

## 4. fejezet

### A CSONTVÁZRENDSZER

#### 4.1 BIOLÓGIAI BEVEZETÉS

A legtöbb élőlény rendelkezik valamilyen vázrendszerrel, amely fenntartja jellemző alakját, és egyben mint passzív mozgásszerv szerepel. Az e célnak megfelelő vázrendszer minőségét több tényező, elsősorban az élőlény nagysága és testtömege, külső alakja és mozgásának módja, az életteréül szolgáló közeg anyagi minősége határozza meg. Könnyen átlátható, hogy megfelelő kicsiny méret esetén az élő plasma vázfehérjéi és a sejthártya fizikai tulajdonságai minden speciális vázberendezés nélkül is elégségesek ahhoz, hogy fenntartsák az élőlény (vagy sejt) alakját és mozgását. Ha az élőlényt körülvevő környezet sűrűsége közel egyforma a szervezet sűrűségével - mint pl. vízben élő szervezetek esetében -, akkor még nagyobb testű élőlények is élhetnek speciális szilárdabb váz nélkül.

Az egysejtűek, sőt jó néhány - főleg vízben élő - többsejtű állat (pl. medúzák) nem rendelkeznek semmiféle szilárd vázzal. Ugyanakkor azonban számos egysejtű bír szilárdabb külső burokkal - ami egyébként a növényvilágban meglehetősen állandó jelenség, ahol a szilárdabb anyagból (cellulóz) levő sejtburrok egyben fontos vázképző tényező. Az állatvilágban a többsejtűekben nem az egyes sejteket, hanem az egész élőlényt veszi körül egységes szilárd burok, amely egyrészt védőburok, másrészt váz- és mozgásszerv.

Az alacsonyabb rendű állati szervezetekben meglehetősen általános jelenség ilyen közös védőburok és váz együttes előfordulása. Ez leggyakrabban kitinből vagy mészből áll, és nem élő anyag, hanem a test felületén elhelyezkedő sejtek élettelen terméke. Az ilyen külső vázakat *ectoskeletonnak* nevezzük. Biológiai előnyei és hátrányai nyilvánvalók. Azonkívül, hogy váz, határozott védelmet nyújt mindennemű külső behatással szemben. Minthogy a testet szorosan körülvevő külső váz élettelen anyag, ez azzal a hátránnyal jár, hogy az állat növekedésével nem tud lépést tartani. Időnként az állatnak ezért le kell dobnia ezt a védőpáncélt (vedlés), hogy nagyobb cserélje fel, s így az állat egy ideig aránylag védtelenné válik.

Speciális megoldás a kagylók és a csigák külső háza, mely vagy koncentrikusan, vagy spirálisan növekedve képes követni az állat növekedését. Ezt a hátrányt részben csökkenteni látszik, hogy a legtöbb ectoskeletonnal bíró élőlény (pl. rovarok) kifejlett formája (imago) nem is növekszik. Másik, még jelentősebb hátránya az ectoskeletonnak a belső vázzal szemben: a konstrukció teherbírásához viszonyított nagy önsúlya. Ez a statika törvényeiből adódó szükségszerű követelmény: a "belső vonal" előnye. Eltekintve egészen speciális görbült idomoktól, egy test bármely két pontja között a test belsejében elhelyezett tartó azonos önsúly mellett a végpontjaira gyakorolt nagyobb erőnek tud ellenállni, mint a két pontot a testen kívül összekötő külső tartó. Ez következik abból az alapvető geometriai tényből, hogy a belső tartó a két pont közötti legkisebb távolságot képes áthidalni. Ezért külső vázzal bíró élőlényekben a testnagyságnak elég alacsonyan megszabott felső határa van.

Szárazföldi - azaz alacsony sűrűségű közegben (levegő) élő lényekben - az aránylag nagy szilárdságot biztosító könnyű kitinpáncél mellett is - a váz önsúlya és az állati élőlényben rendelkezésre álló mozgatóerő (izmok) között az egyensúly nem sokkal 10 cm törzshossz felett megbomlana, ezért e nagyságrendben találjuk a rovarok felső mérethatárát (az Amazonas vidéki óriáscincér, a *Titaneus giganteus* mintegy 16 cm hosszú). A nehezebb mézspáncélnál a határ még lejjebb van. A levegőnél nagyobb sűrűségű vízben élő lényeknél ez a határ persze az archimédeszi elv értelmében jóval eltolódik, és így egy méter körüli Crustaceák is léteznek.

Az állatvilág törzsfelődésében tehát valóban forradalmi újítás a belső csontváz, az *endoskeleton* jelentkezése és konzekvens kifejlődése a gerinces altörzsből.

Előnyei az előbbi megfontolások után önként adódnak: a vázrészek, élő anyagból lévén, az

egyed fejlődésével és növekedésével teljesen lépést tarthatnak, és így a nemzéstől a teljes kifejlődésig csaknem zökkenőmentes folyamatosságot biztosítanak; a sérülések a szervezeten belül reparálódnak; végül: a szilárdság mellett aránylag kicsiny önsúly. Egyetlen hátránya, hogy a test külső felületének védelméről más módon kell gondoskodni.

A test felső mérethatárát a váz aránylag kicsi önsúlya miatt nem is a lehetséges izomerő és a hozzá szükséges váz tömege közötti egyensúly megbomlása, hanem a csontszövet teherbírási határa adja meg. Számítások szerint a földtörténeti középkorban élt óriáshüllők legnagyobbjainál az állatok testtömege megközelítette a csontszövet teherbírásának felső határát. Vízi gerincesek (pl. a bálnák) esetében ez a határ természetesen ismét feljebb tolódik.

A csontvázrendszer szerepe a magasabb rendű gerincesekben röviden összefoglalva a következő:

1. A szervezet szilárd vázát alkotja.
2. Passzív mozgásszerv: azaz a mozgások jelentős része azáltal jön létre, hogy az izomrendszer a csontok egymáshoz viszonyított helyzetét változtatja.
3. Védőburkot alkot egyes mechanikai hatások iránt különösen érzékeny szervek számára (agy- és gerincvelő, egyes érzékszervek), egyben külső vázat képez olyan szerveknél, amelyek működése ilyet igényel (pl. a mellkas a tüdő és a légzési funkció esetében).
4. Vérvételezés: azaz helyet ad a szervezet vérvételező szövetének, a vörös csontvelő számára, és biztosítja a fejlettebb formájú vérvételezés helyi feltételeit (osteohaematopoeticus egység).

## 4.2 A CSONTOKRÓL ÁLTALÁBAN

Normális körülmények között a csontszövet csupán meghatározott alakú, funkciós egységekben, azaz specifikus szervekben fordul elő: ezek a csontok (*os, ossis*; tsz. *ossa*).

Kóros viszonyok között más szövetben és szervben is kialakulhat csontszövet. Normális és kóros közötti átmenetnek tekinthető idősebb korban egyes porcok részleges csontos átalakulása. Egyetlen, eredetileg nem a vázrendszerhez tartozó, de vele szoros összefüggésben levő más szervféleségben, a fogakban fordul elő a csontszövethez mindenben hasonló szövet, ez a foggyökereket kívülről borító cement vagy *substantia ossea dentis*.

Az emberi test mintegy 206 különálló, de egymáshoz különböző módon és mértékben rögzített csontot tartalmaz. Minden csont jellemző alakú, elhelyezkedésű és működésű, tehát mind anatómiai, mind működési értelemben egységet képvisel, és mint ilyen a szerv (*organon*) kategóriához tartozik.

Alak szerint megkülönböztetünk csöves, lapos, köbös és labirinthos csontokat. Sajnos az anatómiai névenklatúra meglehetősen logikátlanul nevezi őket: *ossa longa, brevia, plana* és *pneumatica*. Pedig csöves (vagy cső alakú) csont is lehet rövid (pl. lábujjpercek), és lapos csont is lehet hosszú (pl. bordák), tehát a latin kifejezések félreérthetők. Ezért jobb, ha alak szerinti felosztásukban a magyar kifejezésekhez kötjük definícióinkat.

**Csőves csonton** főleg a végtagokban előforduló - legalábbis középső részében valóban cső alakú, tehát belül üreges - csontot értünk, amelynek két vége rendszerint vastosabb, és nem egységes üreg, hanem soküregű szivacsos csontállományt tartalmaz. E csontok középső csőszertű darabját *diaphysis*-nek (görög szó, "közbe"-nőtt), két vastosabb végdarabját pedig *epiphysis*-nek (görög szó, "rá"-nőtt) nevezzük. A kettő megkülönböztetésül - minthogy gyakorlatilag csak végtagon fordulnak elő - a törzshöz közelebb levőt *epiphysis proximalis*, a távolabbit *epiphysis distalis* névvel jelöljük. A csöves csontok középső egységes üregét velőüregnek nevezzük, ezt felnőttben rendkívül kevés kötőszövetet tartalmazó zsírszövet (*medulla ossium flava*, zsírvelő) tölti ki. A csöves csontok szivacsos végdarabjainak velőüregeit fiatal korban vörös csontvelő (*medulla ossium rubra*) tölti ki, mely a gyermekkor és a növekedés során gyorsan visszahúzódik, végül a végtagcsontokban csak a comb- és a felkarcsont proximalis epiphysiseire korlátozódik. Helyét

zsírvelő foglalja el.

**Lapos csontokra** - ilyenek az agykoponya csontjai, a lapockák, csípőcsontok és a bordák - jellemző, hogy két vékony tömör csonttréteg (*lamina corticalis*) közötti teret változatos vastagságú szivacsos csontállomány (ennek neve a koponyán *diploe*; értelmetlen görög szóképzés, jelentése: kettősség) tölti ki, mely az élet során mindig megmaradó vörös csontvelővel telt.

**Köbös csontok:** rendszerint szabálytalan, de különböző irányokban nem nagyon eltérő méretű csontok. Ilyenek pl. a kéz- és a lábtőcsontok, valamint a csigolyák testei. Vékony, sokszor majdnem hiányzó, compact kéregből és az állományuk javarészét képező szivacsos csontból állanak. A végtagok köbös csontjai zsírvelőt, a csigolyatestek vörös csontvelőt tartalmaznak. Ezek jelentős együttes térfogatuk révén vértképző szervünk oroszlánrészét adják. A csaknem tisztán szivacsos csontállományból álló köbös csontok erőművi behatásokra bekövetkező jellemző törésfélesége: az "összeroppanás", vagyis a compressió törés.

