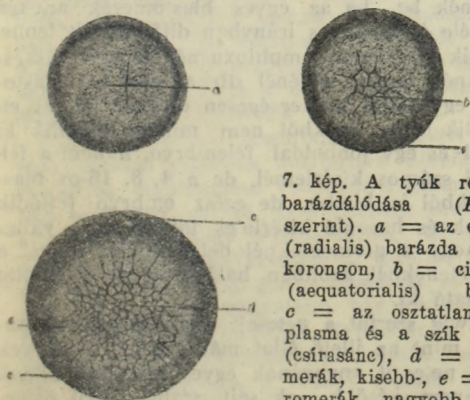
A blastomerák többé-kevésbbé gömbalakúak, ezért, bár érintik egymást, mégis hézagok maradnak közöttük. A köztük behatoló folyadék középponti üreget, a barázdálódási üreget (blastocoel) (l. a 6. képen) hozza létre, amely fokozatosan nagyobbodik, az ezzel egyidejűen folytonosan oszló blastomerák mindinkább kisebbek lesznek és laposabb felületeket alkotnak, a szederalakú csira minden élesebb határ nélkül hólyagaiakú csirává (blastula) alakul át, melynek falát már nem gömbalakú blastomerák alkotják, hanem hám és sejtközötti anyag.

A sokszikű tyúktójason részleges a barázdálódás, a szik nem oszlik, hanem a rajta levő csirakorong, az alakító protoplasma, melyen fellépő barázdák mozaikszerű felületet hoznak létre (l. a 7. képen).

His a tyúk fejlődésének vizsgálata alapján azt állította, hogy a kifejlődött szervezet minden részének a fejletlen csira egy bizonyos része felel

meg; ez a tan praelocalisatio, determinismus, közel jár a praeformatio, vagy evolutio tanához.

Némileg hasonló ehhez Roux mozaik-elmélete is, mely szerint a barázdálódási golyókból meghatározott részek fejlődnek ki s a szervek és testrészek fejlődése a mozaikmunkához hasonló. A valóságban azonban a tyúk csirakorongján legfeljebb csak az állapítható meg, hogy a kisebb barázdálódási golyókból álló, gyorsabban barázdálódó



7. kép. A tyúk részleges barázdálódása (Kölliker szerint). *a* = az első két (radialis) barázda a csirakorongon, *b* = circularis (aequatorialis) barázda, *c* = az osztatlan protoplasma és a szík határa (csírasánc), *d* = mikromerák, kisebb-, *e* = makromerák, nagyobb blastomerák.

része a hátulsó testfélle fog alakulni, (ha a tyúktójtást úgy fogjuk, hogy a tompa vége balra, hegyes vége pedig jobbkéz felé esik, akkor az ezeket összekötő vonallra merőleges jelzi a fejlődő embryo hossz tengelyét, az embryo farki vége pedig ilyenkor a tojtást tartó felé esik)

His és követőivel szemben sokan kétségbe vonják, hogy a petében és csirában volna praelocalisatio, hanem szerintük a petesejt protoplasmájának minden része totipotens, azaz a barázdálódás végéig megvan az a képessége, hogy be-

lőle teljes szervezet fejlődjék; a protoplasmának ezt a tulajdonságát isotropiának nevezik (aequipotentialis rendszer, Driesch).

Hertwig a mozaikelmélet ellen a következő két kísérletet hozza fel. Külső behatásokkal, pl. két üveglemez között való összenyomással, a megtermékenyített petén a barázdálódás során keletkező blaszomerák helyeződését meg lehet változtatni és ennek ellenére ép, normális embryok, s nem torzképződmények fejlődnek, ami nem következne be, ha az egyes blaszomerák angya különféle és bizonyos irányban differenciált lenne. A másik kísérletnél Amphioxusnál, tengeri tuskésbőrűeknél, tarajos göténél stb. az első két blastomerát egymástól mesterségesen elválasztják és elkülönítik, mire ezekből nem mindig fejlődik ki egy bal- és egy jobboldali félembryo, hanem a félpeléből számos kísérletnél, de a 4, 8, 16-os blastomerákból is, kisebb, de egész embryo fejlődik ki. Ezek és hasonló kísérletek inkább arra vallanak, hogy a gerinceseknél determinatio nincs; a gerincteleneknél azonban határozott determinatio mutatható ki.

Hertwig szerint a petesejt organizatioja ugyanolyan min' az illető állat más sejtjeé, a szervek nem a petesejt anyagának egyes részeiből állnak elő, hanem később, sok sejt szabályszerű összeilleszkedéséből és differenciálódásából, amely sejtek az anyasejt oszlásából keletkeznek.

A CSIRALEMEZEK

A hólyagalakú csirából, falának betüremkedésével (az alacsonyabbrendűeknél: lándzsahal, l. a 8. képen) vagy pedig a blaszomerákból alakult sejtek másirányú elhelyezkedésével jellemző típusos sejthalmazok, a csiralemezek fejlődnek ki és különülnek el: ezekben alakul ki a később fejlődésnek induló szervek anyaga. Ezt a folyamatot gastrulationnak nevezik.

1	Oda	2
F. V. V.		
E 657		
55715		
VONALJEGY		
Érvényes a vonal végpontjáig. A jegy átruházása tilos.		
3	Vissza	3

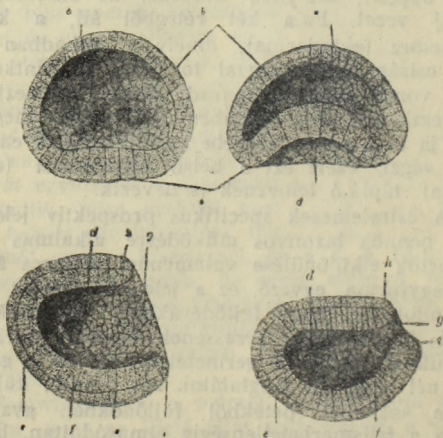
ber
bet
toz
tésé
deri

(a legegyszerűbb szerkezetűnek fejlődése is arányilag egyos, úgyhogy nagyon alkalmasamatok könnyebb megismerénnből, egysejtrétegű hólyagból enyomulása (invaginatio) köakú csira, gastrula fejlődik (lnek üregébe, az ősbélbe, az két rétegből áll, a külsőma), amely a szabadban fejlődilággal továbbra is érintkezésn marad (bőrérzéklemesz), a ellenben működését megválüregébe került táplálék emésztezt a belső csiralemezt (entoneznek is nevezik.

je a specifikus prospektív jelentősége, de ennek bizonyos működésre alkalmas sejtcsoportok elkülönülése valamennyi gerinces állatban egyforma, egyező, ez a jelenség vezetett arra a gondolatra, hogy fejlődésükben, keletkezésükben is hasonlóságot keressenek. Haeckel szerint a gastrula-stádiumot a gerincteleneknél és a gerinceseknél egyaránt megtalálni, bár soknál, különösen a sokszikű petékből fejlődőknél, gyakran szinte a felismerhetetlenségig elmosódottan. Ezekkel szemben mások, a tömlős állatok (Coelenterata) ebben a stádiumban maradnak meg. De nemcsak az ontogeniában, hanem Haeckel szerint a törzsfelődésben, a phylogeniában is valamennyi többsejtű állat (Metazoa) őseinél jelen volt a gastrula-alak; Haeckel gastraea-elmélete szerint ezek valamennyien egy közös gastrula-alakú őstől, a gastraeától származnak.

Az egyes állatfajoknál a petesejtek sziktaralma miatt az eredetileg nagyon egyszerű folyamat különféleképpen módosult és többé-kevésbé bonyolulttá lett; a gastrulatio a fejlődéstan talán legtöbbet vizsgált és legtöbbet tárgyalt, de ennek

ellenére leginkább világos és legkevésbé tisztázott fejezők, ehhez fűződik a legtöbb feltevés. Általában az egyes sejtsoportok egyenlőtlen növekedése és redők képződése behúzódasokra vagy ellenkezőleg kitéremkedésekre, szétválásra vagy egybeolvadásra vezet, ezek a folyamatok érvényesülnek főképpen a további fejlődési folyamatok során.



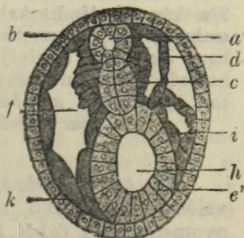
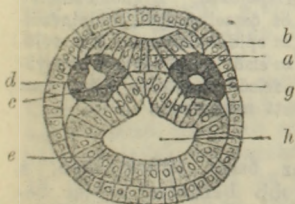
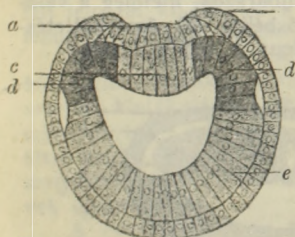
8. kép. A lándzsahal (*Amphioxus*, Branchiostoma) gastrulatioja (medián metszetek, *Hatschek* szerint). *a* = barázdaalódási üreg, blastocoel, *b* = mikromerák, *c* = makromerák, *d* = ősbél, *e* = ektoderma, *f* = entoderma, *g* = ősszáj, *h* = ennek felső, *i* = alsó ajka.

Visszatérve a lándzsahal gastrulájához, a két elsőleges csiralemezen (ektoderma és entoderma) a munkafelosztás elve tovább halad előre. A hosszant megnyúlt, a hal alakjához közeledő csirán az ősszáj végei, ajkai közelednek egymáshoz (l. a 8. képen). Az ektodermán a háti oldal közepe-

táján levő hengeres sejtek megnövekednek és a velőlemez (lamina neuralis) alakjában elkülönülnek a szomszédos, alacsonyabb ektodermasejtektől, amelyek az epidermis-lemezt alkotják (l. a 9. képen). A velőlemez széleinek felemelkedésével

A

B



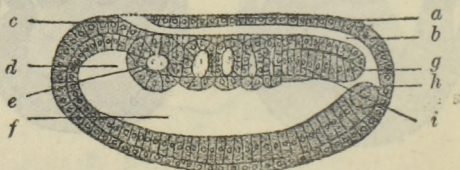
C

D

9. kép. A lándzsahal (*Amphioxus*, Branchiostoma) embriójának *hárántmetszete* (Hatschek szerint). *A*: az első összelvény fejlődése idején, *B*: az ötödik összelvény fejlődése idején, *C*: öt kifejlett összelvénnnyel, *D*: tizenegy kifejlett összelvénnnyel. *a* = velőlemez, *a'* = velőcső, *b* = epidermislemez, *c* = chordalemez, chordabarázda, chordaköteg, *d* = mesoderma, *e* = entoderma, *e'* = a bélcső entodermája, *f* = coeloma, *g* = myocoel, *h* = bél, *i* = zsigeri mesodermalemez, *k* = fali mesodermalemez.

barázdává (velőbarázda) mélyed, mely fölé az ektoderma szomszédos sejtjei reá húzódnak; később e fedőlemez alatt a velőbarázda szélei egyesülnek, miáltal a barázda a velőcsővé zárul, ebből fejlődik az idegrendszer.

