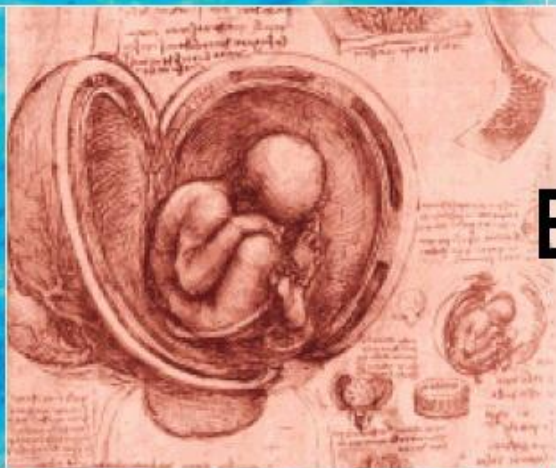


BOLK'S COMPANIONS
FOR THE STUDY OF MEDICINE



EMBRIOLÓGIA

Korai fejlődés
fenomenológiai
nézőpontból

Guus van der Bie, M.D.



LOUIS BOLK INSTITUUT

BOLK'S COMPANIONS
FOR THE STUDY OF MEDICINE

EMBRIOLÓGIA

Korai fejlődés fenomenológiai
nézőpontból

Guus van der Bie, M.D.

Fordította: Dr. Siklaky Virág
Lektorálta: Dr. Kiss Éva Zsuzsanna
Dr. Papp Szidónia



LOUIS BOLK INSTITUUT
natuurwetenschappelijk onderzoek

A Louis Bolk Intézetéről

A Louis Bolk Intézet (Louis Bolk Instituut) 1976 óta úttörője az egészséggondozás, a táplálkozás és az organikus mezőgazdaság területén végzett innovatív tudományos kutatásoknak. Az intézet munkájának célkitűzése, hogy kiszélesítse a tudományos kutatás alapját. Ahol a konvencionális kutatási módszerek nem elégségesek, ott új módszereket keresnek, mint a fenomenológia, részvételi kutatás (participatory research), picto-morphologiai kutatás és tudati-intuitív módszerek. Rudolf Steiner filozófiája képezi az inspiráció forrását.

Publication number: GVO 01

Postbank számlaszám 3530591

Swiftcode: ING BNL 2A, Postbank NV Amsterdam

További információ: Louis Bolk Instituut

Hoofdstraat 24

NL 3972 LA Driebergen

Tel: (+31) (0) 343 - 523860

Fax: (+31) (0) 343 - 515611

Web: www.louisbolk.nl

E mail: g.vd.bie@louisbolk.nl

Colofon:

©Louis Bolk Instituut, 2001

Borító: Fingerprient Driebergen, rajz: Leonardo da Vinci



A szerzőről

Guus van der Bie, M.D. (1945) 1967-től 1976-ig az Utrechti Állami Egyetem Orvosi Anatómia és Embriológia Tanszékének oktatójaként dolgozott. 1976-tól családorvosként dolgozott, s felismerte a goethei tudomány fontosságát az emberi lény egészségben és betegségben való megértése terén. Praxisa mellett folytatta az orvostanhallgatók, illetve orvosok és terapeuták oktatását. 1998-ban egyik megalapítója volt a Louis Bolk Intézet az Orvoképzés Megújítása című projektjének, melynek célja egy kiegészítés létrehozása az emberi lény jelenlegi biomedicinális tudományos megközelítéséhez.

A projektről

Az „Orvoképzés Megújítása” projekt olyan kötetek létrehozását tűzte ki célul, amelyek bemutatják hogyan lehet a jelenlegi biomedikális tudomány tényeit másképpen értelmezni a goethei fenomenológia segítségével. Ez új elveket eredményez a biomedikális tudományban. Az új elvek által ismét lehetséges lesz a biokémiai, fiziológiai és morfológiai tényezők megértése az élő szervezetben, és annak térbeli és időbeli fejlődésében. Ezáltal megérthetjük például a tudat, a pszichológia és viselkedés és a test formája közötti összefüggést.

A **BOLK** KOMPENDIUMOK AZ ORVOSI TANULMÁNYOKHOZ kiegészítik a jelenlegi egészségügyi oktatást; napjaink biomedikális tudományának alapelemeiben specifikusan tárják fel az emberi tulajdonságokat.

Tartalom

Előszó.....	8
Köszönetnyilvánítás.....	9
1. Bevezetés.....	10
2. Gametogenezis.....	13
2.1. Morfológia.....	13
2.1.1. Gametogenezis.....	13
2.1.2. Fertilizáció.....	14
2.1.3. Összefoglalás és konklúzió.....	14
3. A fejlődés első hete.....	15
3.1. Morfológia.....	15
3.1.1. Fertilizáció.....	15
3.1.2. A sejtmembrán folytonossága.....	15
3.1.3. Zona pellucida.....	16
3.1.4. Sejtosztódás.....	16
3.1.5. Compactio.....	16
3.1.6. Embriópauza.....	17
3.1.7. A fertilizációtól a beágyazódásig: egy speciális időszak?.....	18
3.1.8. Az ikrek fejlődése.....	18
3.2. Összefoglalás és konklúzió.....	19
3.2.1. Morfológia.....	19
3.2.2. Goethei szemlélet.....	19
4. A fejlődés második hete.....	21
4.1. Morfológia.....	21
4.1.1. Növekedés.....	21
4.1.2. Differenciálódás.....	21
4.1.3. Metabolizmus.....	22
4.1.4. A kétlemezű embriópajzs.....	22
4.2. Összefoglalás és konklúzió.....	22
4.2.1. Morfológia.....	22
4.2.2. Goethei szemlélet.....	23
5. A fejlődés harmadik hete.....	24
5.1. Morfológia.....	24

5.1.1. Axiális szimmetria kialakulása az embriópajzsban.....	24
5.1.2. Primitív csík és mesoderma.....	24
5.1.3. A hengeres testforma, összehajlási folyamatok	25
5.1.4. Megjegyzés az 5.2. és 5.3. ábrákhoz	26
5.1.5. A belső szervek kialakulása	26
5.2. Összefoglalás és konklúzió	26
5.2.1. Morfológia	26
5.2.2. Goethei szemlélet	27
6. Az embrionális periódus.....	29
6.1. Morfológia	29
Előtűnik a test külső formája.....	29
6.1.1. Összehajlási folyamatok	29
6.1.2. A kiegyenesedés folyamata.....	30
6.2. Összefoglalás és konklúzió	31
6.2.1. Morfológia	31
6.2.2. Goethei szemlélet.....	31
7. A fejlődés négy folyamatának jellemzése	33
7.1. Bevezetés.....	33
7.2. Az individuális fejlődés fizikai alapja	33
7.2.1. Fizikai szubsztancia a biológiában	33
7.2.2. Felszín és határok	34
7.3. Az individualizálódott élet és metamorfózis fiziológiai folyamatai	34
7.3.1. Egy időbeli struktúra	35
7.3.2. Metamorfózis	35
7.4. Életfolyamatok és tudat	35
7.4.1. Tudat, élettan és reflexek.....	35
7.4.2. Pszicho-neuro-farmakológia	36
7.4.3. Kapcsolat a belső és külső világ között	37
7.5. Tudat, viselkedés és determinizmus	37
8. Négy minőség a korai fejlődésben: morfodinamika	39
8.1. Általános szempontok	39
8.2. Centrum és periféria közötti viszony.....	39
8.2.1. Morfodinamika az első fázisban.....	39

8.2.2. Morfodinamika a második fázisban	39
8.2.3. Morfodinamika a harmadik fázisban	40
8.2.4. Morfodinamika a negyedik fázisban	41
9. Összegzés.....	42
9.1. A fejlődés fázisai	42
Irodalom	44

Előszó

„A biológiai determinizmus ellenzői számára a kihívás az, hogy miközben lehet, hogy hatékonyak voltunk a redukcionista kritikánkban, nem sikerült egy koherens alternatív keretet nyújtanunk, amelyen belül az életfolyamatok értelmezhetők” írja Steven Rose *Életvonalak (Lifelines)* című könyvében.

Mi is hasonló kihívás előtt állunk a morfológia és embriológia területén. Elkerülhetetlen, hogy egy kielégítő alternatív keretet nyújtsunk. Két cél elérésére törekedtünk, miközben megpróbáltuk megoldani ezt a feladatot: egyrészt felvázolni egy 'alternatív keretet', másrészt megmutatni, hogy ez az alternatív keret, mely dinamikus minőséget ábrázol a morfológiában, új lehetőségeket nyit a morfológiai folyamatok értelmezésében. A morfológiát fenomenológiai szemléletmóddal vizsgálva, majd a goethei tudomány segítségével értelmezve jutottunk el a dinamikus minőség ábrázolásához a morfológiai fázisokban. Úgy gondoljuk, egy új keretrendszer segítségünkre lesz, ha kimutatható kapcsolatban áll a biológia gyakorlati valóságával. Ez esetben számos tény és részlet válik összefüggéseiben láthatóvá s a fejlődés felismerhető fázisaihoz tartozóként lesz értelmezhető. Azért választottuk *a dinamikus minőség a morfológiai fázisokban* kifejezést, mert ez lehetővé teszi, hogy összefüggést lássunk a tények között. Látható, hogy a *dinamikus minőség a morfológiai fázisokban* a biológia funkcionális folyamataira utal.

Ez új elképzeléseket eredményez a morfogenézisben. Az új koncepciók által ismét lehetséges lesz megérteni az élő szervezetekben a morfogenetikai tényezőket, s ezek térbeli és időbeli fejlődését. Ezáltal megérthetjük például a tudat és viselkedés és a test formája közötti összefüggést.

Reméljük, hogy ez az értelmezési keret hasznos lesz az orvostanhallgatóknak, akiknek rengeteg morfológiai részletet kell megtanulniuk és megjegyezniük.

A tapasztalat megtanított minket arra, hogy az egész áttekintése megkönnyíti a részletekre való emlékezést. Ennek a kötetnek a kiadásával arra törekedtünk, hogy segítsük a medikusokat és másokat az embriológia gyönyörű világába való belépésben és a későbbi tanulmányok és munka során a rá való jobb emlékezésben.

Szeretnénk hangsúlyozni, hogy ez a kötet nem helyettesíti az embriológia tankönyveket. A kötetben található információk tömörek és feltételezik a hagyományos tankönyvek anyagának ismeretét.

A morfogenetika a forma és alak kifejlődésének a tudománya

Köszönetnyilvánítás

Ez a kötet, mely a Louis Bolk intézetben (Driebergen, Hollandia) íródott, kollégáimmal: W. Schaddal, Chr. van Tellingennel, G. Verhaagennel, H. Vöglerrel, J. van der Wallal, és R. Zechhel folytatott ösztönző eszmecserék eredménye. Hálás vagyok értékes észrevételeikért, és örülök, hogy még nem vagyunk a végén ennek az izgalmas utazásnak. A következő kutatás tárgya az organogenezis. Remélem, hogy az organogenezis kutatásában való együttműködésünk is hasonlóan eredményes lesz.

A projekt pénzügyi alapját a következők adományai teremtették meg: Iona Stichting, Stichting Phoenix, Pharma Natura (Dél Afrikai Közt.) Stichting ter Bevordering van de Heilpedagogie, Stichting Triodos Fonds, magánszemélyek..

Guus van der Bie, Driebergen, 2001. Szeptember

1. Bevezetés

Korai fejlődés a humán embriológiában

Az embrionális fejlődés különböző fejlődési szakaszokra osztható. Mint minden biológiai folyamat, az embriológiai fejlődés is időbeli folyamat, és a látható stádiumok, mint olyanok, az időben összefüggő folyamatként jelennek meg. A stádiumokat és szakaszokat valójában a megfigyelő mesterségesen hozza létre. Ezért a megfigyelőnek tisztában kell lennie a kritériumokkal, melyeket a különböző fázisok elkülönítéséhez használ.

Ha ránézünk például a fejlődő növényre, úgy tűnik, hogy egy sajátos időbeli minta alapján növekszik, melyet morfológiai és funkcionális változások strukturálnak. Mi ezek alapján a morfológiai és funkcionális változások alapján osztályozzuk a fázisait.

A 'fázis' kifejezés egy időtartam definiálására és leírására használatos, amely alatt egy bizonyos folyamat lezajlik. A növényi életben például megkülönböztethetjük a csírázást, a növekedést és a virágzást, mint tisztán elkülönülő folyamatokat, és különböző kifejezéseket használunk minden fázisra. Minden folyamat (csírázás, növekedés és virágzás) a növényi fejlődés sajátos aspektusát fejezi ki, bizonyos növényi terményeket vagy növényrészeket eredményezve.

Azonban a fázisok elkülönítése nem csak a megfigyelés eredménye, megvan a megfelelője az emberi elme fogalomalkotási folyamatában: azaz a jelenségek egy csoportját egy bizonyos folyamathoz tartozóként ismerjük fel. Az ábrázolt folyamatok változásai meghatározzák, hogy a fejlődés egyik vagy másik fázisban van-e, és a bizonyos stádiumokhoz tartozó jelenségek egy nagyobb fejlődési fázishoz tartozóknak tekinthetők. A fázis ezért különböző stádiumokat takarhat.

