

**BOLK'S COMPANIONS**  
FOR THE STUDY OF MEDICINE



# ANATÓMIA

Humán morfológia  
fenomenológiai nézőpontból

Guus van der Bie, M.D.



**LOUIS BOLK INSTITUUT**

**BOLK'S COMPANIONS**  
FOR THE STUDY OF MEDICINE

# ANATÓMIA

Morfológiai anatómia  
fenomenológiai nézőpontból

Guus van der Bie, M.D.

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



# 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 03  
ISBN/EAN 978-90-74021-38-8

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](http://www.louisbolk.nl)  
E mail: [g.vanderbie@louisbolk.nl](mailto:g.vanderbie@louisbolk.nl)

Colofon:  
©Louis Bolk Instituut, 2002  
Angolra fordította: Sandy Reinhart  
Borító: Monnot: Diszkoszvető, Capitolium, Róma

## 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.....	9
Köszönetnyilvánítás.....	10
1. Bevezetés.....	11
2. Általános szempontok a morfológiai anatómia kötetéhez .....	12
2.1. Az anatómiai megközelítés.....	12
2.2. Egy terv létezése.....	12
2.3 A terv realitása .....	13
2.4. A kötetről.....	13
3. A csontvázon alapuló morfológiai jellegzetességek.....	15
3.1. Bevezetés.....	15
3.1.1 A koponya alakja .....	15
3.1.2. A koponya desmalis és chondralis csontosodási magjai.....	16
3.1.3. Az agykoponya csontosodási folyamata .....	17
3.1.4. A koponyacsontok összeköttetései: synostosisok és suturák.....	17
3.1.5 A külső váz .....	18
3.1.6 A fej morfológiai jellegzetességei.....	19
3.2. A végtagok .....	19
3.2.1. A végtagok alakja.....	19
3.2.2. A végtagok dinamikus morfológiája .....	20
3.2.3. Enchondralis csontosodás .....	20
3.2.4. A hosszú csontok csontosodása .....	20
3.2.5. A hosszú csontok közötti összeköttetés: az ízületek.....	21
3.2.6. A hosszú csontok széttartó szerkezete .....	22
3.2.7. Az endoskeleton .....	22
3.2.8. Forma és mozgás.....	22
3.2.9. A végtagok morfológiai jellemzői.....	23
3.3. A mellkas .....	24
3.3.1. A törzs formája .....	24
3.3.2. A mellkas ritmikus szerkezete: ismétlődés és metamorfózis.....	25
3.3.3. A mellkas és a gerinc csontos kapcsolatai .....	25
3.3.4. Az exoskeletontól az endoskeletonig.....	25
3.3.5. A mellkas morfológiai jellemzői .....	26
3.4. Összefoglalás és konklúzió .....	26
3.5. Goethei szemlélet.....	27
3.5.1. Forma és dinamika .....	27

3.5.2. Centripetális dinamika és a gömbforma .....	28
3.5.3. Centrifugális dinamika és a sugárforma .....	28
3.5.4. Ritmikus dinamika és ritmikus forma .....	29
3.6. Még egyszer a tervről .....	30
4. A gerincoszlop morfológiája .....	31
4.1. Bevezetés .....	31
4.2. Metamorfózis a gerincoszlopban .....	31
4.2.1. A csigolya terve a bordához viszonyítva .....	31
4.2.2. A nyaki régió .....	32
4.3.2. Az ágyéki és keresztcsonti régió .....	33
4.2.4. A háti régió .....	33
4.3. Goethei szemlélet .....	33
4.3.1. A gerincoszlop morfológiai jellemzői .....	33
4.3.2. A bordák morfológiai jellemzői .....	34
5. Az idegrendszer morfológiája .....	35
5.1. Bevezetés .....	35
5.2. A központi idegrendszer .....	35
5.2.1. Korai fejlődés .....	35
5.2.2. A telencephalon .....	36
5.2.3. A diencephalon .....	37
5.2.4. A kisagy .....	37
5.2.5. Mesencephalon, metencephalon és myelencephalon .....	37
5.3. A perifériás idegrendszer .....	38
5.3.1. Sugaras struktúra és plexusképzés .....	38
5.4. A gerincvelő .....	38
5.4.1. Bevezetés .....	38
5.4.2. A gerincvelői idegek szegmentális szerkezete .....	39
5.5. Idegrendszer és tudat .....	39
5.5.1. A fej tudata .....	39
5.5.2. A metabolikus szervek, a csontváz és az izmok tudata .....	39
5.5.3. A ritmikus szervek tudata .....	40
5.6. Goethei szemlélet .....	40
5.6.1. Az intracranialis idegrendszer: gömb és sík .....	40
5.6.2. A perifériás idegrendszer: sugaras szerkezet .....	41
5.6.3. A gerincvelő: a ritmikus idegrendszer .....	41
6. A légutak morfológiája .....	42

6.1. Bevezetés.....	42
6.2. A légutak fejlődése .....	42
6.2.1. Az orrmelléküregek .....	42
6.2.2. A tüdő alveolaris területei.....	43
6.2.3. A légcső és a bronchusfa: a ritmikus levegő .....	44
6.2.4. A gége.....	44
6.3. Goethei szemlélet.....	45
6.3.1. Intracranialis levegő: gömbforma és centripetális dinamika.....	45
6.3.2. Alveolaris levegő: centrifugális (divergens) dinamika.....	45
6.3.3. Ritmikus levegőmozgások .....	45
7. Az emésztőrendszer morfológiája.....	46
7.1. Bevezetés.....	46
7.2. Az előbél: emésztés és érzékelés .....	46
7.2.1. Az emésztőszervek .....	46
7.2.2. A garatbél .....	46
7.2.3. A táplálék érzékelése.....	47
7.3. Az utóbél.....	47
7.4. A középbél .....	47
7.4.1. A ritmikus aspektus .....	47
7.5. Goethei szemlélet.....	48
7.5.1. Bevezetés .....	48
7.5.2. Az előbél .....	48
7.5.3. Az utóbél.....	49
7.5.4. A középbél .....	49
8. Összehasonlító morfológia .....	50
Bevezetés .....	50
8.1. A fej összehasonlító morfológiája .....	50
8.1.1. A fej formája .....	50
8.1.2. A fej helyzetének és tartásának összehasonlító morfológiája .....	50
8.2. A végtagok összehasonlító morfológiája.....	51
8.2.1. A végtagok alakjának morfológiája .....	51
8.2.2. A végtagok helyzete .....	52
8.2.3. Négy lábúság és két lábúság .....	52
8.3. A mellkas .....	52
8.3.1. A mellkas összehasonlító morfológiája .....	52

8.3.2. A mellkas elhelyezkedésének összehasonlító morfológiája a légzéssel összefüggésben .....	52
9. Polarizáció és ami középen van.....	54
9.1. bevezetés.....	54
9.2. A fej.....	54
9.2.1. A neurocranium (agykoponya).....	54
9.2.2. A splanchnocranium .....	54
9.2.3. A pneumocranium.....	55
9.2.4. A nagy erek.....	55
9.3. A törzs.....	55
9.3.1. Az idegrendszer és a törzs .....	55
9.3.2. Az emésztőrendszer és a törzs .....	55
9.3.3. A levegős üreg és a törzs .....	56
9.4. A végtagok.....	56
9.4.2. Az emberi kéz és láb .....	57
9.4.3. Az emberek és emlősök közötti különbség .....	57
Irodalom .....	59



# Előszó

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

A morfológia területén mi is hasonló kihívás előtt állunk. Szükségszerű, hogy egy kielégítő alternatív értelmezési keretet nyújtsunk. Miközben megpróbáltuk orvosolni ezt a problémát, két cél elérésére törekedtünk: egyrészt felvázolni egy 'alternatív értelmezési keretet', másrészt megmutatni, hogy ez az alternatív keret, amely dinamikus minőségeket jellemez a morfológiában, új lehetőségeket nyit a morfológiai tények értelmezése terén. Az anatómiát fenomenológiai szemléletmóddal vizsgálva, majd a goethei tudomány segítségével értelmezve jutottunk el a morfológiában a dinamikus minőség jellemzéséhez. Úgy gondoljuk, hogy egy új értelmezési keret akkor lesz segítségünkre a biológiában, ha láthatóvá teszi az utalást a funkcionális minőségekre. Ez esetben számos tény és részlet válik összefüggéseiben láthatóvá, és a morfológia felismerhető aspektusából lesz értelmezhető. Azért választottuk *a dinamikus minőség a morfológiában* kifejezést, mert ez lehetővé teszi, hogy összefüggést lássunk a tények között. Látható, hogy a *dinamikus minőség a morfológiában* a biológia funkcionális folyamataira utal.

Ez új elveket eredményez a morfológiában. Az új elvek által ismét lehetséges lesz a morfológiai tények megértése az élő szervezetben. 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 anatómiai 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 anatómiai morfológia 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 anatómia tankönyveket. A kötetben található információk tömörek, és feltételezik a hagyományos tankönyvek anyagának ismeretét.

# Köszönetnyilvánítás

Ez a kötet, mely a Louis Bolk intézetben (Driebergen, Hollandia) íródott, kollégáimmal való ösztönző eszmecserék eredménye. Értékes észrevételeiért nagyon hálás vagyok F. Amons-nak, A. Bos-ak, W. Schad-nak, E. Schoorel-nek, Chr. van Tellingen-nek, G. Verhaagennek és J. van der Wal-nak.

A projekt pénzügyi alapját a következők adományai teremtették meg: Iona Stichting, Stichting Phoenix, Stichting ter Bevordering van de Heilpedagogie, Mahle Stiftung és Evidenz Gesellschaft.

Guus van der Bie, Driebergen, 2002. November

# 1. Bevezetés

A BOLK KOMPENDIUMOK AZ ORVOSI TANULMÁNYOKHOZ sorozat *Morfológiai Anatómia* kötete medikusok, orvosok, ápolók és más egészségügyi dolgozók számára készült. A sorozat sajátos jellege az emberi szervezet fenomenológiai megközelítésében rejlik. Ez a fenomenológiai megközelítés lehetőséget kínál az ember látásmódjának fejlesztésére, amely egy továbblépés az úgynevezett materialista redukcionizmustól. Az általunk választott, Goethe által leírt sajátos fenomenológiai módszer lehetőséget ad az ember struktúrájának dinamikus látásmódjára. A tényeknek a hagyományos tudománytól eltérő módon történő rendszerezése és értelmezése által az emberi szervezet alternatív látásmódját hozzuk létre, melyben bepillantást nyerünk azokba a különféle morfológiai részletek között levő lényeges kapcsolatokba.

Goethe módszerének a lényege alapvetően a kutató aktívan résztvevő attitűdjén alapul. E miatt az alapvető attitűd miatt a megfigyelés átalakul *empatikus megfigyeléssé*, ahogyan a megfigyelt tárgyat dinamikusan érzékeljük. Ez a *dinamikus aspektus* a morfológiában egy dinamikus megértési, értelmezési kerethez vezet, mely összeköthető olyan dinamikus aspektusokkal, mint amilyenek a tudatban nyilvánulnak meg. Ez a látásmód nem csak fizikai jelenségeket tartalmaz, de vezérfonalat is kínál a szervezet és a tudat közötti viszony tanulmányozásához.

*A morfológiát és pszichológiát egymáshoz való viszonyukban tanulmányozhatjuk az elsajátított fenomenológiai látásmód alapján. Morfológiai megközelítést alkalmazva az anatómiai struktúrák formája, funkciója és hatása az egymáshoz való viszonyuk alapján írható le.*

## 2. Általános szempontok a morfológiai anatómia kötetéhez

### 2.1. Az anatómiai megközelítés

A szervezet *anatómiai megközelítése* részletes adatok sokaságát helyezi helyes megvilágításba. A csontváz, az izmok, az érzékszervek, az idegek és a belső szervek nyitva állnak és tanulmányozhatók.

A részletek ismerete ugyanakkor nem ad számunkra betekintést a *szervezet formájába a maga teljességében*, és nem világítja meg a számos részlet morfológiai sajátosságait és a köztük levő topográfiai kapcsolatot.<sup>1</sup>

Ha egy anatómiai boncolás után a talált részleteket újból egy egész szervezetté akarjuk összeállítani, ez csak úgy lehetséges, ha az eredeti formát vesszük figyelembe. A részletek ismerete, mint olyan, nem ad semmilyen bepillantást a szervezet külső formájába vagy *tervrajzába*. Valaki, aki soha nem figyelte meg az emberi szervezetet *egészben*, nem lesz képes az egyes különálló részek értelmes kombinációjához eljutni. Úgy tűnik ezért, hogy a szervezet *tervrajzának* – vagy *alakjának* /'Gestalt'/ – van tulajdonképpen saját identitása és a részletek ezen identitás toldalékaiként értékelhetők.

Az egész ismerete az alapja minden morfológiai érzékelésnek. Goethe metodikájának a segítségével képes lesz az ember egy megismerési folyamat létrehozására, melyben a jellemző morfológiai sajátosságok egy átfogó betekintést adnak az egész szervezet morfológiájába.

### 2.2. Egy terv létezése

Az összehasonlító anatómia közvetlenül látható módon mutatja meg, hogy az organizmusok egy sajátos terv szerint fejlődnek. Így a magasabb rendű emlősök mindig jól megkülönböztethető fejjel, törzssel és végtagokkal rendelkeznek. Ez a szerkezet megtalálható egészen a fossziliákig visszamenően, a *trilobiták* pedig éppen ennek *a hármas tagoltság*nak köszönhetik a nevüket.

A fejben koncentrálnálva találjuk az idegrendszert az agy formájában, a végtagokat az izmok mozgatják, a törzs pedig a belső szerveket tartalmazza. *A fej, a törzs és a végtagok* – az emlős szervezet makroszkopikus formája – mindig elkülöníthetők. Ez nem kizárólag az emlősöknél van így. Madarak, kételtűek, hüllők és számos rovar szervezete mutat hasonló *tervrajzot*

---

<sup>1</sup> A modern genetika szintén nem ad számunkra választ a morfológiai struktúrák valódi természetére vonatkozó kérdésre. A genetika fehérje-kémiájának nincs magyarázata a szervezet különböző részeinek, vagy a szervezet egészének makroszkópos formájára.

## 2.3 A terv realitása

Egy szervezet tervrajzának a felismeréséhez egy összehasonlító, leíró kutatásmód szükséges. Ez a kutatás organizmusok széles skáláját foglalhatja magában, hogy képesek legyünk a morfológiájukban található hasonlóságok és különbségek felismerésére.

Egy második lehetőség, hogy egy organizmuson belül különböző rendszerek morfológiai sajátosságait tanulmányozzuk, hogy felfedezzük, hogy a terv hogyan nyilvánul meg a különféle szövetekben és szervrendszerekben.

Ebben a kötetben főleg az utóbbi módszert fogjuk követni. Célunk, hogy képesek legyünk felismerni és leírni *egyetemesen működő morfológiai dinamikákat*. Ha az általános morfológiai jellegzetességeket megtaláltuk, leírhatjuk a különböző rendszerek részleteiben levő variációkat.

A terv realitása a makromorfológiából vezethető le, a szervek és a szervezetek egészének a morfológiájából. Itt az a probléma merül fel, hogy minden egyes individuális szervezet a terv egy variációja. Ezért magától értetődik, hogy a terv létezését elutasíthatnánk az organizmusok individuális fejlődésének a létezése javára. Mégis az osztályozás lehetősége, hogy például fajokat és családokat tudunk elkülöníteni, bizonyítja, hogy a morfológia mindig elismerte az alakra és formára vonatkozó általános elvek létezését. Például az állatvilág felosztása puhatestűekre, tömlős állatokra, gerinctelenekre, gerincesekre stb. egy példa arra a felismerésre, hogy *a fajok specifikussága morfológiai karaktereken alapul*. Az a tény, hogy a nyilvánvalóan típusosan megformált szervezetek mellett vannak morfológiailag 'borderline esetek' is, nem zárja ki tervek létezését.

→ *Ebben a Morfológiai Anatómia kötetben capita selectát használunk, hogy megkeressük és bemutassuk az emberi szervezet alapjául szolgáló tervrajzot. Ehhez leíró, fenomenológiai módszert alkalmaztunk.*

## 2.4. A kötetről

Ebben a kötetben az emberi szervezet anatómiai/morfológiai aspektusai kerültek leírásra. Nem célunk az anatómia tankönyvektől elvárható részletesség. Számos anatómia tankönyv létezik, közülük sok igen kiváló minőségű.

Azért választottunk ki megtárgyalásra bizonyos anatómiai témákat, mert az egész emberi organizmuson áthatoló terv megtanulásához nyújtanak segítséget, és fenomenológiai megközelítést tesznek lehetővé. Ez nem jelenti azt, hogy más anatómiai részletek vagy rendszerek ne lennének alkalmasak egy ilyen megközelítésre. Azért döntöttünk tudatosan a válogatás mellett, hogy *megtanítsuk az olvasót, hogyan fejlessze a fenomenológiai készségeit*. Nem szorítkoztunk csupán egy rendszer - például a csontváz - leírására, mert a tervrajz különböző rendszerekben való megjelenésének az összehasonlítása helyesebb fogalmat ad arról, hogy pontosan mi az, ami ismétlődött, és mi az, ami átalakult

(metamofozálódott) ezek között a rendszerek között. Az olvasó maga természetesen végezhet fenomenológiai tanulmányokat az itt nem tárgyalt anatómiai rendszereken is.

# 3. A csontvázon alapuló morfológiai jellegzetességek

## 3.1. Bevezetés

Számos természettörténeti múzeumban ki vannak állítva ma is élő és kihalt állatok csontvázai. Az iskolázott és iskolázatlan néző számára is egyszerűen ránézve a csontvázra világossá válik az *egész szervezet formája*. Ez a kifejezőkészség és az igazi formával való összefüggés olyan erős, hogy még a paleontológia is az *egész szervezet formája reprezentánsának* tekinti a csontvázat. A paleontológiában a szervezetek rekonstrukciójához a megtalált csontvázakat – és csontváz részeket – használják. A rekonstrukciókat igen élethűnek tartjuk, mert a csontváz részei összefüggésben állnak a teljes szervezet makroszkopikus formájával.