A velőbarázdát fedő epidermis-lemez a gastrula alsó ajkából indul ki és az embryo hátaán halad előre, miáltal a velőbarázda, illetőleg a velőcső az összáj útján az ősbéllel áll összeköttetésben (canalis neuroentericus, l. a 9/a képen).



9/a. kép. A lándzsahal (*Amphioxus*, Branchiostoma) embriójának hosszmetSZete öt összelvénnnyel (oldalnézetben, Hatchesek szerint). a = epidermislemez, b = velőbarázda, c = neuroporus, d = első összelvény, e = myocoel, f = ősbél, g = összáj felső, h = alsó ajka, i = nem szelvényezett mesoderma.

Az entodermának az ősbél tetőrészetén, a velőcső alatt levő nagyobb hengeres sejtjei benyomulnak az ősbél felé és a gerinchúrrá (chorda dorsalis) lesznek: itt is eleinte chordalemez, majd ezen, szélei felemelkedésével, chordabarázda, azután chordaköteg alakul, amely a szilárd vázat képviseli.

A chordalemez két oldalán levő bemélyedések alacsonyabb sejtjeiből, tehát másodlagosan fejlődik a harmadik csiralemez, a középső csiralemez (mesoderma). Az imént említett mélyedések mindinkább jobban besüppednek (l. a 9. képen), üregük (coeloma) az ősbéllel szűk résen át

közlekedik, majd ez is elzárul és a tömlők teljesen leválnak.

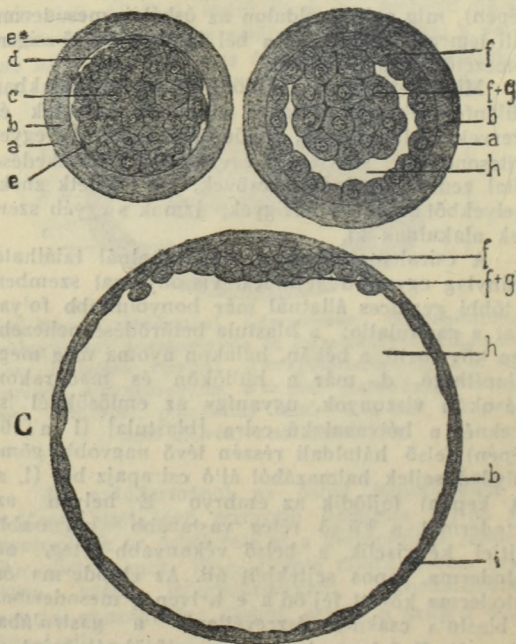
Az entoderma a gerinchúrt és a mesodermát lefűződésük után körülnövi és a bélcsővé zárul (l. a 9. képen). A mesodermán kétféle felül a háti oldalon egymásután harántredők nyomulnak be és az összelvényekre (szomiták) tagolják (l. a 9. képen), míg a hasi oldalon az ősbél a mesoderma fali lemezét különíti el a bél falához fekvő zsigeri lemezétől (l. a 9. képen).

Mindezeknek az elkülönülés a továbbiakban különféle életműködésekre alkalmas szövetek és szervek kialakulására, fejlődésére vezet. Az egyes sejtcsoportok, szövetek egyenlőtlen növekedése által redők, barázdák, csövek, stb. keletkeznek, melyekből azután a mirigyek, izmok és egyéb szervek alakulnak ki.

A csiralemezeknek a lándzsahalnál található aránylag egyszerű fejlődési viszonyaival szemben a többi gerinces állatnál már bonyolultabb folyamat a gastrulatio; a blastula betürődése nehezebben követhető, a békán, halakon nyoma még megállapítható, de már a hüllőkön és madarakon mások a viszonyok, ugyanígy az emlősöknél is. Ezeknél a hólvagyalakú csira [blastula] (l. a 10. képen) felső hátoldali részén lévő nagvobb, gömbölyded sejtek halmazából álló csirapajzból (l. a 10. képen) fejlődik az embryo. E helyen az ektodermát a külső réteg vastagabb, magasabb sejtjei képviselik, a belső vékonyabb réteg, az entoderma, lapos sejtekből áll. Az ektoderma és entoderma között fejlődik e helyen a mesoderma. A blastula csaknem észrevétlenül a gastrulába megy át. E folyamat úgy az emlősöknél, mint a madaraknál homályos, elmosódott egyes jelenségeinek értelmezése vitás, úgyhogy ezekre e helyen nem lenne célszerű bővebben kiterjeszkedni.

Az összajnak a madarak és az emlősök csirá-

ján az ősbarázda felel meg, mely az ektoderma megvastagodása által keletkezett őscsíkon foglal helyet (l. a 11. képen). Ennek elülső végén lévő Hensen-féle csomóból nő előre a fejnyulvány, hol a velőlemez fejlődik, alatta a gerinchúr és

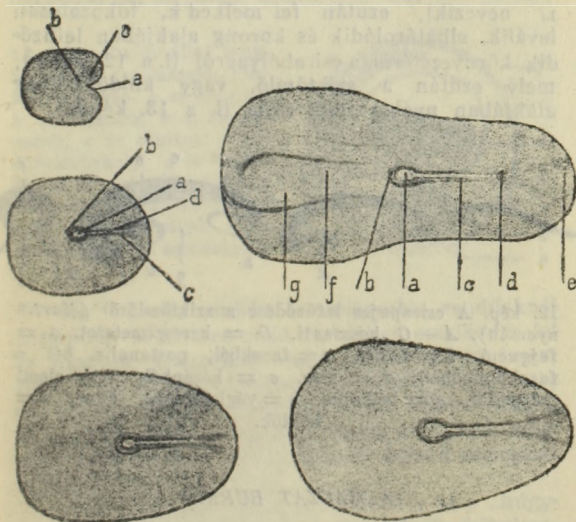


10. kép. Házinyul morulája (A) és blastulája (B és C) vázlatosan (van Beneden nyomán). *a* = kocsonyás burok, *b* = zona pellucida, *c* = centralis sejtek, *d* = periferias sejtek, *e* = ondósejtek, *f* = ektoderma, *g* = entoderma, *h* = blastocoel, *i* = trophoblast.

ezen belül a bélcső, mely úgy, mint a lándzsahalnál, a velőcsővel közlekedik.

A középső csiralemez tengelyi vége összelvényekre tagozódik, periferiás része fali és zsigeri lemezzé válik szét.

A mesodermából az egyes csiralemezek közé

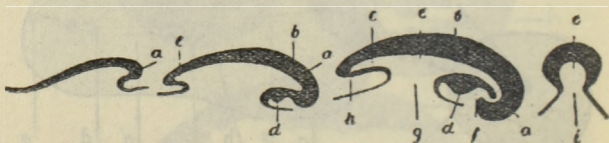


11. kép. Emlős állat csirapajzsának fejlődése (vázlatosan, *Gegenbaur* nyomán). A test feji vége baloldalt, farki vége jobboldalt. *a* = összáj, *b* = elülső, *c* = oldalsó ajak, *d* = őszbarázda, *e* = hátulsó ajak vagy farki csomó, *f* = velőbarázda, *g* = a velőlemez felemelkedő szélei.

már korán laza sejtek, a közti szövet (mesenchyma) alakjában sarjadzanak, melyből később a kötő- és támasztószövet lesz (csontok, porcok, erek, stb.).

Az ektoderma, az entoderma, a velőcső, a gerinchur, a mesoderma törzsőve vagy összelvénylemeze, továbbá a mesoderma fali és zsigeri lemezei adják a hél ősi szervét.

A csirapajzs a fejlődés során megnyúlik, tojásdad, majd körtealakúvá, piskótához, a cipőtalphoz hasonló alakúvá lesz (e miatti sandalionnak is nevezik), ezután felemelkedik, fokozatosan leválk, elhatárolódik és korong alakjában lefűződik környezetéről, a csirahólyagról (l. a 12 képen), mely ezután a szíktömlő, vagy köldökhólyag alakjában nyélen függ rajta (l. a 13. képen).



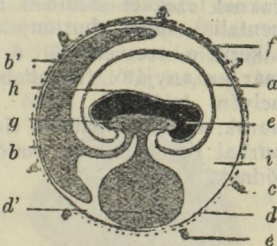
12. kép. A csirapajzs lefűződése a szíktömlőről (Martin nyomán). A — C hosszanti, D = keresztmetszet. a = fejsző, b = hát, c = farkbél, postanal bél a farkbimbóban, d = szív, e = középbél, f = elemi szájgödör, g = bélkapu, h = végbélnyílás, anus, i = köldök.

A MAGZAT BURKAI

Ugyanekkor megindul mindazokon az állatokon, melyek petéket nem a vízbe rakják (hüllők, madarak és emlőők: Amniota) a magzat burkainak fejlődése, mely burkok egyfelől védelemre, másfelől táplálék felvételére és lélegzésre is szolgálnak. A vízben szabadon fejlődő petéknél ilyenekre szükség nincs, ezért a halaknál és kétélűeknél ilyen magzatburkok nem fejlődnek ki (Anamnia) csupán az imént említett szíktömlő található meg a magzat függelékei közül azokon is.

A csira a növekedéshez és fejlődéséhez szükséges tápláló anyagokat kezdetben a szíkből, majd a magasabb rendűeknél az anyja méhéből nyeri. A csira (embryo) hasoldalán, a köldöktájon, a bélcsővel áll összeköttetésben a szíktömlő (l. a 13. képen), melynek tartalmát az embryo fokozatosan felhasználja, úgyhogy lassanként fogy és elmulik.

13. kép. Emlős állat magzatburkai (vázlatosan *Turner* nyomán). *a* = amnion, *b* = allantois, *b'* = álmagzatvíz, *c* = chorion, *c'* = chorionboholy, *d* = szíktömlő, *d'* = szikgolyók, *e* = embryo, *f* = savós burok, *g* = bélvályú, *h* = *d'* = ektoderma, *i* = exocoeloma.



Az embryo szélén a magasabb rendűeknél (Amniota) kezdetben redő alakjában emelkedik fel az amnion, magzating vagy bárányhártya (mert először az áldozati báránvokon látták meg), mely azután zárt zsákká záródik (l. a 13. képen); ebben található a valódi magzatvíz, mely a fejlődő magzatot külső inzultusoktól óvja és szabad mozgását is biztosítja.

A bél hátulso végéből türemkedik ki a „húgytömlő” (allantois) a magzat vizeletének felhalmozására később a falában keletkező gazdag érhálózat útján oxigénfelvételre, illetőleg lélekzésre is szolgál. Folyékony tartalma az álmagzatvíz, lényegében a magzat veséinek váladéka.