Itt megkíséreljük megtalálni az embriológiában **a különböző fázisok jellegzetességeit**, a goethei fenomenológiát használva tudományos megközelítésként: különböző szervezetek morfológiai és biológiai jelenségeit tanulmányozzuk és hasonlítjuk össze, hogy megállapítsuk, mik a kapcsolataik jellemzői, mi a közös bennük, és miben különböznek.

A különböző szervezetek fejlődésének összehasonlítása lehetővé teszi, hogy felkutassuk azt, ami a különböző szervezetekben azonos folyamatnak tekinthető. Ezáltal felismerhetünk a morfogenezisben általános törvényeket és stádiumokat.

Ez a módszer megmutatja számunkra, hogy mi határozza meg a látható jelenségeket. Amikor meghatározott neveket adunk a folyamatoknak pl. 'sejt differenciálódás' 'szervképződés' vagy 'programozott sejthalál', tudatában kellene lennünk annak, hogy egymásra épülő fogalmi szerkezetet használunk. Minden egyes sejt élete 'magasabb' szintű folyamatokba

ágyazott; 'engedelmeskedik' a törvényeknek, melyeket az határoz meg, amivé fejlődnie kell a magasabb szint egymásra épülő folyamatainak kifejeződéseként (például gasztruláció).

Szintén fontos, hogy szem előtt tartsuk azt a módot, ahogyan a goetheanista tudós egy tárgyat megközelít. Az analitikus tudományban a tudósnak 'szemlélődő' attitűdje van. A goethei tudományban a tudós egy résztvevő attitűddel dolgozik. Tudatosan részt vesz abban, ami a morfológiai folyamatokban történik. Ez a fajta tudatosság lehetővé teszi a tudós számára, hogy felismerje a morfológiai folyamatokban működő mozgást és gesztust.

Az általános analitikus és redukcionista tudományos megközelítéssel szemben a goethei tudományban kiszélesíthetjük látásmódunkat a jelenségek 'egésze' és összefüggéseik áttekintésének értelmében.

Figyelem!

Fontos megjegyezni, hogy a goethei tudomány jellemző morfológiai különbségeket állapít meg az ásványok, növények, állatok és az ember között. Ez annak a ténynek köszönhető, hogy egy makroszkopikus nézőpontot választott. Ezzel a tudományos megközelítéssel Goethe az 'ős-jelenséget' kereste. Ez az ősjelenség kifejezi egy sajátos morfológiai fázis dinamikai minőségét.

Ha a molekuláris biológia nézőpontjából nézünk, akkor nyilvánvaló, hogy az ásványok, növények, állatok és emberek közötti különbségek kezdenek eltűnni a tudatunk elől. Tudományos szempontból nem szükséges választani a két nézőpont között. Hangsúlyozni kellene, hogy a tudós szabadságában áll, hogy melyik nézőpontot választja. A goetheanizmuson belül lehetséges a két nézőpont integrációja.

A Langman féle *Orvosi Embriológiát* vettük alapul, mely úgy mutatja be az orvostudományt, ahogyan azt ma az egyetemeken tanítják. Ebben az értelemben erőfeszítésünket a jelenkori orvoscépzés követésére irányuló törekvésnek kellene tekinteni, mely megmutatja, hogy a goethei megközelítés képes kiegészíteni és gyarapítani a modern tudományos megközelítést és vizsgálódást.

Manapság megszokott, hogy a morfológiában az életfolyamatoknak bio-molekuláris magyarázatokat adunk. A molekuláris biológiát, különösen a genetikát tanulmányozva ráébredünk, hogy még a gének is – a maguk komplikált és fantasztikus struktúráival és funkcióival – saját jogon magyarázatra szorulnak. A fehérje-anyagcsere megértése teljesen más, mint a *morfogenezis* megértése, és a morfológiai fejlődésben lezajló fehérje-anyagcsere leírása nem jelenti azt, hogy a leírás megmagyarázza, *hogyan alakul ki az alak és forma* (morfogenezis).

Ennek a kiadványnak a tárgya a morfogenezis. A központi kérdés, mely a tanulmány sajátos formáját adja a következő: képesek vagyunk-e az individuális sejtdifferenciálódást és morfológiai fejlődést a sajátos egymásra épülő folyamatokkal összefüggésben megérteni? A különböző fázisok megkülönböztetésével rögtön sokrétű jelenségek összefüggésével

szembesülünk, melyek egy magasabb szintű folyamat – például a 'gasztruláció' – részei (lásd 5.2.2. fejezet).

Ennek a tudományos megközelítésnek számos gyakorlati implikációja van. A molekuláris biológia ad egy magyarázatot a szubsztanciák folyamataira; azonban ez nem tudja teljes mértékben megmagyarázni a morfológiát vagy a tudatot.

Az életfolyamatok és a szellemi képességek differenciáló erőkként ismerhetők fel az embriológiai fejlődésben és a morfológiában. A goetheanisztikus tudományos megközelítés megnyitja a testforma, az életfolyamatok és a szellemi képességek közötti összefüggés megértésének lehetőségét.

2. Gametogenezis

2.1. Morfológia

A morfológiában a gametogenezis, mint egymásra épülő folyamat jó példa a dinamikai minőségre, ahogy arról már az előszóban is szó volt. A gametogenezisben a polarizáció elve működik az 'adott tények mögött'. Tanulmányozva ezt a folyamatot, tisztán tapasztalhatják a látható tényezők és stádiumok megfigyelése és az ezen megfigyelésekről való gondolkodás szellemi folyamata közötti különbséget. A polarizáció elve láthatatlan marad a fizikai szem számára, azonban 'láthatóvá' válik a gondolkodási folyamat segítségével.

2.1.1. Gametogenezis

A gametogenezis a primordiális csírarsejttel kezdődik. Ettől a stádiumtól kezdve a differenciálódás egyfelől a petesejtté a női szervezetben, másfelől a spermiummá a férfi szervezetben egy egyre jobban divergáló folyamat. A primordiális csírarsejtek számos olyan tulajdonságát sorolhatjuk fel, melyek a későbbi differenciálódás során ellentétes irányban fejlődnek a petesejtekben és a hímivarsejtekben.

Ha például a következőket nézzük:

	petesejt	hímivarsejt
sejttérfogat	+++	---
DNS kondenzáció	---	+++
mobilitás	---	+++
a létrejövő sejtek száma	400	igen sok +++
lokalizáció	a hasüregen belül	a hasüregen kívül
a differenciálódáshoz szükséges hőmérséklet	meleg	hűvös

rögtön látjuk, hogy egy kifejezett polarizáció játszódik le.

A polarizáció folyamata magába foglalja a csírarsejtek ellentétes irányba való differenciálódását. Ugyanakkor van egy reciprok fejlődés a csírarsejtek differenciálódásában. Ezt láthatjuk, ha megnézzük a sejtek fent említett lényeges tulajdonságait: azok a struktúrák, melyek fontosabbá, dominánssá vagy kifejezettebbé válnak az egyik sejtben (petesejt), kevésbé jelentősek a másik sejtben (spermium) és fordítva.

Miközben teljesen ellentétes irányba fejlődnek, *van egy szoros belső kapcsolat a két folyamat között*, mely a folyamatok reciprok jellegében nyilvánul meg. Az ebben a fejlődésben levő belső összefüggés segít, hogy megértsük a polarizáció folyamatát és a petesejt és hímivarsejt között levő reciprok vonzóerőt. A két ivarsejt közötti polarizáció minden jelensége és sajátossága összefoglalható a következőképpen: az oocyta olyan

irányba specializálódik és differenciálódik, hogy kifejezze a normál sejt *citoplazmájának* a tulajdonságait és minőségeit. A spermatoocytával szemben a *sejtmag* minőségeit és 'viselkedését' mutatja.

2.1.2. Fertilizáció

A fertilizáció (megtermékenyítés/megtermékenyülés) egy szükséges feltétel egy új ember fejlődéséhez.

A fertilizáció feltételeit megteremtő legfőbb folyamat a polarizáció. Világossá fog válni, hogy minden polarizáció egy új fejlődés feltételeinek és lehetőségeinek létrehozásaként érthető. Megtanuljuk majd megérteni, hogy az olyan folyamatok, mint az embryoblast és trophoblast, epiblast és hypoblast, ectoderma és endoderma poláris differenciálódása a későbbi embrionális fejlődés során, új lehetőségeket hoznak létre a fejlődésben. Így a gametogenezist egy alapvető, mintaszerű jelenségnek tekinthetjük, mely egy új lehetőség létrehozásának irányába mutat: a zigóta fejlődésének irányába.

A fertilizáció abban a pillanatban játszódik le, amikor mindkét ivarsejt az élete és fejlődése végén jár. A megtermékenyüléskor mind a petesejt, mind a spermium csak egy vagy két további napot képes élni, majd elpusztulnak, ha a fertilizáció nem történik meg. Ezért az 'élet és halál küszöbén' levő sejteknek tekinthetjük őket. Az az egyetlen szerepük maradt, hogy odaajándékozzák a teljes fizikai állományukat a fertilizációban.

Ez ismét igen tanulságos jelenség. Azt mutatja, hogy a specializáció és a több irányba való fejlődés lehetősége (multipotencia) ellentétes minőségek. A specializáció az onnipotencia elvesztését jelenti. A fejlődés véget ér, amikor specializálódás zajlik, ahogyan az a gametogenezisben megmutatkozik. Egy új impulzus szükséges, hogy új fejlődési stádiumokat és fázisokat hozzon létre.

2.1.3. Összefoglalás és konklúzió

A gametogenezist a differenciálódás egy összefüggő folyamatának (fázisának) tekinthetjük, mely több stádiumban mutatkozik meg. Az ivarsejtek differenciálódását a polarizáció folyamataként jellemezhetjük.

A goethei tudományban a polarizáció egy ősjelenségnek tekinthető a biológiai fejlődés egy új fázisának a kezdetén.

3. A fejlődés első hete

3.1. Morfológia

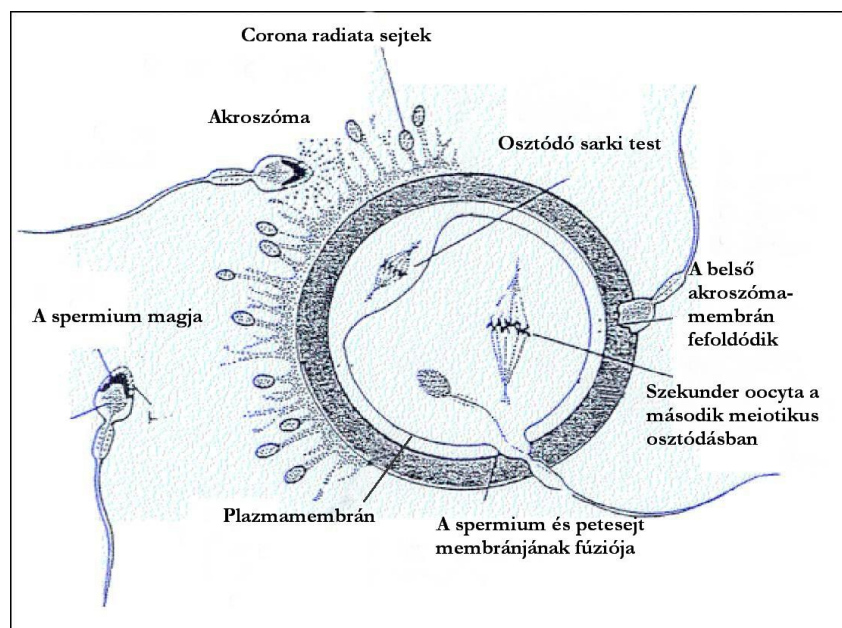
3.1.1. Fertilizáció

A fertilizáció folyamatának különböző következményei vannak. Az egyik az a tény, hogy a kromoszómaszám 'normális' (diploid) lesz a haploid ivarsejtek fúziója után. A szervezet szexuális identitása szintén eldől. A fejlődés első hetének számos további jelenségét fogjuk tárgyalni, majd megpróbáljuk ezeket a jelenségeket egy kezdeti fázishoz tartozókként jellemezni.

3.1.2. A sejtmembrán folytonossága

A fúzió során a petesejt membránjának folytonossága megtartott. Ez az egyik legfontosabb jelenség az ivarsejtek fúziója során. Jól ismert, hogy a sejtmembrán folytonossága a sejtek életének egyik feltétele. Ahogy az a nekrozis és apoptózis során látható, a membránkárosodás bármely formája a sejt életének a végéhez vezet.

A fertilizáció során egyetlen pillanatra sem nyílik meg a sejtmembrán, ahogyan az a 3.1. ábrán is látható. Az ivarsejtek fúziója egy háromrészes folyamat, egymást követő sorrendben: a sejtmembránok fúziója, a két sejt citoplazmájának a fúziója és a maganyagok fúziója. Ez azt jelenti, hogy mindkét ivarsejt anyagának teljes fúziója zajlik le.