Ezért a csontváz különleges helyet foglal el az összes szervrendszer között:

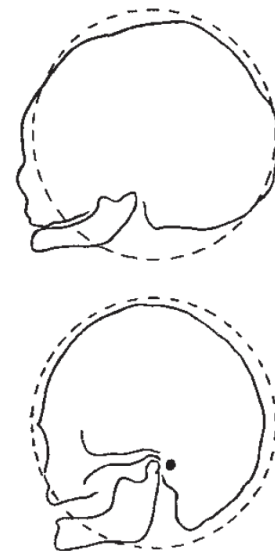
*A csontváz az egész szervezet specifikus formájának legjellemzőbb megnyilvánulása.*

A csontváz az emberi szervezet morfológiáját kutató tudományos vizsgálat különösen megbízható alapja. Ezért kezdődik ez a kötet a csontváz vizsgálatával.

### 3.1.1 A koponya alakja

Morfológiailag a legjellegzetesebb része az emberi koponyának a gömbölyű, boltozatos koponyatető. Az agykoponyának szemöldöktől a foramen magnumig – bizonyos variációkkal – szinte tökéletes gömb alakja van. A koponyaalap és a maxillát és mandibulát tartalmazó rész könnyedén kitölti a gömb hiányzó részét, így a fej, mint egész (az agykoponya és a koponyaalap, illetve az arc csontjai) gömb benyomását kelti.

Ha egy kisgyermek koponyájának a növekedését a gömbformát szem előtt tartva tanulmányozzuk egészen felnőttkorig (3.1. ábra), szembeűnő, hogy a jellegzetes gömbforma érintetlen marad a koponya fejlődése során. A koponya növekedése ezért sajátos növekedési dinamikát mutat: a koponya belsejében a csont eltűnik, míg kívül a csontszövet lerakódása történik. Ez főleg az agykoponyára vonatkozik. Fejlődése és növekedése során a koponyacsontok egyenlő távolságot tartanak fenn egy

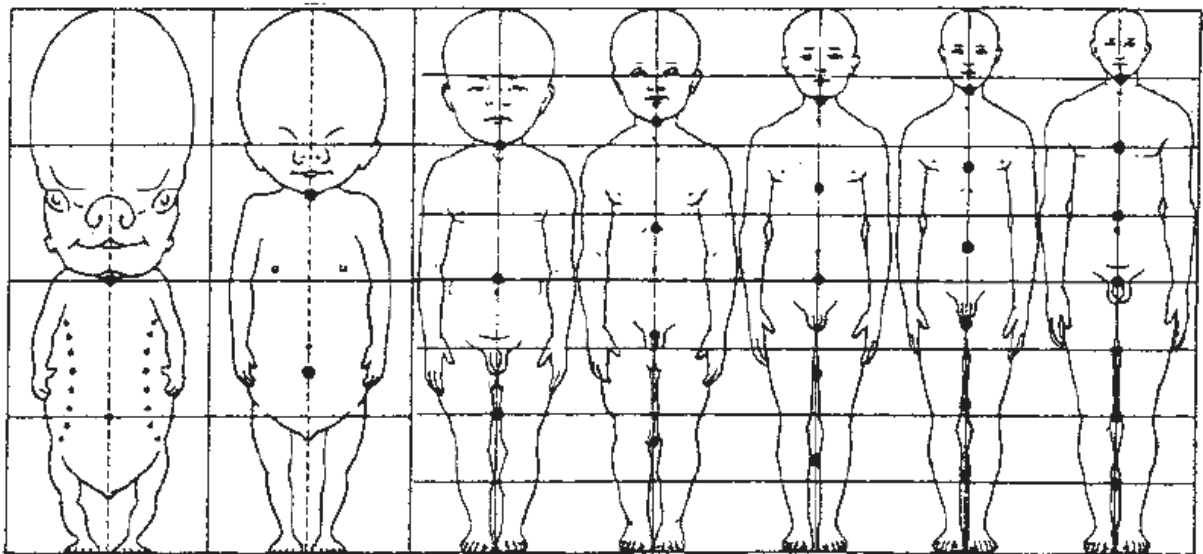


3.1. ábra A fej gömbformája az élet során

gömb képzeletbeli középpontjától.

A koponya lapos csontjai, melyek desmalis (kötőszövetes) csontosodással alakulnak ki, a koponya egészésként való növekedésének koncentrikus növekedési dinamikát biztosítanak. Ahogy a 3.1. ábrán látható, az arc növekedése szintén alkalmazkodik ehhez a dinamikához, ezért a gömbszerű növekedés morfológiai dinamikájába helyezi magát. Az emberi fej megőrzi a jellegzetes gömb alakját a korai fejlődéstől egészen az élet végéig.

Szembeszökő, hogy – a test tervrajzán belül – csak a fej az, amelyik makroszkopikusan gömb alakban fejlődik, és megtartja azt a későbbi növekedés során (3.2. ábra). Ez a jelleg akkor válik különösen világossá a dinamikus, összehasonlító szemlélet számára, amikor a koponya növekedését a végtagokéval hasonlítjuk össze (3.2. fejezet).



3.2. ábra A test és a fej alakjának a fejlődése az élet során (Husemann)

### 3.1.2. A koponya desmalis és chondralis csontosodási magjai

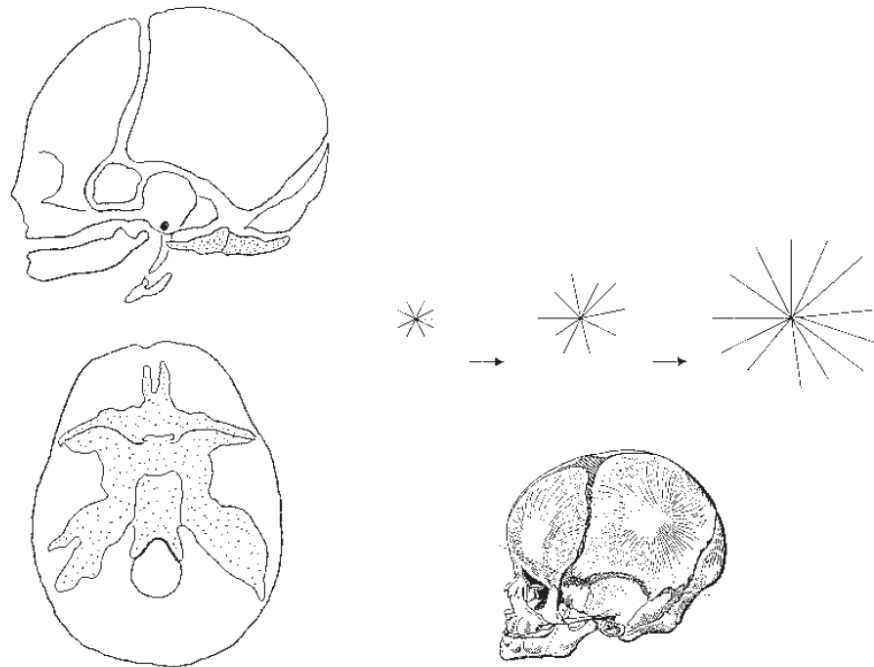
Az agykoponya csontjai főként *desmalis csontosodással* jönnek létre, vagy desmalis és chondralis csontosodás kombinációjával, mint az ékcsontról, a halántékcsontról és a nyakszirtcsontról. Ezeknek a csontoknak a koponyaalaphoz tartozó része chondralis, az agykoponyához tartozó része pedig desmalis irányultságú. A primitív agyat körülvevő kötőszövet előkészítő szakasza a desmalis csontnak, mely kerek, lapos kötőszöveti lemezek formájában nő (3.4. ábra). Ezeknek az interstitialis lemezeknek a sejtjei az *ectodermából* (velőredő) származnak, és nem a mesodermából, ahogy a többi csontszövet. A desmalis csontosodásnál az osteoblastok közvetlenül a mesenchymális sejtekből fejlődnek. Ezek sajátos helyet foglalnak el a csontváz fejlődésének folyamatában, amely szinte mindenhol enchondralis csontosodással zajlik. A nyakszirtcsontról és a koponyaalapot és állkapcsot alkotó részek mesodermális szövetből fejlődnek. Ez a koponyaalpnál a paraxiális mesodermát és a



garatívek mesodermáját jelenti (3.3. ábra). A koponya ezen részében zajló csontképződés rokonságot mutat a végtagokban lejátszódó csontképződéssel (3.2.3. fejezet).

### 3.1.3. Az agykoponya csontosodási folyamata

Az a mód, ahogyan a csontosodás az agykoponya csontjaiban végbemegy egyedülálló a szervezetben. Minden koponyacsontnak van egy központi elhelyezkedésű csontosodási centruma. Ezekből a centrumokból primitív csontgerendák nőnek centrifugálisan a periféria felé. A csontosodás *radiális és centrifugális* növekedéssel (3.4. ábra) zajlik a kezdetleges csont (primordium) lapos részén. A csontosodásnak ebben a formájában felismerhetjük a kört egy középponttal és kísérő sugarakkal, mint archetípust.



3.3. ábra A koponya desmalis (fehér) és chondralis (pöttyös) csontosodása

3.4. ábra A koponyacsontok radialis csontosodásának vázlata (Benninghof és Goertler)

### 3.1.4. A koponyacsontok összeköttetései: synostosisok és suturák

A csontváz különféle részeinek egymáshoz való csatlakozása jelentősen változik a testben való elhelyezkedés szerint. A csontváz részei közötti legszorosabb összeköttetés a koponyánál található, különösen az agykoponyánál. Felnőttben a homlokcsont – az eredeti kettő helyett - egy darabból áll, a homlokcsontok közötti, kezdetben meglévő sutura (3.5.

ábra) teljesen eltűnik. Ezt a csontos kapcsolatot ezért *synostosis*-nak nevezzük. A falcsontokkal való összeköttetés a *koronavarrat*. A varratok (suturák) anatómiai szerkezetének köszönhetően a koponyacsontok egymáshoz képest közel mozdulatlanok. Az itt megnyilvánuló morfológiai kapcsolat határozottan a *konvergencia és immobilitás* felé irányuló tendenciaként jellemezhető.

Ízületek, melyek bármilyen szabad mozgást tennének lehetővé a koponya csontjai között, nem található az agykoponyán. A fejen található ízesülő csontrészek, ízületek, mint a temporomandibuláris ízület és a halló csontok közötti ízületek, a kopolyúívekből származnak, és szorosabb értelemben nem tekinthetők a koponyafejlődés részének.

### 3.1.5 A külső váz

A fejen az agy, a nagy erek és az agyidegek kezdeti részei az agykoponyában helyezkednek el. A csont közvetlenül a bőr alatt található és közvetlenül megfigyelhető. A fej – különösen az agykoponya – ezért lényegében egy *exoskeleton*, egy külső váz.

A szem kivételnek tűnik ez alól az általános szabály alól, mert a koponyán kívül, de mégis az orbitán belül van.

A szemek mindemellett nem mozdulatlan szervek, mint a hallószerv, az egyensúly szerve és a szaglószerv. A szemizmok jelenlétével a szemnek van egy mozgató alkatrésze is, mely a végtagokéhoz hasonlítható: a szemek hasonlóan tudnak mozogni, mint a karok és a lábak. Ebben az értelemben a szemek szoros rokonságban állnak a végtagokkal is, melyek más morfológiai törvényeket követnek, hiszen belső vázuk /endoskeleton/ van. Az orbita mind a koponya, mind a végtagrendszer jellegzetességeit mutatja. Az orbita részben magába zárja a szemet és csonttal veszi körül, ami az agykoponyára jellemző, ugyanakkor nem része a koponyaüregnek. Ahogy a medence a comb izmai számára, az orbiták szintén eredési pontokat hoznak létre a szemizmok számára, s ezáltal az endoskeleton funkcióját töltik be. A koponyaalapon két struktúrát találunk, melyek az endoskeleton funkcióját töltik be, a *processus styloideus* és a *processus pterygoideus*.

Mindkettő jellegzetes struktúra, melyek a koponyaalapról nőnek ki, abból a részből a koponyának, amely eredetileg szoros rokonságot mutatott a végtagokkal, ahogyan azt a *chondralis* és *desmalis* csontosodásnál láthattuk (3.1.2 fejezet). A *processus styloideus* és a *processus pterygoideus* a rágóizmok, a nyelésben résztvevő izmok és az orrgarat izmainak



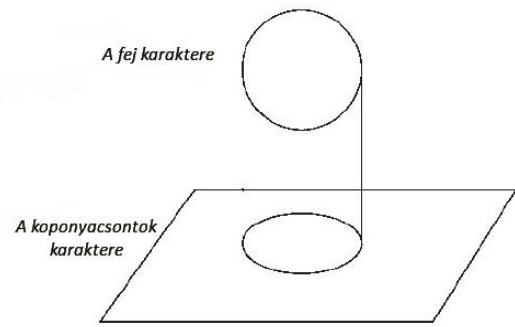
3.5. ábra Egy felnőtt és egy újszülött koponyája (Woerdeman)

eredési pontjául szolgálnak. Így világossá válik, hogy egy testrészen – jelen esetben a fejen – belül következetesen és igen részletesen nyomom követhető egy polarizáló princípium (9. fejezet).

### 3.1.6 A fej morfológiai jellegzetességei

Az emberi fejnek jellegzetes *gömb formája* van, mely elsősorban az agykoponya *lapos* csontjaiból áll. Ez a morfológiai tendencia számos módon megmutatkozik. Az emberi fej makroszkopikus megjelenésében ez a tendencia rögtön megfigyelhető, s legkifejezőbbben az agykoponya képződményében nyilvánul meg. Mikroszkopikusan a csontosodási centrumok alakját (3.1.3. fejezet) síkok és gömbök geometriájával írhatjuk le, mivel a kör a középpontjával és a hozzá tartozó sugarakkal a gömb sík felületre eső vetületének tekinthető (3.6. ábra). A *sík* (matematikailag végtelen nagy sugarú gömb) és a *gömb* azok a formák, melyek az emberi lényben a koponya formájának és fejlődésének az alapját adják.

→ *A fej és a koponya morfológiájának jellegzetessége a sík és a gömb.*

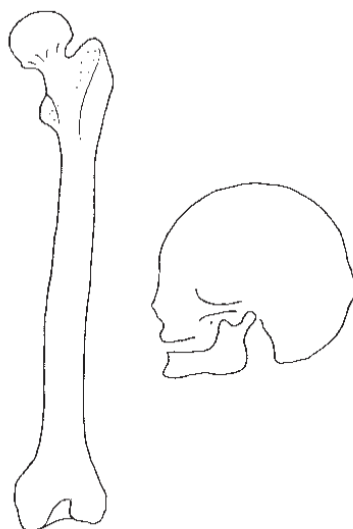


3.6. ábra gömbök és síkok a koponya morfológiájában

## 3.2. A végtagok

### 3.2.1. A végtagok alakja

A végtagok vázát elsősorban a hosszú (csöves) csontok adják. Az ókori anatómusok helyesen választották a 'hosszú csont' kifejezést. Egy felkar vagy egy comb azonban nemigen csőszerű a szó valódi értelmében. Nyilvánvaló, hogy az ókori anatómusok a morfológiai dinamika



3.7. ábra Koponya és combcsont



3.8. ábra radialis forma és párhuzamosság, mint a végtagok jellemzői

iránti természetes érzékükre alapozva választották ki a nomenklatúrájukat. A hosszú csontoknak *sugaras és párhuzamos struktúrájuk* van, üregesek, és a testük keresztmetszete közel kör alakú.

A koponyát a hosszú csontokkal összevetve rögtön szembeötlik a morfológiai sajátosságaik közötti különbség (3.7. ábra).

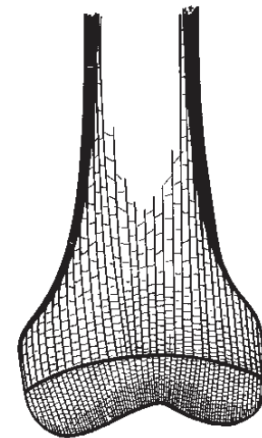
### 3.2.2. A végtagok dinamikus morfológiája

A hosszú csontok alakja teljesen más dinamikát mutat, mint a koponyáé. A koponya formája a gömb jellegzetességeit hordozza, a hosszú csontoknak *sugaras és párhuzamos* szerkezetük van. Ahogy a koponya sem tökéletes gömb, a hosszú csontok sem tökéletesen sugárirányúak. Ezért szükséges a *morfológiai jellemző* kifejezés használata. Azokon a helyeken, ahol a karon és lábon különböző csontok egymás mellett helyezkednek el, egy világos párhuzamosság látható: a lábszár csontjai, az alkar, a kéz- és lábközép csontok, az ujjak és a lábujjak gyakorlatilag egymással párhuzamos lefutásúak (3.8. ábra).

→A hosszú csontok jellegzetessége a sugárszerű forma és az egymással párhuzamos lefutás.

### 3.2.3. Enchondralis csontosodás

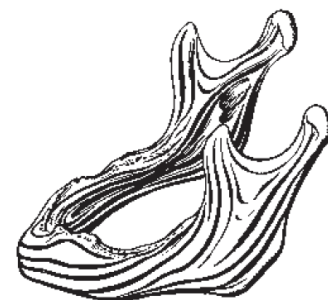
A hosszú csontok a porcos váz elcsontosodása által jönnek létre, mely a végleges csontváz prekurzoraként működik. Ez mesodermális eredetű, és a csontosodás során a csont a porc helyét veszi át. Az enchondralis csontosodás során a mesoderma először porccá, majd csonttá fejlődik (az agykoponyánál a velőredőből származó mesoderma közvetlenül alakul csonttá).