Végül a harmadik magzatburok az emlősállatokon az irhahártya (chorion; l. a 13. képen), mely a legtöbb emlősállatnál az amnion külső rétegéből fejlődik, válik le. A felületén levő nyulványok, bolyhok útján az anya méhével való összeköttetést biztosítja. Ezek a bolyhok ugyanis

a méh falába nyomulnak és az ú. n. méhlepényt (placenta) adják. Ennek az összeköttetésnek a terjedelme, foka, alakja állatfajok szerint különböző. Chorionja és ehhez képest méhlepénye is csak az olyan állatoknak van, melyek anyaméhben fejlődnek (Placentalia), így az emlős állatok túlnyomó része, a tojó emlősök kivételével; a madaraknak ezekkel szemben nincs placentájuk (Aplacentalia), nincs chorionjuk (Achoria), mert a tojás kikerül a szervezetből és a fejlődés a tojásban már az anyjától függetlenül folyik le. A chorion helyén található külső magzatburok a savós burok, melynek felülete sima. A madarak magzatburkai egyébként az emlősökéhez hasonlóan fejlődnek.

A KÖLDÖKZSINÓR

Mikor a szíktömlő elkülönült és a magzatburok kifejlődtek és elkülönültek, ezek a magzat hasi oldalának közepe táján, a köldöktájon, ereket magában foglaló csavarodott lefutású köteget, a köldökzsínort a kotják, illetőleg vonják be. Köldökzsínórja csak a méhlepényes állatoknak van.

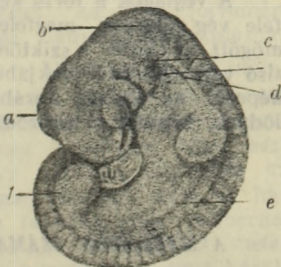
A köldökzsínór kocsonyás szövetében a Warthon-féle kocsonyában haladnak a méhlepényhez, a méhhez, illetőleg a magzathoz a köldökerek, melyek a tápláló vért hozzák a fejlődő szervezetbe és az elhasznált vért vezetik az anyához. A köldökzsínórban van továbbá a szíktömlő nyele és az allantoisba vezető cső, a húgyinda, kívülről pedig az amnion vonja be.

Születéskor, amikor a magzat már önálló életre képes, a köldökzsínór elszakad, a köldökké zsugorodik, hegesedik.

A TEST KÜLSŐ ALAKJÁNAK FEJLŐDÉSE

A test külső kialakulása a feji végén gyorsabban halad előre. A törzsfejlődésben régibb szervek korábban fejlődnek ki, mint a később szerzett szervek. Legkorábban fejlődik ki az idegrendszer. A velőcső elülső vége ugyanis agyhélyagokká tágul, az agyvelő gyors növekedésnek indul, a fej gumószerűvé (fejgumó) lesz (l. a 12. képen), majd meggörbül és a feji vég behajlásával mindinkább közelebb jut a farki véghez (l. a 14. képen). A

14. kép. Lóembryo (1 cm. hosszú, 48 összelvénnyel, 28 nappal a termékenyítés után, Bonnet szerint). *a* = fejtetői görbület, *b* = hallóhólyag a tarkódudor közelében, *c* = zsigerivek, ill. -barázdák, *d* = retrobranchialis lécs, *e* = végtagléc, felső végén a mellső, alsó végén a medencei végtagok kezdeménye (*f*).



fej alatt a hasi oldalon a hatalmasan növekedő szív domborodik ki.

A bélcsőnek a fejen vakon záruló részén a fejbél belső felületén kétoldalt egymásután páros vakzugok türemkednek ki, a garattáskák, melyek idővel a test felületéig nyomulnak. A külső felületen ezeknek megfelelően szintén találni behúzó-dásokat, melyeket a belsőtől hártya választ el; ennek átszakadásával a kopoltyú-, garat- vagy zsigerrések keletkeznek, melyeket egymástól a kopoltyú-, garat- vagy zsigerívek választanak el, számuk a magasabbrendűeknél kevesebb (4–5); a vízben élő állatokban ezekből fejlődnek a lélekzésre szolgáló szervek, a kopoltyúk, a többinél más szervekké alakulnak át (l. utóbb a részletes fejlődéstanban).

A nyak aránylag későn különül el, ami egyébként megfelel a törzsfejlődésbeli későbbi megjelenésének is (halakon, kétélűeken nyak nem különböztethető meg).

A farki végből a farokbimbó alakul ki, mely a feji véghez hasonlóan szintén begörbül. A feji és farki görbületen kívül az embryo hossztengelye körül is fordul: spirális v. torsiógörbület, mely azonban később a hasi rész növekedésével elmúlik.

A végtagok a törzs két oldalán húzódó Wolff-féle végtaglécnek megfelelően az utolsó zsigerív mögött az elülső-, a sziktömlőmögött a hátulsó vagy alsó végtagbimbók alakjában jelentkeznek (l. a 14. képen). Az elülsők korábban és gyorsabban fejlődnek, bennük a tagozódás előbb indul meg.

A MAGZATOK SZÁMA, IKERTERHESSÉG

A magzatok száma állatfajok szerint különböző: egy az uniparaknál (pl. a ló), több a multiparaknál (pl. a kutyánál 4—9). Kivételesen az uniparaknál is előfordul, hogy bennök két vagy több embryo fejlődik, ezeket ikreknek nevezik. Az ikrekre való hajlamosság egyes törzsekben, családokban öröklődik.

Az ikrek fejlődése kétféleképpen jöhet létre: vagy két pete termékenyül meg egyidejűleg, ezek a kétpetéjű ikrek külön magzatburkokban fejlődnek, többnyire különböző külsejűek; ritkább az az eset, hogy az ikrek egy petéből fejlődnek, amely petén megtermékenyítés után két embryotelep keletkezik. Az egypetéjű ikreknek közös a chorionjuk, közös a méhlepényük, jellemző reájuk, hogy nagyon hasonlók egymáshoz és mindig ugyanolyan neműek.

AZ ÉLET SZAKAI

A szü'etéssel az embryonialis életben megindult fejlődési folyamatok nem nyernek befejezést, hanem a szervezet továbbfejlődik, ami leginkább a növekedésben nyilvánul meg. A növekedés energiájának foka átöröklött tulajdonság, mely hajlam alakjában származik át az ivadékokra. A növekedésnél szerep jut a táplálékban foglalt vitaminoknak, a belső elválasztású mirigyek váladékának, hormonjainak melyek a sejtek anyagcseréjét szabályozzák. Az élet folyamán ezenkívül előrehaladó és hanyatló átalakulások, $\frac{\text{assimilatio}}{\text{dissimilatio}}$ = biotonus, következnek be, utóbbiak részben az idősebb korban elhasználódás következtében. Ezek figyelembevételével az élet folyamát három szakaszra lehet osztani: 1. anaplasis vagy evolutio, amelyben az előrehaladó átalakulás nagyobbfokú, mint a hanyatló átalakulás: ez a fejlődés kora (embernél infans a fogváltásig, ezután fiatalkor); 2. metaplasis vagy transvolutio, amelyben a kettő körülbelül egyensúlyban van: kifejlett állat (akme: adultus, majd maturus); 3. kataplasis vagy involutio, melyben a hanyatló átalakulás a tulnyomó: öregedés, prae enium, majd senium vagy senescentia. A protoplasma széjjelesésével a plasma vegyi energiája csökken, elveszti azt a képességét, hogy elvezetett anyagát regenerációval pótolja, a szétbontás nagyobbfokú, mint az áthasonítás. Újabb megfigyelések szerint az öregedés a nemi mirigyek működésének hanyatlásával, illetőleg megszűnésével áll oki összefüggésben, Voronoff fiatal, életerős állatok nemi mirigyeinek átültetésével próbál öreg embereket és állatokat megfiatalítani.

RÉSZLETES FEJLŐDÉSTAN

A SZERVEK FEJLŐDÉSE

Az egyes szervek fejlődését a részletes fejlődéstan tárgyalja.

A szervek fejlődését csiralemezek szerint szokás tárgyalni. A kész szervezet egyes szervei azonban rendszerint nem egy, hanem két, sőt mind a három csiralemezből fejlődnek. Ha ennek ellenére mégis megmaradnak a jelzett csoportosítás mellett, ennek az az oka, hogy az egyes szervek alaktana és élettana nézőpontjából legnagyobb jelentőséggel bíró részek az egyes szervekben egy csiralemezből fejlődnek, így a bőrnél az ektodermából, bár sok mesodermális eredetű része is van, a bélnél az entodermából, az érzékszerveknél (szem, fül stb.) az ektodermából, stb.

Remák (1850—55) állította fel a csiralemezek specificitásának tanát, amely szerint egyes csiralemezekből csak bizonyos sejtcsoportok és szövetek fejlődhetnek, ezek később egymásba át nem mehetnek, egymást nem helyettesíthetik. Ez a tan azonban mai ismereteink szerint nem állhat meg ilyen merev formában, mert pl. hám mind a három csiralemezből fejlődhet, az izomszövet is nemcsak mesodermából, hanem ektodermából is (pl. a szívárványhártya izomzata, stb.) keletkezik.

Az ektodermából lesz a bőr hámja és függelékei, az idegrendszer, az érzékszervek ingerfelvő része (neuroepithel), a fogzománc, az izzadásmirigyek izmai és a szívárványhártya izmai.

Az entodermából fejlődik az emésztő- és a lélekzőkészülék hámja.

A mesodermából keletkezik az izomzat, a húgy- és nemi készülék, a savós hártyák; a mesenchyma szervei a kötőszövet, a porc, a csont, a vér- és nyirokerekek.

A KÜLSŐ CSIRALEMEZ SZERVEI

A külső csiralemezt bőrérzéklemeznek is nevezik, mert a bőr hámja és hámképletei, továbbá mirigyei fejlődnek belőle, ezeken kívül pedig az idegrendszernek és az érzékszervek lényeges részeinek fejlődése is az ektodermából indul ki.

A BÖRNEK ÉS MELLÉKSZERVEINEK FEJLŐDÉSE

A bőr felületét hám vonja be, alatta a jórészt kötőszövetből álló írha következik. Ezek közül a bőr hámrétege az ektodermából, az alatta levő írha a mesodermából fejlődik.

A bőr hámja (epidermis) eredetileg egyrétegű és az ektodermának az idegrendszer és érzékszervek felépítésére használt részén kívül fennmaradt részéből származik. Már korán kétrétegűvé válik, melyek közül a mélyebb, a későbbi Malphigi-réteg, sejtjei oszlásukkal termelik és pótolják a felületes réteg leváló, elszarusodó sejtjeit. A magzat testfelületén ezek az elszarusodó sejtek egymással összetapadva és a faggyúmirigyek váladékával az u. n. magzatmáz (vernix caseosa) adják, mely valóban mázszerűen vonja be a magzat felületét.

A hám alatt következő írha (corium) a hámhoz társuló mesenchymasejtekből fejlődik. Mélyebb, lazább szerkezetű része lesz a bőralatti kötőszövet, ez egyes helyeken zsírszövetté alakul át (szalonna, toka, pocak, stb.).