3.1. ábra: A két gaméta fúziója és a sejtmembrán folytonossága (forrás: Langmann 1995)

3.1.3. Zona pellucida

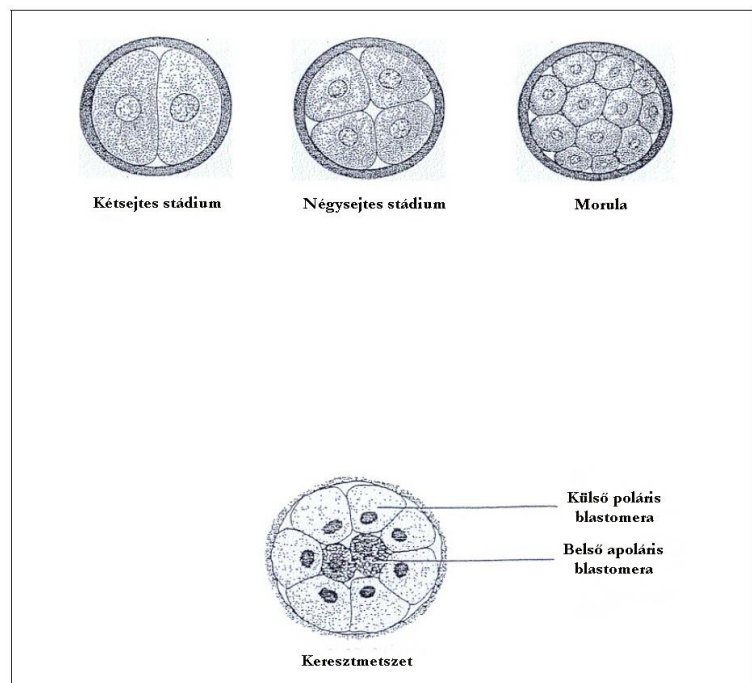
A fertilizációt követően a zona pellucida feltűnő változáson megy keresztül. Az ivarsejtek fúziójának pillanatától kezdve a zona pellucida áthatolhatatlan membránná válik, a zigótát fizikailag és élettanilag elválasztva a környezettől.

3.1.4. Sejtosztódás

A fertilizáció eredményeként megkezdődik a sejtosztódás. Ettől a pillanattól kezdve a zigóta számos blastomerának nevezett leánysejtből álló struktúrává alakul. Erre a folyamatra jellemző az a tény, hogy az osztódás során minden egyes új sejt (blastomera) tartalmazza az anyasejt citoplazma térfogatának a felét. Ez a folyamat addig zajlik, ameddig a sejt térfogata és a sejtmag térfogata között ki nem alakul egy jellemző arány: a *sejtmag és a citoplazma* térfogatának aránya fontos jellemzőjévé vált a szóban forgó emberi szervezetnek. A zigóta citoplazmájának a mennyisége olyan nagy, hogy ez nem jelenik meg, ameddig a zigóta a 16 sejttes stádiumot el nem éri. Ez a sajátos arány szükséges a sejt számára, hogy a bioaktivitását, beleértve a fehérjeszintézist, folytatni tudja. A sejtosztódás során a zigóta teljes mérete nem változik, ahogy azt a 3.2. ábra mutatja.

3.1.5. Compactio

Közel négy nappal a fertilizáció után a kialakult - most morulának nevezett – blastomercsomó a *compactio* (tömörödés) folyamatán megy keresztül. A *compactio* során a perifériás sejtek kezdenek egymással a korábbinál szorosabb kapcsolatot létesíteni, egy tömött struktúrát hozva ezzel létre. Ez a folyamat az epithelizációhoz hasonlítható. Ezek a perifériás sejtek hozzák létre a trophoblastot. A belső sejtömeg hozza létre a tulajdonképpen embriót, ezért embryoblastnak hívjuk.



3.2. ábra: A morula kialakulása és a Compactio (forás: Vögler, 1987)

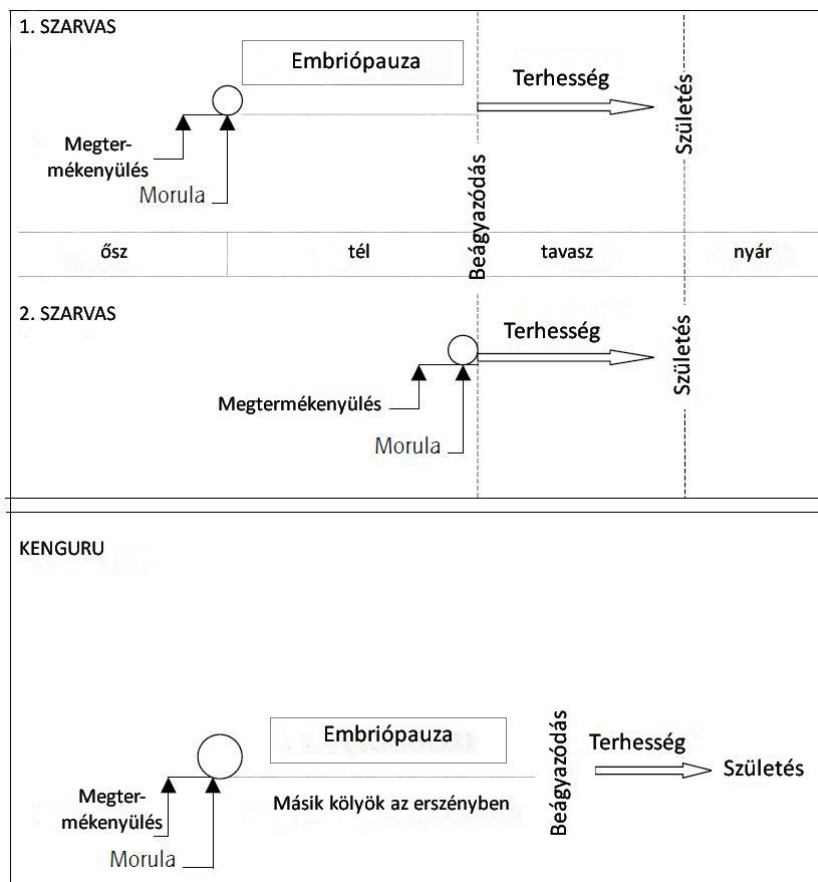
3.1.6. Embriópauza

Egy másik megkapó jelenség bizonyos állatok korai embriológiájában az embriópauza. Ezt a jelenséget az embernél nem figyelték meg.

Az embriópauza olyan helyzet, melyben a morula megszakítja a fejlődését közvetlenül a beágyazódás előtti stádiumban. Ez a stádium hosszú ideig fennállhat a kenguru vagy a szarvas méhében. Jól ismert jelenség ez a biológiában. Némelyik állatnál a zigóta eljut a beágyazódás előtti stádiumig, majd szünet áll be a fejlődésben. Mielőtt továbbhaladna a további fejlődés vagy differenciálódás felé, az implantáció hosszabb időre elhalasztódik.

A szarvasban ez akkor történik, ha a párzás ősszel megy végbe (1. szarvas a 3.3. ábrán). Ha a fertilizáció a tavaszi párzási időszakban történik, a zigóta késleltetés nélkül fejlődik és ágyazódik be (2. szarvas a 3.3. ábrán). A terhesség a normál időkereten belül fejeződik be. Ha a fertilizáció az őszi párzási időszak alatt történik, a morula tárolódik a méhben, 'megvárja' a tavaszi párzási időszakot, és egy specifikus pillanattól kezdve az embrionális fejlődés tovább halad a beágyazódás irányába. A terhesség mindkét esetben közel azonos időben fejeződik be.

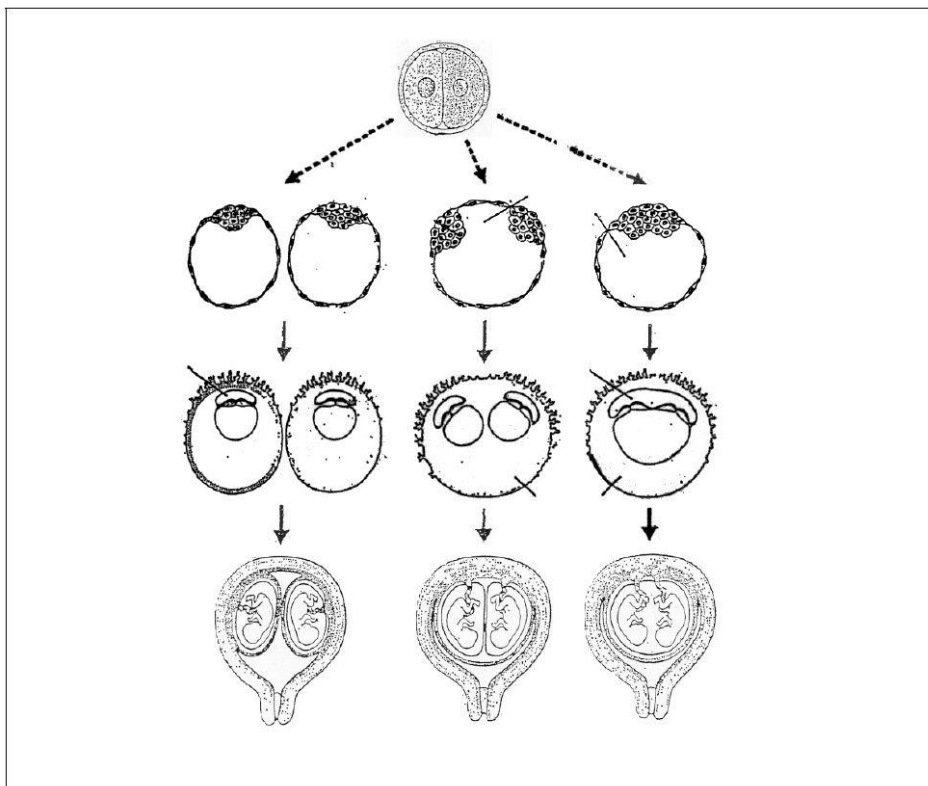
A kengurunál a fertilizáció megtörténhet a párzás után akkor is, ha a kenguru már hord egy kölyköt az erszényében. Ekkor a zigóta megszakítja a fejlődését a közvetlenül a beágyazódás előtt. Ahogy az erszényben levő kölyök elhagyja a menedékét, a zigóta megkezdí beágyazódását a méhfalba. Az ellés idejét ez a pillanat határozza meg (3.3. ábra).



3.3. ábra: Embriópauza

3.1.7. A fertilizációtól a beágyazódásig: egy speciális időszak?

Minden elevenszülő állatnál az embrionális fejlődés első morfológiai fázisa, mely a fertilizációval kezdődik, és a beágyazódással folytatódik, nagyjából egy hétig (4-7 napig) tart. Azonban a vemhesség időtartama változó a különböző fajoknál és különböző körülmények között (lásd fent). Az egér vemhessége például 21 napig tart, az elefánté 21 hónapig. Mégis ez az első morfológiai fázis a fertilizációtól az implantációig nagyjából azonos ideig tart minden állatnál: egy hétig. Ugyanez érvényes a szarvasra és kengurura is, ha az embriópauzával korrigálunk. A morulának így megvan a saját időbeli ciklusa, mely nem függ a vemhességétől. Ez jellemző a fejlődés ezen első fázisára.



3.4. ába: Monozigóta (egypetűjű) ikerképződés különböző stádiumokban (forrás: Langmann 1973)

3.1.8. Az ikrek fejlődése

Az egypetűjű ikrek fejlődéséből tudjuk, hogy a morula spontán osztódásából monozigóta ikrek fejlődhetnek. Ez annak a ténynek köszönhető, hogy a morula sejtjei multipotensek, ami azt jelenti, hogy a morula minden sejtje képes egy teljes és egészséges szervezetté fejlődni. Tulajdonképpen a klónozás folyamatát is ebben a stádiumban hajtják végre, mely csak ekkor történhet, mert ezután a morula sejtjei elveszítik omnipotenciájukat a differenciálódás által.

Így a *morulát* mint egészet, vagy akár egyetlen sejtjét is olyannak tekinthetjük, aminek megvan a *képessége*, hogy meghatározza egy individuális organizmus *fizikai* fejlődését.

Amikor a morula belép a méh üregébe, a sejtcsoportban folyadék jelenik meg. Ezen folyamat során a külső sejtcsoport részben elveszti kapcsolatát a belső sejtekkel, egy egységes üreget alkotva. Így kialakul a blastula, és megtörténhet a beágyazódás. Ezalatt eltűnik a zona pellucida, mely idáig a zigóta külső, fizikai burka volt.

A blastula stádium az utolsó, melyben a monozigóta (egypetűjű) ikrek kialakulására lehetőség van. Az ikrek közel 99%-a a 3.4. ábrán bemutatott stádiumokban vagy azok előtt alakul ki. Ha az ikerképződés később kezdődik, igen nagy a kockázata a patológiás és gyakran fatális kimenetelnek. Nyilvánvaló, hogy az a fázis, amely során egy önálló biológiai fejlődés elkezdődhet, véget ért.

3.2. Összefoglalás és konklúzió

3.2.1. Morfológia

Először összefoglaljuk a fent említett jelenségeket egy morfológiai (forma és alak) nézőpontból.

Az 'első hét' fő fejlődési eredményei:

Fertilizáció

A fertilizáció mindkét ivarsejt magjának és citoplazmájának fúzióját idézi elő; ez diploid génállományt eredményez, mialatt a sejtmembrán intakt marad.