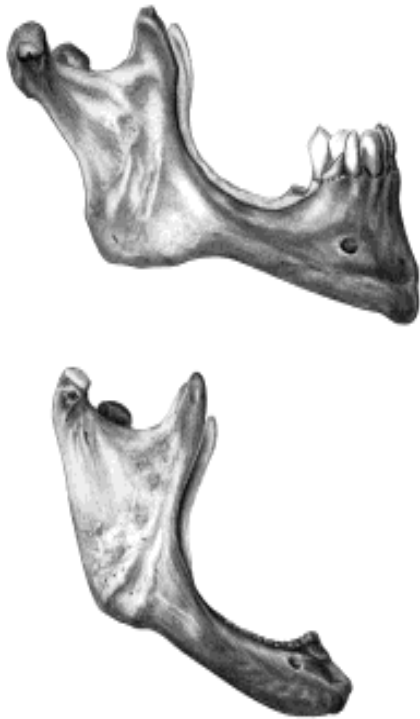
3.9. ábra Trabeculák a végtagcsontban

### 3.2.4. A hosszú csontok csontosodása

A hosszú csontok csontosodása két csontosodási centrumból indul ki: az epiphysealis csontosodási centrumokból a csontok distalis és proximalis részén és a diaphysis periosteumából. Az epiphysealis centrumok és a diaphysis között gyűrű alakú porcos korongok vannak (epiphysis porclemez), melyek hosszú időn keresztül folytatják a porcképzést. A csontgerendák, melyek enchondralis csontosodással jöttek létre *párhuzamosak*, és a csontban hosszanti irányban helyezkednek el. A csont



3.10. ábra trabeculák a kopolyúívből fejlődő csontban (Benninghof)



3.11. ábra Fogvesztés következtében kialakult csontsorvadás (Woerdeman)

vastagsága növekszik, mert a csontszövet a felszínen felépül, a test középpontjában pedig felszívódik, s így létrejön a velőüreg. Ez a fajta csontvázképződés közvetlen kapcsolatban áll a gravitáció szervezetre való hatásával. A hosszú csontok alakját és kalcifikációjának fokát nagymértékben a gravitáció hatása határozza meg. Ezt egyértelműen kimutatta a csontgerendák struktúrájának a gravitációs hatással való összefüggését vizsgáló kutatás. A csontgerendák a csontvázra ható gravitációs erővonalaknak megfelelően alakulnak ki (3.9. ábra). Súlytalanság állapotában a törzs és a végtagok csontjait dekalifikáció fenyegeti az elégtelen gravitációs hatás miatt.

A fejben szintén a csontváz enchondralis csontosodása megy végbe a koponya azon részén, mely a kopolyúvekből és a paraxialis sclerotomból fejlődik (3.3. ábra). A csontváz ezen részén a csontgerendák felépítése a végtagok felépítésével azonos jellegzetességeket mutat (3.10. ábra).

Ezen a területen szintén találunk erőket, melyeket a rágóizmok fejtenek ki a csontra. Azokról a területekről, ahol ezek az erők már nem hatnak a csontra, a csontszövet legnagyobb része eltűnik. Kiváltképp ez a helyzet a fogak elvesztése után, melyek a mechanikai erőket rendes körülmények között átviszik a csontra (3.11. ábra).

### 3.2.5. A hosszú csontok közötti összeköttetés: az ízületek

A végtagok csontjai közötti kapcsolatra kiváló példa a *synovialis ízület*. Ezt a fajta ízületet a csontváz folytonosságának a teljes megszakadása jellemzi. A synovialis ízületben a folytonosságot inak és szalagok biztosítják, nem csont vagy porc. Ez a típusú ízület egymáshoz képest maximális mozgási lehetőséget teremt a végtagok csontjai, és így a test, mint egész számára. Ilyenformán a lehető legnagyobb polaritás áll fenn azzal szemben, amit az agykoponyánál láttunk, ahol synostosisok és varratok képződtek. (3.1.4. ) A synovialis ízület egy ízfejből és egy vápából áll, melyeket szalagok vesznek körül. Mind az ízfejet, mind a vápát egy réteg porc borítja. A porcos felszínek sehol sincsenek kapcsolatban egymással. Ez az egyik ok, amiért a synovialis ízületnek optimális mozgási szabadsága lehet. Az agykoponya csontos vázában sehol sem található porc.

### 3.2.6. A hosszú csontok széttartó szerkezete

Az egyik szembeűnő jelenség a végtagok morfológiájában a *divergencia* elve. Ha a proximalis végtől a distalis felé haladva követjük a végtagok csontvázának részeit, egyre több csontot találunk.

Felkar/comb: 1

Alkar/lábszár: 2

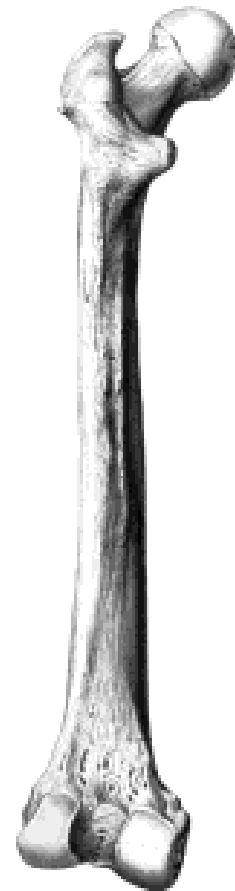
Proximalis kéztő/lábtőcsontok: 3

Distalis kéztő/lábtőcsontok: 4

kézközép/lábközépcsontok 5

kéz/lábujjcsontok: 14

Ezt a *divergencia* felé irányuló tendenciát nem csak a csontok számában, de a csontok formájában magában is megfigyelhetjük. Ez látható például a femur és a humerus dorsalis oldalán: a femuron a linea aspera divergenciáját találjuk (3.12. ábra), a humeruson pedig a fossa olecranit medialisan és laterálisan szegélyező két perem szétválását és kiszélesedését. A femur és a humerus két condylusa ezekből a divergáló vonalakból fejlődik ki. Ez a divergenciára irányuló tendencia folytatódik azután az alkar és a lábszár alakjában, melyek két csontból állnak: a tibiából és fibulából, illetve az ulnából és radiusból. Ezen csontok kettőseinek formája szintén divergenciát mutat, így a lábszáron létrejönnek a malleolusok, az alkaron pedig a procesuss styloideusok.



3.12. ábra Divergencia a combcsont szerkezetében (Benninghof)

### 3.2.7. Az endoskeleton

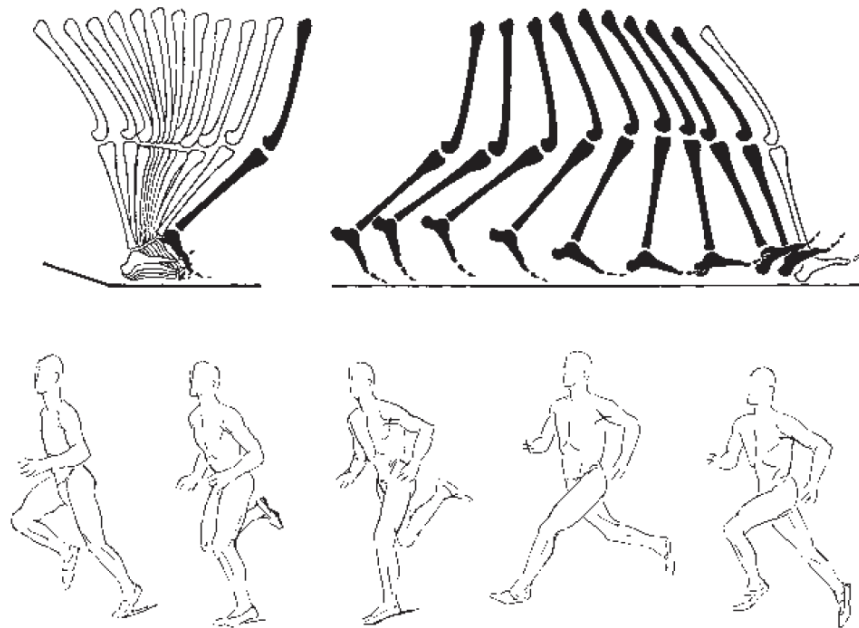
A végtagok csontjai - az agykoponya csontjaival ellentétben – általában teljesen körül vannak véve izmokkal, inakkal és szalagokkal. A nagy erek és idegek szintén a csontvázat körülvevő struktúrák részei (3.1.4). Az agykoponyában a csontok kívül vannak, és tisztán láthatók. A szerkezetük miatt a végtagok csontjai legnagyobb részben el vannak fedve a megfigyelés elől. Ezért a végtagok formájának topografikusan olyan felépítése van, mely szöges ellentétben áll a koponya, különösen az agykoponya szerkezetével.

### 3.2.8. Forma és mozgás

Ha megfigyelünk egy embert vagy állatot mozgás közben, folyamatos *átalakulási folyamatot, metamorfózist* tapasztalunk. Amikor a végtagok mozognak (a testhelyzet és arckifejezés

változik), a test alakja feloldódik, és csak akkor szilárdul meg, ha megállunk. Mozgás közben a különböző formák egyenletesen alakulnak át egymásba. A mozgó ember vagy állat által keletkező formák száma végtelen nagy, ezeknek a mozgásoknak a folyamatos (áramló) jellege miatt.

Ez mind az egyes végtagokra, mind a testre, mint egészre vonatkozik (3.13. ábra). Az egyetlen kivétel ez alól az agykoonya, melynek nem változik a formája. Itt ismét láthatóvá válik a fej és a végtagok közötti polaritás.



3.13. ábra Formaváltozás a mozgás során (Benninghof és Goertler)

### 3.2.9. A végtagok morfológiai jellemzői

A végtagok felépítése a koponyáéval teljesen ellentétes dinamikát mutat. A végtagok morfológiai jellemzői *sugárszerű és párhuzamos elrendeződést* mutatnak. A végtagokban a csontok száma a periféria felé haladva folyamatosan nő, mely által nyilvánvalóan *divergáló csontszerkezet* jön létre. A csontosodási folyamat a csont olyan belső struktúrájához vezet, melyben a *trabeculák* elsősorban egymással *párhuzamosan* futnak.

Szó sincs szilárd kapcsolatról a csontos részek között, a *synovialis ízületek* a legnagyobb fokú *mozgási szabadságot* teszik lehetővé. A végtagokban a csontváz *endoskeletonná, belső vázzá* válik, melyet izmok, inak, vérerek, nyirokerek és idegek vesznek körül.

Ha a szervezet, mint egész mozog, *állandó változásban* van: az egyik testhelyzet folyamatosan a másikba alakul, és nem beszélhetünk tovább szilárd formáról.

## 3.3. A mellkas

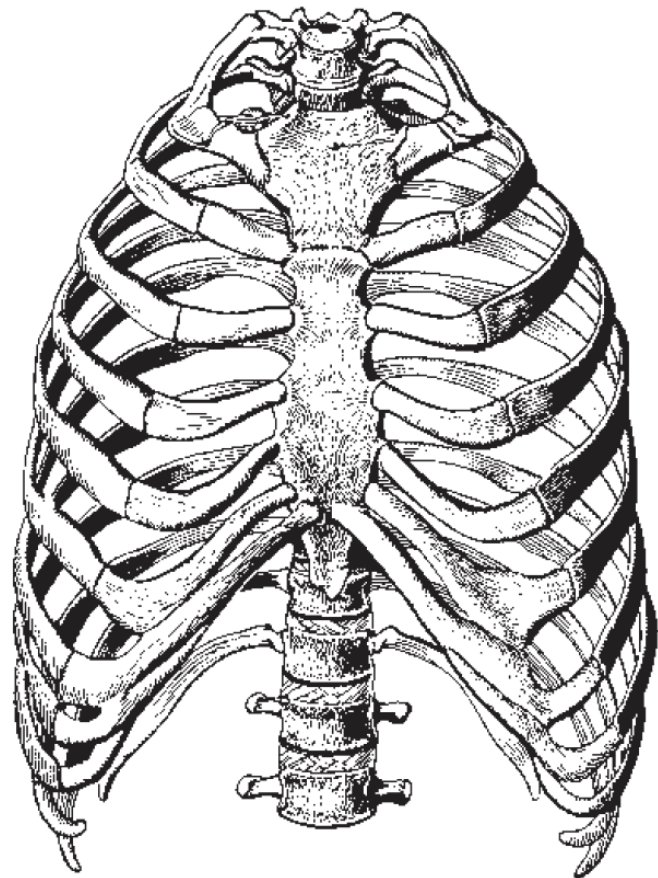
### 3.3.1. A törzs formája

A mellkas alkotja a törzs egyik jellegzetes, nagy részét. A mellkas alakjára a koponya és a hosszú csontok formájának kombinációjaként tekinthetünk. A cranialis oldalon az első bordapárok szoros hasonlóságot mutatnak az agykoponya formájával. A felső bordák az alsókhoz képest viszonylag laposak, az alsók alakja inkább a hosszú csontokhoz hasonló. A felső bordák csaknem horizontálisan futnak.

A külső emberi alakot meghatározó tényezők közé tartozó kulcscsont kialakításában mindkét féle csontosodás részt vesz. Distalisan desmalis csontosodást látunk, mely az agykoponyára emlékeztet, proximalisan enchondralis csontosodást, mely előrevetíti a végtagokban levő viszonyokat.

A mellkas csúcsának a körvonala folytatódik a pleura parietalisban. A pleura parietalisnak az első borda fölé nyúló részét cupula pleurae-nak hívjuk. A gömbölyű formák felé hajló tendencia tisztán kifejeződik ezen a végponton, hangsúlyozván a koponya alakjára jellemző morfológiai tendenciát. A bordák és a szegycsont hozzájárulnak a mellkas alakjának a kialakításához. Feltűnő, hogy a mellkas cranialis részén az ízületek csak korlátozott mozgásokat tesznek lehetővé. Mind a costovertebralis, mind a sternocostalis ízületek feszes ízületek. Részben az ízületet alkotó részek, melyek kötőszövetből és porcból állnak, felelősek – formájuknak megfelelően – a korlátozott mozgásterjedelemért. Itt egy újabb rokonságot látunk a koponyacsontok dinamikájával a korlátozott, limitált mozgást illetően.

A mellkas alsó része és az alsó bordák ellenkező dinamikát mutatnak. Craniocaudalis irányban haladva a mobilitás folyamatosan nő, a sternumhoz viszonyítva egyre nagyobb a mozgási szabadság. A lengőbordák szabadon lógnak a gerincoszlopon, nincs porcos kapcsolatuk egymással vagy a sternummal. A mozgási lehetőségek relatív nagyok, és itt a



3.14. ábra A bordák metamorfózisának áttekintése (Vogel)



costovertebralis ízület megengedi a szükséges mozgást.

A majdnem vertikális térbeli helyzet és az alsó bordák sugárszerű, vagy közel csőszzerű formája teszi teljessé a hosszú csontokhoz való hasonlóságot.

→ *Craniálisan a mellkas egy gömbölyű boltozattá záródik, caudálisan kinyílik egy inkább sugárirányú gesztussal.*

### **3.3.2. A mellkas ritmikus szerkezete: ismétlődés és metamorfózis**

Ha mind a tizenkét pár bordát egymáshoz való viszonyukban tanulmányozzuk, egy valóságos metamorfózis sorozatot figyelhetünk meg. Ez azt jelenti, hogy a bordák felépítésében, a térben való elhelyezkedésében és mozgási lehetőségeiben craniocaudalis irányban a metamorfózis világosan megmutatkozik (3.14. ábra).

### **3.3.3. A mellkas és a gerinc csontos kapcsolatai**

A mellkas és a gerinc csontjai közötti kapcsolatokat nagymértékben meghatározza a porcok jelenléte. Ez természetesen a végtagokra is igaz, de a porcok szerepe az egyes helyzetekben teljesen különböző. A mellkas elülső részén a porcok szilárd kapcsolatot alkotnak a bordák és a szegycsont között. A gerincoszlopban porcot találunk a bordafejekken, ahol a bordák és a csigolyák ízesülnek, és a csigolyák közötti porckorongokban, melyek a csigolyák közötti ízesülést teszik lehetővé. Így elől a csontos kapcsolatok szorosabb rokonságban állnak a koponya morfológiájával, melyre a mozgásokat nem megengedő csontos kapcsolatok jellemzők. A gerincoszlopban mindemellett a végtagokra jellemző synovialis ízületek vannak. Minden esetben, mind elől, mind hátul van valamennyi, bár korlátozott mértékű, mobilitás.

→ *A csontvázban egy craniocaudalis irányú metamorfózist találunk a porc struktúrájában és funkciójában azokon a helyeken, ahol a csontok egymáshoz kapcsolódnak:*

- 1. A koponyában: nincs porc az agykoponya csontos részei között, így egy immobilis csontos kapcsolat keletkezik. A koponyán található porc a kopoltyúívek fejlődésével áll kapcsolatban (maxillaris ízület, orrüreg és melléküregek, fülek).*
- 2. A mellkasban és a gerincoszlopban: a porc a rögzített, korlátozott mozgással rendelkező csontos kapcsolatok része.*
- 3. A végtagokban: egy porcréteg borítja a csontokat a synovialis ízületekben, melyek minden irányban nagyfokú mozgási szabadsággal rendelkeznek.*

### **3.3.4. Az exoskeletontól az endoskeletonig**

Topográfiaailag a szegycsont, a kulcscsont és a felső bordák az exoskeleton pozícióját töltik be, ahogyan azt az agykoponyánál megismerhettük. A sternum közvetlenül a bőr alatt fekszik, és

a bordákkal együtt körülveszi a mellkasi szerveket. Az intercostalis izmok a bordák cranialis és caudalis oldalához csatlakoznak, a ventralis és dorsalis oldalt szabadon hagyják.

Az *alsó* bordák körülveszik a mellüreg létfontosságú szerveit, és itt az intercostalis izomzat, erek és idegek egyre jobban körbeveszik a bordákat. Ismét szembetűnő, hogy a felsőbb bordáknak inkább exoskeleton jellegük van, az alsóbb bordáknak pedig inkább endoskeleton jellegük. A bordák egy közbülső helyet foglalnak el az exoskeleton és az endoskeleton között. Topográfiailag a gerincoszlop az endoskeleton tipikus pozícióját tölti be. A nyaki, háti és ágyéki régiókban a gerincoszlop erős izmokkal van körülvéve, a hosszú és rövid izmokkal, melyek dorsalisán és ventralisan csatlakoznak hozzá. Itt is megnyilvánul a mellkas jellegzetes morfológiai 'közép helyzete' a koponya és a végtagok dinamikája között.

### 3.3.5. A mellkas morfológiai jellemzői

A mellkas morfológiájára jellemző a *ritmikus elrendeződés* és a bordák és csigolyák formájának *metamorfózis* (4. fejezet). A metamorfózis egy olyan jelenség, melyben egyrészt egy morfológiai elem ismétlődik, mint a borda vagy csigolya, de ugyanakkor a változás láthatóvá válik az ismétlődésen belül.

A változás az ismétlődésben morfológiailag tovább tisztázható. Cranialis irányban a koponya jellegzetes formája felé tart (3.1.6), míg caudalis irányban a végtagok felé.