**Labyrinthos** vagy **légtartalmú** (*pneumatikus*) **csontok** a koponyában (főleg arckoponya) fordulnak elő. Cukrászsüteményre emlékeztető finomságú vékony csontlemezekből álló bonyolult, de mégis szabályszerű felépítésű csontok, amelyek jobbra az orrüreggel közlekedő nyálkahártyával bélelt nagyobb üregeket vagy üregrendszereket fognak közre. Sok esetben nem az egész csont, hanem annak csak egyes részei pneumatikusak. Funkcionális jelentőségük a szerkezet (elég kisfokú) könnyítése mellett elsősorban a hangadás számára fontos rezonáló terek létesítése.

A csontok anatómiai viszonyait rendszerint nem friss vagy konzervált tetemből kiemelt csontokon tanulmányozzuk, hanem áztatással - *maceratióval* - preparált készítményeken. Meleg vízben való hosszan tartó áztatás folytán részben autolyticus, részben bacterialis bomlási folyamatok segítségével a csontokhoz tapadó lágyszövetek (csontbél, endosteum, csontvelő, ízületi porc stb.) elbomlanak, majd a bomlási folyamat befejezése után a csontokat átmoszák, kiszáradnak, és a maceratio révén el nem bontható zsírokat zsíroldó szerek gőzterében való kezeléssel (közben a zsíroldó szer állandóan lecsapódik a csontokra, kiold belőlük némi zsírt, majd lecsepegve az edény alsó részébe, az oldott zsír visszahagyásával újra elpárolog) kioldják. A szabad levegőre kitett csontokból a zsíroldó szerek elpárolognak; a csontok végül fehérítés céljából  $H_2O_2$ -oldatba kerülnek. Az így kikészített csontokat alkalmas állványzaton, sárgaréz dróttal, a nagyobb porcszöveteket idegen anyaggal (filc, illetve a bordaporcokat szárított bordaporc kosárral) pótolva, csontvázra fűzik össze. A macerált csont nem tartalmaz többé csontsejteket; úgyszintén lebomlottak a csonton belüli erek is. Az áztatásnak ellenállnak a csont oszteokollagén rostrendszerei és sói. Ezért az áztatott csont mechanikai minősége alig térnek el a friss csontétól, csupán a csontbél hiánya csökkenti némileg a csont hajlítási és szakítási szilárdságát.

A csont szilárdságát biztosító kalcium sókat savkezeléssel, a rugalmasságát adó, főleg rostos szerkezetű anyagokat égetéssel lehet eltávolítani. A csontsókakat híg anorganikus (salétromsav, sósav) vagy egyes organikus savakkal (triklórecetsav) széndioxid fejlődése közben ki lehet oldani. Ez a folyamat a *dekalcinálás*: eredményeként a csont keményebb gumihoz hasonló hajlékony, rugalmas konzisztenciát vesz fel. Alakjában természetesen nem változik, csupán fehéres színét veszti el. A csontot szövettani feldolgozás céljából is sokszor dekalcináljuk.

A dekalcinálás ellentéte a csont égetése, a *kalcinálás*, melynek eredményeként a csont eleinte megfeketedik, az organikus alkatrészek (oszteokollagén) elszénesezése folytán, majd magasabb hőfokon hófehér színűre ég ki. Alakját a csont ekkor is tökéletesen megtartja, de kézzel is könnyen morzsolhatóvá válik. Ennek oka egyrészt az oszteokollagén nyom nélküli elégeése, másrészt a hidroxilapatit átalakulása amorf kalciumoxiddá és foszforoxidokká. Hosszan tartó főzéssel - főleg magasabb nyomás alatt - is kivonható az oszteokollagén enyv alakjában. A csontok visszamaradó sói ilyenkor ugyancsak morzsalékony maradványt adnak.

## A csont mint szerv

Már említettük, hogy az egyes csontok a szervezet felépítési hierarchiájában szerv helyét foglalják el. Ez természetesen nem mindenütt nyilvánvaló: a szorosan egyberótt koponyacsontok többsége egységes szerkezeteket képez, ezért a csont különálló szerv jellege itt egyáltalán nem vagy

alig domborodik ki, és inkább az agykoponyát stb. tekinthetnénk egységes szervnek. Nagyon szembeötlő azonban pl. a végtagcsontok különálló egység jellege, és részben ezért, valamint azért, mert a csont legáltalánosabban elterjedt "prototípusa", a csöves csont - általános leírásunk erre vonatkozik - és az egyéb csontfélések eltérő általános vonásait csak röviden érintjük.

A csöves csont, mint említettük, egy középső, valóban csöves darabból (diaphysis) és két tömegesebb végdarabból (epiphysis proximalis et distalis) áll. Külső felszínét változó erősségű rostos burok, a csonthártya (*periosteum*) borítja. Az ízületi végeket változó vastagságban (0,5-2,0 mm) általában üvegeporcból álló ízületi porcréteg vonja be. A porccal eredetileg borított csontrészt áztatott (preparált) csonton is felismerhető felületének simasága és a domborzatának szabályos, valamiféle görbülettel bíró mértani idomra emlékeztető (gömb, ellipszoid, nyereg, henger) alakja folytán.

Az áztatott csonton feltűnő, hogy a porccal borított területek szomszédságában a csont felszíne érdesebb, likacsos, ami a végdarabba belépő számos apróbb ér, úgyszintén az itt rögzülő ízületi tokot és szalagkészüléket lehorgonyzó sok *Sharpey-féle* rostnak a csontba való belépését jelzi. Helyenként nagyobb érdességek vagy gumók (ugyancsak a Sharpey-féle rostok belépése és lehorgonyzása okozza) - tuberositas, tuberculum - fordulnak elő a csonton egyebütt is. Az egyébként többnyire simább felszínű diaphysisen, annak közepe tájékán a csontban egy nagyobb csatorna nyílását (*foramen nutricium*), illetve ennek folytatását (*canalis nutricius*) találjuk a csont fő táplálói ereinek belépésére. E csatornák a felső végtagon a középső ízület (könyök) felé irányulnak ferdén, az alsó végtagon a térdtől távolodó irányba. Ennek okát a csontok növekedésénél már megmagyaráztuk.

A csont diaphysisét kitöltő egységes velőüreg (*cavum medullare*) felszínét a csonthártyához hasonló, de jóval vékonyabb kötőszöveti hártya (*endosteum*) borítja, mely mikroszkóppal is alig felismerhető finomságú réteggel a csontvégeket kitöltő szivacsos csontállomány elemi velőüregébe is betérjed.

## Periosteum és endosteum

A *periosteum* a csont külső felszínét az ízületi porccal borított részek kivételével mindenütt körülvevő rostos burok. Külső részében a csont fő megterhelési irányainak megfelelően szőtt kollagénrostos kötőszövetből áll, amely bőségesen tartalmaz ereket és érzőidegeket. A csontok közismert fájdalmassága aránylag kicsiny közvetlen erőművi hatásokra (ütés), valamint a csonttörések fájdalmassága ennek a következménye. Belső rétegét a növények felépítéséből vett hasonlattal kambiumrétegnek is nevezzük, mert - legalábbis növekvő csonton - ennek nagyszámú, orsó alakú, differenciálatlan mesenchymalis sejtje a fának évente a kambiumrétegből lerakódó rétegeihez (évgűrűk) hasonlóan rétegről rétegre újabb csontállományt (*laminae generales externae*) rak rá a csontra. Így növekszik a csont vastagsága (lásd periostalis csontképzést). Felnőttkorban is van nagyszámú differenciálatlan kötőszöveti sejt ebben a rétegben, de ezek újabb csontot már nem képeznek, itt ugyanis egyensúlyban vannak a csontfelépítési és a csontfelszívódási folyamatok. A csont teljes nyugalomba helyezésével a csonthártya tevékenységét a csontlebontás (az osteoblastok osteoclastokká alakulnak), erőltetett (aktív) mozgattal ellenkezőleg, a csontképzés irányába lehet eltolni (*Krompecher*).

A csonttörés ingere vagy a csonthártya meghagyásával az alatta fekvő csont eltávolítása a csonthártyát érlyes csontújraépítésre serkenti. Megfelelő körülmények között a csont teljes eltávolítása esetén a meghagyott csonthártya az egész csont újdonszövődését is biztosíthatja. Az orvos ezért igyekszik csontműtételnél, ha csak lehet, megtartani a csonthártyát. A csonthártya bő érhalózata *Volkman-csatornák* útján közlekedik a szomszédos csontszövet hajszálérhálózatával.

A csonthártyához hasonló, de jóval gyengébben fejlett és kevésbé egységes lemez a csontbelsőhártya (*endosteum*). Növekedés közben inkább csontleépítő működésű, mert a csont vastagsági növekedésével párhuzamosan - ha nem is egyenlő arányban - a velőüreg is növekszik. Kifejlett állapotban a központi velőüreget határoló *laminae generales internaet* építi fel. Szöveti szerkezete elvben hasonlít a periosteuméhoz, azzal a különbséggel, hogy jóval kevesebb rostot

tartalmaz, és idegekben kevésbé bővelkedik. Az endosteumon keresztül a csontszövet Volkmann-csatornáiból kilépő postcapillaris vénák kapcsolatot létesítenek a csontvelő érhálózatával. E vénák főleg a vörös csontvelőben újra nagyobb sinusoid capillarissokra bomlanak (*Vereby*). E sajátos viszonyokról a csontvelő leírásában szoltunk.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a csont több szövet, úm. csontszövet, csonthártya, porc, sárga és vörös csontvelő szoros funkcionális egysége, melyek egymás nélkül életképtelenek vagy nem teljes értékűek.

## A csontok architektúrája

A csontoknak mind az alakja, mind pedig a szerkezete speciális statikai és mechanikai igénybevételi viszonyainak megfelelő. A csontvázrendszer általános biológiai bevezetéséből láttuk, hogy az élőlények csontvázának alakulását a biológiai ökonómia szigorú törvényei kötik elsősorban abban a tekintetben, hogy a rendszer önsúlya mint limitáló tényező jelentkezik. Hozzájárul ehhez, hogy a vázrészek felépítéséhez szükséges anyagok - pl. a csontok felépítése számára mészsók és nyomelemek - nem állnak korlátlan mennyiségben rendelkezésre felvehető formában az élőlények számára. Mi sem érhetőbb, mint az, hogy a törzsfajlás során csak az maradhatott fenn, ami ilyen biológiai értelemben "ökonomikus", azaz vázrész esetében az éppen szükséges szilárdságot a legkisebb anyagfelhasználással éri el.