A morula kialakulása

A morula sejtjei multipotensek; a zona pellucida áthatolhatatlanná válik a fertilizáció után, egy szilárd burkot adva az embriónak. Míg a petesejt egy a környezetre nyitott szervezatként működik, a zigóta egy zárt, önálló szervezetnek tekinthető.

Néhány állatnál embriópauza léphet fel. Monozigóta ikerképződés történhet.

3.2.2. Goethei szemlélet

Ránézhetünk ezekre a jelenségekre a goethei szemlélet alapján is, mely az első héten zajló fejlődés további jellemzését teszi lehetővé.

A fizikai feltétel

Az első hét jelenségei egy speciális fázis manifesztációi. Ez a fázis a további fejlődés fizikai körülményeit hozza létre. A dinamika irányultsága centripetális (lásd 8.2.1. fejezet).

A morula (és a fiatal blastula) 'élő' szervezeteknek tekinthetők, bár szembetűnő, hogy ennek az 'életnek' nincs biológiai órája, nyilvánvaló növekedése vagy jelentős anyagcseréje, mint a legtöbb biológiai folyamatnak.

Csak egy rövid időszak van a korai fejlődés során, mialatt az embrió fagyasztással való konzerválása lehetséges. Ez a morula stádiumban van. Ha lefagyasztjuk az embriót, elsősorban a *fizikai állapotát őrizzük meg* a további fejlődés számára, egy olyan állapotot, mely képes 'várni' az implantációra. Ezzel egy mesterséges embriópauzát hozunk létre.

Az időhöz és az anyagcseréhez való viszony

Az 'első hét' a növény magjához hasonló jellegzetességekkel bír. A magok hosszú ideig tárolhatók, hosszú éveken keresztül megőrzik csíraerejüket. Nincs kényszerítő biológiai óra vagy aktív anyagcsere, ahogyan azt a biológiailag aktív szervezeteknél ismerjük.

Él a mag? Ez egy sajátos módja az életnek: *az élet fizikai, anyagi fázisa, 'időn kívüli' élet, nincs aktív anyagcsere*. Az időn kívüli élet és az aktív anyagcsere hiánya jól ismert szituáció a szervetlen szubsztanciák körében. Ez 'az eleven-lét fizikai módja'.

Az első hét jellemzése

Az első hét, mint egy embrionális fázis, az önálló biológiai fejlődés fizikai feltételeit hozza létre.

4. A fejlődés második hete

4.1. Morfológia

Először leírjuk a második hét különféle jelenségeit, majd ismét összefoglaljuk és jellemezzük őket, és megkeressük ennek a fázisnak a sajátosságait.

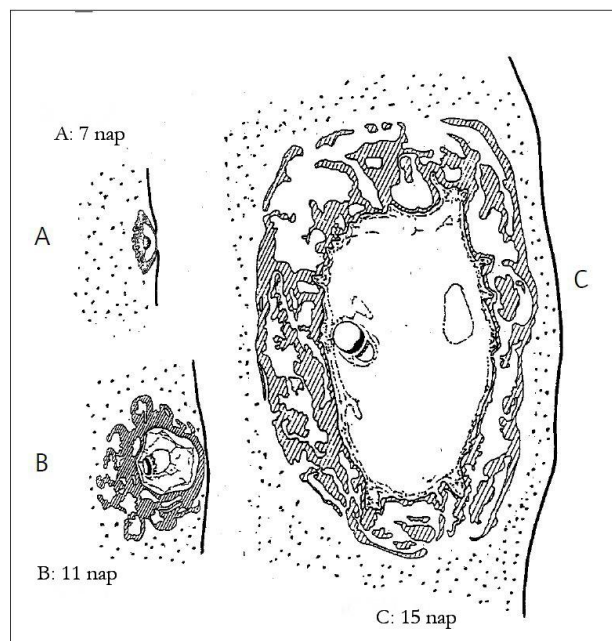
4.1. Növekedés

Attól a pillanattól kezdve, hogy az embrió a méhnyálkahártyával kapcsolatba kerül, a blastocysta (hólyagcsíra) sebesen növekszik. Ez egy új impulzus. Egy tényleges ugrás a fejlődésben. A most zajló növekedés - a térfogat és sejtmassza növekedése – szembetűnő. Ez a növekedés nem egyforma a blastocysta különböző részein. A fejlődés ezen fázisában a növekedés elsősorban a blastocysta perifériáján zajlik, ahogyan az a 4.1. ábrán látható.

4.2. Differenciálódás

A trophoblast sebesen növekszik centrifugális irányban. Ugyanakkor szövettanilag két réteggé differenciálódik: a cytotrophoblasttá, mely jól differenciált sejteket tartalmaz, és a syncytiotrophoblasttá, melyben az individuális sejtsztruktúra eltűnik.

Az embryoblast szintén két réteggé különül el: epiblasttá és hypoblasttá.



4.1. ábra: A blastocysta fejlődése a 7-15 nap között (forrás: Blechschmidt, 1968)

4.1.3. Metabolizmus

Az anyagcsere viszonyok szükségszerűen megváltoznak, amikor egy szervezet elkezd differenciálódni és növekedni. Egy aktív anyagcserefolyamat válik szükségessé.

Táplálkozás (vér) és szekréció (kiválasztott termékek) fontos jelei egy fokozott anyagcserének. A syncytiotrophoblastban a vacuolák fúziójával lacunák (üregek) keletkeznek. A syncytiotrophoblast sejtjei erodálják az anyai ereket. A lacunák sejtjei, nagyjából a tizenkettedik naptól kezdve, kapcsolatba kerülnek az anyai vérrel. A *vérkeringés*, ahhoz a megnövekedett anyagcseréhez tartozó jelenségként jelenik meg, melyre a blastocystának szüksége van.

A trophoblast sejtek HCG termelése megakadályozza a sárgatest degenerációját. Ez azt jelenti, hogy az embrió nem csak morfológiai szinten aktív, hanem *életteni szinten* is. A HCG termelés, mely lehetővé teszi a blastocysta számára az anyai szervezettel való fizikai interakciót, rendkívül megnöveli a blastocysta 'biológiai környezetét'. Ennek a folyamatnak megvan a morfológiai megfelelője a trophoblast perifériás expanziójában. Mindkét folyamatnak invazív tendenciája van. Az embrió morfológiailag és fiziológiailag feladva saját határait, kapcsolatba kerül egy tágabb perifériával.

4.1.4. A kétlemező embriópajzs

Az embryoblast differenciálódása a második héten létrehozza a kétlemező embriópajzsot, a primitív embrionális test következő fejlődési stádiumát. Az amnion és a primitív szikzacskó gömbölyű alakja miatt az érintkező felületeik egy kör alakú, kétrétegű lemezt alkotnak. Ez azt jelenti, hogy *az embriópajzsnek radiális szimmetriája van*.

Ha megnézzük egy 12 napos blastocystát, szintén megtalálhatjuk ezt a radiális szimmetriát a teljes 'testformában'. Az embriópajzs és a blastocysta, mint egész, egyetlen morfológiai differenciálódása egy *új polarizáció* létrejötté. A korábbi az epiblasttá és hypoblasttá történő polarizáció. A későbbi egy embrionális pólussá (ahol az embriópajzs is található) és egy abembrionális pólussá (4.1. B ábra) történő polarizáció.

4.2. Összefoglalás és konklúzió

4.2.1. Morfológia

Először ismét összefoglaljuk és jellemezzük a morfológiai jelenségeket. A növekedés, a sejt differenciálódás, és egy megnövekedett, vér-függő anyagcsere az *élettevékenység* jeleinek számítanak. A fejlődés ezen fázisában a blastocysta egy önszabályozásra képes szervezet. Ez minden típusos biológiai folyamat sajátossága. A beágyazódás pillanatától kezdve, a 'biológiai óra' szabályozza a blastocysta életfolyamatait. Ez azt jelzi, hogy a blastocystának megvan a saját *élet-szervezete*. A minél inkább perifériakussá válásra való

törekvés illusztrálja a határtalanságra irányuló tendenciát. Ez a tendencia az ellentéte annak, ami a fejlődés első hetében látható.

Így arra a következtetésre jutunk, hogy az első hét fejlődési impulzusa morfológiailag teljesen különböző a második hét impulzusától. Ezért az első hét morfodinamikája nem folytatódik a második héten.

4.2.2. Goethei szemlélet

Az első hét fejlődésére tekintve a morulát egy növény magjához hasonlítottuk. A második hét más mintázatot mutat, melyet egy *csírázási és növekedési fázisban levő növényhez* hasonlíthatunk. Nyilvánvalóvá válik a növekedés, a sejt differenciálódás, az anyagcsere, és egy sajátos időbeli mintázat (biológiai óra). A növényi életnek ez a fázisa intenzív kölcsönhatásban áll a környezettel, és van egy határtalanságra irányuló tendenciája.

A második hét jellemzése

Ha azt állítjuk, hogy az embrionális fejlődés különböző fázisokra osztható, melyeknek megvan a sajátos karaktere, a második hét egy csírázó és növekedő növény morfológiai és fiziológiai jellegzetességeit mutatja. Így az első hét fizikai szubsztanciája 'éltre kel' úgy, ahogyan a növények elevenek.

5. A fejlődés harmadik hete

5.1. Morfológia

5.1.1. Axiális szimmetria kialakulása az embriópajzsban

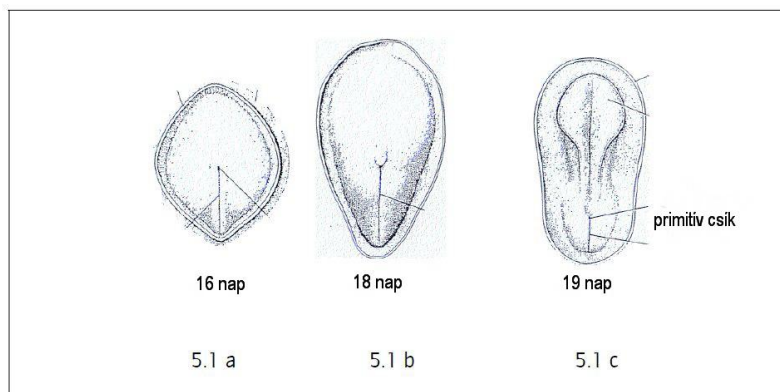
A második hét utolsó napjaiban a kötőnyél (hasnyél) 'vándorol'. Ez a 'vándorlás' az embriópajzs – a fejlődés harmadik hetét jellemző – óriási növekedése és differenciálódása alatt zajlik. Az amnion és a definitív szikhólyag helyzete, az embriópajzsot is beleértve, gyorsan változik a chorion belső falát szegélyező mesoderma-hoz képest. A harmadik hét végére a kötőnyél egy mesoderma-híd a chorion és az embriópajzs között. Ott kapcsolódik az embryoblasthoz, ahol az amnion és a definitív szikhólyag találkoznak. A későbbi stádiumokban ez az embrionális test caudalis régiójaként jelenik meg.

Ez a folyamat véget vet az embriópajzs radiális szimmetriájának. Az embriópajzs megnyúlik a későbbi caudalis végen. Ennek a fejlődésnek a következtében mostantól *egyetlen axiális vonal lesz az embrióban, kétoldali szimmetriájú, levél alakú struktúrává* téve az embrionális testet (5.1. a, 5.1. b ábra). Ettől a ponttól kezdve meghatározott az embrionális test jobb és bal oldala.

5.1.2. Primitív csík és mesoderma

A primitív csík az epiblast dorso-caudalis részén a közép-axiális régióban alakul ki (5.1. c ábra, 16. nap). Ekkortól kezdődik a mesoderma és a chorda dorsalis (gerinchúr) kialakulása az epiblast sejtjeinek a primitív csíkon és a primitív gödrön keresztül zajló invaginációjával.

Ennek az új fejlődésnek az eredménye a háromlemezű embriópajzs, egy központi tengely és az embrió kétoldali szimmetriája.