A ritmikus aspektus nem csak a bordákat és csigolyákat érinti, hanem a mellkasi szerveket is. A légcső, a sympathicus dúclánc, az intercostalis izomzat, az intercostalis erek és idegek, a dermatomák és a gerincoszlop szegmentált struktúrája mind a ritmus és metamorfózis hasonló elvét mutatja: *ismétlődés és változás*.

Azokban a mellkasi szervekben, melyeknek nem ritmikus struktúrájuk van, mint a szív, a tüdő és a rekeszizom, a ritmikus elem *funkcionális szinten* nyilvánul meg: systole és diastole a szívben, belégzés és kilégzés a tüdőben, a rekeszizom összehúzódása és elernyedése.

→ *A mellkas a ritmikus jelenségek központja: a térben a morfológiáján keresztül és az időben a működésén keresztül. A mellkasban a koponya és a végtagok morfológiai tendenciái egy szintézist hoznak létre, mely egy egyoldalúságtól mentes morfológiai teret eredményez. A szervezet cranialis és caudalis oldalán a sajátos formák felé irányuló tendenciák kölcsönös harmóniában egy morfológiai centrumot hoznak létre, melyben az emberi lény 'szabadon lélegezhet'.*

## 3.4. Összefoglalás és konklúzió

A csontváz morfológiája két dinamikus, poláris folyamatot mutat, melyek a koponya és a hosszú csontok formájában fejeződnek ki. Gömbölyű felületek dominálnak a koponyán, míg a végtagokban sugárszerű képződmények.

A mellkas ritmikus struktúrája egy középső helyet foglal el a koponya és a végtagok között, melyben a változás és ismétlődés áthatják egymást. Az ennek eredményeként létrejövő metamorfózisban a koponya és a végtagok poláris dinamikája még felismerhető csökevényes formában, mint morfológiai folyamat; ezek a folyamatok áthatják egymást, de nem vezetnek egyoldalú morfológiai dinamikához.

Egy gömb minden sugara metszi egymást a középpontban. Ami az emberi koponyát illeti, a középpont intracranialisan, az orr alapja mögött, a két halántékcsont között helyezkedik el.

A végtagok párhuzamos sugarait illetően, az ő metszéspontjuk egy végtelen távoli perifériás pont.

A mellkas metamorfózisok sorát mutatja, melyben mindkét pólus áthatja egymást.

A mozgással összefüggésben a polaritás a mozdulatlan, gömbölyű koponya és a mozgó végtagcsontok között alakul ki. A mellkasban a mozdulatlanságot a cranialis, a szabad mozgást pedig a caudalis végen találjuk hangsúlyosabbnak, és erre a részre a ritmikus mozgás jellemző.

## 3.5. Goethei szemlélet

### 3.5.1. Forma és dinamika

Egy élő szervezet saját *formával* rendelkezik. Ez a forma, minden egyes organizmus számára, a terv és az adott faj számára adott lehetőségek keretein belül marad. Éppen az az elsődleges kérdés minden evolúciós elmélet számára, hogy hogyan tud egy forma (vagy faj) egy másik formából (vagy fajból) kifejlődni.

Egy organizmus egyszeri formája a fejlődése során alakul ki. Ha tanulmányozzuk ezt a fejlődést, nyilvánvalóvá válik, hogy a szervezetek és a szervek folyadékok mozgó áramából alakulnak ki, sejtcsoportok vándorlásán és a résztvevő sejtek átalakulásán keresztül. Sejtszinten nyilvánvaló, hogy egy sejtben minden alakváltozást mozgás előz meg, vagy a sejtplazmában, vagy a sejtszervecskében és kompartmentekben a subcelluláris, molekuláris biológiai szinten. Ezek a megfigyelések igazolják a morfológia egyik alaptörvényét:

*A forma a mozgásból származik*

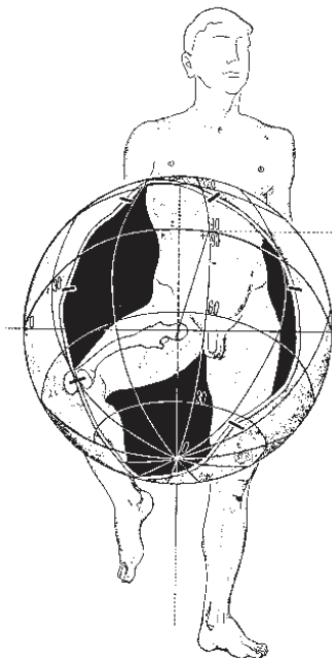
Fenomenológiai nézőpontból különbséget tehetünk a forma és a dinamika jellemzése között. A dinamika levezethető a forma kifejlődéséhez vezető mozgások jellemzéséből. A sajátos dinamika egy sajátos formához vezet, ahogy ezt a korábbi fejezetben leírtuk.

A csontváz morfológiájának fenomenológiai jellemzése ezért tudatos különbséget tesz forma és dinamika között. A dinamika és forma egymáshoz való viszonya így tisztábban kifejezhető.

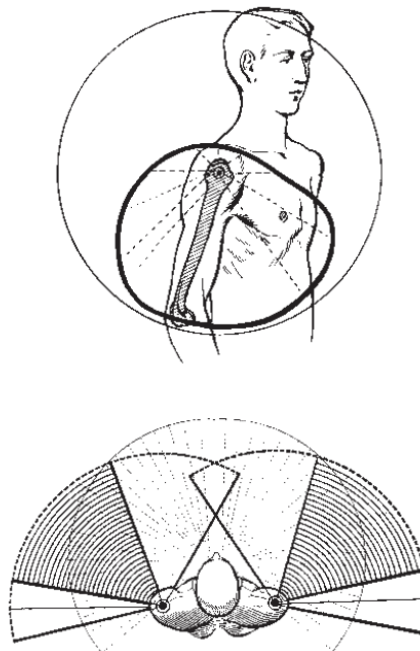
### 3.5.2. Centripetális dinamika és a gömbforma

Dinamikusan szemlélve a kört és a gömböt *egy középpontra való irányulás* határozza meg. Dinamikus perspektívából ez az orientáció centripetális tendenciaként tapasztalható. Centripetálisan aktív erők megnyugszanak a középpontban. Ennek a folyamatnak az eredményeként egy tartós kohézió jön létre a különböző pontok között. Morfogenetikusan ez a forma mozdulatlan állandóságához vezet. A fej, különösen az emberi agykoponya a legjobb példa arra, hogy egy csillapodó folyamat nyugvóponttra jut, s egy *mozdulatlan, szilárd formához* vezet. A koponyacsontok nagymértékben mozdíthatatlanná váltak. Ezt bizonyítja a koponya csontjai közötti synostosisok és suturák kialakulása. Funkcionálisan centripetális tendencia tapasztalható a saját érzékelési és gondolati folyamatainkban.

A világ az érzékeken keresztül tapasztalható meg és válik a tudatos észlelésünk részévé, s ezáltal a belső kognitív folyamatok tartalmává.



3.15. ábra A femur mozgástartománya gömbszelvényként (Benninghof és Goerttler)



3.16. ábra A humerus mozgástartománya gömbszelvényként (Benninghof és Goerttler)

### 3.5.3. Centrifugális dinamika és a sugárforma

A végtagoknak sugárszerű formája van, és a koponyával ellentétben a viszonyítási pontjuk a periférián van. A végtagok nem egy ponthoz igazodnak, hanem pontok sokaságához a periférián. Ezeket a perifériás pontokat, elméletben tekinthetjük egy gömbnek (egy gömb részeinek). Egy végtag mozgásainak sorozata bemutatható egy gömbszelet részeként.

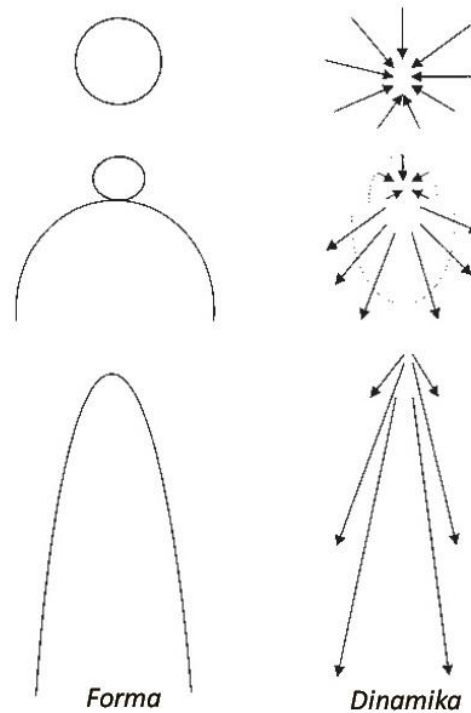
A végtagok struktúrája nem csak a periféria felé növekvő számú csontot mutat, hanem a szabad mozgásban is egy növekedés figyelhető meg. A mozgás orientációja a periféria felé irányul. A mozgás terjedelme kifejezhető a gömbszeletet - melyen belül az adott csont mozogni tud - meghatározó fok nagyságával (3.15. és 3.16. ábra).

Működésüket tekintve a végtagoknak megvan a képességük, hogy megváltoztassák a környező világot. Végző soron minden tettünk motoros aktivitáson alapul. A teljes kulturális hagyaték emberi tettekből származik. Természetesen ez alól a kimondott vagy leírt szó sem kivétel.

### 3.5.4. Ritmikus dinamika és ritmikus forma

A teljes emberi mellkas ritmikus szerkezetet mutat, mely különösen a gerincoszlop és a bordák struktúrájában nyilvánvaló. A mellkas alakja, bizonyos határok között, egyszerre rögzített és változékony. A mozdulatlanság és rögzítettség inkább a csigolyákra jellemző, melyek dinamikailag a koponyához hasonlíthatók, míg a változékonyosság inkább a bordák jellegzetessége, melyek a végtagokkal mutatnak rokonságot. A ritmikus középpont egy egyensúlyi állapotban foglalja magában a centrifugális és a centripetálisat.

A ritmust - mint a centrifugális és centripetális dinamika összefonódását - a kettő továbbfejlesztett kombinációjaként szemlélhetjük. Egy másik szempontból a ritmikus középpontot egy önálló, elkülönült valaminek tekinthetjük, mely már önmagában tartalmazza a centripetális és centrifugális (lásd még: 4.3.2.). Ebben az esetben a szemben álló pólusok a centrumból erednek a fejlődés során. A 9. fejezetben, mely a polarizációval és a centrum polarizációban játszott szerepével foglalkozik, ezt a témát bővebben kifejtjük az összehasonlító anatómiából származó fejlődéstani jelenségek segítségével.



3.17. ábra Dinamikai vázlat

### **3.6. Még egyszer a tervről**

Egy organizmus dinamikus alakját annak terve alapján jellemezhetjük. Lényegében három dinamikus folyamattal állunk szemben: a gömbszerűre való törekvés a centripetális dinamikán keresztül, a sugárszerűre való törekvés a centrifugális dinamika által és egy harmonizáló, ritmikus dinamika, mely mindkettőt tartalmazza, mint lehetőséget. A terv dinamikus körvonala, amint a csontváz, mint egész alapjaként látható, ismétli önmagát - közelebbről megvizsgálva - a csontváz különböző részeiben csakúgy, mint a szervekben és szervrendszerekben. Erről lesz szó a következő fejezetekben.

# 4. A gerincoszlop morfológiája

## 4.1 Bevezetés

A meszes belső csontváz létrehozásának képessége a magasabb rendű állatokra jellemző. A gerincoszlopnak - és ezzel együtt a csigolyának – kulcsszerepe van az állatok morfológiai osztályozása szempontjából. Az állati élet magasabb rendű formái (a gerinchúrosak) gerinces és gerinctelen alosztályokra oszlanak. Az első csoport magán a szervezeten belüli gerincoszloppal bír, míg a második nem. Ez a különbség határozza meg a helyüket az evolúciós létrán.

A belső támasztórendszer számos alacsonyabb rendű gerincesnél inkább porcot, mint csontot tartalmaz.

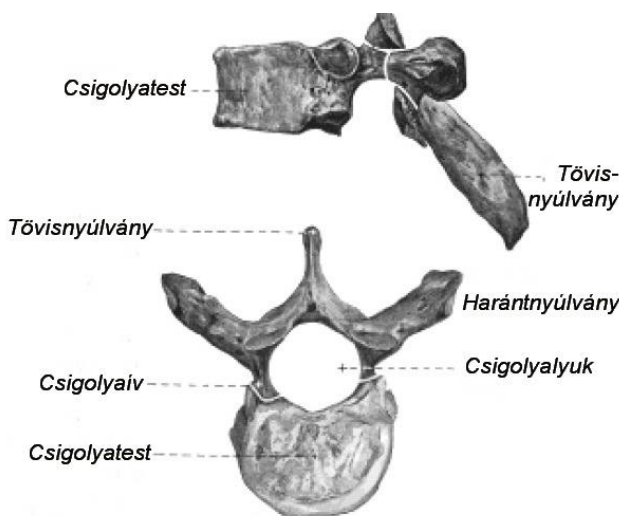


## 4.2. Metamorfózis a gerincoszlopban

### 4.2.1. A csigolya terve a bordához viszonyítva

A csigolyán több részt különböztethetünk meg (4.1. ábra): a csigolyatestet, a csigolyaívet, a haránt- és tövisnyúlványt. A legtipikusabb csigolyaszerkezet a hatodik hátcsigolya szintjében található.

A hátcsigolyáknak szoros kapcsolatuk van a bordákkal. Együtt funkcionális egységet alkotnak (4.2. ábra). Ha jobban meggondoljuk, ez



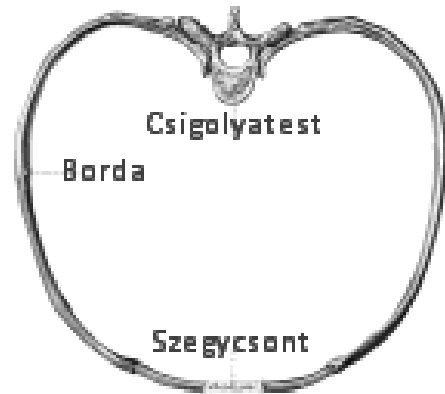
4.4. ábra Egy típusos csigolya (Woerdeman)

a kapcsolat azoknál a csigolyáknál is létezik, melyek nem kapcsolódnak bordához, mint a nyaki-, ágyéki- vagy keresztcsonti csigolyák. Úgy tűnik, hogy ezeknek a csigolyáknak a terv szerint *csőkevényes bordáik* vannak. Ezek a nyaki csigolyáknál foramen transversummá, az ágyéki csigolyáknál pedig processus costariusá (4.3. ábra). Fontos figyelembe vennünk azt a tényt, hogy a változást a csigolyák külső formájában - a bordákat is beleértve – a különböző részek metamorfózisa határozza meg. A nyaki, ágyéki és keresztcsonti régiókban a bordák, mint

a csontváz önálló részei eltűnnek, de csökevényes formában hozzáadódnak a nyakcsigolyák, ágyékcsigolyák és a keresztcsont formájához. Ez azt jelenti, hogy a csigolyák metamorfózisát a bordákhoz való kapcsolatuk fényében kell szemlélnünk.

#### 4.2.2. A nyaki régió

A csigolyák metamorfózisát megérthetjük az atlas, az ötödik ágyékcsigolya és a hatodik háti csigolya összehasonlításának segítségével (4.4. ábra).



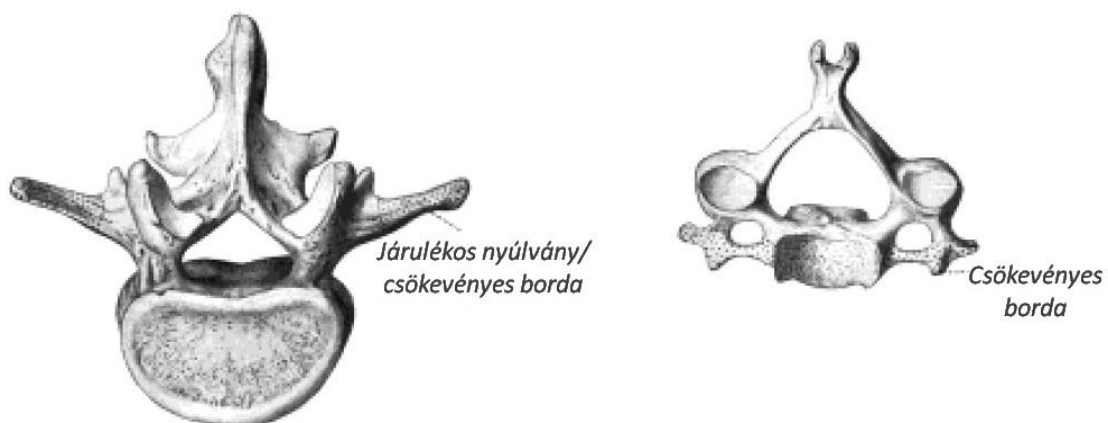
4.2. ábra Borda és csigolya (Woerdeman)

Az *első nyakcsigolya (atlas)* legnagyobb részét a relatíve nagy – a központi idegrendszert (gerincvelő) tartalmazó - lument körülzáró csigolyaív adja. Az atlasnak alig van teste. A csigolyatest megjelenik a korai fejlődésben, de végül összeolvad a C2 csigolya testével, s így létrejön a fognyúlvány (dens axis). A tövisnyúlványból csak a tuberculum posterior marad. Így az atlas a csigolya archetípusának egy *csigolyaívvé* való végső leegyszerűsödését képviseli.

Három jelenségnek van nagy jelentősége, ha a nyaki csigolyákra tekintünk:

- a C1 és a többi nyakcsigolya hátsó íve által körülzárt nagy, kerek tér, mely teret ad a központi idegrendszernek
- a térben való közel horizontális helyzetük
- a sík-képzés elvének dominanciája a morfológiájukban

Nem nehéz ezeket a jellegzetességeket a koponyáig nyomon követni. Az eredmény igazolni látszik, hogy a nyakcsigolyák morfológiailag a koponya morfológiai dinamikájával állnak rokonságban, melyet, ha a síkra vetítjük, körformát kapunk.