A csontok részletes anatómiai leírásában ismételtelen módunk lesz rámutatni egy-egy vázrész ilyen értelemben "ökonomikus", azaz minimális anyagfelhasználással a szükséges statikai és funkcionális követelményeket biztosító jellegére. Különösen nyilvánvaló ez azonban a csontok compact és spongiosus állományának eloszlásában és szerkezetében. Már említettük, hogy a szivacsos csontállomány gerendái nem szabálytalanul, hanem az illető csont normálisan előforduló megterheléseinek megfelelő "trajectorialis" rendszerekben helyezkednek el. Ezen az értendő, hogy a szivacsos állomány gerendázata az illető csont megterhelésekor keletkező statikai erővonalaknak megfelelő elrendeződésű és jellegű. A combcsont felső végdarabjában, a test természetes helyzetében annak gömb alakú fejére nehezedő és a combcsontra ennek tengelyéhez viszonyítva közel derékszögű eltéréssel futó combnyakkal közvetített nyomása a 4/1. ábrán látható erővonalak mentén terhelné a csontot, ha ezt tömör anyagból felépítettnek képzeljük. A piros színnel jelzett vonalak mentén az anyagot nyomási, a kék vonalak mentén húzási megterhelés éri. A combcsont felső végdarabja azonban nem tömör, hanem szivacsos szerkezetű, és ennek gerendái pontosan az ábrázolt erővonalrendszer szerint futnak. Még továbbmenően, a nyomási erővonalak mentén a gerendák inkább csövek, míg a húzási erővonalak mentén inkább lemezek. E trajectorialis rendszerek nem izoláltak, egy-egy csontra korlátozódnak, hanem a csontváz nagyobb részein, pl. az egész alsó végtagon, konzekvensen haladnak végig, mintegy egységes statikai szerkezetbe vonva bele az egésztestet. Érthető, hogy míg a meglehetősen egyirányú megterhelésnek kitett alsó végtagon e trajectorialis szerkezetek aránylag egyszerűek és jól áttekinthetők, addig a sokoldalú megterhelésű felső végtag vázában nem találunk ilyen egyszerű viszonyokat.

### 4/1. ábra helye

A csontok megterhelési viszonyainak változása a trajectorialis szivacsos szerkezeteknek az új viszonyoknak megfelelő átépülését vonja maga után. Pl. az egyik alsó végtag megrövidülése vagy az ízületnek nem az álló testhelyezethez megfelelő állásban való megmerevedése esetén az egész alsó végtag szivacsos csontállománya az új helyzetben jelentkező megterhelési vonalaknak megfelelően épül át, vagyis az erővonalakba nem eső helyeken a gerendák felszívódnak, és az új erővonalaknak megfelelő helyeken újak épülnek. Ez nagyrészt azt mutatja, hogy a csont szivacsos állománya gerendáinak helye és iránya nincs örökletesen meghatározva, hanem a megterheléshez való alkalmazkodásként alakul ki, másrészt azonban azt is, hogy a csontfelszívódás és a csontépítés elemi szöveti mechanizmusa közvetlen fizikai információ alapján is szabályozható: ahol megterhelés van, ott csontfelépítés folyik, és ahol nincs, ott csontleépítés. Nem tudjuk, hogy ez az

információ, amely pedig bizonyára a csonton belül molekuláris szinten jelentkezik, mi módon jut el, vétetik tudomásul és befolyásolja a megfelelő sejtes elemek tevékenységét.

### 4.3 A CSONTOK KÖZÖTTI ÖSSZEKÖTTETÉSEK (ÁLTALÁNOS IZÜLETTAN)

A csontvázat felépítő csontokat részben aránylag rögzített, részben mozgékony összeköttetések fűzik egybe. Ezek az összeköttetések lehetnek egyszerű, egységes szerkezetűek, de gyakrabban bonyolult felépítésű és működésű szervek. Az anatómiának a csontok ezen összeköttetéseit rendszerbe foglaló ágazata a *syndesmologia* (ízület- és szalagtan). Ha az egymással összekötött csontok anyaga folyamatosan - bár más szövet közbevetésével - megy át egymásba, akkor folytonos vagy folyamatos összeköttetésről (*synarthrosis*) beszélünk, ha pedig az összekötött csontok állománya között nincs anyagfolytonosság, hanem helyette rés mutatkozik, akkor ízületről (*diarthrosis* vagy *articulatio*) szólnak.

#### Folyamatos csontösszeköttetések (*synarthroses*)

Az anyag folytonosságának megszakítása nélkül összekötött csontok esetében az összekötő anyag minemősége szerint megkülönböztetünk:

- *syndesmosist*, azaz szalagos csontösszeköttetést;
- *synchondrosist*, vagyis porc csontösszeköttetést;
- *synostosist*, vagyis csontos egybeforradást.

**Syndesmosis**nak nevezzük két vagy esetleg több csont szalagos összekapcsolását. Nem minden szalagos összeköttetés nevezhető azonban syndesmosisnak. Ha a szalag csupán alkotórésze más bonyolultabb szerkezetű összeköttetéseknek, akkor az összeköttetés nem syndesmosis. Ugyancsak nem szoktuk syndesmosisnak nevezni azt sem, amikor két egymástól aránylag távol eső csontot hosszabb szalag köt össze. Syndesmosison tehát csupán azokat a szalag vagy szalagok közbevetésével, a váz anyagfolytonosságának megszakítása nélkül létrejött csontösszeköttetéseket értjük, amelyekben a csontokat a szalagok valóban szorosan egymáshoz rögzítik. Ilyen syndesmosis tartja össze pl. a lábszár két alsó csontvégét (*syndesmosis tibiofibularis*) vagy kulcscsontot a lapocka hollócsőr nyúlványával (*syndesmosis coracoclavicularis*).

A syndesmosisok közé soroljuk azokat a csontösszeköttetéseket, amelyek esetében a csontok rendkívül pontosan egybeillesztett szélei vagy felszínei között fennmaradó hajszálfinom hasadékat nem szabad szemmel látható szalagok, hanem csupán mikroszkópi értelemben vett, többé vagy kevésbé rostos kötőszövet tölti ki. Ilyen eset pl. a fogak gyökereinek rögzülése az állcsontok fogmedri gödreiben, amely lényegében beékelődés (*gomphosis*), ahol a két csontos rész egybetartását maga a beékelődés (mint fába bevert szeget) és a rést áthidaló mikroszkópi, de összességükben nagyon erős rostos kötőszövet együttesen biztosítja. A syndesmosis másik formája a koponyacsontok varratos egybeilleszkedése (*sutura*). Ennek három fajtáját különböztetjük meg: fogazott varratot (*sutura serrata*), sima varratot (*sutura plana*) és pikkelyvarratot (*sutura squamosa*). Érthető, hogy a fogazott varratszélek egybeilleszkedése mellett a közbülső kötőszöveti rostoknak nem sok szerepük van a csontok egybetartásában. Sima varrat csak a vékony arckoponyacsontok között fordul elő, ahol nagyobb mechanikai megterhelés normálisan nem fordul elő. A pikkelyvarratnál a ferdén elhelyezett csontszélek halpikkelyszerűen illeszkednek egymásra oly módon, hogy a szóba jöhető mechanikai behatások a két, ferdén elfekvő csontszéli felszínt épp összenyomják (lásd halántécsont pikkely felfekvését a falcontra).

**Synchondrosison** azt az összeköttetést értjük, amelyben a csontokat közéjük ékelődő porc köti össze folyamatosan. Legjellemzőbb példái a csigolyatesteket összekötő csigolyaközi porckorongok. Több *synchondrosist* találunk még a koponya alapján, amelyek az egyes

koponyacsontok közötti hézagokat töltik ki. Üvegporcból állnak, ellentétben a sokoldalú mechanikai megterhelésnek (nyomás, húzás, elcsavarás és ennek folytán ún. "nyíró" erőknek kitett csigolyaközi porckorongokkal, amelyek rostos porcából épülnek fel.

A synchondrosisek közül több nem maradandó, hanem később összeecsontosodik. Ilyen értelemben minden epiphysisporc synchondrosisnak volna mondható, mégsem nevezzük annak. Igazi synchondrosis az, amely a koponya növekedésének végével rendszeresen elcsontosodik (16-18. év): a *synchondrosis sphenoccipitalis*.

Ha a synchondrosis porcában rés támad - mint pl. a szeméremcsontok symphysisében -, akkor ez átmenet a valódi ízület felé, és *hemidiarthrosis*nak is szokták mondani.

Synchondrosisek az összekötött csontoknak minimális, de működési szempontból (lásd pl. a csigolyaközi porckorongok esetében) mégis fontos mozgási lehetőséget engednek meg. Ez azonban minden synchondrosis esetében más lévén, inkább az összeköttetések részletes leírása során tárgyalható.

**Synostosis.** Két vagy több, eredetileg különálló csont összeecsontosodása. Ez esetben konvenció kérdése, hogy mikor tekintjük a több részből összenőtt csontot egy vagy több csontnak. Pl. a medencecsont csak a növekedés során csontosodik össze három részből; hasonlóképpen a keresztcsont öt keresztcsonti csigolya összeecsontosodásából áll elő, mégis mindkettőt egységes csontként írjuk le. Ezzel szemben a koponya nyakszirtecsontja és ékcsontja, bár az előbbiekhöz viszonyítva nem sokkal később szintén összeecsontosodik a synchondrosis sphenoccipitalis helyén, mégis két különálló csontként kerül leírásra. Nagyrészt attól függ ez, hogy egyszerűbb-e egységes képződményként vagy pedig különállóként felfogni és leírni az összeecsontosodott részeket. Mindenesetre a legtöbb synostosis azt megelőzően synchondrosis volt. Igaz, idősebb korban a kötőszövetes telepből fejlődött csontok (koponyatető csontjai) is összeecsontosodnak, ezt azonban - mint nem jellemző és rendszeres jelenséget - inkább öregkori elváltozásnak tekintjük. Kivétel a homlokcsont pikkelyrészének két félből, a homlokvarrat megszűnésével már a korai gyermekkorban való összeecsontosodása. Az arckoponyacsontok többsége és a halántékcsontrész két vagy több porcra és kötőszöveti telep összeolvadásából származik.

## Megszakított csontösszeköttetések (articulationes)

Az ízület az eddig tárgyalt csontösszeköttetésektől élesen különbözik annyiban, hogy az összeköttetésben álló porccal borított csontfelszínnek közötti rés, azaz anyagfolytonosság-megszakítás van. Az összeköttetést a szemben álló csontrészek széleit összekötő hártyaszerű ízületi tok és szalagok hozzák létre. Az ízület ennek megfelelően önmagában lezárt szerkezeti és működési egység, tehát szerv; anatómiai némenklatúrai neve: *articulatio*.