A bőr színét adó festékszemeccskék részben a hámsejtekben, részben az írha kötőszöveti sejtjeiben foglalnak helyet, hol vagy helyben képződnek vagy pedig festékes vándorsejtek hozzák oda.

Az emlősök egyik jellemző vonása a bőr szőrözöttsége. A szőrök az ember-, a ló- és a

marhaembryokon, általában a fejlődés harmadik hónapjában, először az ajkakon, a szemek körül, a polán, az állon apró pontok alakjában indulnak fejlődésnek. A bőr hámsejlei helyenként apró csapok alakjában ferdén az irányba nyomulnak, a szőr tehát kezdetben befelé nő és csak később, a szőrtüsző kialakulása után, tör elő a bőr felületén.

Az emlősembryo testfelületét, az emberét is, finom gvapjuszerű elsőleges, primitív szőrzet, (lanugo fetalis) borítja, mely azonban már az embryonalis korban kihull; erre enged következtetni az embryo béltartalmaiban (magzatszurok, meconium) található nagymennyiségű szőr is, melyet az embryo a magzatvízzel nyelt le. E szőr helyett az emberen csak egyes helyeken (bajusz, szakáll, hónalj, stb.) a másodlagos, durvább, merevebb pótló szőr és a haj nő. Fejlődési rendellenességként az elsőleges szőrök az emberen megmaradhatnak, s így túlságos szőrözöttség (hypertrichosis) jön létre (pl. Krao a majomleány, Pastrana, a „kutyaemberek“).

A körömképletek az ujjak végső percén a hám szarurétegének erős fejlődése nyomán keletkeznek, ennek megfelelően az irhán nagvobb vérdús szemölcsök és lemezek fejlődnek az erősebben fejlődő vaskos hámréteg táplálására.

A bőr mirigvei háromfélék, u. m. a faggyúmirigyek, az izzadságmirigyek és a tejmirigyek; valamennyien a hám sarjadzása útján fejlődnek.

A faggyúmirigyek a szőrökkel együttesen fejlődnek, a szőrcsírák oldalából sarjadzanak ki, váladékuk az embryonalis korban a magzatmáz alkotásához járul hozzá.

Az izzadságmirigyek a szőrcsírához hasonló hámcsapokból fejlődnek, amelyek mélyen benőnek az irhába, alsó végük felgomolyodik, belsejükben üreg lép fel a mirigysejtekkel szomszédos szélső

sejtjeik izomsejtekké (myoepithel) alakulnak át (ektodermás eredetű izomsejtek).

A tejmirigyek az emlősök osztályára jellemző szervek, melyektől nevüket is kapták; az egyes emlős állatfajok szerint különböző számban és elrendeződésben találhatók ugyan, de fejlődésük hasonló módon, a törzs hosszában az elülső végtagok kezdeményétől a lágyék tájáig terjedő tejvonalon indul meg. Az emberi embryon is eredetileg vég a hasi oldalon a hónaljtól a lágyéktájjig, az alsó végtagok kezdeményéig indul fejlődésnek a tejmirigy a tejvonal vagy tejléc alakjában. Ezen ezután helyenként hámcsirák sarjadjanak a mélybe, melyek közül a további fejlődés során egyesek felszívódnak. Számuk, elhelyezésük némileg összefüggésben áll az ivadékok számával, a táplálék felvételének módjával, az állat testtartásával és a mellkas alakjával. Számuk többnyire arányos az újszülöttek számával, ahol sok az ivadék, pl. a sertésen 4—8 pár mirigy fejlődik ki. Az emberen és majmokon csak a mellkasiak maradnak meg, mert az ember és a majmok e végtagokat használják kiváló mértékben. Ha több hámcsira marad meg és fejlődik tovább, fölös számú tejmirigyek jelentkeznek (Wiedersheim szerint ez atavistikus jelenség).

AZ IDEGRENDSZER FEJLŐDÉSE

Az idegrendszernek úgy a középponti, mint a periferiás része is az ektodermából fejlődik.

A csirapajzson a középvonalban már korán elkülönül a vaskosabb velőlemez a vékonyabb hám- vagy epidermislemeztől (l. a 9. képen); a velőbarázda bemélyedésével, szélei felemelkednek, majd egymáshoz közeledve, a velőcsővé zárulnak.

A velőcső azután a gerincvelővé és az agyvelővé tagolódik. Sejtjei különböző csoportokra

különülnek el. egyfelől a középponti idegrendszer belső vázát alkotó támasztó sejtekre (spongioblast, neuroglia), másfelől az érzékeny idegelemeket képző sejtekre (neuroblast), melyekből nőnek ki a periferiás idegek is.

A velőcsőnek az agyvelőre eső része hólyagszerűen, a három (elülső, középső és hátulsó) agyvelőhólyag alakjában tágul ki (l. a 15. képen), felső fala gyorsabban, erősebben nő, mint az alsó, ennek következtében görbületek (fejtetői görbületek, hídhajlat, tarkóhajlat) keletkeznek; mindezek az emlősembryo jellemző alakjának, feji végének kialakulásához vezetnek (l. a 14. és 15. képen).

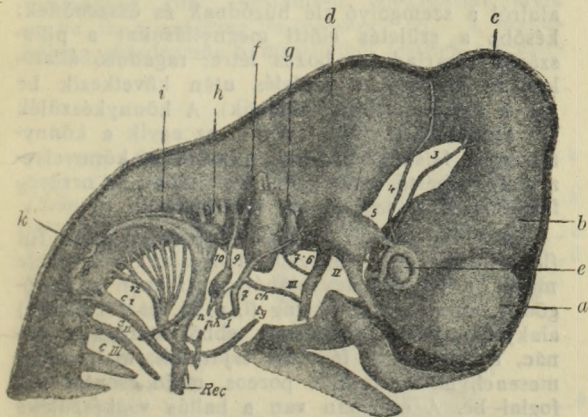
Az agyvelő és a gerincvelő burkai a velőcsövet körülfogláló mesenchymából fejlődnek.

A periferiás idegrendszer keletkezése a fejlődéstan legnehezebb fejezetei közé tartozik, több része még vitás és nem eléggé tisztázott. Az idegek a vizsgálók többsége (Ramon y Cajal, Harrison, Golgi, Lenhossék, stb.) által elfogadott álláspont szerint az idegsejtek nyulványaiként fejlődnek (kinövési elmélet) és minden idegrosthoz egy idegsejt tartozik, ezzel a neuronnak nevezett egységet alkotja (neurontan). Ezzel szemben mások (Schwann, Dohrn, Bethe, Apáthy, stb.) szerint a periferiás idegek több sejtből keletkeznek, melyek egymásután gyöngyfüzérszerűen foglalnak helyet (láncolat-elmélet) és később egybeolvadnak.

AZ ÉRZÉKSZERVEK FEJLŐDÉSE

Az érzékszervek fejlődése is az ektodermából indul ki, legfontosabb része az érzéki hám (neuroepithel) ektodermás eredetű; az érzékszervek egyéb részei a mesenchymából járulnak hozzá és az érzéki hám körül csoportosulnak, mely mindvégig az érzékszervek lényeges, legfontosabb, érzékelő részét szolgáltatja.

A látás készü'éke, a szem, fejlődése az elülső agyvelőhólyagból indul ki, melynek két oldalán a szemhólyag türemkedik ki, majd fokozatosan le-
fűződik (l. a 15. képen) és serlegszerűen betü-



15. kép. Sertésembryo (12 mm hosszú) agyvelejének, szemének, fülének és fejidegeinek kezdeményei (Sedgwich—Minot nyomán). *a—d* = agyvelőhólyagok (*a* = telencephalon, *b* = diencephalon, *c* = mesencephalon, *d* = rhombencephalon), *e* = szemhólyag, benne a jéglenese, *f* = hallóhólyag, *g* = hallóideg és duca, *h* = a bolygóideg tor-
kolati duca, ganglion jugulare, *i* = összekötő kötege, *k* = a nyelvvalatti ideg duca, *CI*, *II*, *III* az első, második és
harmadik nyaki (cervicalis) ideg, *ch*, *ty* = dobhúr, chorda tympani, *n* = a bolygó ideg alsó duca, ganglion nodosum,
ph = a nyelvgaratideg garati ága, *Rec* = a bolygó ideg
visszatérő ága, nervus recurrens, *3—12* = a harmadik —
tizenkettedik agyvelőideg.

remkedik; nyele a látóideggé, a szemhólyag fala a fényérzékeny recehártyává (retina) lesz. Ahol a szemhólyag az embryo feji végének felületéhez ér, az epidermishől a szem jéglencséje indul fej-

lődésnek. A szemgolyó falának külső (rostos) és középső (eres) hártyája a szemhólyagot környező laza szövetből, a mesenchymából alakul ki.

A szemhéjak bőrredők, melyek felülről és alulról a szemgolyó elé húzódnak és összenőnek; később a születés előtti megnyílásukat a pillaszőrök kisarjadzása hozza létre; ragadozó állatokon ez kevéssel a születés után következik be (pl. a kutya „vakon“ születik). A könnykészülék két különálló részből fejlődik, az egyik a könnymirigy a felső szemhéjon, a másik a könnyvezetőcső a belső szemzúgból kiindulóan az orrüreg felé tart (l. a száj és arc fejlődésénél).

A hallás készülékének belső része, a belső fül (labyrinthus, így nevezik bonyolult szerkezete miatt), a hátulsó agyvelőhólyag tájékán a hallógödör, majd a hallóhólyag (l. a 15. és 17. képen) alakjában indul fejlődésnek, ebből lesznek a tornác, a csiga és a félkörös ívjáratok, melyeket a mesenchymából fejlődő porcos, majd csontos tok foglal be. A csigában van a hallás végkészüléke (a Corti-féle szerv), a tornác és félkörös ívjáratok az egyensúlyozásra szolgálnak, statikai szervek (Högyes. Bárány).

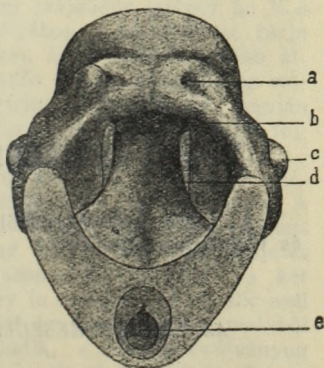
A középső fül, a dobüreg, a hallási csontocskákkal és az Eustach-féle fülkürttel az első belső zsigerrésnek megfelelően fejlődik, a külső fül: a fülkagyló és a külső hallójárat pedig az első külső zsigerbarázdán és ennek környékéből keletkezik (l. utóbb a kopoltyú- vagy zsigerrések tárgyalásánál).

Az embryo, de az újszülött gyermek is teljesen süket, mert középső fülében folyadék van és a külső füle is kitöltött (füldugó). rendszerint csak az első hét végén kezd a gyermek hallani; a kutya, házinyul, stb. szintén „süketen“ születik.