4.3. ábra Nyaki- és ágyékcsigolya (Benninghof és Goerttler)

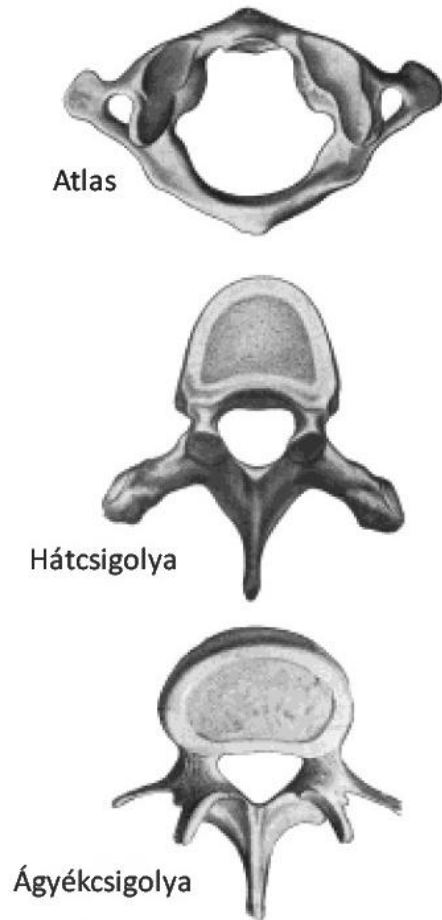


### 4.3.2. Az ágyéki és keresztcsonti régió

Az ágyékcsgolya teljesen más morfológiát mutat, mint a háti, és különösen, mint a nyakcsigolya. A súlyos csigolyatest majdnem kör alakú, s magassága miatt hengeres benyomást kelt. Egyértelműen elkülöníthető a csont kortikális lemeze és a velőűrt alkotó szivacsos rész, ahogyan a hosszú csontoknál is. Nincs többé harántnyúlvány, ennek helyén a járulékos nyúlványt (processus costarius), a bordák csökevényes megfelelőjét találjuk (4.1.1. fejezet).

A csigolyaív egy szűk teret vesz körül, melyben már nincs központi idegrendszer, csak a gerincvelői idegek gyökerei, a cauda equina. A nyúlványok rövidek és robusztusak.

A sacrum olyan része a csontváznak, mely öt csigolyából képződött. A csigolyák fúziója miatt a gyorsan szűkülő canalis sacralis egy *üreges vertikális struktúrát* hoz létre.



4.4. ábra Atlas, Th6 és L5 (Kiss)

### 4.2.4. A háti régió

A hátszigolya áll legközelebb a csigolya általános tervéhez. Minden része jól fejlett, a csigolyatest és a csigolyaív egyensúlyban vannak. A tövisnyúlványok térbeli helyzetükben a bordák dinamikáját követik: a legfelső tövisnyúlványok csaknem *horizontálisak*, de caudalis irányban fokozatosan egyre inkább *vertikális* helyzetűek lesznek. Cranialisan a tövisnyúlványok még nem robusztusak, de egyre erőteljesebbé válnak lumbalis irányban. A csigolyatest szív alakú.

## 4.3. Goethei szemlélet

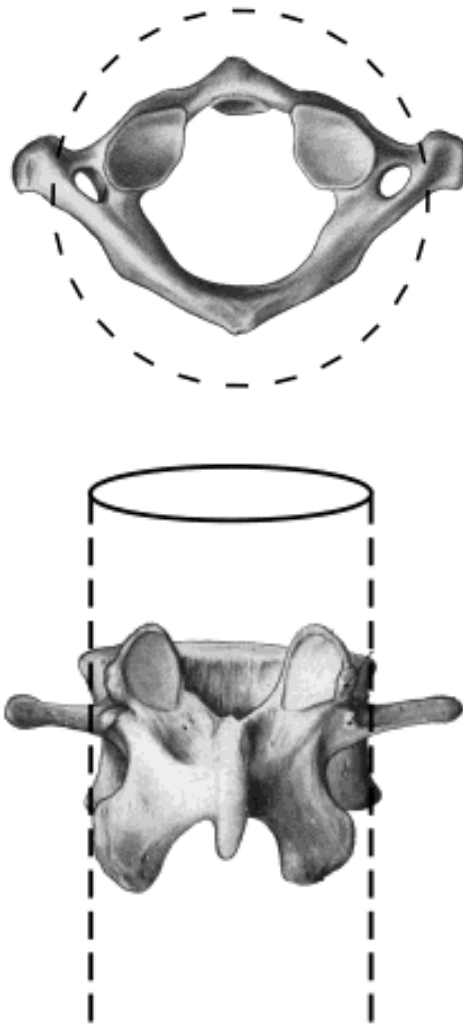
### 4.3.1. A gerincoszlop morfológiai jellemzői

A gerincoszlopban két morfológiai erő jelenik meg, melyek áthatják és egyensúlyban tartják egymást: a fej és a végtagok morfológiai tendenciája. A nyaki gerincben az előbbi dominál, az ágyéki szakaszon az utóbbi. A háti szakasz kiegyensúlyozottan egyesíti mindkét tendenciát.

A koponya morfológiai tendenciáját az exoskeletonképzés folyamatoként jellemeztük, mely lapos csontokkal veszi körül a központi idegrendszert. A hosszú csontok morfológiai tendenciájára az endoskeletonképzés jellemző, mely az emberi mozgatórendszerben működik. A gerincoszlop valódi ritmikus, központi struktúraként egyesíti mindkét tendenciát.

### 4.3.2. A bordák morfológiai jellemzői

Ahogy azt már fentebb is kifejtettük (3.3.5 fejezet), a bordák metamorfózisa a csigolyák metamorfózisával párhuzamosan zajlik. Így világos, hogy a gerincoszlop fejlődését és struktúráját a bordákéval összefüggésben kell szemlélni. A fej és a végtagok poláris dinamikája itt ismét látható.



4.5. ábra Az atlas kör- és az L5 hengerformája

# 5. Az idegrendszer morfológiája

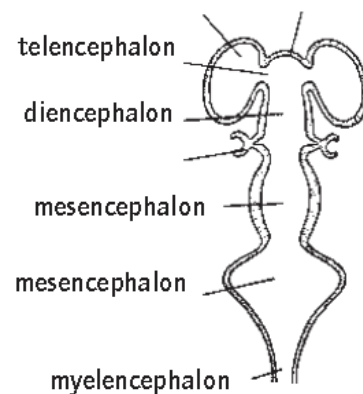
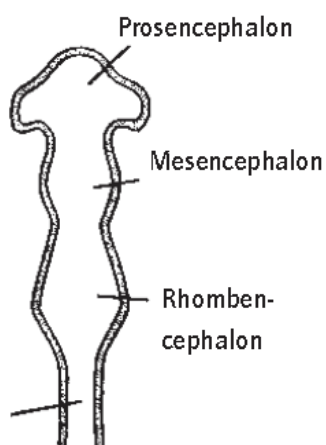
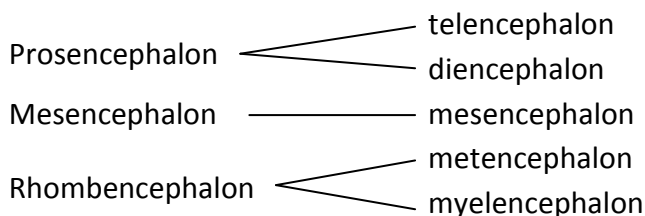
## 5.1. Bevezetés

Az idegrendszert az agyvelőből és gerincvelőből álló (a koponyában és a gerincoszlopban elhelyezkedő) központi idegrendszerre és a gerincvelői és perifériás idegeket magában foglaló (a koponyán és gerincen kívül található) környéki idegrendszerre osztjuk.

## 5.2. A központi idegrendszer

### 5.2.1. Korai fejlődés

A központi idegrendszer koponyán belüli részének első fejlődési fázisát az agyhólyagok kialakulása jellemzi. Az eredeti velőcső cranialis része minden irányban erőteljesen kitér, így az eredetileg csőszerű agy egy igen vékony falú széles üreggé fejlődik (5.1. ábra). A velőcsőnek ebben a gömbszerű tágulatában craniocaudalis irányban három területet különböztethetünk meg: a prosencephalont, a mesencephalont és a rhombencephalont. Ebből a három agyhólyagból fejlődnek ki az agy végleges részei a következők szerint:



5.1. ábra Agyhólyagok (Langman)

## 5.2.2. A telencephalon

A telencephalon hólyag két oldalán gömbszerű kidudorodások alakulnak ki, melyek az agyféltekékké fejlődnek. Szó szerint a hemispherium (félteke) félgömböt jelent. Ez egy utalás arra a tényre, hogy a nagyagyat, mint egészet egy teljes *gömbnek* tekinthetjük. Morfológiailag ugyanazokat a jellegzetességeket látjuk, amelyeket a koponyánál is leírtunk a 3.1.6. fejezetben.

### A szürkeállomány fejlődése

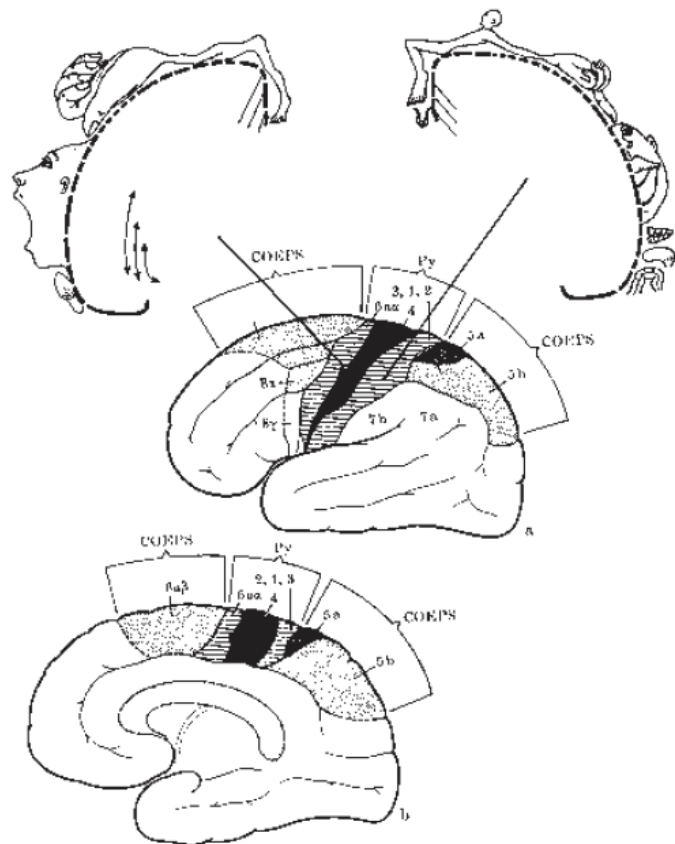
Az agy fejlődésének másik jellegzetessége az *agykéreg* kialakulása, mely legnagyobbbrészt a neuronok sejttesteiből áll, s melyet szürkeállománynak hívunk. Extenzív proliferáció és felgyűrődés révén a szürkeállomány egy kiterjedt felszíni területet hoz létre. Az agykéregben vannak projekciós mezők (mint a primer és szekunder szenzoros kéreg, a halló- és látókéreg), melyekben afferens rostok végződnek, és olyanok, amelyekből efferensek erednek (mint a primer és szekunder motoros kéreg). A projekciós mezők kérgi területek, melyek idegrostokon keresztül kapcsolódnak a test meghatározott részeihez.

A teljes test bár torz formában, de felismerhetően, reprezentálva van, ahogy a motoros és szenzoros kéregre vetül (5.2. ábra). Különösen feltűnő, hogy a szenzoros és motoros projekcióban az archoz, a szájhoz, a nyelvhez, az érzékszervekhez és a kézhez viszonylag nagy terület tartozik. A test fennmaradó régióihoz tartozó területek feltűnően kicsik. Ez direkt kapcsolatot mutat a test különböző részeinek beidegzési sűrűsége és a megfelelő projekciós mezők között (például száj, nyelv, kezek).

*Morfológiailag a nagyagyra gömbök és síkok jellemzők.*

### A fehérállomány

Az agy fehérállománya az idegrendszernek (elsősorban magának az agynak) a *koordináló* és *integráló* funkcióit látja el. Az asszociációs rostok az agy azonos oldalának különböző mezőit kötik össze (például a fasciculus longitudinalis vagy a cingulum). A commissuralis rostok az ellentétes agyféltekék megfelelő központjait kapcsolják össze (például a



5.2. ábra A nagyagykéreg projekciós mezői (Rohen)

corpus callosum, a commissura anterior és a fornix). Az agy és az érzékszervek, illetve a központi idegrendszer alsóbb részei között létrejövő kapcsolatok határozzák meg a szenzoros és motoros funkciók *koordinációját és integrációját*. Így ezek felelősek azért, hogy az emberi test egészként, érzékelő és reagáló szervezetként működhessen.

### 5.2.3. A diencephalon

A diencephalon a prosencephalon középső, a két primitív agyféltekét összekötő részéből fejlődik (5.1. ábra).

A diencephalon szürkeállománya, mint fő rész fejlődik, s a thalamust, hypothalamust és a neurohypophysist alkotja.

Az agy ezen három részének *koordináló és integráló* funkciója van: a thalamusnak a szenzoros és motoros rendszerek vonatkozásában, a hypothalamusnak az autonóm funkciók területén, a hypophysis pedig - az endokrin mirigyek szabályozásán keresztül - az anyagcsere szervek tevékenységét hangolja össze az autonóm idegrendszer állapotával a szervezetben. Az agyalapi mirigy két részből áll: a neurohypophysisből, mely releasing faktorokat termel, és az adenohypophysisből, mely a szekretált hormonok útján stimulálja az endokrin szerveket, mint például a pajzsmirigyet (TSH), a gonádokat (gonadotrop hormonok) és a mellékveséket (ACTH). A hypothalamus szabályozza a metabolizmus integrációját az agyalapi mirigyen keresztül.

### 5.2.4. A kisagy

A kisagyban a gömbszerű konfiguráció kezdeménye szintén felismerhető, bár kisebb mértékben, mint a nagyagyban. A kisagyban, a nagyagyhoz hasonlóan szintén találunk kortikális *projekciós mezőket*, de itt a mozgás koordinációjára szolgálnak. A kisagy a szervezet motoros rendszere számára fontos összes pályával kapcsolatban áll.

### 5.2.5. Mesencephalon, metencephalon és myelencephalon

Az agynak ez a három része morfológiailag szoros rokonságban áll a gerincvelő struktúrájával. Csak igen kis fokban határozzák meg az intracranialis idegrendszer makroszkópos formáját.

Számos agyideg ered afferens és efferens idegrostokkal a metencephalonban és a myelencephalonban. Az első négy agyideg vagy szenzoros afferens, vagy motoros efferens. A trigeminustól (V. agyideg) kezdődően (a VI. agyideg, a nervus abducens kivételével) egyre inkább keverték az agyidegek. Így az agyidegeknél a caudalis végtől cranialis irányba haladva egy fejlődés tapasztalható, mely során az agyidegek egyre jobban eltávolodnak a gerincvelői idegek struktúrájától, melyek kevert idegek, mind érző, mind mozgató rostokat tartalmaznak.

A formatio reticularis a teljes agytörzsön végighúzódik. Az idegrendszernek ez a része központi szerepet játszik olyan autonóm funkciók *szabályozásában és koordinálásában*, mint az alvás és ébrenlét, a légzés, a vérnyomás, a hőmérséklet és a belső szervek szabályozása.

*→ A fej, mint egész és az intracranialis idegrendszer között morfológiai párhuzam van. Cranialisan a gömbszerű morfológia hangsúlyosabb az agykoponyában és a nagy- és kisagyféltekékben, míg caudalisan a végtagokra és a perifériás idegrendszerre jellemző morfológia a hangsúlyosabb.*

## **5.3. A perifériás idegrendszer**

### **5.3.1. Sugaras struktúra és plexusképzés**

A gerincvelői idegek plexusokat alkotnak. A plexusképzés a perifériás idegrendszer egyik morfológiai jellegzetessége. A plexus cervicobrachialis és lumbosacralis a kar és a láb perifériás idegei számára alkotnak eredési területet. A plexust követően az idegpályák sugárszerű expanziója látható. Perifériás irányban az idegek kettéoszlása és divergenciája egyre gyakoribb, s a test felszínén éri el a maximumát. A karokban és a lábokban a gerincvelői idegek ritmikusan szegmentált struktúrájának merevsége elvész a plexusképződés által. A szelvényezett eredet követhető, de a plexusképzés során az idegek metamorfozálódnak és rekombinálódnak.

A vegetatív perifériás idegrendszernek hasonló morfológiája van. Szintén találunk plexusokat a belső szervek számára. A vegetatív idegrendszerben (a szimpatikusban csakúgy, mint a paraszimpatikusban) a plexus az átjáró minden idegrost számára. Csak azok a rostok válnak hatékony vegetatív efferens rostokká, amelyek egy perifériás ganglionhoz kapcsolódnak, és preganglionáris rostokból postganglionáris rostokká alakulnak.

*→A perifériás idegrendszer morfológiailag plexusképzést mutat, s a perifériás idegeknek sugaras szerkezetük van. A végtagok dinamikájával való összefüggés nem csak topográfiai, hanem morfológiai is.*

## **5.4. A gerincvelő**

### **5.4.1. Bevezetés**

A gerincvelő szerkezete morfológiailag közvetlen rokonságban áll a gerincoszlopéval a gerincsatornában való elhelyezkedése és a szegmentált morfológiája által. Mind a gerincvelő a gerincvelői idegekkel, mind a gerincoszlop a bordákkal példa a metamériára: arra az anatómiai formára, melyen belül szegmentális elemek ismétlődnek és metamorfozálódnak.

→ A terv és a kapcsolatok, a csigolyáknál és bordáknál látottakhoz hasonlóan, morfológiailag újra feltűnnek a gerincvelőben és a szelvényezett idegeknél.

## 5.4.2. A gerincvelői idegek szegmentális szerkezete

Az aggyal ellentétben a gerincvelő szerkezete olyan, hogy a szürkeállomány legnagyobb részét centrálisan, a fehérállomány pedig perifériásan helyezkedik el. A fehérállomány hosszú projekciós pályákat tartalmaz, a szürkeállományban helyezkednek el az idegsejtek, s ezen belül alakulnak ki a kapcsolatok is. Mivel minden szegmens afferens pályája (a hátsó gyökön keresztül) és efferens pályája (az elülső gyökön keresztül) közel helyezkedik el egymáshoz, létrejön a *reflexív* anatómiai feltétele. Neurofiziológiai szempontból van egy folyamatos irányító kör, mely szabályozza a reflexkörben az afferens és efferens pályák bemenetét és kimenetét.