## Az ízületek jellemző (obligát) alkotórészei

Az ízületek típusos alkotórészei az *ízüvek*, ezek ízületi felszínét borító *ízületi porc*, az *ízületi tok* és az *ízületi szalagok*.

**Ízüveken** értjük az egymással ízületi összeköttetésben levő csontrészeket. Ezek igen sokféle alakúak lehetnek, mégis leggyakrabban közülük az egyik domború, a másik ennek megfelelően homorú idom. A domború ízületet ízfőnek (*caput articulare*), a homorút ízvápának (*cavitas articularis*) nevezzük. Ha az ízüvek laposak vagy szabálytalan alakúak, akkor nem ízfőről és -vápáról, hanem egyszerűen ízüvekről szólnunk. Az egybeilleszkedő ízüvek rendszerint - de korántsem mindig - egymás öntvényét képező felszínekkel fekszenek össze.

Az illeszkedésre szolgáló ízületi felszínnek (*facies articularis*) ízületi porccal (*cartilago articularis*) borítottak. Ez az ízület nagyságától és mechanikai megterheltségétől függően vastagabb (1-2 mm) vagy vékonyabb (néhány tized mm) üvegporc réteg, amely a csont porcos telepének

(epiphysis) el nem csontosodott maradványa. Szabad, az ízület felé tekintő felszíne sima, de kivételesen lehet dudoros, szabálytalan is. A csonthoz rögzített felszíne is aránylag sima, ami kitűnik a preparált (macerált) csont ízvégeinek különleges simaságából is. Kivételesen - főleg dudoros ízületi felszínnek vagy szabálytalan alakú ízvégek és idomuktól aránylag független mechanizmusú ízületek esetében - az ízfelszín boríthatja rostos porc is (ilyenek: a szegycsont, a rágóizület és a medenceizület porcfelszínei).

Az **ízületi tok** (*capsula articularis*) az ízületet a környezet felé hermetikusan elzáró, zsákszerű kötőszöveti tok, amely az egyik ízesülő csontvég ízületi felszínének széléről (vagy kissé afelett) ered, és a másik ízvég felszíne szélén (vagy az alatt) körös-körül tapad. Igen változatos alakú és feszségű, nagy mozgásokat végző ízületekben bő, a mozgásokat megengedő tartalék redőkkel rendelkezhet, kevésbé mozgékony ízületekben szoros áthidalás a szemben álló ízvégek ízfelszín szélei között. A porccal borított ízfelszínnek közötti ízületi rést zárt ízületi üreggá (*cavum articulare*) egészíti ki. A szó szoros értelmében ez persze nem üreg, mert normálisan üres lévén, a porcfelszínnek és a körülvevő tok teljesen összefekszik úgy, hogy közöttük a valóságban csak capillaris rés marad szabadon. Kóros viszonyok között vagy mesterségesen (pl. preparációnál valamely anyag befecskendezésével) az üregben folyadék gyűlhet meg (vér, savós vagy gennyes izzadmány), amely a normálisan összeesett üreget kitöltve megmutatja az ízületi üreg valódi alakját. Preparációhoz pl. folyékony, festett paraffinnal (újabbban műanyaggal) szokták megtölteni az ízületek üregét, mert kihűlve a paraffin megmerevedik, és megőrzi az üreg alakját.

Újabb módszerekkel az ízületi tok belső felszíne, az ízületi csontfelszínnek és az ízületek esetleges egyéb alkotórészei (discusok, meniscusok, belső szalagok, az ízületen átfutó ín) élőben közvetlenül vizsgálhatók az ízületben bevezetett műszer (*artroszkóp*) segítségével.

Az ízületet felépítő alkatrészek közül csupán az ízületi tok mikroszkópi szerkezetét nem ismertettük, ezt a hiányt itt pótoljuk. Általában két rétegből áll: külső, rostos (*membrana fibrosa*) és belső, synovialis<sup>1</sup> (*membrana synovialis*) rétegből.

A rostos réteg aránylag tömött kollagénrostos kötőszövet, kevés rugalmas rosttal. A synovialis réteg sejtűs laza kötőszövet, amelynek sejt közötti állománya különleges: kevés kollagénfibrillumot és mukoid jellegű alapállományt tartalmaz. A sejtek nagyjából fibroblastok, amelyek azonban sokszor lekerekedtek, és szinte hámszerűen, majdnem hézagmentesen illeszkednek egymás mellé. Pontosabb vizsgálattal azonban kitűnik, hogy minden sejt sejt közötti állomány vesz körül, és a legtöbb sejtnek egy-két szabálytalanul elágazó, gyakran vaskos vagy csavarodott nyúlványa van. A részletdús plasmából (Golgi-apparatus) és a sejt felületi rétegének basophil festődéséből (ergastoplasma) következtethetőleg ezek a sejtek folyamatos aktivitásban lehetnek. Az állandóan termelt sejt közötti alapállomány a felületen elfolyósodva adja az íznedvet (*synovia*). Ez a néhány cseppnyi mukoid jellegű nyúlós folyadék a mozgásokkal járó súrlódást csökkenti.

A synovialis réteg különböző nagyságú dudorokat és bolyhokat bocsát az ízület ürege felé. Csak a legnagyobbak tartalmaznak ereket. Az ízületi toknak főleg rostos rétege rendkívül bő érhálózatot és igen gazdag érző idegfonatot tartalmaz, amelynek végső elágazódásai benyomulnak a synovialis rétegbe is.

Az **ízületi szalagok** (*ligamenta*) tömött kollagén- (néha rugalmas) rostos kötőszöveti kötegek, amelyek az esetek egy részében csak az ízületi tok rostos rétegének megerősödései (*ligamenta capsularia*), máskor pedig az ízületekhez mechanikailag hozzá tartozó, de a toktól független képződmények.

## Az ízületek járulékos alkotórészei

Ezek nem minden ízületben, hanem csak egyesekben előforduló anatómiai képződmények.

**Discusok és meniscusok.** Rostporcos korongok vagy gyűrűbetétek, amelyek az ízület üregét

---

<sup>1</sup> Paracelsus (Theophrastus Bombastus) (1493-1541) reneszánsz (humanista) orvos, aki sok vándorlása során Magyarországon is járt, használja a kifejezést először. Eredete homályos, feltehetően helytelen szóképzés.



teljesen vagy tökéletlenül két részre osztják. *Discus*ok (ízületi korongok) szabálytalan vagy egymásnak meg nem felelő idomú ízvégek esetében fordulnak leginkább elő, amikor is a két ízvég közötti incongruentiát egyenlítik ki. Mindkét felszínük egy-egy csontvéggel alkot ízületet, és az ízületi tokkal körös-körül összenöttek, tehát ilyen esetben az ízületi üreg lap szerint két részre osztott. Ilyen *discus* fordul elő pl. a szegykulcsosonti ízületben és a rágóízületben.

*Meniscus*oknak a rostporcos gyűrűbetéteket nevezzük, amelyek az ízületi üreget nem osztják két részre, csupán az ízesülő porc felszínek közötti részleges incongruentiát egyenlítik ki. Az ízületi tokkal nem mindig nőttek össze, helyenként szalagok által rögzítettek. A térdízületben fordulnak elő.

Rostporcos **ízületporcok** (*labia articularia*). Az ízületporc széléhez körkörösén hozzánőtt és azt mélyítő, rugalmas szél képező rostporcos gyűrűk. A csípő- és a vállízületben találhatók.

**Ízületi tömlők és hüvelyek** (*bursae et vaginae synoviales*). Ízületek környékén nagy számban fordulnak elő zárt, lapos, belső felszínükön iznedvszerű nyúlós folyadékot termelő tömlők, amelyek két felszíne egymáson könnyen elcsúszva megkönnyíti két szomszédos réteg - ami lehet két izom, ín és izom, ín és csont, bőr és izompólya stb. - egymáshoz viszonyított elmozdulását. Ezek tárgyalása általában az izomtan feladata. Vannak azonban olyan tömlők, amelyek rendszeresen közlekednek az ízület üregével, ezeket megkülönböztetésül *bursae* (tömlők) és *vaginae* (hüvelyek, pl., ha izom inát veszik körül) *synoviales* névvel jelöljük. Ugyancsak az ízület körüli különböző rétegek elmozdulása során jelentkező súrlódásokat csökkentik.

**Ízületi tok-feszítő izmok** (*musculi articulares*). Az ízületek környékén elhelyezkedő izmok kisebb nyalábjai, ritkábban önálló izmok, amelyek az ízületi tokon tapadnak. Minthogy az izmok összehúzódásakor rendszerint a maguk oldala felé hajlítják az ízületet, az ilyen nyalábok megakadályozzák a hajlított oldalon ráncot vető ízületi tok becsípődését.

## Ízületi mechanika és az ízületek osztályozása

Az ízületek felosztása és mechanizmusai egymástól el nem választhatók, ezért közös fejezetben tárgyaljuk őket. Először foglalkoznunk kell az ízület bizonyos kitüntetett helyzeteivel, amelyekből elemzésünk kiindul, utána az ízületet összetartó tényezőkkel és az ízületi mozgások néhány általános vonásával, végül az ízületeknek az ízfelszínek idoma és ebből adódó mozgástípusa szerinti felosztásával foglalkozunk.

Az ízület kitüntetett helyzetei közül az, amelyből a mozgások elemzésénél kiindulunk, helyesebben amelyhez minden más helyzetet viszonyítunk, az *ízület normál* (vagy alap-) *állása*. Ez az a helyzet, amelyet az ízületek az ember egyenes - de nem katonásan feszes -, álló testtartása mellett, a felső végtagok laza lelógatása és a fej természetes előretekintő tartása mellett maguktól felvesznek. Ez természetesen egyénenként változó a testalkattól, a tápláltsági foktól, az izom-erőtől és a nemtől függően, de mégis megközelítő tájékozódást nyújtó kiindulási alap, sokkal inkább, mint bármely más mesterségesen megállapított testtartás. Ettől meg kell különböztetni az *ízület ún. középhelyzetét*, amelyben az ízület tokja és szalagai minden irányban egyenletesen ellazultak, vagyis az a helyzet, amelyet elasticus tényezői folytán az ízület magától felvenne.