A szaglás szerve az elülső agyvelőhólyag által kidomborított széles homloknyulvány két

oldalán bemélyedő szaglógödörből jön létre (l. a 16. képen), mely utóbb a szájüregbe nyílik és az elemi szájgödörből, ennek belső felületén egymásfelé növvő, majd egymással egyesülő szájpadlásnyulványok által elkülönített lélekzőúttal folyik egybe (l. a szájüreg fejlődésénél is). A szaglóhólyag ektodermás hámsejtjeiből lesznek a szagló-

16. kép. Házinyulembryo (13 napos) feje (*Schultze* nyomán). *a* = orrnyílás, *b* = külső, *c* = belső homloknyulvány, *d* = állcsonti nyulvány, *e* = szájpadláslemez, *f* = Rathke-féle tasak, *g* = hátsó garatfal, *h* = nyultagyvelő.



szőrökkel ellátott szaglósejtek és a szaglónyálkahártyát benedvesítő váladékot szolgáltatató Bowman-féle mirigyek (szaglás csak nedves nyálkahártyafelületen lehetséges). Az emberen aránylag gyengébben fejlődnek ki (az ember mikrosmatikus, szagló érzéke gyengébb, mint pl. a húsevőké).

A ízlelés szerve a szájban, különösen a nyelven és az ajkakon, az ektodermából elkülönülő hosszúra nyúlt sejtekből álló ízlelő bimbók alakjában később fejlődik, a magzati élet utolsó hónapjában: az ízlelő bimbók a szájüreg felé pórus-csatornák útján nyílnak. Legnagyobb szám-ban a nyelv körülárvolt szemölcssein, de egyebütt a szájüregben és a garatüregben, sőt a gégén is előfordulnak.

A tapintás szerve a test felületén végződő érző idegekben, tapintó sejtekben vagy tapintó testecskekben található fel, melyek mindannyian ektodermás hámszármazékok és már a születés előtt kifejlődnek, úgy, hogy az újszülött tapintó érzékszervei már teljes számban megvannak, a születés után újabb tapintótestecskek nem fejlődnek.

A BELSŐ CSIRALEMEZ SZERVEI

A belső csiralemezből az emésztőkészülék és függelékei fejlődnek.

AZ EMÉSZTŐKÉSZÜLÉK FEJLŐDÉSE

A csirapajzsnak a sziktömlőről való felemelkedésekor a határ- vagy köldökredők behúzóódásával az embryo hasi felületén a bélvályú keletkezik (l. a 12. képen). Ennek a feji végén, a fejugumnak megfelelő része a fejbél; középső része a középbél, mely a sziktömlővel vagy köldökzacsakkal a bélköldök útján közlekedik; végső része az utóbél.

A bélcső a gastrulatio végén a testüregben, coelomában végighúzóódó egyszerű cső, melynek fala entodermából és a mesoderma zsigeri lemezéből épül fel. Két vége zárt. Hogy működésének megfelelhessen, később a cső erősebben megnyúlva, több görbületet és tágulatot alkot, belőle más szervek sarjadzanak ki és rajta a test felülete felé nyílások, rések keletkeznek.

A bélcsőnek az embryo feji végében levő része a fejből a szájjal nyílik, benne mirigyek, a nyelv és a fogak fejlődnek, két oldalán pedig a zsigerresek mélyednek be.

A fejből elülső nyílása a szájnylás az emlősök előregörbülő fevgumójának alsó felületén keletkezik, hol az elemi szájgödör mélyed be (l. a 16. képen). Ennek mélyében a garathártya zárja el a fejből elülső részét. Ez a hártya később átszakad. (ez az átszakadás aránylag korán, az emberi embryon His szerint a fejlődés 12. napján következik be) és ekkor az elemi szájgödör a fejbéllel folvik össze.

Az elemi szájgödört öt dudor veszi körül, melyeknek az arc kialakulásában van szerepük. A gödör fölött található a már ismételt említett és az elülső agyhólyag által kidomborított széles homlokdudor; evvel szomszédos kétoldalt a két felső állcsonti nyúlvány (a homlok- és az állcsonti nyúlvány között mélyed be a könnyárok, melyből a könnyvesztőrna fejlődik, a homloknjúlványon pedig a szaglógödör); az elemi szájgödört alul az állkapcsi nyúlvány vagy első zsigerív határolja. A homlokdudorból és a felső állcsonti nyúlványokból alakul ki az orr külső része, a felső ajak és a pofa, az állkapcsi nyúlványokból az alsó ajak.

A felső állcsonti nyúlványok belső felületéről egy-egy vízszintes irányú lécz húzódik a tág elemi szájjüregbe, ez a két szájpádláslemez (l. a 16. képen), melynek összetérésével az elemi szájgödörben az orrüreg és a másodlagos szájjüreg különül el. A szaglószervek fejlődésénél is). Ha a szájpádláslemezek tökéletlenül egyesülnek, farkastorok vagy szájpádláshasadék keletkezik, ha pedig a felső állcsonti nyúlványok összenövése hiányos, nyúlajak jön létre, ezek a fejlődési rendellenességek nem

tartoznak a ritkaságok közé, a közéletben is ismertek.

A nyelv a szájüreg mélyén egy elülső páratlan nyelvgyümölcs és két hátsó páros telep növekedéséből és összenövéséből keletkezik. Ezek már a zsigerívek területére esnek.

A száj nyálkamirigyei, nyálmirigyei és a mandulák a szájüreget kibélelő hámsejteknél tömött csapok alakjában a mélybe, a mesodermába sariadzásából keletkeznek. Bernők másodlagosan ür alakul ki, mely a felületre nyílik.

A fogak tulajdonképpen a száj elcsontosodott szemölcsjeinek felelnek meg. A szemölcsök ektodermás hámjából lesz a fogzománc a mesenchymából, kötőszövetből az elefántcsontállomány (= dentin) és a cement. A szájat határoló öt dudor szélén a hám sariadzik, behúzódik a mélybe a fogléc alakjában, ezen a foghimbák alakulnak ki, melyekbe viszont a kötőszövet a fogszemölcs alakjában nyomul be és sapka, vagy harang alakjában behorpasztja, ebből a hámsapkából lesz a zománc, a kötőszöveti fogszemölcs szélső, külső részéből a dentin, lazább belső részéből a foghél (= pulpa), az egészet körülfogláló szomszédos mesenchymából a csontszövethez hasonló cement.

A zománc és a dentin növekedésével a fog nagvobbodik, a fölötte levő invhús pedig nyomása alatt vékonyodik, végül a fog áttör rajta.

A KOPOLTYU-, GARAT- VAGY ZSIGERRÉSEK

Az embrvo fejében az állkapcsi nyúlvány mögött a garat következik, melynek két oldalán párhuzamos rések, a kopoltyú-, garat- vagy zsiger-rések (l. a 17. képen) mélyednek be. A benyomuló bélhám (a garathártyán túl már entoderma) elnyomja a mesodermát és fokozatosan az ektodermáig húzódik. Az érintkezés helyén a sekélyebb

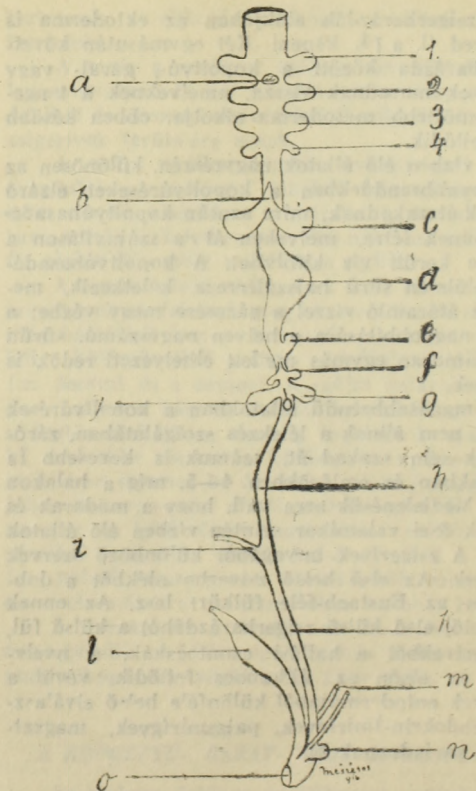
külső zsigerbarázdák alakjában az ektoderma is bemélvéd (l. a 14. képen) Két egymásután következő barázda között a kopoltyú-, garat- vagy zsigerivek maradnak vissza, amelveknek a tengelyét tömöttebb mesoderma alkotja; ebben később porc fejlődik.

A vízben élő állatok nagyrészen, különösen az alacsonyabbrendűekben a kopoltyúrészeket elzáró lemezek átszakadnak, mire azután kopoltyúhasadékok jönnek létre, melyeken át a szájnyíláson a fejbélbe került víz kifolyhat. A kopoltyúhasadékok felületén sűrű hajszálérreke keletkezik, melyen az átáramló vízzel a gázcsere megv végbe; a felület nagyobbítására e helyen nagyv számú, sűrűn párhuzamosan egymás mellett elhelyezett redők is fejlődnek.

A magasabbrendű állatokban a kopoltyúrészek és ívek nem állnak a lélekzés szolgálatában, zárólemezüik sem szakad át, számuk is kevesebb (a madarakban és emlősökben 4—5, míg a halakon 6—8). Megjelenésük arra vall, hogy a madarak és emlősök ősei valamikor szintén vízben élő állatok voltak. A zsigerívek anyagából különböző szervek fejlődnek. Az első belső zsigerhasalékból a dobüreg és az Eustach-féle fülkürt lesz. Az ennek megfelelő, első külső zsigerbarázdából a külső fül, a zsigerívekből a hallási csontocskák, a nyelvcsont, az első az állkapocs fejlődik, végül a zsigerívek entodermájából különféle belső elválasztású (endokrin-) mirigyek, pajzsmirigyek, magzatmirigy, sariadzanak ki.

A GYOMOR ÉS A BELEK FEJLŐDÉSE

A fejbél mögött következő, a bélválvú záródása (l. a 12. képen) által keletkezett bélrészlet eleinte a fejbél erős feilettsége mellett aránylag jelentéktelennek tűnik fel, nem tagozott, egv enes lefutású, entodermából és zsigeri mesodermalemez-



17. kép. Emlős állat bélesőve (vázlatosan, részben *Bonnet* nyomán). 1—4 = zsigerrések, a = pajzsmirigy, b = gégecső, c = tüdő, d = gyomor, e, f = hasnyálmirigy, g = máj, h = középbeli, i = sziktömlő nyele, k = utóbél, l = húgyhólyag, m = Wolff-féle cső, n = vesecső, o = kloaka.

ből álló cső. Tagozódása a gyomor fejlődésével indul meg, mely orsószerű tágulat alakjában jelentkezik (l. a 17. képen), később lefelé nyomul. Ezáltal a garat és a gyomor között a bélső a nyelőcső alakjában megnyúlik.