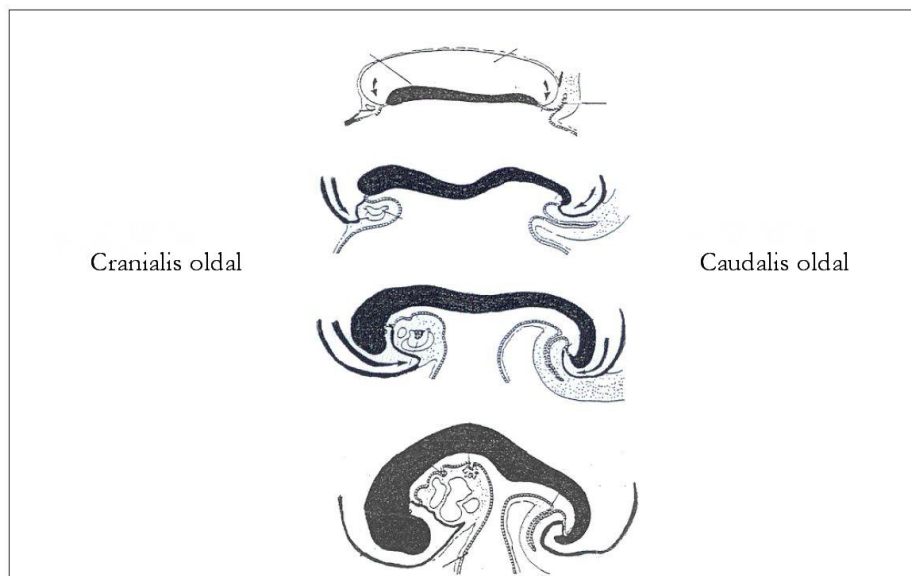


5.1. ábra: Morfológiai változások az embriópajzsban a fejlődés harmadik hetében (16-19. nap) dorsalis nézetből (forrás: Langmann 1973)

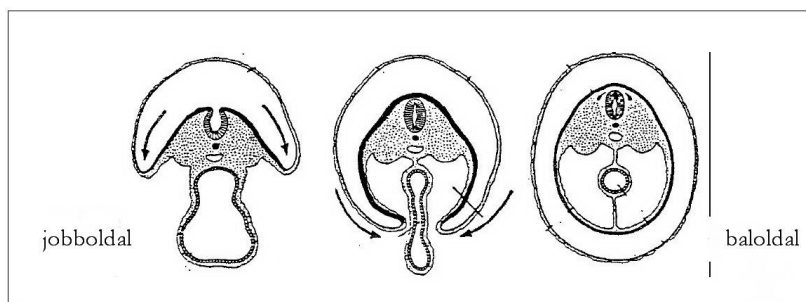
5.1.3. A hengeres testforma, összehajlási folyamatok

A 17 napos embrióban három irányt különböztethetünk meg: egy dorso-ventralis irányt (epiblast-hypoblast), és az axiális struktúrák kialakulása után egy cranio-caudalis irányt és egy bal és jobb oldalt.

Az embriópajzs most kezd meggörbülni egy transzverzális tengely körül cephalo-caudalis irányban (5.2. ábra), és egy hosszanti tengely körül ventro-lateralis irányban (5.3. ábra). Ezzel egy időben az amnion óriási expanziója zajlik minden irányban. Ez által a folyamat által az embrionális test fokozatosan egy önálló struktúrává válik, mely szabadon lebeg a magzatvízben. A környezettel való utolsó kapcsolat a köldökzsinór, mely a kötőnyélből fejlődik. A korábbi 'nyitott testforma' egy hengeres 'zárt testformává' változik. (5.3. ábra)



5.2. ábra: Cephalo-caudalis összehajlási folyamat (forrás: Langmann, 1973)



5.3. ábra: Hengeres testformát eredményező oldalsó összehajlás cranialis irányból nézve (forrás: Langmann, 1973)

5.1.4. Megjegyzés az 5.2. és 5.3. ábrákhoz

Az 5.2. és 5.3. ábrán csak az összehajlás által létrehozott morfológiai változások láthatók. Azt is fontos megjegyezni, hogy ezzel együtt a teljes testtérfogat növekszik.

5.1.5. A belső szervek kialakulása

Az elsőként kifejlődő szerv a szív. Érképző sejtcsoportok jelennek meg a késői presomita stádiumban levő embrióban a 17. vagy 18. napon. Az intraembriónális mesoderma legcranialisabb részéből jönnek létre ezek a sejtcsoportok, melyek vérsejteket és érsejteket formálnak. *A szívfejlődés kezdete elindítja az összes többi belső szerv fejlődését.* A máj, a vese, a belek és számos más szerv kezdi meg fejlődését közvetlenül a szív megjelenése után. A belső szervek kialakulása egy új fázis kezdete az embrionális életben. A harmadik héten az embrió ismét hatalmas ugrást tesz.

A fejlődés legdinamikusabb régiója ismét éppen az embrió centruma: az embriópajzs. Az előző fázis (a második hét) során a fejlődés a periféria felé irányult. De a belső szervek képződése újra a centripetális tendenciára való váltást jelenti (lásd 8.3.3. fejezet), ahogyan az első héten!

Szerv	A fejlődés első napja
Szív	17
Központi idegrendszer	18
Máj/epenhólyag	18
Vese	22
Somiták (összselvények)	20-30
tüdők	25
(indifferens) gonádok	23
Pajzsmirigy	33
Hasnyálmirigy	30

5.2. Összefoglalás és konklúzió

5.2.1. Morfológia

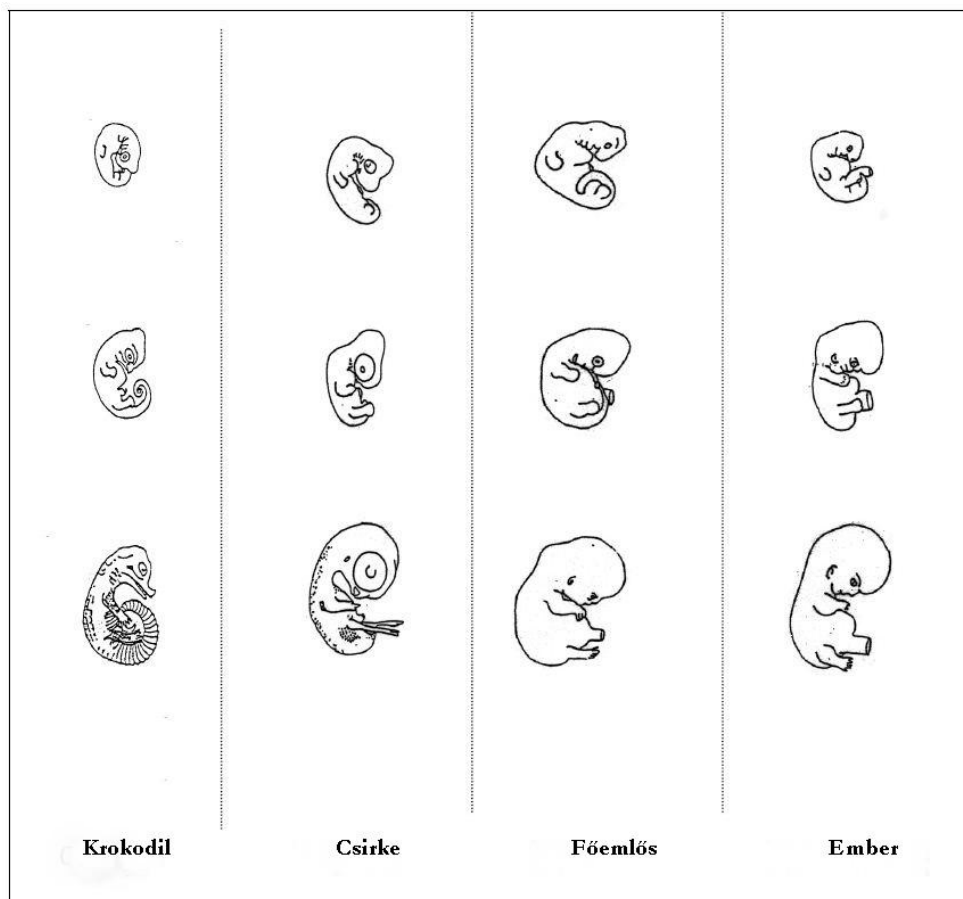
Egy 17 napos embrió testének *median axialis struktúrája* van (primitív csík és a chorda dorsalis sejtjei), és benne van a *gastrulatio* folyamatában, azaz egy belső üreg és belső tér képződésében. Mindkettő igen jellemző folyamata az állatok embriológiai fejlődésének. A radiális szimmetriáról kétoldali szimmetriára való váltás, és a mesoderma kialakulása alátámasztja ezt az értelmezést. A mesoderma az a szövet, amelyből az izmok, csontok, inak és porc alakulnak ki. Ezek a szövetek mind olyan struktúrák prekursorai, melyek valamilyen módon a szervezet mozgási képességével állnak kapcsolatban.

Morfológiailag egy 'belső világ' alakul ki az ectoderma és endoderma között.

5.2.2.Goethei szemlélet

A növény és állat közötti legfontosabb különbségek *egy belső testüregnek a képződése, a belső szervek kialakulása, és a szabad mozgás képessége*. A 'gastrula' szó gyomrocskát jelent.

Ezért a gastrula igen sokatmondó szó. Világossá teszi, hogy a testüreg képződésének és a belső szervek kialakulásának fázisai ugyanannak a háttérben álló dinamikai folyamatnak tulajdoníthatók. Az állatvilágban a gastrulatio a fejlődés egy univerzális fázisa. Az 5.4. ábra ezt a fázist mutatja különböző állatokban és az emberben. Mindegyiknek megvan a saját fejlődési tempója és formája, de két dolog közös bennük: a gastrulatio és egy belső szervrendszer kialakulása. Az állatok, akiknek kifejlődött az emésztőrendszere ('gyomor'), megemésztik a külső szubsztanciákat, belső szerveket építenek fel, és megváltoztatják a környezetet anyagcseretermékeik kiválasztásával: egy 'belső' világ alakul ki, és kölcsönhatásba kerül egy 'külső' világgal. Az emésztést úgy vehetjük, mint egy 'belső' világ és egy 'külső' világ közötti kapcsolat létrehozásának ősjelenségét.



5.4. ábra: A gastrula, mint ősjelenség és a kiegyenesedés kezdete
(forrás: Poppelbaum 1973)

A gastrulatio az állati morfológia (lásd 6.2.2. fejezet) ősjelenségének tekinthető. A goethei tudományban az ősjelenség a matematikai axiómával analóg. Figyelemre méltó, hogy igen különböző evolúciós történettel és különböző genetikai struktúrával rendelkező szervezetek ugyanazokat a jellegzetes makroszkopikus stádiumokat és fázisokat tudják kialakítani.

Ennek a fázisnak egy másik aspektusa az állati szervezetekben az idegrendszer és a mozgatórendszer fejlődése. Az állatok érzékszerveket, idegrendszert és izmokat fejlesztenek ki, melyek képessé teszik őket arra, hogy többé-kevésbé tudatos szinten 'kommunikáljanak' a környezetükkel. Érzékelés, tudatosulás és reakció az összetevői az individuális organizmus és környezete közötti kölcsönhatásnak. Ez a kölcsönhatás az emésztőrendszer és a környezet közötti szubsztanciális kölcsönhatáshoz hasonlítható. Az állati életet és viselkedést nagymértékben meghatározza a test formája és az állat ösztöne. Ezért a gastrula forma a determinációhoz tartozó folyamatok kisugárzásának tekinthető.

Fenomenológiai nézőpontból az *összehajlási folyamatok* által létrehozott külső forma a 'teljes test formájának gastrulatiójaként' fogható fel.

A test összehajlása és gastrulatiója a test 'animalizálódásának' megnyilvánulásaként fogható fel. A külső világ belép a szervezetbe táplálékfelvétel vagy érzékelés útján, integrálódik az emésztés vagy feldolgozás által, és a szervezet kölcsönhatásba kerül a külvilággal kiválasztáson vagy reakción keresztül.

A harmadik hét jellemzése

A fejlődési folyamat ezen fázisa a test animalizálódásaként írható le.

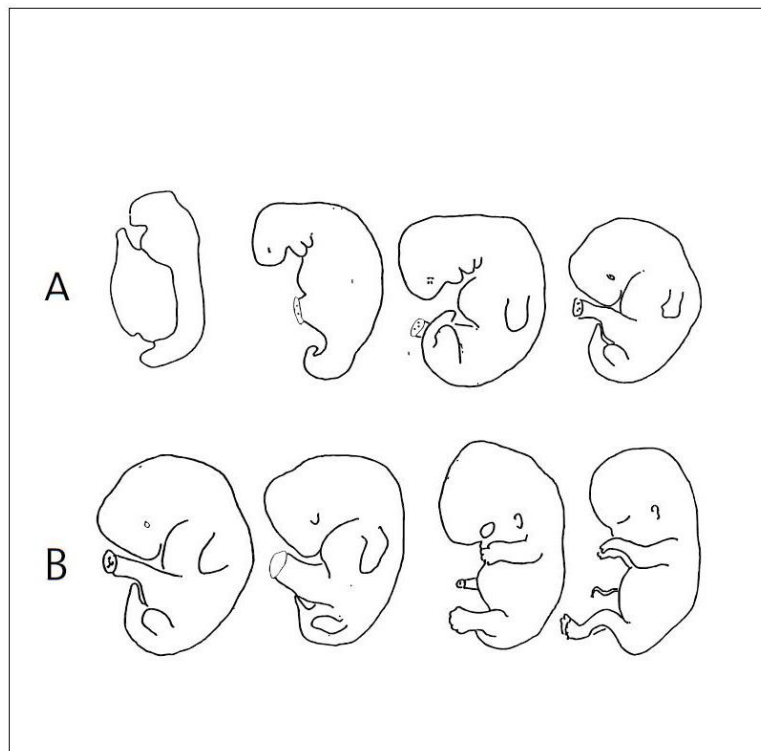
6. Az embrionális periódus

6.1. Morfológia

Előtűnik a test külső formája

6.1.1. Összehajlási folyamatok

A cephalo-caudalis és az oldalsó összehajlás kezdete jelzi a harmadik hét végét. A következő két hét során szegmentáció és a szomiták kialakulása zajlik. Az embrionális test maximálisan a primitív köldökzsínör köré hajlik, ahogyan azt a 6.1. ábra mutatja. A legtöbb emlős és számos más állat számára ez a külső testforma többé-kevésbé a test végleges morfológiai stádiumát jelenti. Sohasem érik el azt a sajátos 'függőleges' testformát, amellyel az ember rendelkezik. Még a majmok és az emberszabásúak is - amelyeket az emberhez legközelebb állónak tekintenek - hordozzák a cephalo-caudalis összehajlás nyomait a külső testformájukban és a gerincoszlopukban. Bár a főemlősök néhány másodpercig képesek felegyenesedve állni és járni, nem tudják az emberi szervezet felegyenesedett tartását kialakítani. A felegyenesedett testtartás fenntartására való képtelenség okait fogjuk tárgyalni.