Normális körülmények között ízületeink középhelyzetét nem is ismerjük, mert egyrészt tagjaink súlya és az izmok tónusa erősebben befolyásolja az ízület helyzetét, mint saját elasticus tényezői, másrészt egészséges ízület bármely állása mellett nem érzünk semmi feszülést, kivéve ha az ízületet erősen valamely véghelyzetébe, sőt azon túl igyekszünk juttatni.

Gyulladt és ezért fájdalmas ízületet a beteg a tok egyenletes ellazítása érdekében azonnal a középhelyzetbe juttat. Ugyancsak középhelyzetben áll az ízület, ha üregét valamely folyadék gyülem (vér vagy gyulladással járó izzadmány) feszesen kitölti.

A fontosabb ízületek középhelyzetét az orvosnak azért kell ismernie, mert a középhelyzetben kórosan rögzített ízület mellett más elváltozásra kell gondolnia, mint a középhelyzetben kívüli helyzetben rugalmasan rögzített ízület esetén (*ficam*).

## Az ízületet helyben tartó tényezők.

Az ízületben egymáshoz illeszkedő porcfelszínek még erélyes mechanikai behatásokra (húzás) sem választhatók el egymástól.

Az összetartásban elsősorban az ízület szalagai visznek szerepet, amelyeknek szakítási szilárdsága igen nagy. Így pl. a csípőízület fő szalagja, a lig. iliofemorale egymaga csak mintegy 500 kg megterhelésnél szakad el; a kisebb szalagok ellenállása természetesen lényegesen kisebb. A szalagok csak úgy tarthatják helyben a két csontrészt, ha az ízület bármely állásában elég feszesek. E tekintetben az ízületek részletes tárgyalásánál látni fogjuk, hogy a szalagok többnyire az ízület forgási tengelyében vagy ahhoz közel erednek, és ezért az ízület mozgásaitól függetlenül mindig feszesek maradnak. De az ettől az általános szabálytól eltérő fontos kivételeket is meg fogjuk ismerni.

Egy másik lényeges egybetartó tényező az ízületi tok, nem csupán erős külső rostos rétege folytán, hanem azért is hogy megakadályozza az ízületen kívüli szerv- vagy szövetrész benyomulását a porcfelszínek közé.

Ezzel összefüggően a légnyomás is hozzájárul a csontvégek összetartásához, mert szétválásuk nyomán köztük légüres térnek kellene keletkeznie. Hasonló szerepű a porcfelszínek egymáshoz való adhaesiója.

Kisebb ízületekben az ízvégeket egybetartó erőket húzással le lehet győzni. Ilyenkor a széthúzott ízvégek közé kis roppanással befelé türemkedik az ízületi tok. Ez történik pl., amikor egyesek rossz szokásból vagy idegességből ujjaik meghúzásával "ropogtatják" ízületeiket.

Az ízvégek összetartásában lényeges szerepet játszik még az izomzat tónusa. Ez a tényező az említettek mellett változó arányban vesz részt különböző ízületekben. Laza tokkal és szalagkészülékkel bíró erős izomzattal körülvett ízületekben (pl. vállízület) ez a döntő tényező, ami abból is kitűnik, hogy pl. a vállízületet köpenyszerűen körülvévő izomzat teljes vagy nagy részben való bénulása esetén az ízvégek egymástól eltávolodnak (*subluxatio* = nem teljes ficam)<sup>2</sup>.

Különleges esete az ízesülő csontok egybetartásának, ha az ízvápa legnagyobb görbületén túl magába foglalja az ízfejet (*enarthrosis spheroides*, *articulatio cotylica*, görög, jelentése üreges ízület). Ez esetben persze az ízfej az ízvápától nem távozhatsz el, de érthető módon mozgása erősen korlátozódik. Ilyen a borz állkapocsízülete. Némileg hasonlít hozzá az ember csípőízülete, amelyben a gömb alakú ízfejet a medencecsont ízvápája csontosan nem, de az azt mélyítő rostporcos ajak segítségével ekvátorán túl körülfogja.

## Az ízületek mozgásai.

Az ízületekben történő mozgásokat az ízület normál vagy alapállásához viszonyítottan tekintjük. Minthogy ritka kivételtől eltekintve az emberi test ízületeinek mozgása tengely körüli körmozgás, az ízületek mozgását rendszerint ívértékben (fokokban) adjuk meg, tehát egyszerűen azzal a szögeltéréssel, amelyet az elmozdított tag az ízület normál vagy alapállásához viszonyítottan mutat. Minthogy több ízületben nem csupán egy, hanem két vagy több tengely körül lehetséges elmozdulás, ilyen esetben mindig jelezniük kell vagy az ízület tengelyét, amely körül, vagy a síkot, amelyben a szóban forgó esetben a tag mozgása történik. A térben való tájékozódásra természetesen az előző fejezetben tárgyalt általános sík-, tengely- és iránymegjelöléseket használjuk.

Hosszabb testrész (végtagok) ízületeinek mozgása esetében a normál állásban jobbra egymás folytatásába eső csontok oly irányú elmozdulására, melyben a köztük levő közel 180°-os szög csökken, a **hajlítás** (*flexio*) kifejezést használjuk. Ilyen például a normál állásban nyújtott könyök - tehát amikor a felkar és az alkar csontjai egymással kb. 180°-os szöveget zárnak be - behajlítása, mely végső helyzetében a két tagrész hegyesszögű állásáig (30°) vihető. Ellentéte: a behajlított ízület **nyújtása** (*extensio*). Nem ilyen egyszerű a helyzet, ha egy tagot két ellentétes irányba lehet

---

<sup>2</sup> Luxationnak vagy ficamnak nevezik az ízvégek teljes eltávolodását egymástól (az ízfej kiugrik az ízvápából), rendszerint az ízületi tok vagy szalagok elszakadása mellett.

behajlítani, mint pl. a kézcsuklót: itt ezért hozzá kell tennünk, hogy merre - azaz a kézháti vagy a tenyéri oldal felé - hajlítjuk a kezét: van tehát *flexio dorsalis* és *flexio volaris*. Még kevésbé egyértelmű a szóhasználat abban az esetben, ha két tag alapálláskor nem egymás folytatásába esik, hanem szöveget zár be, pl. a láb és a lábszár, amelyek tengelyei 90°-os szögben állnak. Ilyenkor logikus volna a lábnak a talp felé való hajlításakor (pl. a lábujjhegyre állás) extenzióról és a láb hát felé hajlításakor (sarkon állás) flexióról szólnunk. Ezzel szemben az előbbi mozgást régi szokásból *plantarflexiónak*, az utóbbit *dorsalflexiónak* nevezzük. Végképp megzavarja a dolgot, hogy azok az izmok, amelyek az előbbit létrehozzák, a lábszár flexorai, és az utóbbi mozgást okozók a lábszár extensorai. Logikusabb és élettani szempontból éppen fordítva van: a lábat a talp felé hajlító, és az anatómiában flexornak nevezett izmok az igazi extensorok, és viszont. Bármennyire helytelen is az anatómiai szóhasználat, nem vállalkozhatunk az évszázadosan begyökerezett orvosi terminus technicus megváltoztatására, de látni fogjuk, hogy az alsó végtag mozgásainak idegmechanizmusában ezt a helytelen szóhasználatot figyelembe kell venni.

Több, normál állásban egymással párhuzamos tag közül az egyiknek a másiktól vagy többnek egymástól való **eltávolítását** (pl. az ujjak szétterpesztése, a kar oldal felé való felemelése, a combok széttárása stb.) *abductiónak*, ellentétét, azaz a testrészek vagy tagok egymáshoz való **közelítését** *adductiónak* nevezzük.

Speciális, az eddig tárgyalt két mozgásformába be nem illeszthető eset a karnak vállban vagy az alsó végtagnak csípőben való előre-, illetve hátrafelé (a végtag a saggitalis síkban mozog) emelése. A közönséges flexióval szemben ilyenkor a végtag előrelenyújtását vagy mozgását *anteflexiónak*, hátralenyújtását *retroflexiónak* mondjuk.

Ha egy ízületben a csont, illetve az annak megfelelő egész testrész saját hossz tengelye körül **forog**, ezt *torsiós* vagy *rotációs* mozgásnak mondjuk. A mozgás irányát különbözőképpen jelezzük, rendszerint aszerint, hogy annak eredményeképpen a mozgásban levő feltűnőbb testrész merrefelé fordul. Pl. az alsó végtag csípőben vagy térdben való forgatásakor *befelé rotatio* az, amikor a lábujjak vége a középvonal felé mozdul, és *kifelé rotatio* az, amikor azok a középvonaltól kifelé térnek el. Az alkarnak tekintélyes méretű forgásában külön névvel jelöljük a kézhátnak előre- (függőleges alkarok mellett) vagy fölfelé (behajlított könyök mellett) fordítását: ez a *pronatio* (nem használt nyelvújítási szó **borintás**), és ellentéte, azaz a tenyér előre- vagy felfelé való fordítása a *supinatio* (**hanyintás**).

Szabadabb mozgású ízületekben a mozgások egymással kombinálódnak. Ennek egyik fontosabb speciális esete a testrész **körözése** vagy **körülhordozása** (*circumductio*). Ilyenkor a körözött testrész vagy annak hossz tengelye kúppalástnak megfelelő felszín mentén mozog. A valóságban természetesen a kombinálódó mozgások terjedelme szerint végtelen sok, egymásba illő kúpfelszín mentén történhet a *circumductio*, közülük azonban csak azt a *circumductiót* vesszük figyelembe, amelynél minden mozgást maximális terjedelméig visszük, azaz amelyben a végtag a lehetséges legnagyobb nyílásszögű kúpot írja le.

Néhány speciális, nem általánosítható mozgásformáról a részletes részben emlékezünk meg.

## Izületi gátló berendezések.

Az ízületek mozgásai többségükben tengely körüli körmozgások ugyan, eltérőleg azonban a technikában alkalmazott legtöbb ilyen mozgástól, a teljes körforgásnak csupán kis részére korlátozottak. Az ízületben végezhető mozgások terjedelmét több tényező határozza meg, úm. az ízfelszín alakja, egymáshoz mért nagysági viszonyai, a csontoknak az ízfelszínekkel szomszédos domborzati viszonyai, a szalagok, az ízületi tok és végül az ízületet körülvevő lágyrészek, illetve egyéb testrészek. Az ízületek mozgásainak az elemzésében, még inkább azonban sérülések létrejöttének oki magyarázatában fontos azon anatómiai tényezők és okok ismerete, melyek a különböző mozgásoknak határt szabnak. Ha ezek a tényezők konkrét anatómiai képződmények, **gátlóberendezésről** szólnunk.