A gyomor ezután fordul, a mögötte levő bélső pedig hosszában erősebben megnyúlik, a törzs ellenben emellett lassabban növekedik, úgyhogy a bél kénytelen csavarulatokban, bélkacsokat alkotva elrendeződni. A gyomor mögött a bélső a háti irányban fordul (epésbéli kacs), ezután hirtelen lefelé kanyarodik és egy hosszú kacsot (primitív bélkacsot) alkot, amelynek áthajló görbülete a köldök felé irányul; felhágó szarán, nem messze az átkacsolódás helyétől, kis kiöblösödés alakjában jelentkezik a vakbél, a lehágó szár a középbélnek (vékonybél), a felhágó az utóbélnek (vastagbél) felel meg. utóbbi kezdetben a farokbimbóba is be-terjed, mint farokbél, mely később eltűnik.

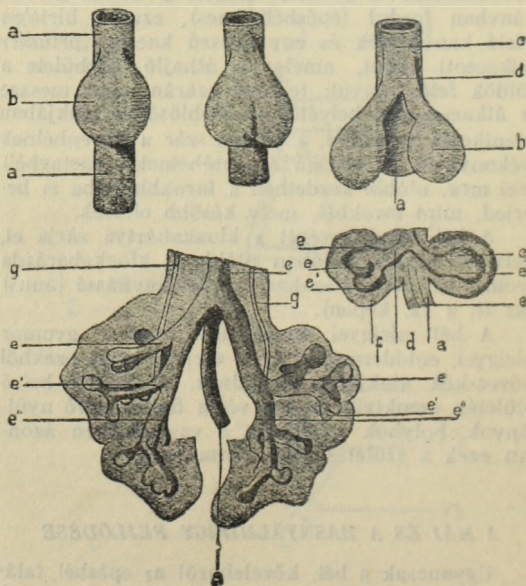
A bél hátulsó végét a kloakahártya zárja el, melynek középvonalában utóbb a kloakabarázda nyomul be, majd átszakad és végbélnyílássá (anus) lesz (l. a 12. képen).

A bél mirigyei éppen úgy, mint a gyomor mirigyei, entodermából apró sarjak, majd ezekből csövecskék alakjában fejlődnek. A bélső belső felületén ezenkívül eleinte végig finom apró nyúlványok, bolyhok fejlődnek; a vastagbélben azonban ezek a születés előtt elsímulnak.

A MÁJ ÉS A HASNYÁLMIRIGY FEJLŐDÉSE

Ugyancsak a bél, közelebbről az epésbél falából a szív mögött található haránt rekeszbe indul fejlődésnek a máj és a hasnyálmirigy, vályúszerű kitüremkedések és hámsarjadzások alakjában (l. a 17. képen). A máj a magzatban korán jelenik meg és nagyon erősen nő, a hasüreg legnagyobb

részét kitölti, nagysága vérben való gazdagságával hozható összefüggésbe, a máj a magzatban ugvanis vérképző szervként is működik. A hasnyálmirigy a gyomor fordulását és a bél helyzetváltozását követi. a hasüregben haránt helyeződést nyer; benne már magzatkorban tömött, szolid sarkak a Langerhans-féle szigetek alakjában különülnek el.



18. kép. A tüdő fejlődése. *a* = nyelöcső, *b* = tüdő-tömlő, *c* = gégecső, *d* = bifurcatio, *e*, *e'*, *e''* = tüdő-lebenyek, *f* = kötőszövet és mellhártya, melybe a tüdő-hám besarjadzik, *g* = tüdőarteria.

A LÉLEKZŐ KÉSZÜLÉK FEJLŐDÉSE

A tüdő és a hozzá vezető lélekző utak: a gége és a gégecső, a fejből alsó végéből, a garatból indulnak fejlődésnek (l. a 17. képen), ahonnan a kopoltyuk is származnak. E h ilyen a bélcső hasoldali falából a tüdőbarázda türemkedik ki, elkülönül. leemelkedik a bélcsőről, majd alsó két végéből a tüdőtömlők terjeszkednek ki (l. a 18. képen), míg a tüdőbarázda a tüdőcsővé nyulik meg.

A tüdőcső felső, tágult végéből fejlődik a gége, ennek egyes részeihez még az utolsó (4—5.) kopoltyú- vagy zsigerivek is hozzájárulnak. A gégen túl következő tüdőcsőrészletből lesz a gégecső; ez oszlik a hörgőkre (l. a 18. képen), ezek pedig mindinkább finomabb ágakra, melyek végül bunkószerűen vakon végződnek.

A tüdő a születésig levegőt nem foglal magában, összehúzódtott állománya tömött, a vízbe dobva, lesüllyed, születés után az első légvétellel megindul a tüdő működése.

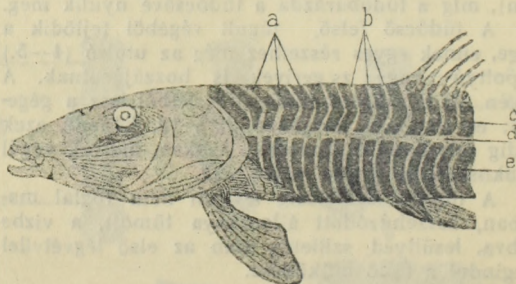
A KÖZÉPSŐ CSIRALEMEZ SZERVEI

A középső csiralemezről a mesenchymán (l. a 41. oldalt) kívül az izomzat s a húgy- és nemi szervek fejlődnek. Rajtuk kívül még sok egyéb szerv felépítéséhez járul hozzá a mesoderma.

AZ IZOMRENDSZER FEJLŐDÉSE

A sima izomsejtek, melyek az akarattól nem függő mozgásokat hozzák létre, az orsóalakúan megnyuló mesenchymasejtekből fejlődnek, a harántcsíkos izmok pedig, melyek az akaratlagos mozgásokat végzik, a mesoderma összelvényeinek

(l. a 9. képen a 38. oldalon) falából, az izomlemezből szelvényezetten (myotom) fejlődnek; az összelvények fennmaradó része a gerincoszlop, a csigolyák fejlődéséhez járul hozzá. Az egyes izomszelvényeket kötőszöveti sővények választják el egymástól testszelvények szerint, ami különösen jól észrevehetően a halak izmain marad meg (l. a 19. képen),



19. kép. A ponty törzsizmai (*Gegenbaur* nyomán). *a* = izomszelvények, myomera, *b* = sővények, myocommata, *c* = hátoldali törzsizomzat, *d* = harántsővény, *e* = hasoldali törzsizomzat.

míg a magasabbrendű gerincesekben a szomszédos izomszelvények gyakran összenőnek és eltolódások következnek be. Az izomzat további tagozódása az illető testrész használatától, mozgékonyaságától függ. Minden egyes izomszelvénybe egy-egy idegág, idegszelvény nő be és az egyes izomszelvények eltolódásuk esetén is megtartják a maguk idegszelvényét, ami felismerésüknél, hovatartozásuk megállapításánál játszik szerepet.

Az izmok segítő szervei, az izompólyák, inhuvelyek, stb. az izmokat körülfogaló kötőszövetből fejlődnek.

A húgy- és nemiszervek nemcsak kivezető-útjaik közös vége által állnak egymással szoros összefüggésben, hanem együttesen, közös helyen fejlődnek; egybetartozásuk a fejlődés folyamán még szorosabb, mint a kifejlett állatban.

A magasabbrendű gerincesek húgyszerveinek fejlődésében három szakot szokás megkülönböztetni: az elővese vagy fejvese, az ősvese vagy Wolff-féle test és a maradó vese szakát. Mindhárom a mesodermának abból a részéből fejlődik, mely az összelvényeket az oldalsó mesodermalemezekkel összeköti, ez a középlemez (nephrogotom).

Az elővese valamennyi gerinces állatban ki fejlődik a fej mögött (ezért fejvese), belőle a Wolff-cső vezet a kloakába. Az emlősökben az elővese korán eltűnik, csupán a Wolff-cső marad meg (l. a 17. képen).

Az ősvese a fejvese mögött fejlődik, nagyobb annál, a halakban és kétéltűekben a kifejlett állatban is megmarad mint kiválasztó szerv, a madarakban és az emlősökben ellenben csakis az embrionális életben van meg és rövid ideig működik mint ilyen, azután egy része elsorvad, csökevényes szervvé (pl. a hímneműekben a Giraldféle szerv) lesz, másrésze a nemi szerv részévé válik (pl. a hímneműekben a mellékhere feje). Kivezető csöve ennek is a Wolff-cső.

Végül a maradó vese a Wolff-csőből indul fejlődésnek (l. a 17. képen), fejlődésének részletei éppen úgy, mint a húgyhólyagé (l. a 17. képen) és húgycsőé, nemkülönben a nemi szerveké bonyolultabbak, semhogy itt ismertetésük helyénvaló lenne.

A nemi mirigyek az ősvesén fejlődnek, mindkét (hím és nő) nemnél hasonló módon; az ősvesén levő csirahámsejtek az ősi nemi sejteket,

melyek már a barázdálódáskor elkülönülnek a testet felépítő (szómas) sejtektől, magukhoz vonzzák, itt gyűlnek össze és beékelődnek a hám közé.

Kezdetben még nem lehet megállapítani, hogy az elemi nemi sejtekből pete- vagy ondósejt fejlődik-e és ehhez képest az embryo nemét sem lehet ebben a korban meghatározni, bár bizonyos, hogy már akkor is, sőt még ezt megelőzően, a megtermékenyítéskor, vagy már a megtermékenyítés előtt határozott a fejlődő embryo vagy a csirasejt neme. Az embryonak kezdettől fogva van neme; eddig azonban nem ismeretes bizonyosan, hogy a nemet a petesejt vagy az ondósejt milyen tulajdonsága adja meg.

A nem keletkezésének problémája

A nem keletkezésének problémája sokat foglalkoztatta és foglalkoztatja a vizsgálókat. Az erre vonatkozó nagyszámú adatból következőket látszik érdemesnek felemlíteni.

Némelyek (Sutton, Wilson és mások) szerint a chromosomák száma játszik szerepet a nemek keletkezésénél; egyes gerincteleneknél (pókok, rovarok) a hím csirasejtékben, az ondósejtékben a chromosomák száma egyszer páratlan, máskor páros, az előbbi esetben eggyel több, mint különben, állítólag a fölösszámú, járulékos chromosoma, mely a hímcsirasejt érése folyamán osztatlan marad, a hímnem keletkezésénél szerepel.

A leginkább elterjedt nézet szerint a csirasejtek neme már az érésük és a termékenyítés bekövetkezése előtt meghatározott.

A termékenyítés alkalmával a hím és a női csirasejt egyesülésekor a fentebb jelzett páratlan járulékos chromosoma szerepelhet a nem meghatározásánál.

Egy harmadik feltevés szerint a megtermékenyítés után fejlődne ki a nem; a növényeknél és egyes gerincteleneknél ugyanis kísérletileg megállapították, hogy a megtermékenyítés után gazdag, ő táplálkozás esetén nőneműek fejlődnek (Schenk asonióképen az anya táplálkozásával hozta összefüggésbe a nem meghatározását; „kormányozható gólya“). Ezzel azonban a többet szülő állatoknál az ivadékok eltérő neme nem egyeztetető össze; gerinces állatoknál a nemnek a megtermékenyítés után való fejlődése kizártnak tekintető, a nem keletkezésének akaratlagos befolyásolása eddig nem sikerült.