6.1. ábra: A külső testforma kialakulása (nem méretarányos)

6.1.2. A kiegyenesedés folyamata

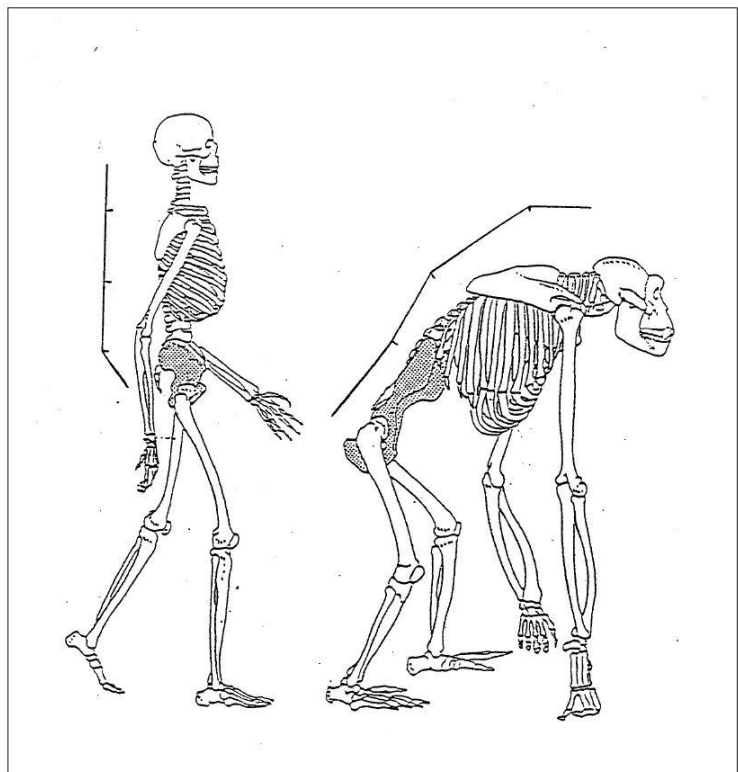
Az embrionális fejlődés 4. és 5. hetétől kezdve a harmadik hét összehajlási folyamata részben kiegyenesedik, hogy elérje a sajátosan emberi külső testformát: a felegyenesedett testtartást. A 6.1. ábra a kiegyenesedés külső testformára gyakorolt hatását mutatja. A kiegyenesedés egy az összehajlással ellentétes morfológiai mozdulatot hoz létre. Ez ráépül a korai embrionális periódus összehajlott testformájára.

Az emberhez közelállóknak tekintett állatoknál, a majmoknál és főemlősöknél, szintén van egy kiegyenesedési folyamat. Fontos különbségek vannak a majmok és főemlősök, ill. az ember kiegyenesedési folyamatai között, ahogy ez a 6.3. ábrán látható. A majmoknál és emberszabásúaknál kiegyenesedés történik az agyban, a koponya- és medence-régióban és a medencei szervekben. Így a gerincoszlop sohasem éri el a teljesen felegyenesedett helyzetet. Az embernél ugyanakkor nem történik kiegyenesedés a fej- és a medence-régióban. Az embernél a kiegyenesedés a gerincoszlop nyaki, háti és ágyéki részének fejlődésében fontos. Ez azt jelenti, hogy a majmoknál és emberszabásúaknál a kiegyenesedés folyamata az emberhez viszonyítva polárisan ellentétes: a kiegyenesedés a koponyánál és a medencénél szembetűnő, és nem folytatódik a gerincoszlopban. Az embernél a kiegyenesedés a gerincoszlopban prominens, és akadályozott a medence-régió szintjén (6.2. ábra) és a koponyában (6.3. ábra).

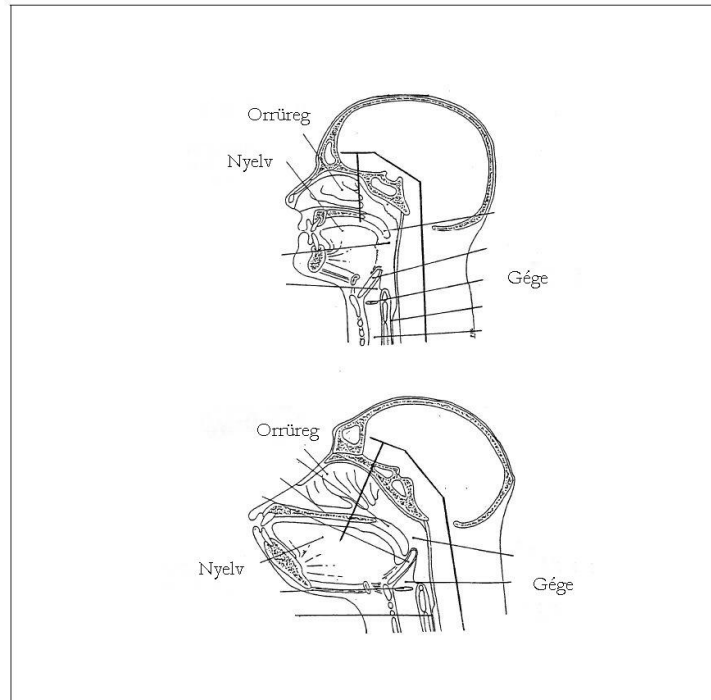
Csak az embernek van stabil, felegyenesedett testtartása. A frontális, szagittális és horizontális síkok tökéletes derékszögű viszonya az emberi testben a gerincoszlop kiegyenesedési folyamatának a következménye.

A negyedik héten és azt követően lejátszódó kiegyenesedési folyamat jellemzése:

A negyedik héttől kezdve az embrionális test sajátosan emberivé válik.



6.2. ábra: Az ember felegyenesedett tartása (forrás: Verhulst 1999)



6.3. ábra: A kiegyenesedés gátlása az emberben: a koponya (forrás: Verhulst 1999)

6.2. Összefoglalás és konklúzió

6.2.1. Morfológia

Ha az embriópajzs külső testformájának fejlődésére tekintünk, két, a harmadik hét végén (a 18. napon) kezdődő folyamatot ismerhetünk fel: egy *összehajlási* folyamatot, melyet egy *kiegyenesedési* folyamat követ. A tájanatómia számos részlete érthető lesz, ha ezt a két folyamatot figyelembe vesszük, különösen, ha egyrészt a koponya és medence régióját nézzük, másrészt a gerincoszlopot, a törzset és a belső szerveket.

6.2.2. Goethei szemlélet

Az összehajlást és gastrulatiót a test 'animalizációjának' tipikus jeleiként ismertük fel (lásd 5.2.2. fejezet).

A törzs kiegyenesedési folyamata hozza létre a felegyenesedettséget, ahogyan azt a 6.1. és 6.2. ábra mutatja. Az emberben a függőleges forma a maga teljességében valósul meg a *kiegyenesedés* által. Erre a jelenségre jellemző, hogy a következő ízületek végül egy frontális síkban helyezkednek el: atlantooccipitalis ízület, vállízület, csípőízület, térd-és bokaízület.

Az összehasonlító anatómia megmutatja, hogy a kiegyenesedési folyamat, a végtagfejlődési folyamat és az emberi agy fejlődése összefüggésben állnak egymással. A kiegyenesedés egy

felegyenesedett tartást eredményez, a végtagfejlődés a jellegzetesen emberi végtagokat, azaz a végtagok alapvető szerkezetét, az emberi agyfejlődés pedig egy mennyiségben és minőségben egyedülálló agyszövetet hoz létre. Ezen jelenségek mindegyike az emberi fejlődésre igen jellegzetesnek és egyedülállónak tekinthető. Csak az ember képes rá, hogy élethosszigan megőrizze ezeket a morfológiai jellegzetességeket.

Ezzel a morfológiai differenciálódással párhuzamosan az emberi viselkedés felszabadul a determinizmus alól, ahogyan az a 7.5. fejezetben megtárgyalásra kerül.

Az felegyenesedett testforma úgy értelmezhető, mint az egyenesen állás sajátosan emberi képességének és az ösztönöktől független viselkedés lehetőségének megnyilvánulása.

7. A fejlődés négy folyamatának jellemzése

Dinamikus minőségek különböző embrionális fázisokban

7.1. Bevezetés

A bevezetőben azt írtuk: „Két cél elérésére törekedtünk: egyrészt, felvázolni egy 'alternatív keretet', másrészt megmutatni, hogy ez az alternatív keret, mely dinamikus minőséget ábrázol a morfológiában, új lehetőségeket nyit a morfológiai folyamatok értelmezésében.” Ezek a dinamikus minőségek lesznek ebben a fejezetben részletesebben kifejtve. Megpróbálunk rávilágítani arra, hogy egy dinamikus nézőpont az embrionális fejlődés számos tényének, egy dinamikus folyamathoz tartozóként való megértéséhez nyújt lehetőséget. Ezek a dinamikus folyamatok az idő egy sajátos periódusában aktívak. Ezen sajátos időszakon belül az embrió a fejlődésének egy jellegzetes fázisán megy keresztül.

A korai fejlődés a humán embriológiában *négy sajátos fázist* mutat, melyek egymást követően a fejlődés első, második, harmadik és negyedik hetének eleje körül kezdődnek (lásd a 3,4,5,6. fejezeteket). Minden fázis sajátos morfológiai és fiziológiai folyamatok eredménye.

A morfológiai fejlődést, melyet a 3,4,5. és 6. fejezetben is leírtunk, ismét megtárgyaljuk, ezúttal egy goethei nézőpontból.

A fenomenológus Louis Bolk a 'makroszkóp' használatát javasolta. Ezzel rámutatott arra, hogy a biológiai tények átfogó megértéséhez egy mikroszkópnál többre van szükség. A mikroszkóp lehetővé teszi számunkra számos izgalmas részlet felfedezését. Elidegeníthetetlen hiányossága ennek a módszernek, hogy a tények közötti összefüggést és az egymáshoz való viszonyukat nem teszi láthatóvá. Louis Bolk makroszkópja a legjobb eszköz, hogy megtaláljuk ezt az összefüggést és a kapcsolatokat. A makroszkóp természetesen a mi gondolkodási folyamatunk. A makroszkóp használatának egyik módja az összehasonlító metódus. A természet különböző birodalmainak és a megfelelő viselkedésnek és törvényeknek - melyeknek a különféle birodalmak egyedei alá vannak vetve - az összehasonlítása lehetővé teszi, hogy egy összefüggő áttekintéshez jussunk.

7.2. Az individuális fejlődés fizikai alapja

7.2.1. Fizikai szubsztancia a biológiában

Minden élő szervezetnek megvan a fizikai identitása. A legkisebb egysejtű szervezetnek és a legbonyolultabb többsejtű szervezetnek is megvannak a saját fizikai határai és a saját fizikai szubsztanciája. A fizikai világban egy organizmus egy saját enklávét alkot, mely a saját

szubsztanciáját tartalmazza. Az élettani folyamatok befolyásolják ezen szubsztanciák koncentrációját és összetételét, és meghatározzák azokat a folyamatokat, amelyekben a szubsztanciák részt vesznek. Ha egy fizikai szubsztancia kikerül a szervezetből, újra a külvilág része lesz, és a szervetlen természet törvényeinek engedelmeskedik. Ezek a törvények nem helyezik a szubsztanciát egy új szervezetbe. Ez azt jelenti, hogy a szubsztancia 'visszatér' a pusztán halott, szervetlen anyagként való létezés állapotába. A szervetlen természet törvényei különböznek a szervezet törvényeitől. Ezért a szubsztancia más összefüggésben jelenik meg a környező szervetlen világban, mint a szerves világban.

Fontos, hogy megkülönböztessük a fizikai állapotot és a fizikai teret. A létezés fizikai állapotának a fizikai szubsztancia mindig szükséges feltétele (lásd 3.2.2. fejezet). A fizikai szubsztancia természetesen egy térbeli tárgy. Mindazonáltal ez nem jelenti azt, hogy térben levő tárgyként térbeli irányultsága is van. Egy kődarabnak nincs eleje vagy hátulja, nincs jobb és bal oldala. Még egy szép kvarc kristálynak sincs térbeli orientációja, nincs teteje és alja. Bármilyen lehetséges térbeli orientációt adhatunk neki.

7.2.2. Felszín és határok

Minden térbeli tárgynak van felszíne vagy határa. A fizikai szubsztancia ezen felszínek és határok között tartózkodik.