Csontos gátlóberendezés, ha az ízület mozgását a két ízvéghöz tartozó vagy környezetében

levő csontrészet összeütközése akadályozza. Így pl. a könyökízületet a 180°-os álláson túl hátra nem lehet hajlítani, mert a singsont kampószerű hátsó nyúlványa, az olecranon, beleütközik a felkarcsont hátsó hasonló görbébe. Az igazság kedvéért meg kell jegyeznünk, hogy a legtöbb esetben normálisan nem is ütközik össze nagyobb mértékben a két csont, mert közvetlenül előtte már kevésbé merev gátlóberendezések mintegy elasticusan felfogják az ütközést. Más eset valamely csont rész beleütközése kifeszülő szalagba. Ilyen pl. a vállízületben a kar oldal felé való felemelésekor (abductio) a felkarcsont nagy gumójának (tuberculum majus humeri) beleütközése a vállízületet felülről áthidaló ligamentum acromioclaviculareba. Igen gyakori gátlómechanizmus az ízület szalagjának megfeszülése, különösen ha ezek az ízület forgástengelyétől eltérő helyen excentrikusan erednek (pl. a térdízület, az ujjak alapízületei). Máskor az ízület szalagai spirálisan egymásra csavarodva (pl. a csípőízületben) fogják le a további mozgást.

Közönséges eset, hogy az ízületi tok megfeszülése akadályozza a további mozgást. Gyakran az említett tényezők nem külön-külön, hanem közösen hatnak egyidejűleg. A csontvázon kívüli tényezők közül fontos az izmok megfeszülése és a behajlított oldalon a lágyrészek (izom, bőr alatti szövetek, bőr) összetorlódása (pl. könyök, térd behajlításánál).

## Az ízületek osztályozása ízfelszíneik alakja szerint.

Számos ízület ízfelszíne szabálytalan idomú (dudoros, szabálytalanul lapos stb.), s egyidejűleg szalagkészüléke és tokja oly rövid, hogy bennük jelentősebb mozgás nem lehetséges. Ezeket **feszes ízületeknek** (*amphiarthroses*) nevezzük. A valódi ízületektől csak a mozgékonyosság korlátozottsága különbözteti meg őket. E tekintetben számos átmenet van a szinte valóban elmozdíthatatlan ízülettől (pl. keresztcsont-medence ízület) az aránylag sok irányban mozgatható kéz- és lábtöcsontok közötti ízületek egyikéig-másikáig. Néhány szabálytalan idomú ízület szalagkészüléke olyan bő, hogy kisebb terjedelmű mozgást minden irányban megengednek (pl. szegy-kulcsosonti ízület). Ezeket, mert a megengedett határokon belül minden irányban (tehát sok tengely körül) lehet mozgatni őket, *korlátolt szabad ízületeknek* nevezzük. Ilyen értelemben minden feszes ízület voltaképpen sok tengely körül, de nagyon kis mértékben mozgatható. A csontvázrendszerben több helyen (gerinc, lábtő, kéztő) fordulnak elő, aránylag rövid csontokból álló vázrészekben, amelyek egyes tagjait rendszerint feszes ízületek kapcsolják egybe. Így a csontok egymáshoz viszonyított helyzete alig változik, összefüggésében azonban, a sok kis mozgás összeadódása folytán, az egész szerkezet szöglettörés nélküli jelentékeny és sokirányú elmozdulásra alkalmas (pl. gerinc).

A többé-kevésbé szabályos (mértani) idomú mozgékony ízületeket mozgási tengelyeik száma szerint osztályozzuk.

1. **Egytengelyű ízületek.** Két fajtájuk fordul elő, ún. **csapós** vagy **csuklóízület** (*ginglymus*) és **forgóízület** (*articulatio trochoidea*).

a) **Ginglymuson** azt az ízületféleséget értjük, amelyben az ízület tengelye az ízesülő csontok hossztengelyére megközelítően harántul áll. Az ízületi felszínek lényegében egymásba illeszkedő domború és vájt hengereknek felelnek meg. A valóságban ettől mégis eltérnek annyiban, hogy a domború felszínen a görbület mentén vajúlat fut körül, az ízfej tehát cernaorsó alakú (*trochlea*), míg az ízvápán ugyanilyen irányban az előbbi vajúlatba illő kiemelkedő lécs található. E berendezés megakadályozza az ízfelszíneknek a henger tengelyével párhuzamos oldal felé való elcsúszását. Ez a leggyakoribb ízületféleség, legtisztább típusai az ujjak ízületei (*articulationes interphalangeae*). Jellemző alkotórésze az ízfej tengelyében eredő két oldalszalag (*ligamenta collateralia*), amelyek a két csontot összetartják és a henger tengelye körüli "ajtó vagy ablaksarok"-szerű mozgást a két határok között megengedik.

b) **Articulatio trochoidea** vagy forgóízület esetében az ízület tengelye a csont hossztengelyével megközelítőleg egybeeső. Az ízfelszínek lehetnek henger vagy kúp alakúak (ritkábban gömbfelszín alakúak), és mozgásuk a "tengely-csapágy" mozgáshoz hasonlít. Oldalszalagaik nincsenek, hanem egyéb, az ízfejet az ízvápába hurokszerűen (pl. könyökízületben) vagy más hasonló módon befogó szalagkészülék. Legtisztább típusa az 1. és a 2. nyakcsigolya

közötti ízület (*articulatio atlantoaxialis*).

(c) Gyakori a kétféle egytengelyű ízület kombinációja vagy két külön ízület kombinációja (könyökízület), vagy csupán az ízületi mechanizmus kombinált volta révén (térd). Ilyenkor csuklóforgó ízületéről: **trochoginglymus**ról szólnunk; logikusan a következő csoportban volna a helyük.

2. **Kéttengelyű ízületek.** Ugyancsak két fajtájuk fordul elő, ún. **tojásízület** (*articulatio ellipsoidea*) és **nyeregízület** (*articulatio sellaris*).

a) **Articulatio ellipsoidea** vagy tojásízület, amint neve is mutatja, tojásdad idomú ízfejjel és ennek megfelelő ízvápával bír. Két, egymásra merőleges görbületének, illetve tengelyének megfelelően két tengely körül enged meg mozgást.

b) **Articulatio sellaris** vagy nyeregízület: két egymásba illő nyereg alakú felszíne van, tehát nem különböztethető meg ízvápa és ízfej, mert az egyik görbület egyik irányban domború, a másik a másikban. Az ízületnek a két görbület tengelyének megfelelően két egymásra közel merőleges tengelye van. Az ember egyetlen tiszta nyeregízülete a hüvelykujj kézközépcsont-kéztőcsont ízülete (*articulatio carpometacarpea pollicis*), amelynek egyik tengelye körül a hüvelyket a tenyér síkjában a többi ujjhoz közelíthetjük vagy tőlük távolíthatjuk (*adductio-abductio*), a másik tengely körül a hüvelyket a tenyér síkjából kiemelve a többi ujjal harapófogó- vagy csipesszerűen szembehelyezzük (*oppositio-repositio*).

3. **Soktengelyű** vagy **szabad ízület.** Csak egyféle van **gömb** alakú ízfejjel és vápával, neve ennek megfelelően *articulatio spherioidea*. Habár mint a gömböt megfelelő vajúlatban minden irányban egyformán - tehát végtelen sok tengely körül - mozgathatjuk, ezért is nevezzük egyúttal szabad ízületnek, a gyakorlatban mégis a tér három fő irányban (úm. sagittalis, haránt és függőleges) haladó tengelyeket emeljük ki, és a gömbízület mozgásait ezek szerint elemezzük. Ezért (helytelenül) háromtengelyű ízületként is emlegetik. Az emberi testben két, közel tökéletes gömbízület fordul elő: a váll- és a csípőízület. Ilyen ízület mozgásterjedelmét az ízvápa és az ízfej egymáshoz viszonyított aránya - ti., a teljes gömb mekkora hányadát képezi az ízvápa - és a szalagkészülék, valamint ízületen kívüli tényezők döntenek el.

Meg kell jegyeznünk, hogy az ízület mechanizmusa szempontjából közömbös, vajon két csont között az ízesülés egy vagy két, sőt esetleg több helyen, azaz anatómiailag különálló ízületben történik.

Azonos csontok közötti többes ízület mechanizmusa mindig egységes, sőt sokszor több különálló ízfelszín együttesen felel meg egy meghatározott egyszerűbb mértani idomnak. A fej és az 1. nyakcsigolya közötti két, anatómiailag különálló ízületi felszín közösen felel meg egy egységes tojásízület felszínének. Kombinált ízületekben mindig a kisebb mozgékonyabb ízület rész határozza meg az egész ízület mozgékonyabbát (lásd könyökízület; alsó ugróízület).

## Az ízületek ér- és idegellátása

A legtöbb ízületet igen bőséges ér- és idegfonat veszi körül. Közülük különösen nevezetes tény, hogy a kisebb verőerek az ízületek körül hálózatosan összefüggő arteriális recét (*rete articulare arteriosum*) alkotnak. Ennek okaira és orvosi jelentőségére az általános értanban térünk ki.

Az ízületek, pontosabban az ízületi tok és a szalagok érzőideg-ellátása is igen bőséges; ennek a testhelyzet felőli tájékozódásban és az ezzel összefüggő reflexekben való jelentőségére az idegrendszerrel térünk ki. Nagyobb ízületek érző idegei egy vagy több, rendszerint szomszédos idegből erednek. Ezeket könyvünkben nem ismertetjük, de fontos kiemelni, hogy ezek az idegágak típusos helyeken találhatók, és ismeretük a szakorvoslás szempontjából fontos; pl. gyógyíthatatlanul és tartósan fájdalmas ízületek idegeinek átmetszéssel való kezelésekor.

#### 4.4 A GERINC CSONTJAI ÉS IZÜLETEI

A **gerinc** (*columna vertebralis*) 33-35, nagyjából feszes ízülettel összeillesztett, vagy alsó szakaszán össze is csontosodott **csigolyából** (*vertebrae*) álló, többszörösen görbült vázrész. A törzs és a nyak vázát, egyben a test csontos tengelyét is képezi. Felső végéhez a koponya illeszkedik. Háti szakasza a bordákkal és a szegycsonttal a mellkast alkotja. Ehhez rögzül felül a felső végtag csontos váza. Alul a gerinc keresztcsonti szakasza a medencecsontokkal az alsó végtag csontos övét alkotja.