→ A ritmikusság elve szabályozza a systolét és diastolét a szívben és a be- és kilégzést a tüdőben. Ugyanez a ritmikus elv irányítja a reflexív szabályozását, melyben szenzoros (afferens) és motoros (efferens) impulzusok szabályozzák a testtartást és a mozgást.

## 5.5. Idegrendszer és tudat

### 5.5.1. A fej tudata

Az állatok tudatossága ébrenlétkor és az emberek öntudata közvetlen kapcsolatban áll a nagyagy fejlettségi fokával. Ebből a szempontból az emberi agy testsúlyhoz viszonyított relatív súlya az embernek egyedülálló helyzetet teremt. Az *önmagáról való tudat* képessége miközben valaki a környezetét figyeli (sensorium), és az önmagáról való tudat képessége aktivitás közben (motoros készségek) az öntudatosság kifejeződései.

→ Az intracranialis idegrendszer a tudatos észleléshez és intencióhoz kapcsolt, melyek a tudat éber állapotában játszódnak le. Ez idő alatt az embereknél gondolkodás zajlik.

### 5.5.2. A metabolikus szervek, a csontváz és az izmok tudata

Sem az állatok, sem az emberek nem élik át tudatosan a metabolikus szervekben, a csontvázban és az izmokban lejátszódó folyamatokat. Az emésztés, a szervek funkcióinak kölcsönös szabályozása és az izomcsoportok használata mozgás közben, mind olyan funkciók, melyek teljesen tudattalanul zajlanak le. Normális körülmények között lehetetlen ezeket

akaratlagosan befolyásolni. Ezeket a testi funkciókat legnagyobbbrészt a vegetatív idegrendszer szabályozza.

Mozgás közben tudatában vagyunk a mozgás *tényének*, de annak nem, hogy *hogyan* mozgatjuk az izmainkat.

→ *A vegetatív idegrendszer a szervezet tudattalan életével áll kapcsolatban, mint például a belső szervek, az izmok és a csontváz működése. Ez az anyagcsere birodalma. A tudatosság formája megfelel az álomnélküli alvásnak vagy kómának.*

### **5.5.3. A ritmikus szervek tudata**

A mellkasban a tudatosság harmadik formáját találjuk: részben tudatos, részben tudattalan. A légzés és szívűködés, mint belső szervek, önmagukat szabályozzák. Mégis a szívűködésünket tudatosan észlelhetjük, és bizonyos mértékben a légzésünket is képesek vagyunk tudatosan befolyásolni. Különösképpen ezek a ritmikus szervek reagálnak az olyan belső folyamatokra, melyek szervi szinten is hatnak: a kedélyállapotokra és érzelmekre.

→ *A ritmikus idegrendszer területe a tudatállapot változásaival áll kapcsolatban. Ez a tudatállapot megfelel a könnyű alvás pillanatainak, melyben érzelmek és események bizonyos mértékben tudatossá válnak: az álmodásnak. Mialatt ébren vagyunk, az érzelmi életnek ez a kiindulópontja.*

## **5.6. Goethei szemlélet**

Hasonlóan a csontváz jellemző morfológiájáról mondottakhoz, az idegrendszerben is három különböző morfológiai minőséget találunk.

### **5.6.1. Az intracranialis idegrendszer: gömb és sík**

*Morfológiailag* a gömbszerkezet felé való törekvés metamorfózisát láthatjuk az intracranialis idegrendszerben. A velőcső kamrákká tágulása, a nagy- és kisagyféltekék képződménye, s az idegrendszer intracranialis részének terve a gömbforma felé törekszenek. A kérgi projekciós mezők egy sík jellemzői szerint fejlődnek. A koponyához hasonlóan, a koponya (gömbszerű) formája és a koponyacsontok (lapos) formája közötti kapcsolat megjelenik az agyféltekék és a projekciós mezők képződésének kapcsolatában.

*Dinamikailag/funkcionálisan* az érzékszervek általi érzékelés, a mozgás szándékának a tudatossága és az éber tudatban a funkciók integrálása a legfontosabbak.

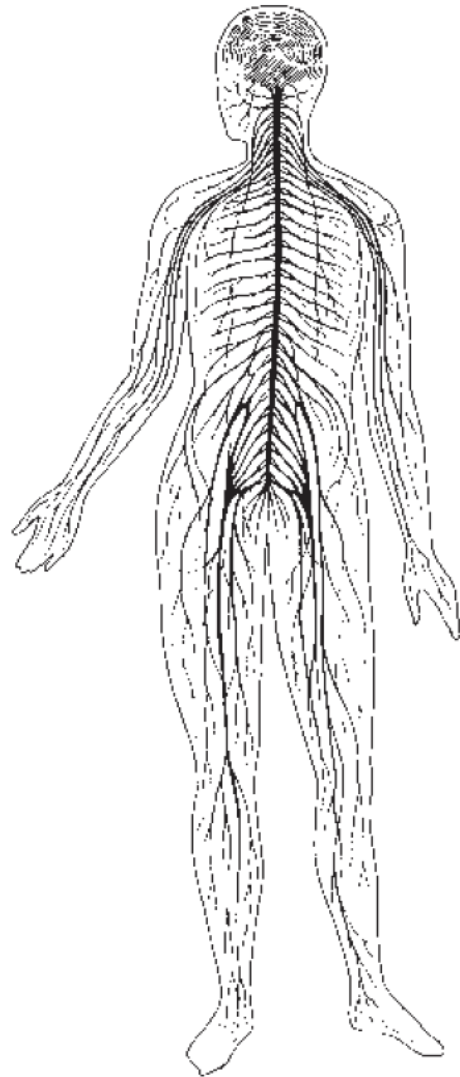


### 5.6.2. A perifériás idegrendszer: sugaras szerkezet

*Morfológiailag* a sugárszerű struktúra és a perifériás szenzoros és motoros funkció jellemző a perifériás idegrendszerre. A végtagok, a bőr és a belső szervek beidegzése olyan idegek által valósul meg, melyek plexusokból erednek, s innen futnak a végső rendeltetési helyük felé.

Szembetűnő, hogy csakúgy, mint ahogy a végtagok struktúrájánál láttuk, az idegrendszernek ez a része is tovább osztódik a periféria felé haladva.

*Dinamikusan/funkcionálisan* a tevékenység metabolikus aspektusa zajlik ezen a területen, ahol nem vagyunk tudatosak.



### 5.6.3. A gerincvelő: a ritmikus idegrendszer

*Morfológiailag* a teljes gerincvelőnek szegmentális struktúrája van. A szegmentális idegek a metaméria elve szerint rendeződnek. A metamerikus struktúrák itt morfológiailag összhangban vannak a gerincoszloppal és a mellkassal: ritmikusak. Morfológiailag centripetális afferens rostokat találunk centrifugális efferens rostok mellett. A reflexív egy ritmikus elv által szabályozott.

*Dinamikusan/funkcionálisan* a reflexív alapvető az idegrendszer ezen része számára.

5.3.ábra Az idegrendszer vázlata (Vogel)

→ *Az idegrendszer morfológiai és dinamikai jellemzői szoros rokonságot mutatnak a csontváz azon részének morfológiájával és dinamikájával, mellyel kapcsolatban vannak.*

# 6. A légutak morfológiája

## 6.1. Bevezetés

A légutaknak egyedülálló helyzete van a szervezetben: ez az egyetlen szervrendszer, melyen keresztül a külvilágból lényegében változatlan formában szubsztanciák jutnak a szervezetbe. A belekkel ellentétben, a légutak fel tudják venni a levegőt anélkül, hogy megemésztenék. Egészséges állapotban az oxigén az alveoláris levegőből direkt a vérbe szívódik fel gázcsere útján. A belek ugyanakkor egy leépítő emésztő folyamatban találkoznak a felvett táplálékokkal, mielőtt azok beléphetnének a szervezet belső miliójébe.

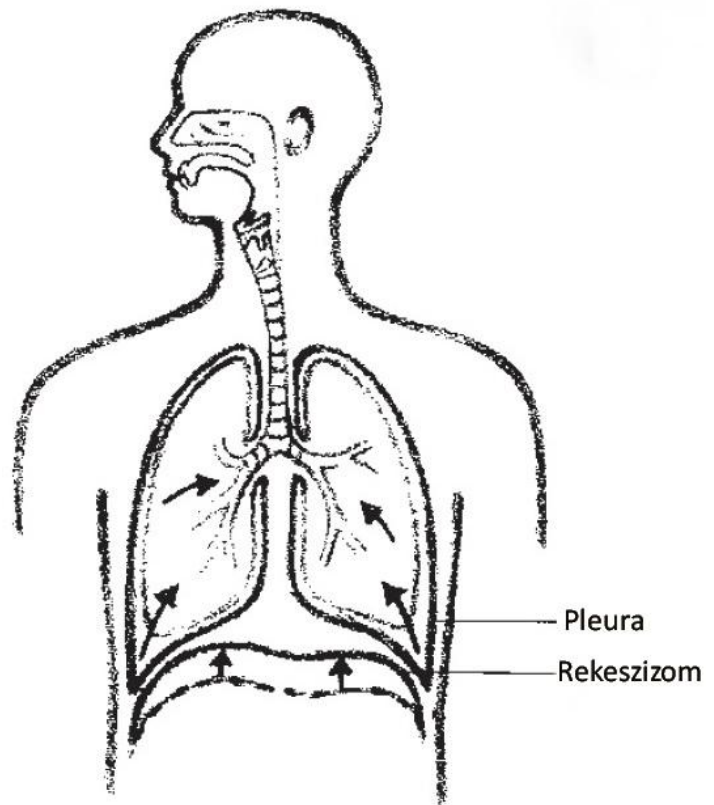
## 6.2. A légutak fejlődése

A légutak (6.1. ábra) fejlődése az embrionális korban kezdődik, de a növekedés egészen a pubertásig tart. Ez főleg a légző egységekre vonatkozik, az alveolusokra és kisebb mértékben az orrmelléküregekre. A szervezet primitív légutai az emberi organizmus ritmikus területén kezdik meg a fejlődésüket (primitív tüdőbimbók), és később kiterjednek a cranialis (sinusok) és caudalis (alveolusok) területekre.

### 6.2.1. Az orrmelléküregek

Az orrmelléküregek (6.2. ábra) elsősorban a postnatalis korban fejlődnek ki. A légtartó orrmelléküregek az élet első éveit során alakulnak ki. A fiatal gyermekekben gyakran előforduló fül-, orr- és torokproblémák gyakran a melléküregek és a dobüreg elégtelen szellőzésének az eredményei.

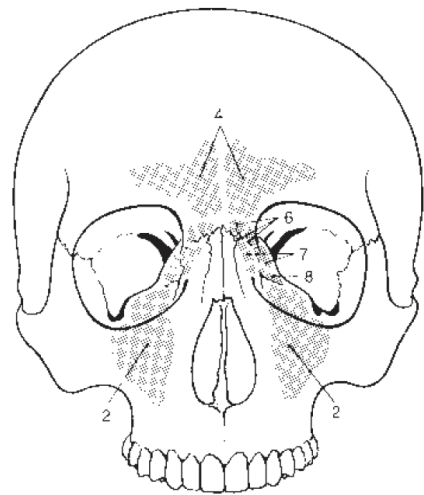
A felnőtt koponya melléküregeinek térfogata meglepően nagy. Ha nemcsak a melléküregeket, hanem az orrüreget, a dobüreget és a mastoid sejteket is a légutak részeinek számítjuk, a térfogat még lenyűgözőbb lesz. Az arcüreg, az ethmoidalis sejtek, a mastoid sejtek és a dobüreg alakja hasonló: olyanok, mint a légbuborékok egy folyadékban. *Morfológiailag* ismét a gömbszerű forma dinamikájáról



6.1. ábra A légutak (Rohen)

beszélhetünk, mely a fejre jellemző. A sinusokból a levegő a nyálkahártyákon keresztül szívódik fel. Funkcionálisan a melléküregek elengedhetetlenek az érzékszervek - a szaglószer és hallószer - egészséges működéséhez, és az idegrendszer számára a gondolkodási funkcióhoz. Általánosabb értelemben a koponyában levő szabad levegő fontos az egészséges, tudatos szellemi tevékenységhez. Egy aktív sinusitis lényegesen akadályozza a gondolkodási képességet.

→A felső légutak morfológiailag és funkcionálisan a fej jellegzetességeivel állnak rokonságban.



6.2. ábra Az orrmelléküregek (Feneis)

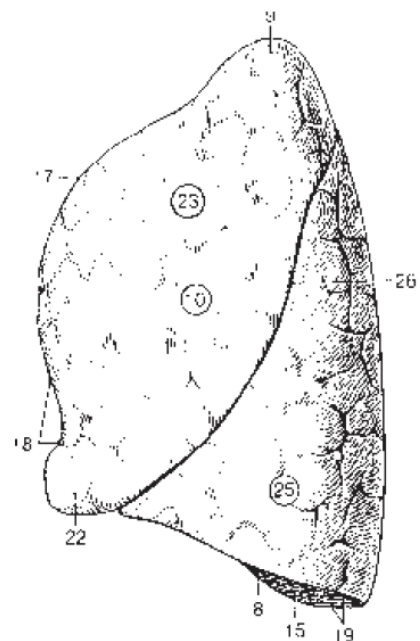
### 6.2.2. A tüdő alveolaris területei

A légutak legcaudalisabb részét a légzési egységek alkotják (6.3. ábra). Fontos megemlíteni az alveolaris egységek érési folyamatát és növekedési mintázatát. A tüdő fejlődésének úgynevezett alveolaris szakasza egészen a pubertásig tart. Eddig az időpontig új bronchiolus respiratoriusok és primitív alveolusok alakulnak ki, melyek megérnek és aktívak lesznek a gázcsereben. A tüdő fejlődésének nagyobb része postnatalisan zajlik.

Ez a folyamat a végtagok pubertásig tartó fejlődéséhez és éréséhez hasonló: a periferia felé haladó divergencia dinamikája.

Az alveolaris terek morfológiája a gázcsere céljának megfelelő. Alig van még egy ilyen gyönyörű példa egy szervre, mely ilyen szó szerint bevonódott a metabolizmusba, a szó fizikai szubsztanciák cseréjére vonatkozó értelmében. A szén-dioxidnak a vérből való eltávolítása és az oxigén vérbe való felszívódása tisztán *metabolikus tevékenység*. A légzés által a környező világ megváltozik: oxigén tűnik el az atmoszférából, és széndioxid és vízpára adódik hozzá. Ha a légzés csak a légutaknak az alveoláris egységekig tartó részére korlátozódna, nem lenne változás a környezetben. Az alveolaris levegő kilégzése által az atmoszferikus környezet egy hőmérséklet, páratartalom és széndioxid koncentrációváltozáson esik át. A kilélegzett levegő kiárad a világba, és megváltoztatja azt.

Az alveolaris teret *állandóan mozgatja* a rekesz és a mellkasfal, s ez gázcserét eredményez. Az alsó légutak harmadik jellegzetessége a bronchusfa dichotomikus elágazódása. A



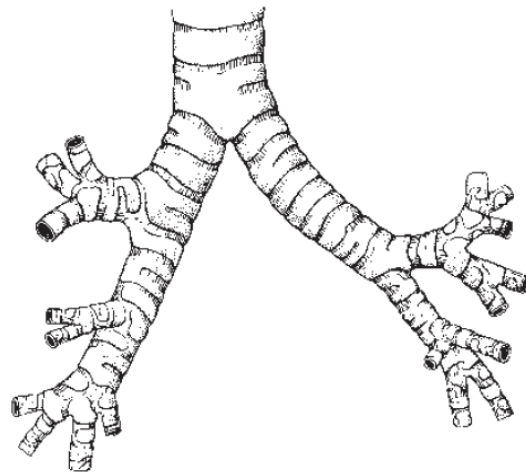
6.3. ábra A tüdő alveolaris területe Feneis)

végtagokban még kifejezhetjük a divergenciát a csontok számának a proximális végtől a distalis felé való növekedésével. A bronchusfában ezt már aligha tudnánk számokban kifejezni. A bronchusfa a periféria felé haladva számtalan bronchiolusra (24 generáció) oszlik.

→ Az *alveolaris* régió morfológiailag és funkcionálisan a végtagok jellegzetességeivel áll rokonságban.

### 6.2.3. A légcső és a bronchusfa: a ritmikus levegő

A légutak középső részét a trachea és a bronchusfa alkotja. Morfológiailag itt ismét a trachea és a bronchusfa metamerikus struktúrája a jellemző, mely többek között a trachea patkó alakú porcgűrűinek jelenlétében nyilvánul meg. Ebben az esetben a gűrűk nem szám szerint igazodnak a gerincoszlophoz, ahogyan a gerincvelő, hanem megvan a saját szerkezetük és számuk. A tracheagyűrűk porca mesodermális eredetű. A bronchusfa és a trachea jellemző mozgása az itt elhelyezkedő autonóm beidegzésű simaizmokhoz kapcsolódik. A bronchusfa és a légcső szélessége *ritmikus*an változik, melyet a légzés befolyásol: a mellkasban a hörgők belégzéskor kitérnek, kilégzéskor összehúzódnak; a nyakon a légcső belégzéskor összehúzódnak és kilégzéskor kitérnek. A levegő ritmikus ingázik előre-hátra. A légutaknak ezen a részén nincsen gázcsere.



6.4. ábra A légcső és a bronchusfa

### 6.2.4. A gége

*Morfológiailag* a gége váza *ectodermális (velőcső) eredetű* porcot tartalmaz. A gége izomzatát a *nervus recurrens*ek idegzik be, melyek a *nervus vagus somatomotoros magjából* erednek. A gége a negyedik, ötödik és hatodik kopolyútvéből fejlődik, s a légcső bejáratát képezi, miáltal a *légutak középső részének legcranialisabb része*.

Az emberi gége fontos szerepe van az emberi szervezetben. Ez a beszéd és ének központi szerve. Amikor beszél – s még inkább, amikor énekel – az ember a beszéd vagy ének minden mozgását a gége dinamikájában gyűjti össze. A gége izomzata és váza a mozgás olyan választékosságát teszi lehetővé, melyhez fogható nincs a szervezet más részén. Ebben a funkciójában a gége szoros kapcsolata van a tudattal. A gége segítségével gondolatokat és érzéseket fejezhetünk ki. Végül soron a gége egészséges működése a hangszalagoktól

függ, melyek a mozgások végtelen variációját fel tudják venni, és a levegőt igen változatos módon képesek *rezgésbe* hozni. A gége egyedülálló módon ötvözi azokat az integratív és formáló hatásokat, melyeket a fej és az intracranialis idegrendszer dinamikája részeként ismerünk, azzal a ritmikus aktivitással, melyet a mellkas dinamikájának részeként azonosítunk.