A fejlődés első hete alatt a sejtosztódás számos felületet hoz létre. Ezen első fázis során a zona pellucida szilárd határként szolgál a zigóta számára. A kompakció folyamata után a zigótának új lehetősége nyílik egy szilárd, külső határ létrehozására. Az eleven léthez hozzátartozik egy 'bőr' kialakítása, és minden szervezet megpróbálja sértetlenül fenntartani a külső határait egész élete során. Ezen határokon belül szerves törvények a szervezet alakításán munkálkodnak. Egy szerves határnak számos biológiai funkciója van, és *aktív szerepet játszik* a szervezet élettanában.

Egy kvarckristálynak olyan felszíne van, mely nem szolgál az organikus törvények birodalmát és a fizikai és matematikai törvények birodalmát elválasztó határként. A kristályok felülete fiziológiailag inaktív.

Levonhatjuk azt a következtetést, hogy a fejlődés fizikai állapota leírható olyan fizikai szubsztanciákként, amelyek szervessé válnak, hogy egy organizmus fejlődésébe illeszkedjenek; valamint hogy a fizikai állapotnak felületei és határai vannak.

7.3. Az individualizálódott élet és metamorfózis fiziológiai folyamatai

Az élő szervezet fiziológiai folyamatai egy 'biológiai óra' szerint működnek, és metamorfózison esnek át.

7.3.1. Egy időbeli struktúra

A 'biológiai óra' egy univerzális jelenség az élő szervezetek élettanában. Megtalálhatjuk, ha tanulmányozzuk egy organizmus fizikai szubsztanciáinak mennyiségi és minőségi *változásait*. Látható lesz, hogy ezek a változások egy sajátos időbeli mintázatot mutatnak. Ez azt jelenti, hogy bármely szervezet határain belüli szubsztanciák összetételében időbeli ingadozások láthatók.

Ezek az ingadozások igen jellemzőek az egyes szervezetre, és elsősorban a Nap idézi elő őket. A Nap állítja be az organikus ritmusokat, ezért a Napot 'idő-beállítónak' (németül Zeitgeber) hívjuk a kronobiológiában. Minden szervezetnek megvan a maga viszonya a napciklushoz, azaz az élő szervezeteknek van egy jellemző kapcsolata az éjszaka és nappal ciklusával. Egy organizmus fizikai összetétele igen jellemző a nappali vagy éjszakai helyzetre. A fotofoszforiláció és fotoszintézis a növényekben és a cirkadián ritmusok az emberben és az állatokban példák arra, hogy az idő hogyan szabályozza a szervezet fizikai összetételét és folyamatait.

A szervezeteknek lehetőségük van rá, hogy az egyik pillanatban felvegyenek egy szubsztanciát, a következő pillanatban pedig kiválasszák azt. Ehhez szükség van egy folyadék állapotra, vizes oldat formájában. A felvett és kiválasztott szubsztanciák a 'szervezetben lebegőknek' tekinthetők. Ez a lebegő szubsztancia kering a szervezetben alkalmazkodva a fiziológiai törvényekhez és a szervezet 'időbeli mintázatához', vagy bekerülhet a természet körforgásába a természeti törvényeknek engedelmességgel.

7.3.2. Metamorfózis

Az élet birodalmának egy másik jelensége a 'metamorfózis'. A metamorfózis egy organizmus különböző testformáinak kialakulása az élet során. Nem csupán a fizikai szubsztancia változik folyamatosan, hanem a *test formája is*. Az embriológia a legkitűnőbb tudományág a testformában bekövetkező változások, a *metamorfózis* tanulmányozására. Az emberi test minden nap alakító változáson megy keresztül. Az embrionális periódus után, mely idő alatt a metamorfózis szembeötlő, a testforma változása lelassul, de soha nem áll meg egy napra sem.

A szerves életfolyamatok alá vannak vetve egy specifikus időbeli struktúrának és morfológiai átalakulásnak (metamorfózis); ez jellemzi az életfolyamatokat.

7.4. Életfolyamatok és tudat

7.4.1. Tudat, élettan és reflexek

A tudatállapot képes befolyásolni az anyagcserét. A pszichológiai események a másodperc töredéke alatt megváltoztathatják az anyagcsere fiziológiáját. A félelem, a düh és a

boldogság fiziológiai hatásai jól ismertek. Mindegyik más tudatállapottal és pszichés élménnyel jár. A pszichés események, melyek kéz a kézben járnak a tudatosság növekedésével vagy csökkenésével, a szívverés gyorsulását, izzadást, remegést és számos más élettani eseményt idéznek elő

A test immunstátuszát is nagymértékben befolyásolja a diszkomfort vagy a jól-lét érzése. Az előbbi gyengíti az immunstátuszt, az utóbbi erősíti azt. Ezek és más jelenségek is kimutatnak egy szoros kapcsolatot a pszichés események és az élettani válasz között.

Minden bizonyos szintű tudattal rendelkező szervezetnek vannak kontraktilis elemei (izmai) és idegrendszer. Ez minden reflexkör alapja: észlelés, mely reakcióhoz vezet. Ezt a kört megszakíthatjuk, akár az idegek, akár a kontraktilis rész megsértésével.

Fontos hangsúlyozni, hogy különbség van aközött, ahogyan az állatok és a növények az ingerekre reagálnak. A növények lassan reagálnak, és nincsenek kontraktilis elemeik vagy idegszövetük. A reakcióik nagy része 'növekedési mozdulat'-ként érthető. Ez nem az észlelés hatása által kiváltott 'reaktív mozgás', ahogyan egy reflex az állati életben lezajlik. A növények főleg biokémiai és humorális folyamatokkal reagálnak, míg az idegi reakciók az állati életre jellemzőek.

A növényi élet leírható pusztán biokémiai és morfológiai kifejezésekkel. Az állati életet azonban nem lehet kielégítően leírni ezen a módon. Az állatoknál a pszicho-neuro-farmakológia is szerepet játszik a biokémiai folyamatokban.

7.4.2. Pszicho-neuro-farmakológia

Kizárólag az állatok megfelelő kísérleti alanyok, amikor olyan gyógyszereket tesztelnek, mint a nyugtatók vagy pszichostimulánsok. A vizsgálat megköveteli a kísérlet tárgyában egy független tudat és a pszicho-neuro-farmakológia meglétét. A növényeknek semmi hasznát sem vehetjük a nyugtató hatás tesztelése során.

A pszicho-neuro-farmakológia nagymértékben specializálódott szerveken alapul. Nem csupán agyra és idegszövetre van szükség. A pajzsmirigy, a mellékpajzsmirigyek, a vesék, a máj, a hasnyálmirigy, a gonádok, a mellékvesék és az agyalapi mirigy szintén szükségesek a tudatos élethez, az észleléshez és mozgáshoz. Ezek képezik a pszichofarmakológiai folyamatok alapját.

A mesoderma kialakulása és az idegszövet, a belső szervek, az izomszövet és az érzékszervek fejlődésének kezdete (lásd 5. fejezet) jellemzi a fejlődés harmadik hetének a végét. A gastrulatiót a szervezet 'animalizációjának' ősjelenségeként írtuk le. Ha tekintetbe vesszük a következőket a pszicho-neuro-farmakológiára vonatkozóan, melyek a harmadik fázis jellegzetességei, ez a fejlődésnek egy sajátosan 'állatszerű' fázisa lesz.

7.4.3. Kapcsolat a belső és külső világ között

A tudatos éberség egy 'belső világot' hoz létre a szervezet számára. Az észlelés kívülről hatol be ebbe a belső világba. A viselkedés (reaktív impulzus) ellentétes irányú: a belső világból indul, és egy külső világbeli aktivitást eredményez. Ez a folyamat a biokémia, az élettan és a neuromuszkuláris események nyelvén írható le. A tudatos élmény azonban csak pszichológiai jelenségként írható le.

Az életfolyamatok mellett a tudatos élmények léte és az élettan pszichológiai események által való befolyásolásának lehetősége jellemző az animalizációra.

7.5. Tudat, viselkedés és determinizmus

Az állati szervezetek nagymértékben specializálódtak. Specializálódás történik mind funkcionális, mind morfológiai szinten, és ezek a területek egymáshoz kapcsolódtak. Az ezúton való specializáció kettős eredményre vezet. Egyrészt az állatoknak páratlan és sajátos képességeik vannak az észlelésre és reakcióra, másrészt egyértelmű a fejlődésre való lehetőség elvesztése. Az állatok utolérhetetlenek a sajátos képességeik terén, ugyanakkor kizárólag egy módon való életre ítéltettek. Egy szervezet magas szintű specializálódása együtt jár annak a lehetőségnek az elvesztésével, hogy a testet sokféle funkcióra használják. Ezt a fajta specializálódást instrumentális specializálódásként jellemeznénk. Az instrumentális specializálódásban elsősorban az érzékszervek, a törzs és a végtagok fejlődnek egy speciális irányba.

Az észlelést és reakciót nagymértékben meghatározza a morfológia és fiziológia. Attól kezdve, hogy tudjuk, hogyan viselkednek az állatok az ösztöneikkel összefüggésben, a viselkedésük jól kiszámítható. Az ösztönöket az 'észlelés és reakció determinizmusaként' jellemezhetjük.

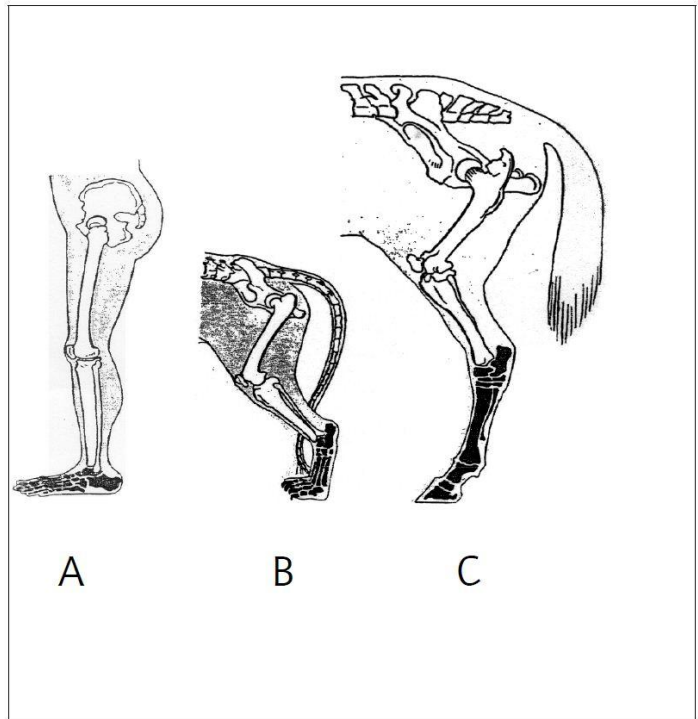
Az emberi test nem specializálódott instrumentális funkciók eszköze. Az érzékszervek, az állkapocs, a fogak, a kezek és lábak nem csak néhány funkcióra használhatók, úgymint szaglás, rágás, megragadás vagy futás. Az emberi viselkedés nem szükségképpen megjósolható. Éppen az előre nem látható teszi különlegessé az embert.

Az emberi kreativitás igen figyelemre méltó. Ezt a kreativitást a cselekvés szabadsága jellemzi. Az emberek 'azt tehetnek, amit csak akarnak'. Az állatoknak 'azt kell tenniük, amire képesek'. Az ember meg tudja tanulni észlelni, amit észlelni akar, az állatoknak azt kell észlelniük, amire képesek.

A humán morfológiára tekintve Louis Bolk arra a következtetésre jutott, hogy az emberi test egyedülálló hajlamot mutat az instrumentális specializáció elkerülésére. A további és folyamatos fejlődés lehetősége az embrionális állapothoz hasonlítható. Az embrióknak van a legnagyobb lehetősége a fejlődésre és specializációra.

Bolkkal összehangban a humán morfológia világosan mutatja, hogy az előre haladó fejlődés lehetősége, még felnőttkorban is, benne van az emberi test formájában.

Ez azt jelenti, hogy az emberi testnek egy olyan formája van, amely megfelel a fejlődés korai fázisának. Az állatok végtagjainak a korai stádiumokban öt ujja van. Az állati fejlődés során egy vagy több szegment csökevényessé válhat. Számos vadállatnál (mint például az oroszlánnál) négy ujj fejlődik tovább, és karmokká alakul. Egy patás állatnál (például a lónál) csak egy ujj fejlődik ki, és alakul patává, a többi csökevényes marad (7.1. ábra).



7.1. ábra: Végtagfejlődés az embernél (A), az oroszlánnál (B) és a lónál (C) (forrás: Verhulst 1999)

Az emberi fiziológia és pszichológia világossá teszi, hogy a 'nem specializált lét' aspektusa nem csak egy testi, morfológiai kérdés. Az emberi fiziológia és pszichológia igen nagy változatosságot és a meghatározottság feltűnő hiányát mutatja.

Azért mégsem tagadható, hogy az emberek a specializáció magas fokával rendelkeznek.

Az evolúció természeti és kulturális aspektusra osztható. Kulturális szinten az emberi evolúció teljes gőzzel halad.

A természeti evolúció hajtóereje a biológiai szinten történő metamorfózis volt. A kulturális evolúcióban a fejlődés alapja szintén a metamorfózis lehetősége. Meglepő látni, hogy a tudás és a szociális élet területén a metamorfózis ugyanolyan létfontosságú a fejlődés számára, amennyire a természeti fejlődés számára volt.