A nemek öröklésénél is megfigyelhető a Mendel-féle szabály (l. a 28. oldalon), a nemi faktor tekintetében a hím heterozygota, a nő homozygota szokott lenni.

*

Amíg a hím nemimirigyek termékeinek vezetésére a Wolff-test egy része és a Wolff-cső szolgál, addig a nőneműeknél erre külön csövek, a Müller-csövek fejlődnek ki a Wolff-cső oldalán. A Müller-csövekből lesz a petevezető, a méh és a hüvely.

A hím nemimirigy, a here, éppen úgy, mint a női nemimirigy, a petefészek, az ösvesén, magasan a hasüregben fejlődik, de később lefelé és hátrafelé vándorol, leereszkedik, a hímekben a hasfal yílásain: a lágyékgyűrűkön és a lágyékcsatornán keresztül külön üregbe, a herezacskóba jut. Ha a here nem ereszkedik le a herezacskóba, rejtett heréjűség (kryptorchismus) jön létre; az ilyen állatokban az ondósejt érése hiányos, ezért a kétoldali rejtett heréjűség terméketlenséggel jár.

A külső nemiszervek a kloakahártyán fejlődnek; részletesebb tárgyalásuk nem ide való.

A MESENCHYMA SZERVEI

A mesenchyma a mesodermából fejlődik és innen illeszkedik be a másik két csiralemez közé is, miközben azokat kötőszövettel vonja be és látja el. A mesenchyma laza sejtcsoportjaiból fejlődik ugyanis a kötő- és támasztószövet, a kocsonyás, rostos, rugalmas kötőszövet, zsírszövet, porc, csont, a vér és nyirok, de a vér és nyirokerek és a szív is.

AZ ÉRRENDSZER FEJLŐDÉSE

Az érrendszer tartalmával, a vérrel együtt mesenchymás eredetű. Fejlődése olyan módon indul meg, hogy a mesenchymasejtek helyenként tömött sejtsorokba, kötegekbe, a vérszigetekbe csoportosulnak, melyekben a periferiás sejtek lelapulnak az érfallá válnak, a középpontiak legömbölyödve vérsejtekké alakulnak ki.

Az érrendszer fejlődése minden gerinces állaton extraembryonalisan, a sziktömlő falán indul meg és csak később fejlődnek az embryo testében az entoembryonalis erek. A szikvérkeringés útján a vér oxigénhez jut, a sziktömlőn a felületesen levő érhálózat könnyen felvehet oxigént, másfelől azonban a sziktömlő tartalmából az elfolyósodó szikgolyók anyagát is a szikerek juttatják az embryo szervezetének táplálására, amikor az entoembryonalis erekkel összeköttetésbe lépnek.

Később a magzatburkok kifejlődésével a húghártyán (az allantoisson) fejlődnek erek, a köldöke-erek, melyek a méhlepénnyel és a magzat főerével állnak összeköttetésben. A szikvérkeringés és a köldökvérkeringés fordított arányban áll egymással, amikor a köldökvérkeringés erősebben fejlődik ki, a sziklatömlőé csökken.

A vér is először a sziktömlő falában fejlődik, azért, mert itt fordul elő a vérfesték, a haemoglobin képződéséhez szükséges vas. Később azonban elegendő mennyiségű vas áll a méhlepény részéről a köldökvérkeringés útján az embryo rendelkezésére. Ezután magában az embryóban és pedig a májban, a lépben, stb. fejlődnek a vérsejtek.

A születés után és a kifejlett állatban a vöröscsontvelő és a nyirokcsomók a vérsejtek fejlődésének helyei.

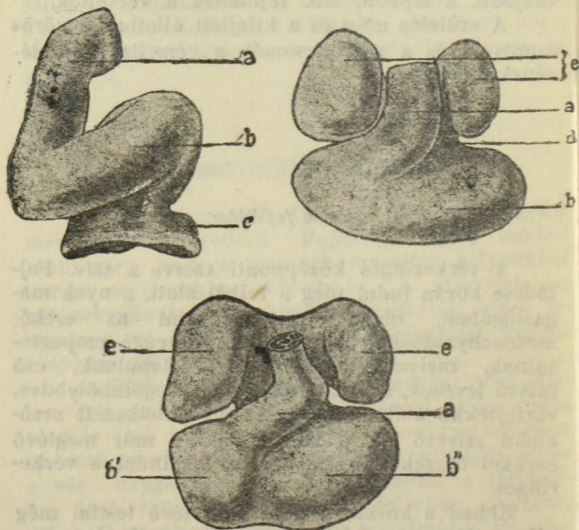
A szív fejlődése

A vérkeringés középponti szerve a szív. Fejlődése korán indul meg a fejbél alatt, a nyak magasságában, olyan módon, mint az ereké: mesenchymasejtek hengeralakú köteggé csoportosulnak, melynek külső sejtjei lelapulnak, csőfalává lesznek, a belső sejtek pedig legömbölyödve, vérsejtekkel alakulnak át. Az így keletkezett orsóalakú szívcső (l. a 20. képen) a már meglévő erekkel összeköttetésbe lép és megindul a vérkeringés.

Ebben a korban a szív előtt lévő testfal még vékony és gyenge hártya, amelyet az aránylag nagy szívcső domborít ki (l. a 12. és 14. képen). A hasi oldalon a szív a haemoglobin-tartalmú vértől piros folt alakjában tűnik elő és a szívcső összehúzódásának, lüktetésének megfelelően ez a piros folt hol jobban észrevehető, hol ismét eltűnik, ezért nevezte el Aristoteles ugró pontnak.

A szív a halakban csőszerű marad, a magasabbrendű gerincesekben azonban később a lélekzettel kapcsolatban átalakul; gyors növekedése miatt görbületek, majd befűződés és tárgulatok

(l. a 20. képen), helyváltozások jönnek létre, üregében válaszfalak lépnek fel, melyek kettőssé alakítják a szívet és a vérpályát. Nyílásain részben gumók, dudorok benyomulásával, majd fokozatos elvékonyodásával billentyűk keletkeznek. A



20. kép. A szív fejlődése (részben *His* nyomán). *a* = truncus arteriosus, *b* = szívkamara, *c* = sinus venosus, *d* = canalis auricularis, *e* = szívfülecskék.

testhez képest aránytalanul nagyra növekedett szív a vékony testfalon olyanformán domborodik ki, mintha nem is lenne a testüregben. Ezután a nyakról mélyebbre a mellkas irányába süllyed és külön burok veszi körül.

Az erek teljesen részarányosan és szelvényezettten, angiomerek alakjában (angeion = ér, merosz = rész) lépnek fel, ehhez képest az embryo testének mindkét felében eleinte egyenlő számú és lefutású ér látható. A kétoldali részarányosság és a szelvényezettség azonban egyes páros törzsek egybeolvadása, továbbá a szervek teljes kifejlődése, vagy hanyatló átalakulása, stb. következtében csakhamar annyira elmosódik, hogy a kifejlett állatban az erek eredeti primitív osztódása csak nyomokban és nehezen ismerhető fel. Eredetileg gyenge mellékágak értörzsekké lesznek, míg ezekkel szemben egyes kezdetleges főágak mellékágakká alakulnak át, sőt teljesen eltűnhetnek. Ezek a változások jórészt alkalmazkodás útján jönnek létre és később állandósulnak.

A szívből kiinduló értörzs (truncus arteriosus) a két primitív aortára oszlik, melyek a hasi oldalon az első zsigerivvhez haladnak előre, ennek tengelyében az első aortaívben a háti oldalra fordulnak és a két lehágó primitív aorta alakjában hátrahaladva egyesülnek; az az értörzs tehát, mely a gerincoszlop alatt található, a két primitív aorta egybeolvadásából jön létre. Az előrehaladó és a lehágó aorta között az első aortaív mögött a többi zsigerivvnek megfelelően is újabb aortaívek (zsiger- vagy kopoltyú-arteriák) jönnek létre, melyek a kopoltyúval lélekző állatokban hajszalerekre oszlanak, míg a tüdővel lélekzőkben egy részük nyomtalanul eltűnik, a többi továbbfejlődik és főértörzsekké lesz.

A vénák is párosan és részarányosan fejlődnek, később azonban sorvadás útján egyesek elmulnak, másfelől újabb vénák fellépése is részaránytalanságot hoz létre a vénák elosztódásában.

A nyirokerek az egész testben elszórtan a

mesenchymában jelentkező rések, hézagok egybeolvadásából keletkeznek; falukat a szomszédos sejtek átalakulása hozza létre.

A magzati vérkeringés

A magzati vérkeringés először mint szikvérkeringés jelenik meg, később a méhlepény- vagy köldökvérkeringés veszi át teljesen a magzat táplálását és a lélekzést.

Kezdetét két erős köldök-arteria adja meg, melyek a méhlepényben hajszálerekre oszlanak és az embryonalis vér szénsavát és az embryonalis anyagcsere bomlási termékeit adják le, másfelől oxygént és tápláló anyagokat vesznek fel; ezek a két köldökvéna útján jutnak az embryoba, a májon keresztül a szívbe és innen a szervezetbe, miközben több helyen keverednek elhasznált vérrel.

Az ujszülött állat első légvételével megváltoznak a viszonyok, kialakul a két vércső (a tüdőbeli kis vércső és az egész szervezetet felölelő nagy vércső).

A CSONTVÁZ FEJLŐDÉSE

A gerincesek testének első vázát alkotó, a hét ősi szervhez tartozó gerinchúr az entodermából fejlődik (l. a 9. képen), az azt követő kötőszöveti hártvás, azután porcos, végül csontos váz a mesenchyma származéka. A legalacsonyabbrendű gerincesekben a gerinchúr megmarad (Chordata), másokban a porcos váz állandósul (pl. a porcos-halak), a magasabbrendű gerincesek váza csontos, bár amellet a porcos váz egyes részei is megmaradnak.

Aránylag kevés csont fejlődik közvetetlenül a hártvás vázból porc közbeiktatása nélkül, a leg-

több a porc helyén keletkezik. A csontos vázat megelőző porcos váz ugyanolyan számú, jellemző, a későbbinek megfelelő alakú és elrendezésű részt tüntet fel, mint a későbbi csontos váz.

Kötőszöveti csontok a koponyaüreg oldalsó falazatát és boltozatát alkotó csontok, továbbá az arc csontjai, ezenkívül az állkapocs csontjai is mint porcos vázat fedő csontok fejlődnek.

A porcos vázon a csont többnyire a felületen (perichondralisan), máskor a porc mélyén (enchondralisan), csontképzősejtek kialakulásával indul fejlődésnek, a csontosodás tehát nem a porcból, hanem a porc helyén történik, a porcszövet helyébe lép az ujonnan képződő csontszövet, nem pedig a porcsejtek alakulnak át csontsejtekké, mint azt régebben hitték.