Csupán az első 24 csigolya valódi (*vertebrae verae*) csigolya. Az utolsó 9-11 csigolya oly nagymértékben módosul, hogy ezeket álcsigolyáknak (*vertebrae spuriae*) nevezzük. A koponyával közvetlenül érintkező első nyakcsigolya és még az utána következő második is annyira eltér a csigolyák általános alakjától, hogy az alábbi általános leírás rájuk nem érvényes.

A **valódi csigolyán** megkülönböztetünk előretekintő, felülről lefelé fokozatosan nagyobbodó és magasodó, korong alakú csigolyatestet (*corpus vertebrae*). Ez szivacsos csontállományból áll, amelyet kívülről vékony, számos érrel átvugatott, porosus corticalis réteg fed. A csigolyatestek egymás felé lapos felszínekké zárulnak. Ez a felszín szivacsos jellegű, de vékony üvegporc réteggel fedett. A csigolyatest hátrafelé gyenge függőleges vályút képez, ennek két oldalsó széléről ered a csigolyaív (*arcus vertebrae*), mely a csigolyatesttel a csigolyalyukat (*foramen vertebrale*) fogja közre. A csigolyalyukak összességükben alkotják a gerinccsatornát (*canalis vertebralis*). A csigolyaívról erednek a csigolyák nyúlványai: oldal felé és a legtöbb csigolyán kissé hátrafelé a harántnyúlvány (*processus transversus*), hátul középen a páratlan tövisnyúlvány (*processus spinosus*) és a felfelé, illetve lefelé irányuló páros ízületi nyúlványok (*processus articularis superior et inferior*), amelyek révén két szomszédos csigolya egymással két-két ízületet (tehát minden csigolya négyet) alkot. A haránt- és az íznyúlvány eredése előtt a csigolyaív felülről egy sekélyebb, és alulról egy mély bevágást mutat. Két szomszédos csigolya e bevágásai mindkét oldalon egy-egy nyílást, a csigolya közötti lyukat (*foramen intervertebrale*) alkotják.

A valódi csigolyák között elhelyezkedésük és hasonló alaki sajátásaik alapján az alábbi csoportokat különítjük el: 7 nyakcsigolya (*vertebrae cervicales*), 12 hátcsigolya (*vertebrae thoracicae*), 5 ágyékcsigolya (*vertebrae lumbales*). Öt keresztcsonti csigolya a keresztcsonttá (*sacrum*) csontosodik össze, 4-6 csökevényes farkcsigolya (*vertebrae coccygeae*) zárja le a gerincet.

**Nyakcsigolyák.** Az első kettő különleges alakú (ezeket lásd később). A 3-7. nyakcsigolya teste kicsiny, téglalakú, a szomszédos csigolyák teste nyeregszerű vájulatokkal illeszkednek össze. A csigolyalyuk feltűnően tág, széles háromszög alakú. A tövisnyúlványok általában rövidek, végül fecskefarokszerűen kettéoszlanak. A 7. nyakcsigolya tövisnyúlványa gumóban végződik, s erősen kiemelkedik hátra és kissé lefelé irányulva. Élőben ez jól kitapintható - ezért a 7. nyakcsigolya régi neve: *vertebra prominens* -, és támpontot nyújt a csigolyák számolásához.

A nyakcsigolyák harántnyúlványa két gyökérrel ered a csigolyatestről, ill. az ívről. A két rész egy lyukat (*foramen transversarium*) fog közre. Ettől oldal felé a harántnyúlvány egységes, majd két gumóra válva végződik. A harántnyúlvány elülső része valójában bordacsökevény. A nyakcsigolyák foramen transversariumai a 7. csigolya igen szűk nyílása kivételével fontos verőér (*a. vertebralis*) számára szolgáló függőleges csatornát képeznek kétoldalt. A harántnyúlvány két oldalsó gumója közti vályúban lépnek elő a nyaki szakasz gerincvelői idegei.

Az íznyúlványok rövidek és lefelé haladóan a közel vízszintes síkból fokozatosan a frontálisba felegyenesedő síkban illeszkednek össze a szomszédos csigolyák íznyúlványaival.

Az 1. nyakcsigolya vagy **fejgyám** (*atlas*) az általános csigolyaidomtól nagymértékben eltér. Teste nincs, ezt elől karcsú ív (*arcus anterior*) helyettesíti. Ez az ív oldalt a tömegesebb *massa lateralis*-ban találkozik össze a hátsó ívvel (*arcus posterior*). Az ívek közepén elől és hátul kisebb gumó látható, fontosabb az elülső íven hátrafelé tekintő kis ízfelszín (*fovea dentis*) a 2. nyakcsigolya fognyúlványával való ízesülésre. A *massa lateralis*-ból oldal felé rövid harántnyúlvány ugrik ki, amely ugyancsak tartalmaz foramen transversariumot. Az atlas jóval szélesebb, mint a többi nyakcsigolya, ezért a foramen transversarium közel 1 cm-rel jobban oldalra esik, mint a többi nyakcsigolyán. Ez meghatározza az *arteria vertebralis* lefutását is. A *massa lateralis*-on felfelé tekintő

két ízfelszín (*fovea articularis superior*) szolgál a nyakszirtcsont condylusai ízfelszíneinek befogadására. Az ízfelszínek két, egymás felé fordított hegyű láb cipőtálp benyomatra emlékeztetnek, és a kétoldali ízfelszínek egy közös ellipszoid felszín részei. Az ízfelszínt hátulról a foramen transversariumtól a hátsó ív felső oldalára terjedő barázda (*sulcus arteriae vertebralis*) kerüli meg; a hasonló ér fekszik benne. A massa lateralisra lefelé tekintő lapos ovális ízfelszín (*fovea articularis inferior*) a 2. nyakcsigolyával való ízesülésre szolgál. Az 1. nyakcsigolya két ízfelszíne egymáshoz képest háttétőszerűen lejt oldal felé.

A 2. nyakcsigolya [*axis* (rég neve *epistropheus*)] jobban hasonlít a többi nyakcsigolyához. Csak annyiban tér el tőlük, hogy teste felfelé a fognyúlványba (*dens axis*) megy át. Ezen elől kis, porcborítású ízfelszín található az elülső atlasív *fovea dentis*ével való ízesülésre. Hátsó oldalán is van egy kis porcborítású felszín, amely az atlas elülső ívét belül áthidaló szalagon levő porcbeütéssel ízesül. Az atlas alsó felszínei az *axis* testén felül a fognyúlvány két oldalán vállszerűen kiemelkedő területen helyezkednek, háttétőszerűen lejtő ízfelszínekkel érintkeznek.

Az *axis* alsó felszíne már tökéletesen megfelel a többi nyakcsigolya idomainak.

**Hátcsigolyák.** Testük felülnézetben kártyaszív alakú, előretekintő lekerekített éllel. A csigolyalyuk elég szűk, kör alakú, a testbe hátulról bemélyed. A csigolyatest magassága lefelé haladva gyorsan növekszik. Az ív eredéséhez közel a test felső és alsó oldalán egy-egy bemélyedt, porccal borított felszínrész (*fovea costalis*) szolgál a bordafej ízesülésére. Az 1., a 11. és a 12. borda kivételével minden borda feje két szomszédos csigolya testén - a saját csigolya felső és a felette levő csigolya alsó *fovea costalis*ával - ízesül. A harántnyúlvány ferdén hátrafelé irányul, rövid, vastos, gumószerű végének elülső felszínén bemélyedt ízfelszín (*fovea costalis transversalis*) szolgál a borda gumójával való ízesülésre. A *processus spinosus*ok hosszúak, rézsútosan lefelé irányulnak, és egymást zsindeyszerűen szorosan fedik. A csigolyaív széles lemezszerű, alsó részein előretekintő ízfelszínek helyettesítik az alsó ízületi nyúlványokat. A felső íznyúlványok rövidek, ízfelszíneik a frontális síkban hátrafelé tekintenek.

**Ágyékcsigolyák.** Nagy, felülnézetben bab alakú testük és az aránylag szűk háromszög alakú csigolyalyuk a legjellemzőbb rájuk. A test magasságához mérten az ívek keskenyek, s ezért köztük aránylag tág, csupán szalagokkal elzárt rések maradnak fent (*lumbal punctio* helye). A tövisnyúlványok bárd alakúak, hátrafelé kinyúlnak és köztük is elég tág rések mutatkoznak. A harántnyúlványok hosszúak és karcsúak; a testről való eredésük mutatja, hogy nem igazi harántnyúlványok, hanem bordacsökevények. Nevük ezért *processus costarius*. Az igazi harántnyúlvány a *processus costarius* mögött látható, csökevényes, járulékos gumó formájában marad meg. Az íznyúlványok igen erősek, ízfelszíneik sagittális állásúak, a felsőké befelé, az alsóké kifelé néző homorulattal, illetve domborulattal.

**Keresztcsont** (*os sacrum*)<sup>3</sup>. Öt keresztcsonti csigolya összecsontosodásából keletkező, előregöbült, ékhez hasonló csont. Elülső felszíne aránylag sima, a medence üregét határolja hátulról (*facies pelvina*). Rajta két függőleges sorban helyezkedő négy-négy, ferdén oldal felé nyíló nyílást (*foramina sacralia pelvina*) találunk, amelyeket párosával az eredeti keresztcsonti csigolyák összeforrását jelző vízszintes vonalak kötnek össze.

Hátsó felszíne erősen dudoros, gyengén domború. Rajta a csigolyák nyúlványainak az összeforrásából fennmaradt függőleges tarajszerű dudorsorok ismerhetők fel. Középen a *crista sacralis mediana*, a *processus spinosus*ok maradványa, tőle oldalt a *processus articularis*oknak megfelelő *crista sacralis medialis*, majd még laterálisabban a *processus transversus*oknak megfelelő *crista sacralis lateralis* helyezkedik el. Az utóbbi kettő közt négy-négy luk látható (*foramina sacralia dorsalia*), melyek megfelelnek a medencei felszín hasonló nyílásainak, de jóval szűkebbek.

Felső része a tömegesebb *basis ossis sacri*, mely az utolsó ágyékcsigolya alsó felszínének megfelelő idomú, és a vele való összeilleszkedésre szolgál. A *basis* eleje az utolsó ágyékcsigolya testének elülső felszínével a medence felé erősen beemelkedő domborulatot (*promontorium*) képez.