Az emberek szervezetük részeként 'internalizálták' a metamorfózis epicentrumát.

Az emberi specializálódást pszichológiai és szellemi képességek jellemzik.

Ezek a képességek egy 'multipotens szervezetet' teremtenek, mely számára a nagymértékben specializálódott állati szervezet nem megfelelő. Ezért az emberek biológiai státusa jelzi azt, hogy lehetőség van a meghatározottságtól való mentességre. A szabadság azonban csak a belső életben tud megvalósulni, ahol az öntudat irányítja a metamorfózist.

Csak az embereknek van élethosszig tartó lehetősége a folyamatos fejlődésre; csak az emberek képesek legyőzni a meghatározottság erejét, és belépni a szabadság birodalmába.

8. Négy minőség a korai fejlődésben: morfodinamika

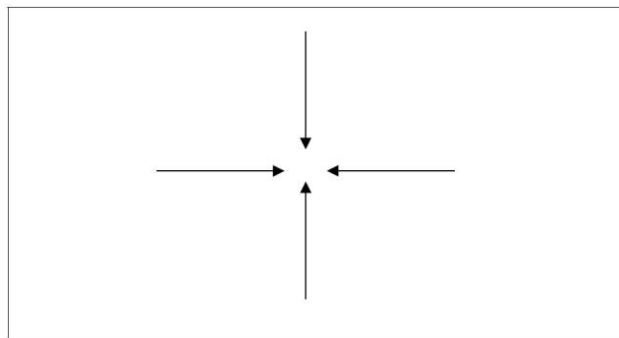
8.1. Általános szempontok

Morfo-fiziológiai szempontból nézve az ember korai fejlődése különböző szakaszokra osztható. Fontos kiemelni, hogy egy új fejlődési impulzus érinti az előző fázisok metamorfózisának teljes morfológiai és fiziológiai eredményét. Ez azt jelenti, hogy egy ilyen impulzus egy új fejlődési minőség kiindulópontját jelzi. Ettől kezdve ez az új minőség dolgozik az egész szervezetben. Amikor a biológiai óra működni kezd, a teljes szervezet bekerül az idő menetébe. Amikor az összehajlási folyamat elkezdődik, az az egész organizmusra kiterjed, és ugyanez érvényes a kiegyenesedési folyamatra is. A morfológiai fejlődés gyakran mutat ellentétes dinamikát a különböző fázisokban. A különböző fázisok megfigyelése megvilágítja a különböző dinamikai folyamatokat.

8.2. Centrum és periféria közötti viszony

8.2.1. Morfodinamika az első fázisban

Amikor a zigóta morulává alakul, a morfodinamikai folyamat az osztódás. Ennek a folyamatnak főként centripetális iránya van. A fejlődés a saját centruma felé irányul, és ezen fázis alatt a blastomerák mindinkább összetapadnak.

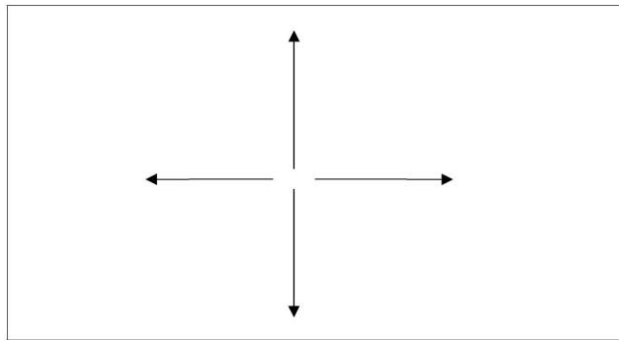


8.1. ábra: Morfodinamika az első fázisban

8.2.2. Morfodinamika a második fázisban

A beágyazódás után egy erős, centrifugális dinamika figyelhető meg a trophoblast fejlődésében (4.1. ábra)

A második hét fejlődése így a periféria felé irányul.

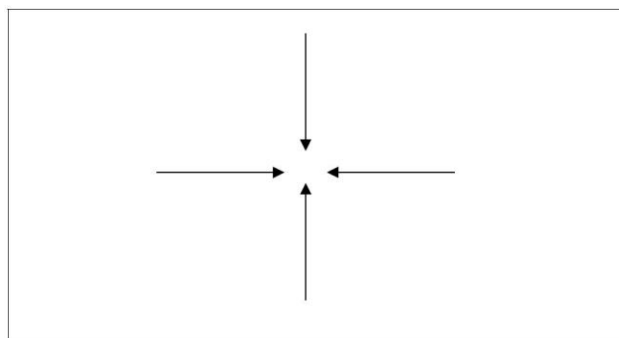


8.2. ábra: Morfodinamika a második fázisban

8.2.3. Morfodinamika a harmadik fázisban

Ha a trophoblast képződése nem zárul le, a fejlődés patológiássá válik. Ez a patológiás fejlődés mola hydatisosát (hólyagos üszök, üszök terhesség) eredményez.

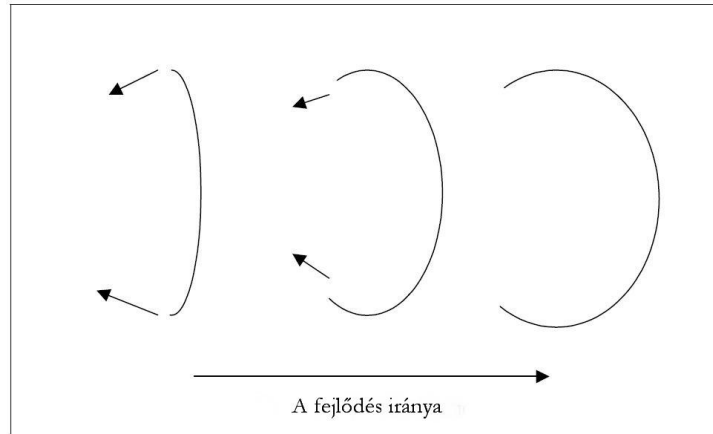
Amikor a háromlemezű embriópajzs kialakul, a fejlődés ismét irányt vált, és egy *centripetális* folyamattá válik. A morfológiai változások középpontjában az embriópajzs áll. Figyelemreméltó az invagináció és a mesoderma kialakulásának az embrió testében elfoglalt központi helyzete.



8.3. ábra: Morfodinamika a harmadik fázisban

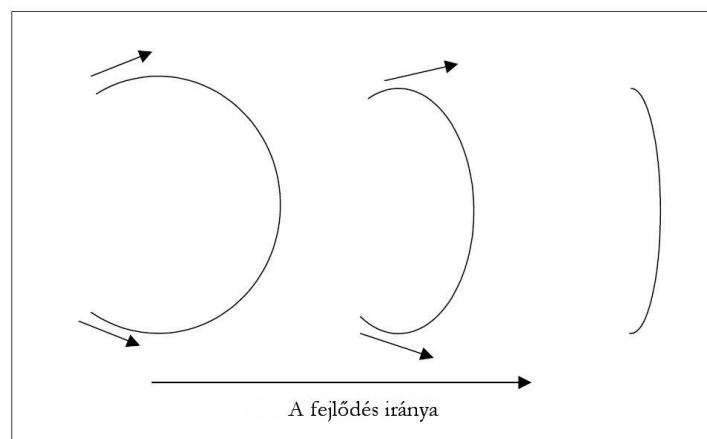
8.2.4. Morfodinamika a negyedik fázisban

Az összehajlási folyamatok se nem tisztán centripetálisak, se nem tisztán centrifugálisak. A testüreg kialakulása és a felegyenesedett testforma eredményeként egy homorú forma jön létre. Ez a következőképpen jellemezhető:



8.4. ábra: Morfodinamika a negyedik fázisban: összehajlás

A kiegyenesedési folyamatnak ellentétes iránya van:



8.5. ábra: Morfodinamika a negyedik fázisban: kiegyenesedés

9. Összegzés

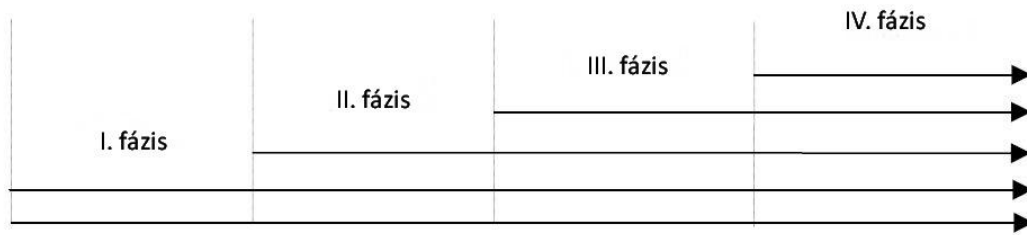
9.1. A fejlődés fázisai

Annak érdekében, hogy egy új keretet találjunk, amelyen belül azután az élő folyamatokat értelmezhetjük, az előszóban megfogalmaztuk a törekvésünket: „ezért választottuk a dinamikus minőség a morfológiai fázisokban kifejezést”.

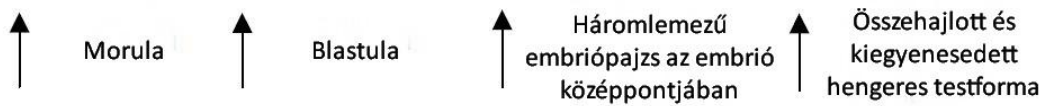
Hangsúlyoztuk, hogy: „a dinamikus minőség a morfológiai fázisokban a biológia funkcionális folyamataira utal”, majd bemutattuk, hogy ezek a funkcionális folyamatok hozzák létre a test alakját, a viselkedésnek és a tudat fejlődésének sajátos lehetőségeit.

Ebben az összegzésben a 9.1. ábra egy sémában ábrázolja a korai emberi fejlődés négy fázisának különböző aspektusait. Szeretnénk hangsúlyozni, hogy minden új fázis magában foglalja az előző fázis metamorfózisát, és egy a szervezet fejlődésén végighaladó folyamat kezdete. A fejlődés nem a különböző stádiumok összessége. Amikor egy új fázis kezdődik, az *egész embrió* belép egy új morfodinamikai folyamatba. Fontos, hogy tudatában legyünk annak, hogy a negyedik folyamat egészen a születés pillanatáig tart.

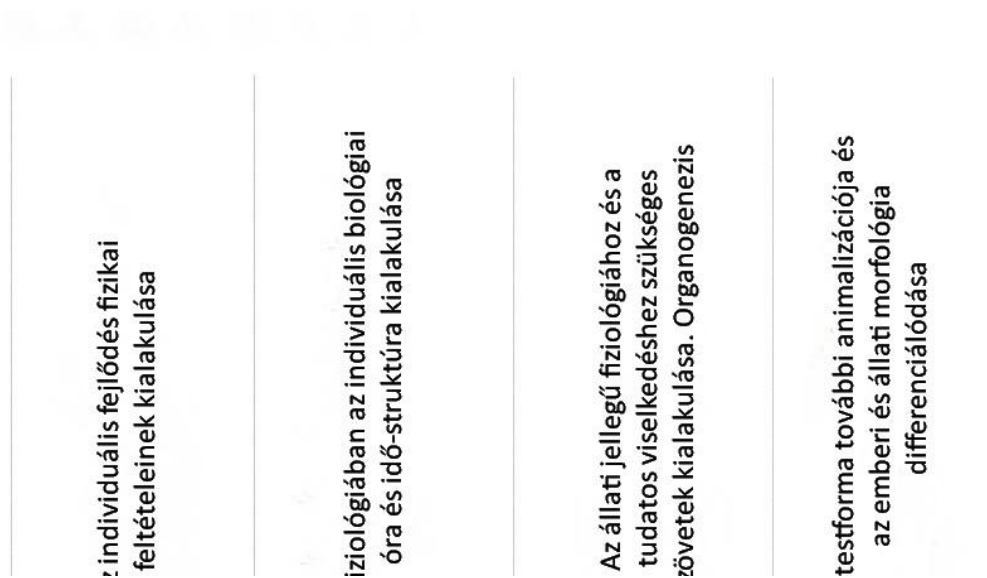
FÁZISOK



MORFOLÓGIAI ASPEKTUSOK A KÜLÖNBÖZŐ FÁZISOKBAN



JELLEGZETES FEJLŐDÉSI POTENCIÁLOK



Irodalom

Blechsmidt, E, *Vom Ei zum Embryo*, Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, Stuttgart, 1968.

Bortoft, H, *Goethe's Scientific Conciousness*. Institute for Cultural Research, 1986.

Drews, U, *Color Atlas of Embryology*, Thieme Verlag, 1995.

Langman, J, *Medical Embryology*, Lippincot Williams & Wilkins, 1995.

Poppelbaum, H, *Mensch und Tier*, Rudolf Gering Verlag, Basel 1933.

Rohen, J.W, *Morphologie des menschlichen Organismus*, Verlag Freies Geistesleben & Urachhaus GmbH,1998.

Rose,S, *Lifelines*, Penguin Books, 1997.

Steiner, R, *Goethes Weltanschauung*, 1. Auflage, Weimar 1897 (GA 6).

Verhulst, G, *Der Erstgeborene*, Mensch und höhere Tiere in der Evolution. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart 1999.

Vögler,H, *Human Blastogenesis*, Bibliotheca Anatomica 30, Karger, 1987.