## 6.3. Goethei szemlélet

### 6.3.1. Intracranialis levegő: gömbforma és centripetális dinamika

A koponya levegővel teli üregeinek *morfológiája* és fiziológiája szerves része a koponya morfológiájának és az érzékszervek (szaglás, ízlelés, hallás) élettanának. Különösen az orrmelléküregek, a dobüreg és az orrüreg törekszik morfológiailag gömb alakra. A sinusokban levő levegő gyakorlatilag mozdulatlan, s itt nem történik gázcsere. A *centripetális dinamika* - amely olyan jellemző a fej morfológiai jellegzetességeire – felismerhető a sinusokban és a középfülben levő levegő lassú felszívódásában.

### 6.3.2. Alveolaris levegő: centrifugális (divergens) dinamika

A légutak legperifériásabb részén, a légzési egységekben valódi gázcsere történik. A gázcsere az emberi szervezetet és a világot egyaránt megváltoztatja. A légutak ezen a részén zajlanak a tüdőkitérések, melyek a mellkasfal és a rekesz *aktív mozgásához* kötöttek.

### 6.3.3. Ritmikus levegőmozgások

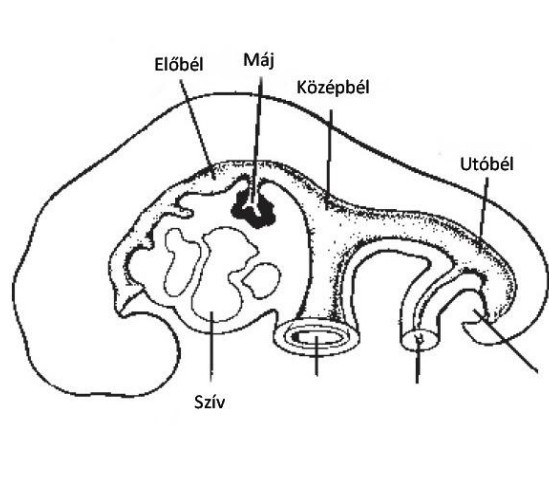
A gégtől kezdődően mind funkcionálisan, mind strukturálisan ritmikus jelenségek uralkodnak a tracheában és a bronchusokban.

→ *Morfológiájukban és dinamikai minőségükben a légutak morfológiai és funkcionális trichotómiát mutatnak, a csontváztrichotómiájához hasonlóan.*

# 7. Az emésztőrendszer morfológiája

## 7.1. Bevezetés

Az embrionális fejlődés alapján a bélrendszert *előbélre*, *középbélre* és *utóbélre* osztjuk. Az átmenet a patkóbélnél, az epevezeték beszájadzása után és a haránt vastagbélben, a flexura lienalis 1/3-ánál van (7.1. ábra). Ez a trichotómia ismét megjelenik a motoros aktivitásban és a funkcionális szinten. Az előbélben peristalticus továbbítást és emésztést találunk, a középbélben ingamozgást és felszívódást, míg az utóbélben pangást, besűrűsödést és bélbaktériumokat.



7.1. ábra A primitív bél

## 7.2. Az előbél: emésztés és érzékelés

### 7.2.1. Az emésztőszervek

Az előbél sajátos morfológiai aspektusa a *nagy kiválasztó mirigyek*, mint a nyálmirigyek, a máj és a hasnyálmirigy jelenléte, melyek a primitív bélből alakulnak ki. Ezeknek a mirigyeknek többé-kevésbé gömbölyű alakjuk van, a tápcsatornától bizonyos távolságra helyezkednek el, és kivezetőcsövekkel kapcsolódnak a bélhez. A gyomor mikroszkopikus mirigyeinek tubuláris struktúrája van, és hasonló morfológiát mutatnak. Az előbél nyálkahártyájában nincsenek a vékonybélben levőkhöz hasonló bélbolyhok.

### 7.2.2. A garatbél

Az előbél proximális szakasza (a garatbél) topográfiailag az agyidegek által beidegzett kopolyúívek területéhez tartozik. A szájtól a nyelőcső felső harmadáig harántcsíkolt izomszövetet találunk, melyet tudatosan használhatunk, s mely megfelel a bél ezen szakaszán lévő viszonylag nagyfokú tudatosságnak. A tápcsatorna arc- és rágóizmainak területén a mozgások teljesen akaratlagosak, az arc-és rágóizmok által kezdeményezettek. Ezzel szemben a bél distalis részének mozgásai tudattalan, ritmikus perisztaltikus mozgások.

### **7.2.3. A táplálék érzékelése**

Az előbél funkcionálisan a felvett táplálék érzékelésére és emésztésére irányul. A tápanyagok, mint a szénhidrátok, fehérjék és zsírok mechanikusan, kémiai és fizikai kisebb alkotórészekre bomlanak.

Az emésztőnedvek termelése és összetétele a tápanyagokhoz igazodik. Egy zsírokban gazdag étkezés például serkenti az epeelválasztást. Ehhez, s így a bélrendszer működéséhez fontosak az előbél szerveinek érzékelései.

Az *ízlelőbimbók* a nyelven és a *szaglószer* az orrgaratban közvetlen kapcsolatban áll az étel íze és illata tudatos érzékelésének a képességével. Az ajkak, a nyelv, a szájpadlás és a nyelőcsőbemenet taktilis receptorain és a meleg- és hidegérzékelő receptorokon keresztül a *tudatos érzékelés* a szájtól egészen a gyomorig terjed.

A száj az egyetlen hely a szervezetben, ahol egy egészséges személy az emésztőnedvek szekrécióját tudatosan érzékeli.

Az előbél morfológiája és topográfiája csakúgy, mint a dinamikája és működése egyértelmű rokonságot mutat a koponya jellegzetességeivel, tudatossággal és az agyidegekkel.

## **7.3. Az utóbél**

### **7.3.1. Pangás, felszívódás és bakteriális kolonizáció**

Az utóbél jellegzetes, fő részei a leszálló vastagbél, a szigmabél és a végbél. Anatómiailag a szerkezetének viszonylag primitív jellege van. Makroszkopikus szinten a vastagbél vissza tudja tartani a béltartalmat. A bélszakasz distalis szakaszának elsődleges feladata a vízfelszívás, a pangás, és a táplálék adagok megszilárdítása. Az utóbél a szervezet azon kevés helyeinek egyike, ahol a baktériumok megtelepedése normális. A vastagbél mozgása közvetlen kapcsolatban áll a lábak mozgásával. A sétának, a sportjátékoknak és hasonló tevékenységeknek közvetlen serkentő hatása van a székletürítésre.

A székletürítés kapcsolatot teremt a környezettel. A széklet a biológiai környezethez új szubsztanciákat ad hozzá, melyek trágyaként használhatók például a mezőgazdaságban. Ezek hozzájárulhatnak az ökoszisztéma rombolásához, mint a problematikus túltrágyázás esetében.

## **7.4. A középbél**

### **7.4.1. A ritmikus aspektus**

A középbél a distalis patkóbéllé, az éhbéllé, a csípőbéllé, a vakbéllé a féregnyúlvánnyal és a felszálló vastagbéllé fejlődik.

A középbél alakja morfológiailag egyszerű marad, és szövettanilag alig differenciálódik az agyhoz vagy például a vesékhez hasonlítva. A legjelentősebb fejlődések a bél

nyálkahártyájának morfológiájában és funkciójában mennek végbe. A bél ürege felé nyúló bélbolyhok gazdag hálózata alakul ki. A nyálkahártya, ahol a tápanyagok felszívódása és az emésztőnedvek szekréciója történik, a *bél lumenébe nyúló* bélbolyhok mellett a *bélfalba visszahúzódó* struktúrát is mutat. Ezek a középbél ritmikus karakterének a megnyilvánulásai.

A középbél ritmikus karaktere két további módon is kifejeződik:

A vékonybél mozgásai elsősorban ritmikusak és ingaszerűek. Emiatt a táplálék distalis és proximalis irányban előre-hátra mozog.

Az emésztőnedvek *szekréciója* mellett a táplálék alkotóelemeinek *felszívása* is egyike a vékonybél alapfunkcióinak. A bél ezen részére a szekréció és felszívás kiegyensúlyozott viszonya jellemző.

## 7.5. Goethei szemlélet

### 7.5.1. Bevezetés

Az emésztőrendszer goethei, morfológiai értékelése nem egyszerű, és bevezető megjegyzéseket érdemel.

A morfológiai differenciálódás a szövet- és szervstruktúrák összetettségében fejeződik ki. A differenciálódás magas fokára *makroszkopikus* példák találhatók például az agyban, az érzékszervekben vagy a vesékben. A makroszkopikus differenciálódás alacsony foka látható a májban, a bélben vagy a bőrben.

A mikroszkopikus differenciálódás magas fokára találhatunk példákat a neuronokban, a retina sejtjeiben, az izomsejtben vagy a vörösvértestekben, alacsony fokú a differenciálódás a bél sejtjeiben, a májsejtben vagy a bőrsejtben, ezek szerkezete kevésbé összetett.

Fordított arányosság áll fenn a szövetekben a sejtosztódási képesség és a morfológiai differenciálódás mértéke között. A nagyfokú differenciálódás kéz a kézben jár a kevesebb sejtosztódással; az alacsony differenciálódás a sok sejtosztódással. A rosszindulatú daganatok növekedése közvetlen kapcsolatban áll ezzel a jelenséggel: az alacsony differenciáltság a malignitás nagy valószínűsége mellett szól, a magas differenciáltság a malignitás kisebb valószínűségét jelenti.

A bél szikhólyagból történő kialakulása kis morfológiai differenciálódással jár: a szövet megőrzi egy kezdeti szerkezetet. A fenomenológia korlátok közé szorul, ha a jelentős morfológiai jelenségek hiányával szembesül mind makroszkopikus, mind mikroszkopikus szinten.

### 7.5.2. Az előbél

A szájtól a patkóbélig *morfológiailag* viszonylag *magasan differenciált* szervek alakultak ki. *Funkcionálisan* az intracranialis idegrendszer közreműködése lehetővé teszi a bélszakasz ezen részén a *tudatos érzékelést*.



### 7.5.3. Az utóbél

Ahogy korábban említettük, az utóbél kapcsolatban áll a végtagokkal a motoros rendszerén és a biológiai környezettel való kapcsolatán keresztül.

### 7.5.4. A középbél

A középbélben minden a ritmus egyedülálló jellegére mutat: *morfológiailag* a bélfal szerkezete és a belek kanyargó lefutása a hasüregben, *funkcionálisan* a felszívás és szekréció, illetve az ingamozgás.

→ *Az emésztőrendszerben morfológiai és funkcionális hármasságot találunk. Anatómiailag a különbségek korlátozottak. Ez a gyomor-bélrendszerben a morfológiai differenciálódás alacsony szintjéhez kötődik. Funkcionálisan emésztés, visszaszívás, szekréció és végül kiválasztás játszódik le egymást követően.*

# 8. Összehasonlító morfológia

## Bevezetés

Ebben a fejezetben az összehasonlító morfológia két aspektusát vizsgáljuk:

- Egy testrész, szerv vagy szervrendszer tipikus összehasonlító *morfológiai jellegzetességeit*
- Egy szerv vagy szervrendszer *összehasonlító topográfiáját* a szervezetben és a terv egészéhez való viszonyát.

A tanulmány a gerincesekre és kimondottan az emlősökre és főemlősökre korlátozódik.

## 8.1. A fej összehasonlító morfológiája

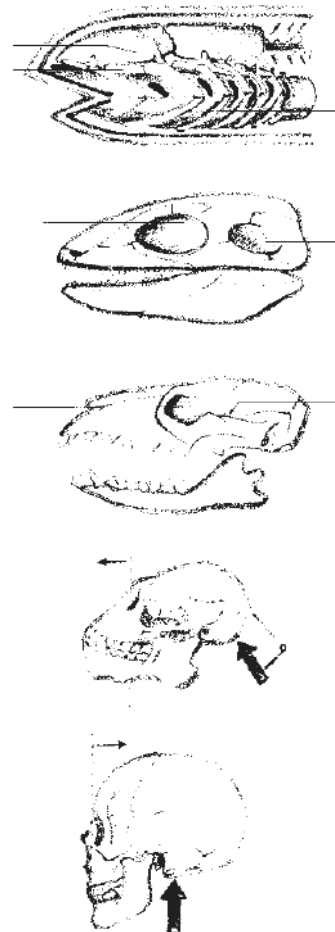
### 8.1.1. A fej formája

Az evolúció során a felnőtt gerincesek fejének, különösen a koponyájának az alakja fokozatosan fejlődött olyan gömb formájúvá, amilyenek az ember koponyáját ismerjük. A nyak fejlődésével összefüggésben, a fej és a törzs közötti különbség az evolúció során egyre szembetűnőbbé válik. Az alacsonyabb rendű állatok - például a halak – körében nincs külső, anatómiailag felismerhető határ a fej és a törzs között. A nyak megjelenésével párhuzamosan a koponya egyre inkább gömb formájúvá válik (8.1. ábra). Ezen folyamat által a fej szabaddá válik, és önálló pozíciót fejleszt ki a szervezet építményén belül.

Ebben a folyamatban a koponya a csontváz azon részévé válik, melyben a központi idegrendszer legfontosabb része: a nagyagy, a kisagy, a köztiagy és az agytörzs helyezkedik el.

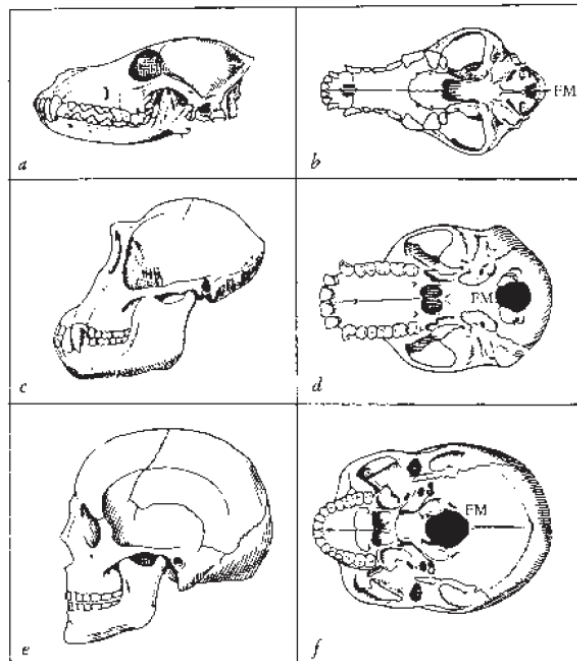
### 8.1.2. A fej helyzetének és tartásának összehasonlító morfológiája

A koponyaforma fejlődésének másik aspektusa közvetlen kapcsolatban van a fentiekkel, és összefügg a koponyának a test tervén belül elfoglalt helyzetével.



8.1. ábra A fej összehasonlító morfológiája (Rohen)

Az emberi koponya egyedülálló abban, hogy az atlantooccipitalis ízületen nyugszik egy tiszta *egyensúlyi helyzetben*. Minden majom és alacsonyabb rendű emlős koponyája részben a végtagok jellegzetességeit hordozza (9.4.3. fejezet), és az arc és állkapocs erőteljes előre irányuló növekedését mutatja (prognathia), miáltal a fej nincs egyensúlyban az atlantooccipitalis ízületen, hanem erősen lefelé és előre hajlik. Ugyanakkor a foramen magnum viszonylag hátrafelé helyezett (8.2. ábra). Nem csak a majmoknál, de számos más emlősnél is erőteljes nyakizmokat találunk, melyek bizonyos mértékben egyensúlyban tartják a koponyát, és megóvják a gerincről való lecsúszástól.



8.2. Kutya-, csimpánz- és emberi koponya  
FM=foramen magnum (Verhulst)

→ A fej fokozatosan fejlődik a központi idegrendszer birodalmává

## 8.2. A végtagok összehasonlító morfológiája

A szárazföldi állatok evolúciója a végtagok vonatkozásában szintén két fejlődési lépcsőt vagy 'irányt' mutat: az egyik morfológiájukkal, a másik topográfiájukkal kapcsolatos.

### 8.2.1. A végtagok alakjának morfológiája

A végtagok formájának kialakulása a megnyúláson keresztül történik. Eredetileg a végtagok a törzshöz közel helyezkednek el. Ahogy a szervezet tovább fejlődik, a végtagoknak a periféria felé való kinyúlását láthatjuk. Megfigyelhetjük, ahogy a végtagcsontok proximális végének gömbölyű formája fokozatosan kialakul, s azután az ízület ízfejének kifejlődéséhez vezet. Itt a fej formaképzési dinamikája fejeződik ki, s ez a nomenklatúrában is megjelenik (*caput humeri, caput femoris* stb.).

Egy másik szembetűnő jelenség a végtagcsontok egymáshoz viszonyított filogenetikai fejlődésében, hogy a megnyúlás kifejezettebb proximalisan, mint distalisan. Az emberekben ugyanakkor éppen fordítva, az alkar és a lábszár viszonylag hosszúak a felkarhoz és combhoz hasonlítva.

### **8.2.2. A végtagok helyzete**

Az alacsonyabb rendű állatok lába oldalt van, a magasabb rendűeknél a törzs alá kerül. Ezáltal tud a törzs a talajtól szabaddá válni, és a kúszó mozgás (mint a szalamandraké) járó mozgássá alakulni. A mellső végtagok lábként működnek, amíg a lapocka oldalt helyezkedik el. Csak mikor a lapocka hátulra helyeződik, tud a karok mozgási szabadsága kifejlődni (9. fejezet).

### **8.2.3. Négy lábúság és két lábúság**

A törzs a gravitáció vonzásával szemben felegyenesedik, ahogy a négy lábúak két lábúakká fejlődnek. Az emberek kiegyensúlyozott, felegyenesedett tartásának súlypontja a medencére esik. Csak az emberek súlypontja helyezkedik el a test határain belül, és csak az embernél esik az atlantooccipitális ízület, a vállak, csípők, térdek és bokák egy egyenes, vertikális vonalra. A csontváz elrendeződése szempontjából ez azt jelenti, hogy a hosszú csontok párhuzamossága csak az ember sajátja. ( 3.2.4. fejezet)

## **8.3. A mellkas**

### **8.3.1. A mellkas összehasonlító morfológiája**

A magasabb rendű élőlények evolúciójára jellemző, hogy a szervezetben külön rekeszek alakulnak ki, melyekben sajátos működésű szervek helyezkednek el. Amit a 8.1.1. fejezetben is leírtunk a koponya központi idegrendszerrel összefüggő fejlődésével kapcsolatban, az a mellkasban szintén megfigyelhető a szívvel és a tüdővel összefüggésben.