A csontok növekedése újabb rétegek reáarakódása útján történik. A növekedő csontokon a már kész csontszövetben a csont belsejében élénk fel szívódás következik be, míg a felületen újabb csontszövet fejlődik. Az újszülött állat csontjának anyagából a kifejlett állatban többnyire már semmi sem marad meg; a csontfejlődés ugyanis a születés után a test növéseinek befejeztéig tovább tart, miközben a kezdetben fejlődött csontállomány elpusztul, a felületen pedig új csontrétegek fejlődnek ki.

A törzs vázának fejlődése

Valamennyi gerinces állatban a törzs vázá-
nak alapja, első nyoma, megjelenése a gerinchúr,
mely hajlékony osztatlan, egységes pálcaként hú-
zódik végig a test tengelyében a velőcső alatt, a
bél és az aorta fölött a farok végéig. Az alacso-
nyabbrendű gerincesekben (láindsahal) a chorda,
mint a törzs váza megmarad, a magasabbrendűek-
ben ellenben a gerinchúrt körülfogó mesenchyma-
sejtek által képezett gerinchúrhüvelyből alakulnak

ki a gerincoszlopot alkotó csigolyák, de nem az összelvényeknek („öscsigolyák“) megfelelő elrendezésben, hanem az összelvény két szomszédos csigolya anyagát szolgáltatja, középen harántbarázda mélyed be, mely a csigolyák határát jelzi. A gerincoszlop tehát nem a gerinchútból fejlődik, a gerinchúr pedig nem a gerincoszlop korai fejlődési stádiuma, hanem inkább előfutárja a gerincoszlopnak. A hártvás gerincoszlopból fejlődik ki a porcos gerincoszlop és ebből a csigolyák elcsontosodásával a csontos gerincoszlop. A gerinchúr ezzel vázalkotó, támasztó szerepét elveszti és ezután hanyatló átalakuláson megy keresztül, csupán a csigolyák közötti része marad meg a csigolya közötti rostosporckorongok magvában.

A hátszigolyákhoz kétoldalt illeszkedő és a törzs oldalsó falának támaszul szolgáló bordák részben a gerincoszloptól függetlenül az egyes izomszelvények közötti hártvás sővények, szalagok elporcosodása, utóbb elcsontosodása útján jönnek létre, mások szerint azonban a csigolyák hasoldali iveriként fejlődnek és nyomulnak az izomszelvények közé, amelyeknek tapadására is szolgálnak. Eredetileg minden csigolyához egy-egy bordapár tartozik, ezek azonban csak az alacsonyabbrendűekben, pl. halakban, kigyókban maradnak meg mindvégig, míg a magasabbrendűekben egy részük elcsökevényesedik, vagy átalakul.

A bordák korán csontosodnak, alsó végük azonban porcos marad. Ez az alsó vég kiszélesedve szolgál a szegycsont fejlődésének alapjául is, mely tehát eszerint szintén párosan fejlődik, de később egybeolvad.

A fej vázának fejlődése

A fej vázának szerkezete és működése, de fejlődése is lényegesen különbözik a gerincoszloptól, aminek okát abban kell keresni, hogy a fejben a velőcső elülső vége, az agyvelő erősebben fejle-

dik és tagozódik, továbbá az érzékszervek is túlnyomórészt a fejben fejlődnek ki, a lélekző- és az emésztő készülék pedig ezek alatt nyílik, utóbbit a táplálék felvételére és felaprózására szolgáló szervek foglalják körül, tövében pedig a zsigerrészek lépnek fel. A fej váza ezekhez alkalmazkodva alakul ki. A gerincoszlop szelvényezettsége és izomzatának erős fejlődése nagyobb mozgékonytágot enged meg. A fejen a váz nagyobb mozgékonytágra nincs szükség, e helyett váza erős hüvelyt, tokot alkot, a gerincoszlopon található szelvényezettség pedig itt csak alig nyomokban állapítható meg; a tok maga mozdulatlan, csupán a hozzátársuló zsigeri vázrészek mozgathatók.

A fej vázának két része van, u. m. az agyvelőt és a magasabb érzékszerveket magában foglaló koponya és a fejből szomszédságában található zsigeri váz, mely eredetileg a fejből falának vázát alkotja és az előbbivel mozgékony összeköttetésben áll. A fej vázának e két része éppen úgy, mint a gerincoszlop, fejlődésének kezdetén hártyás, azután porcosá lesz, végül pedig a magasabbrendűeknél elcsontosodik.

Goethe csigolyaelmélete (1786) szerint a koponya a csigolyáknak megfelelően van összetéve; ezt az elméletet Oken (1806) még tovább fejlesztette, szerinte a koponya három csigolyából épül fel, mások ehhez még egy negyediket, ötödiket, hatodikat kapcsoltak. Összehasonlító anatómiai és fejlődéstani vizsgálatok azonban megállapították, hogy a koponya egyetlen csontja sem csigolyaalkotórész (Huxley, 1865).

A hártyás koponya egy részéből fejlődik a porcos koponya, mely az alacsonyabbrendű gerincesekben egységes porcos tokot alkot, teljesen egyöntetű. Fejlettsége az agyvelő fejlettségével fordított arányban áll. A magasabbrendű gerincesekben az agyvelő erősebb fejlettségéhez képest a porcos koponya kevésbé fejlődik ki, a tetőrészlet

hártyás marad, nem lesz porcos, hanem később porc közbeiktatása nélkül csontosodik (kötőszöveti vagy fedőcsontok), evvel szemben az agyvelő alapján és oldalán levő porcos koponya pedig tál alakú. A belső fül (hártyás labirintus) körül a porcos koponya a fültokot, a szaglőhólyagok körül a porcos orrtokot adja. Teljes kialakulása után a koponyának úgy hártyás, mint porcos részei elcsontosodnak egyes részletei azonban a fejlődés korábbi fokán maradnak meg. Így a porcos koponyából visszamaradnak az orrporcok, a hártyás koponyának maradványai pedig egyideig a fiataloknál a kutacskák (fontanellák) alakjában találhatók meg, melyek a koponya fedőcsontjai között foglalnak helyet és a koponya növekedését teszik lehetővé (a „feje lágya“).

A fej zsigeri vázának egy része az alacsonyabbrendű gerincesekben a lélekzés szolgálatában álló kopoltyúk vázából alakul ki. A kopoltyúíveknek eredetileg kötőszöveti vázában porcos pálcák (Meckel-féle porc, Reichert-porc, stb.) keletkeznek, melyekből a hallási csontocskák és a nyelvcsont fejlődnek, ezenkívül a gégeporcoknak és az állkapocsnak fejlődésében is van részük.

A végtagok vázának fejlődése

A végtagok a magasabbrendű gerincesekben a halak úszóíhoz hasonlóan indulnak fejlődésnek. A zsigerívek mögött kiemelkedő Wolff-féle végtagléc két vége apró gumók alakjában határolódik el (l. a 14. képen), míg a közbenső része csakhamar elenyészik. A végtaggumókba izmok, idegek nőnek be, hosszant megnyúlnak, három részre tagozódnak, melyek közül a törzzsel szomszédos rész egységes (kar, comb), a középső kettős (alkar: orsó- és könyökcsont, szár: sípcsont és szárcapocs), a harmadik, a végső rész (kéz, láb) pedig

többsugarúvá tagozódik tovább. Az emlősöknél itt az ősi állapot, mint ezt összehasonlító bonctani és őslénytani adatok kétségtelenül megállapították, az ötujjúság (pentadaktylia), melyből a páros és páratlan újjú patás állatokon az egyirányú használat következtében nagyfokú reductio következett be.

Mindkét végtagpáron a hajlító felület kezdetben a törzs felé, befelé tekint, míg a nyújtó felület külső helyeződésű; ezután a végtagok hossztengelyük körül fordulnak olyan módon, hogy az elülső (felső) végtagon a kar nyújtó felülete hátra, hajlító felülete pedig előre tekint, míg a hátulsó (alsó) végtagon a comb nyújtó felülete ellenkezőleg előre felé, hajlító felülete pedig hátrafelé kerül.

A végtagokon is először kötőszöveti, azután porcos, végül pedig csontos váz fejlődik; a porcosodás a törzstől kiindulóan lép fel.

A CSONTOK ÖSSZEKÖTTETÉSE

A váz fejlődésének kezdetén nem tagozott, hanem határ nélkül egymásba folytatódik. Az elhatárolódás a porcos váz kifejlődésével indul meg, amikor a fejlődő porcok között az eredeti alapszövet mint kötőszövet marad vissza. Ennek a kötőszövetnek a terjedelme olyan helyen, ahol nagyobb lesz a mozgékonyosság, utóbb csökken, a porcok pedig növekednek. A közti szövet elszorítása, elfolyósodása után a két szomszédos porc között keskeny rés, az ízületi üreg első nyoma lép fel. Ezenkívül a két porc, illetve csontvég külső felületén tömöttebb kötőszövet választja el az ízületet a szomszédságtól, az ízületi tok alakjában.

Az ízületi porcok jellemző alakjukat az ízületi üreg kifejlődése előtt már az embryonalis korban nyerik, tehát nem a kölcsönös csiszolódás, mozgás, izmok működése következtében jön létre, hanem öröklött sajáttság.

TARTALOM

	Oldal
Előszó	3
Bevezetés	5
A fejlődéstan történetéből	11

ALTALÁNOS FEJLŐDÉSTAN

A fejlődés előkészítő folyamatai

A nemzés	15
A nemi sejtek	20
A termékenyítés	23

A csira fejlődése

A barázdálódás	31
A csiralemezek	34
A magzat burkai	42
A köldökzsínór	44
A test külső alakjának fejlődése	45
A magzatok száma; ikerterhesség	46
Az élet szakai	47

RÉSZLETES FEJLŐDÉSTAN

A szervek fejlődése	48
-------------------------------	----

A külső csiralemez szervei

A bőrnek és mellékszerveinek fejlődése	49
Az idegrendszer fejlődése	51
Az érzékszervek fejlődése	52

A belső csiralemez szervei

Az emésztőkészülék fejlődése	56
A száj fejlődése	57
A kopoltyú-, garat- vagy zsigerrések	58
A gyomor és a belek fejlődése	59
A máj és a hasnyálmirigy fejlődése	61
A lélekzőkészülék fejlődése	63

A középső csiralemez szervei

Az izomrendszer fejlődése	63
A kiválasztó és a nemi szervek fejlődése	65
A nem keletkezésének problémája	66

A mesenchyma szervei

Az érrendszer fejlődése	68
A szív fejlődése	69
Az erek fejlődése	71
A magzati vérkeringés	72
A csontváz fejlődése	72
A törzs vázának fejlődése	73
A fej vázának fejlődése	74
A végtagok vázának fejlődése	76
A csontok összeköttetése	77



Magyar Tudományos Akadémia
Könyvtára 3613/195. 1. sz.