A mellkas morfológiai fejlődése a koponya és a végtagok fejlődése közötti átmenetként értendő, ahogyan azt a 3.3. fejezet leírja.

A mellkas burokszerkezete nem csak csontváz részekből áll. A rekeszizom nélkülözhetetlen a mellüreg kialakulásához: a ritmikus szervek és az anyagcsere és reprodukciós szervek testüregeinek teljes szétválasztását hozza létre.

### **8.3.2. A mellkas elhelyezkedésének összehasonlító morfológiája a léggzéssel összefüggésben**

A mellkas fejlődése az összehasonlító morfológiában közvetlen kapcsolatban áll a tüdőléggzés és a végtagok fejlődésével. Ez a folyamat általánosságban párhuzamosan zajlik azzal, amit a nyak fejlődésével kapcsolatban fentebb leírtunk (8.1.1. fejezet), melyben a fej és a törzs funkcionálisan elkülönül. A ritmikus vagy metabolikus karakterű tüdőrészek leszállása a későbbi fejlődés során történik.

A halakban az oxigén csak a vízből szívódhat fel a kopoltyúlégzés útján. A kopoltyúk és a szív a halaknál azon a területen helyezkedik el, ami a magasabb rendű állatoknál a nyaknak felel meg. Csak a későbbi evolúció során fejlesztik ki az élőlények a tüdőlégzést, melyben a tüdők specializálódása szoros rokonságban áll a szív fejlődésével. Ezen fejlődés során foglalja el a szív a végleges helyét a mellkasban.

*→ A mellkas fokozatosan fejlődik a szív és a tüdők felségterületévé.*

*→ A gázcsere szervének, a tüdőnek helyt adó mellkas fejlődése először meglepően tűnik a hatékonyság és funkcionalitás szempontjából. Nincs a gázcsereének a kopoltyúk általánál hatékonyabb módja, mely során magas oxigéntelítettségű vízáram lép be a szájba, és kerül kapcsolatba az alacsony oxigén- és magas széndioxid-telítettségű vérrel.*

A mellkas fejlődése, s különösen a légcső és a bronchusfa leszállása és megnyúlása létrehozza az úgynevezett holtteret. Ebben a holttérben a levegő csak ingázik előre-hátra, itt nincs gázcsere. A gázcsere szempontjából egy feltűnően funkcióvesztett tér keletkezett. A holttér mindamellett olyan struktúra, mely a beszéd funkcióért jött létre. A légzés segítségével történő hangadás azért lehetséges, mert kifejlődött a gége és a légcső, a légutak anatómiai és élettani holtterében.

# 9. Polarizáció és ami középen van

## 9.1. bevezetés

Láttuk, hogy a *polarizáció* fontos principium az emberi morfológiában. A csontváz megtárgyalása során megállapítottuk, hogy a fej és a végtagok szembevetően különböző és poláris morfológiát mutatnak. A koponya, a mellkas, a gerincoszlop és a végtagok mind poláris aspektusokat mutatnak. A gömbszerű tendencia dominál cranialisan, és a sugaras tendencia hangsúlyos a caudalis végen. A kettő között egy ritmikus elv keletkezik, mely egyszerre elválasztja és összeköti a pólusokat. Ebben a fejezetben tovább tanulmányozzuk, hogy hogyan jelenik meg a polarizáció az emberi szervezet különböző területein.

A fejlődő szervek és szövetek **felszállása** és **leszállása** egy olyan jelenség minden organizmus embrionális fejlődésében, amely jelzi a polarizáció irányát. A polarizáció elve betekintést nyújt a szervek és szövetek felszállásának és leszállásának az értelmébe. Az ebben megfigyelhető általános tendencia az, hogy a szervek és szövetek topográfiai vándorlása a szervezet terve szerinti funkciójukhoz kötött. A leszálló szervek, mint a neurohypophysis, a pajzsmirigy és a gonádok élettanilag inkább a metabolikus rendszerrel állnak rokonságban. A felszálló szervek, mint a mellékvese, a gerincvelő és az adenohipophysis élettanilag az idegrendszerhez állnak közelebb. Úgy tűnik, hogy kapcsolat van a terven belüli topográfiai pozíció és a szervek vagy szervrendszerek fiziológiája között.

## 9.2. A fej

### 9.2.1. A neurocranium (agykoponya)

A szervezet tervrajzán belül a fej uralkodó jellegzetessége a központi idegrendszer. Magának a fejnek a szerkezetén belül az agykoponya a központi idegrendszer felségterülete. A nagyagy, a középagy, a kisagy és az agytörzs mind intracranialisak. Fontos érzékszervek, mint a szaglószer, a szemek, az egyensúly szervei, a hallószervek és a hozzájuk tartozó agyidegek szintén legnagyobb mértékben intracranialisan helyezkednek el. Topográfiailag a felső-hátsó rész a *központi idegrendszer* területe, mind a fejnek, mind a szervezetnek, mint egésznek a tervében.

### 9.2.2. A splanchnocranium

A koponyaalap alatt és a (garatívekből kialakuló) állkapoccsal és nyelvcsonttal körülvéve találjuk a *'zsigeri koponyát'* a fej alulsó-első részén (a szervezet egészével való összefüggést lásd a 9.3.2. fejezetben). Itt van az emésztőrendszer kezdete. A száj, a szájüreg, a fogak, a

nyelv, a nyálmirigyek, a rágó- és garatizmok az emésztőrendszer tervrajzán belül annak craniális részeként ismertek. Itt tudatos folyamatokat találunk, mint a látás, a szaglás, az ízlelés és a nyelvvel való tapintás, melyek tulajdonképpen beindítják az emésztési folyamatot.

### **9.2.3. A pneumocranium**

Az orrüreg és a hozzátartozó melléküregek alkotják a fej levegős szerkezetének a központját. A teljes légtérfogat tekintélyes helyet foglal el. Az orrüreg, az arcüreg, az ékcsont és a homlokcsont ürege és a légtartó ethmoidalis és mastoid sejtek együttesen alkotják a *pneumocraniumot*. Az Eustach-kürt, a dobüreg és a külső hallójárat szintén a pneumocraniumhoz tartozik. Ezek a szerkezetek topográfiailag az agykoponya (neurocranium) és splanchnocranium között fekszenek, így a fej szerkezetén belül egy *középső pozíciót* foglalnak el.

### **9.2.4. A nagy erek**

A nagy erek helyzete külön említést érdemel. A fő artériák (az arteria carotis communis, interna és externa) a neurocranium és pneumocranium közötti keskeny területen található. Ezért a koponya középső része, melyet idáig pneumocraniumnak nevezünk ketté osztható egy levegős területre (a középső terület alulsó-első része) és az erek területére (a középső rész felső-hátsó területei), egy a mellkasból ismert terv szerint.

## **9.3. A törzs**

### **9.3.1. Az idegrendszer és a törzs**

A törzs idegrendszerét a gerincvelő, a szimpatikus dúclánc, a nervus vagus, és a truncus coeliacust, a mellékveséket és az arteria mesenterica superiort és inferiort körülvevő szimpatikus ganglionok alkotják. Az idegszövet ismét a felső-hátsó területre koncentrálódik.

### **9.3.2. Az emésztőrendszer és a törzs**

Az *emésztőrendszer* legnagyobb része a törzs *alsó-elülső* részén található. A gyomor, a patkóbél, a vékony- és vastagbelek és a nagy járulékos emésztőszervek mind a hasüregben helyezkednek el. A felső részen az emésztőrendszer az idegrendszerrel és a tudatossággal áll kapcsolatban.

### 9.3.3. A levegős üreg és a törzs

Topográfiailag a tüdők a törzs közepének felső részén helyezkednek el, ahogyan az orrmelléküregek is a koponya középső részében vannak. A mellkasban a levegő-szervezet és az érrendszer közötti kapcsolat ismét nyilvánvalóvá válik. A nagy erek és artériák (az aorta és a tüdőartériák) a mellkas levegős szervei és a között a terület között helyezkednek el, ahol a gerinc mentén az idegszövet koncentrálódik. A mellkasban szintén azt látjuk, hogy a közép rész egy levegős részre (alsó-elülső) és egy ér-részre (felső-hátsó) oszlik. Így megfigyelhetjük, a morfológiai elemek ismétlődését, mely már a fej tervében is látható volt.

A légutak maguk szintén átmennek egy polarizáción. A gázcseré alveolaris tere 'leszáll' a fejlődés során, és a melléküregek levegővel telítődése 'felszálló folyamat'. A kettő között a légcső és a bronchusfa holttere jön létre, melyben a gége szabadon fejlődhet a beszéd szervévé a ritmikus működésű levegővel való kapcsolatának megfelelően.

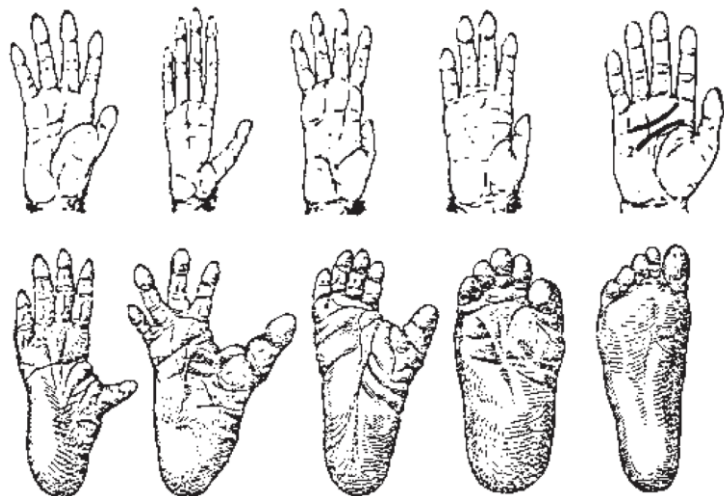
## 9.4. A végtagok

### 9.4.1. A végtagok polarizációja

A végtagok összehasonlító anatómiája világosan megmutatta, hogy a teljes polarizáció az ember egyedülálló sajátja. A kerdők, a ragadozók és a rágcsálók között nem látunk valódi különbséget az elülső és hátsó végtagok között. Az embrionális végtagbimbó megmaradó ujsugarainak száma mind elöl, mind hátul azonos, és a makroszkopikus anatómia is nagy hasonlóságot mutat. Itt kezek és lábak közötti polaritás, amely az embereknél látható, *négylábúságra* redukálódik.

Még a legfejlettebb majmoknál sem teljes a polarizáció. A láb kissé supinált helyzetben van, így a majom inkább a láb laterális oldalán támaszkodik, s nem a teljes talpon, ahogy az emberek. Ezenkívül a majmok lábának egy szembe helyezhető nagyujja van, mely lehetővé teszi, hogy a kézhez hasonlóan fogó szervként működjön.

Azonban a majmok hüvelykujja az emberi kézzel összevetve jóval kevésbé opponálható, s így a szabad mozgás korlátozott. Járás közben a majmok keze – nagymértékben – támasztószervként működik. A majmok kezének természetes helyzete az enyhe pronatio. A kéz és láb közötti polaritás itt '*négykezűséggé*' egyszerűsödik.



9.1. ábra Az ember és a majmok kezei és lábai (Verhulst)



### 9.4.2. Az emberi kéz és láb

Morfológiailag az emberi kéz és láb kivétel a főemlősökre és egyéb emlősökre vonatkozó szabály alól. Anatómiailag az emberi láb teljesen pronált. A nagylábujj nem opponálható és a bokaízület anterior elhelyezkedésű. Az ember a talpával a föld felszínével párhuzamosan áll. A lábboltozat architektúrája optimálisan strukturált a gravitációs erő levezetéséhez, és minimális csontanyaggal maximális mechanikai tökéletességgel valósul meg.

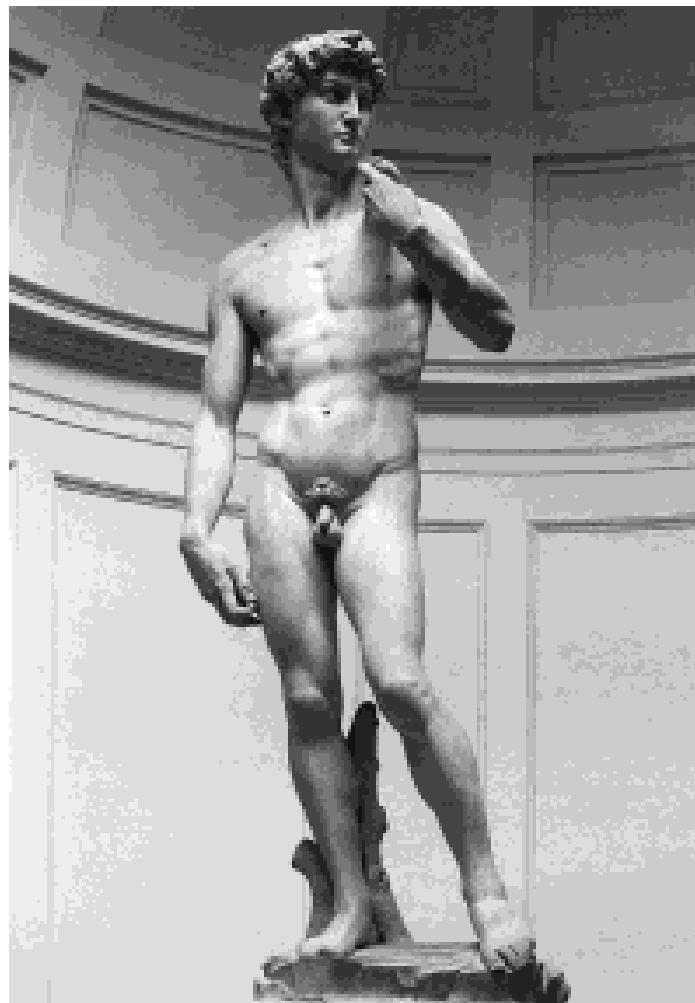
Anatómiailag a kéz teljesen supinált, és az ulna és a radius párhuzamosak egymással. A hüvelykujj maximálisan opponálható, és a lehető legnagyobb fokban szabadon mozgatható. Ezért hívták egy ősi nomenklatúrában a felső végtagot „extremitas libera”-nak.

Kiemeltük, hogy az emberekben a polarizáció maximális. Az emlősök és még a főemlősök kezei és lábai között is nagy a hasonlóság. Az embereket ebből a szempontból is el lehet különíteni morfológiailag minden más emlőstől.

### 9.4.3. Az emberek és emlősök közötti különbség

Minden magasabb rendű emlős hosszú csontjai egy görbülésre irányuló tendenciát mutatnak. Ez az egyes csontokra éppúgy igaz, mint a végtagok helyzetére: egy emlős sem nyújtja ki a végtagjait állás vagy járás közben. Az elülső és hátsó lábak mindig kissé hajlítottak maradnak. A szervezet tervében belül ez a tendencia a koponya dinamikájához tartozik.

Ugyanakkor a magasabb rendű emlősök sugárszerű és párhuzamos dinamikát fejlesztenek ki az arckoponyában – különösen a maxilla és mandibula területén -, mely inkább a végtagokra jellemző. Emiatt a maxilla és mandibula pofává fejlődik, ahogyan ezt a ragadozóknál, a kérődzőknél, a rágcsálóknál, és számos másfajta állatnál látható. A pofát, különösen a mandibulát, az állatok világában úgy használják, mintha egy megragadó végtag lenne. Az evolúció az emberi lényben hoz létre először teljes polarizációt a morfológiában: a fej semennyi vagy kevés a végtagokra jellemző morfológiai jellegzetességet mutat,



és a végtagok alig vagy egyáltalán nem mutatnak többé hajlamot a koponyára jellegzetesnek tartott formára.

→ *Az állatok világában a morfológiai dinamika még kevert marad, és az állati test az ösztönök által meghatározott viselkedés eszköze.*

*Az emberi test a szabadság eszközeként fogható fel, mert a morfológiája teljesen és lényegénél fogva polarizált.*

# Irodalom

1. **Benninghof-Goerttler**, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*, Urban & Schwarzenberger, Munchen-Berlin, 1964.
2. **Bie, G.H. van der**, *Embryology*, from a phenomenological point of view, Louis Bolk Instituut, Driebergen, 2001.
3. **Bortoft, H.**, *Goethe's Scientific Consciousness*. Institute for Cultural Research, 1986, ISBN 3-7725-1544-4.
4. **Feneis, H.**, *Anatomisches Bildwörterbuch der internationalen nomenklatur*, Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1983.
5. **Kiss/Szentagothay**, *Atlas of human Anatomy*, Pergamon press, Oxford, London, New York Paris, 1964.
6. **Langman**, *Medical Embryology*, Lippincot Williams & Wilkins, 1995.
7. **Moore, K.**, *Clinically oriented Anatomy*, Williams & Wilkins, 1999.
8. **Netter, F.H.**, *The Ciba collection of medical illustrations*, Ciba, New York, 1967.
9. **Poppelbaum, H.**, *Mensch und Tier*, Rudolf Gering Verlag, Basel, 1933.
10. **Rohen, J.W.**, *Morphologie des menschlichen Organismus*, Verlag Freies Geistesleben & Urachhaus GmbH, 1998.
11. **Rohen, J.**, *Funktionelle Anatomie des Nervensystems*, F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart-New York, 1975.
12. **Schoorel, E.P.**, *De eerste zeven jaar, Christofoor, Zeist*, 1999.
13. **Steiner, R.**, *Goethes Weltanschauung*, 1. Auflage, Weimar, 1897 (GA 6).
14. **Verhulst, G.**, *Der Erstgeborene, Mensch und höhere Tiere in der Evolution*. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart, 1999.
15. **Vogel, L.**, *Der dreigliedrige Mensch*, Philosophisch-antroposophischer Verlag, Dornach/Schweiz, 1979.
16. **Woerdeman, M.W.**, *Standard Atlas of human Anatomy*, Scientific publishing company, Amsterdam, 1954.