Oldalsó részei, a *partes laterales*, voltaképpen összenőtt bordacsökevények. Rajtuk oldal felé néző göröngyös, hátrafordított fülhöz hasonló idomú lapos ízfelszín (*facies auricularis*) szolgál a

<sup>3</sup> Sem "szent"-hez, sem "kereszt"-hez nincs köze. Görög eredetije (hierosz) egyúttal "nagy méretű"-t is jelentett. A keresztcsont a "Kreuzbein" szolgai fordítása. A németben ugyanis a Kreuz szó valaminek a kiemelkedő pontját is jelentheti. Ti. a keresztcsont emelkedik ki a legjobban az állat gerincén.

medencecsonttal való ízesülésre. Emögött kiterjedt durva érdesség (*tuberositas sacralis*) szolgál a keresztcsontot a medencecsonttal összekötő hatalmas szalagkészülék rögzülése számára.

Alsó elkeskenyedett csúcsát (*apex ossis sacri*) az utolsó sacralis csigolya testének megfelelő része alkotja. Mögötte gótikus ablakra emlékeztető módon nyílik a keresztcsont csatornája (*hiatus canalis sacralis*), melyet kétoldalt az ízületi nyúlványokból összeforrt taraj alsó vége határol.

Az összeforrt keresztcsonti csigolyák lyukai képezik a keresztcsont csatornáját (*canalis sacralis*), amelynek eredeti csigolya közti nyílásai a csonton belül ferdén lefelé haladnak, majd T alakban előre- és hátrafelé elágazva az említett elülső és hátsó keresztcsonti likakban nyílnak az elülső és hátsó felszínen. A keresztcsonti idegek elülső és hátsó ágai lépnek elő rajtuk.

**Farkcsont** (*os coccygis*). 4-6 csökevényes csigolya; csak az első hasonlít némileg csigolyához, de ennek is csak teste és felső szarvszerű iznyúlványa marad meg. A többi: csökevényes lekerekített kocka vagy téglalakú csontocska; az utolsó három rendszerint összezsontosodott.

## A gerinc összeköttetései

A csigolyák összeköttetéseiben a csontok közötti összeköttetések valamennyi fajtája előfordul: syndesmosis, synchondrosis, synostosis és valódi ízületek.

**Syndesmosisok.** A szomszédos csigolyákat külön-külön is, de még inkább a gerincet egészében az ízületektől függetlenül szalagkészülék fogja össze. A csigolyák testén elől széles szalag fut végig (*ligamentum longitudinale anterius*). Keskenyen kezdődik a nyakszirtcsonton, majd a 2. nyakcsigolyától kezdve a testek egész elülső felszínét takarva, szorosan tapad a gerinc elülső felszínéhez. A keresztcsonton ennek elülső csonthártyájába olvad, de a farksontra ismét önálló szalaggá válva húzódik le. A csigolyatestek hátsó felszínén, tehát a gerinccsatorna elülső falát borítva, halad lefelé a *ligamentum longitudinale posterius*. Keskenyebb, mint az előbbi, és csak a csigolya közötti porckorongok hátsó felszínén tapad szorosan oldal felé irányuló csipkeszerű nyúlványokkal. A nyakszirtcsonton kezdődik, és beborítja a fejjületek szalagkészülékét mint *membrana tectoria*. A keresztcsonti csatornából, ahol inkább csonthártya, a hiatus canalis sacralison keresztül előbújik, és a farkcsont mély hátsó szalagját képezi. A csigolyaíveket a *ligamentum flavum* köti össze rövid lemezekkel a foramen intervertebrale kivételével, amelyet az ívek töve mögött szabadon hagy. Számos ilyen szalag van, mert a szalag minden csigolyaívén megszakad, ezért azelőtt többes számmal használták. Mint a neve is mutatja, sárgább színű más szalagoknál, amit a benne levő sok elasticus rost okoz. A tövisnyúlványok felett végighaladó *ligamentum supraspinale* a 7. nyakcsigolyától felfelé a tarkóizmokat sövényyszerűen elválasztó tarkószalaggá (*ligamentum nuchae*) önállósul. Ez a külső nyakszirti gumótól lefelé a crista occipitalis externán ered; szerepe emberben alárendelt. A szomszédos tövisnyúlványokat is szalag köti össze.

**Synchondrosisok.** A csigolyák orvosi gyakorlati szempontból legfontosabb összeköttetései a csigolyatesteket folyamatosan összekötő korongszerű rostporcos **csigolyaközi porckorongok** (*disci intervertebrales*). Rostporcos lemezek, amelyek alakja a csigolyatestek alakjához idomul, és felülről lefelé fokozatosan vastagodnak. A gerinc görbületeinek megfelelően gyengén ék alakúak. A rostos porclemezt a csigolyatestekhez vékony üvegporc réteg rögzíti. Voltaképpen nem lemez, hanem külső gyűrűszerű, valóban rostos porcos részből (*anulus fibrosus*) és belső, inkább kocsonyás jellegű *nucleus pulposus*-ból áll, amelynek belsejében a chorda dorsalis sejtes elemei egy ideig megmaradnak. A rostos gyűrű maga is koncentrikusan rendezett kollagén rostgyűrűkből és az egyes gyűrűk közt rétegesen rendezett porcsejtekből áll. A kollagénrostok a szomszédos rostgyűrűkben 180° fáziseltéréssel haladó sinusgörbékre emlékeztető módon haladnak a porc felső és alsó felszíne közt. Veszedelemes tulajdonsága a porckorongnak, hogy a nucleus pulposus az anulus fibrosus gyöngébb helyein a gerinccsatorna felé sérvszerűen kinyomulhat, és nyomás alá helyezheti a gerincvelői gyökereket (*discushernia*).

**Synostosisok.** A keresztcsonti csigolyák normálisan 2-3 éves korban összezsontosodnak, hasonlóképpen az utolsó farkcsigolyák is. Férfiban a farkcsont ritkán összezsontosodhat a keresztcsonttal, nőben nemigen.



**Csigolyák közti ízületek.** Minden két szomszédos csigolya íznyúlványai közt két-két feszes ízület jön létre. Ezek ízületi ürege a nyakcsigolyákon közel vízszintes, a hátcsigolyákon a frontális, az ágyéki csigolyákon pedig a sagittális síkba esik. A gerinc mozgásainak elemzésekor ezt a tényt, és főleg az ízfelszíneknek a csigolya közti porckorongokhoz viszonyított helyzetét figyelembe kell vennünk.

**Fejízületek.** Különleges helyzetet foglalnak el a két első nyakcsigolya ízületei. Az atlas a nyakszirtecsonttal az *articulatio atlantooccipitalis*ban ízesül. Az ízfej a condyli occipitales, ízvápa az atlas fovea articularis superiorjai. Minthogy ugyanazon csont két-két felszíne illeszkedik egybe, a két különálló ízület mechanikailag egységes; a két felszín harántul álló hosszabb tengelyű tojásidomnak felel meg. Az ízület tehát tojásízület vízszintes helyzetű haránt- és előlről hátrafelé irányuló (sagittális) tengellyel. A hosszabb haránttengely körül a fej bólintása (“igen”-gesztus), illetve hátraszegése, a rövidebb sagittális tengely körül a fej ingatása történik - az egyik válltól a másik felé -, vagyis az enyhe rosszállást kifejező “ejnye-ejnye”-gesztus.<sup>4</sup>

Az atlas az axisszal az *articulatio atlantoaxialis* képzí. Voltaképpen három különálló ízület külön üreggel: a dens axis ízesül az atlas elülső ívével, míg kétoldalt az atlas alsó ízfelszínei az axis testén felül levő háztetőszerűen lejtő ízfelszínekkel ízesülnek. A három ízület együtt egy függőleges tengelyű kúpízületet alkot, a fej ide-oda forgatására (egyúttal a fej tagadó gesztusa = fejrázás).

A fenti két ízület szalagkészüléke közös. Mechanikailag a legfontosabb a *ligamentum alare*, amely a dens axis csúcsáról kétoldalt ferdén felfelé és oldalfelé futva a condyli occipitales belső oldalán tapad. Megfeszülésük határt szab mind a fej oldalra forgatásának, mind oldalra hajlításának. Másik fontos szalaga a *ligamentum transversum atlantis*, amely hátra domború ívben köti össze az atlas massa lateralisait, és csapágyszerűen beleszorítja a dens axist az atlas fovea dentisébe. A szalag és a dens között is van egy kis ízület.<sup>5</sup> Az atlas elülső és hátsó ívét egy-egy erős kötőszöveti lemez a *membrana atlantooccipitalis anterior* és *posterior* köti a nyakszirtecsont öreglika elülső és hátsó kerületéhez. Ezek határt szabnak a fej előrebólintásának, ill. hátraszegésének, és a gerinccsatornát tökéletesen elzárják a környezettől; csak az arteria vertebralis és az első nyaki ideg fürja át. Orvosgyakorlati szempontból a hátsó hártya fontos, mert az ún. cisterna punctiónál ezt át kell szűrni. Az ízületek szalagkészülékét a gerinccsatorna felé - ennek elülső falát alkotva - a membrana tectoria fedi, mely a foramen occipitale magnum elülső keretén belül ered, és lejjebb mint lig. longitudinale posterius folytatódik.

## A gerinc fejlődése

A gerincesek törzsfajlásában a gerinc előtelepe a chorda dorsalis (gerinchúr). Emberben ez már csak elég tökéletlenül fejlődik ki. Eredeti telepe az agyfüggelék tasak mögötti területtől (a későbbi sella turcica dorsumának megfelelő hely) a farokbimbóig ér. Szöveti maradványai a csigolya közti porckorongok nucleus pulposusában, a dens csúcsától az öreglik elülső kerületéhez haladó csökevényes szalagban és néha a koponyaalap középvonalában maradnak meg. Daganatok fejlődhetnek ki, főleg a dens csúcsi szalagából (*chordomák*). A chordát a középső csíralemez tagozódásánál leírt módon az őscsigolyák medialis lemezéből kirajzó mesenchymasejtek növik körül. Egy-egy szelvényhez tartozó mesenchymasejtek tömörületei a sclerotomok. Összességük képezi az embryo *axialis mesenchymáját*, amelyet eredetileg lazább szerkezetű intersegmentalis rések választottak el egymástól. A végleges csigolyatelepek két-két szomszédos szelvényből a szelvények újratagozódásával jönnek létre úgy, hogy minden eredeti szelvény caudalis tömörebb fele összeolvad az utána következő szelvény lazább szerkezetű cranialis felével, míg minden eredeti szelvény közepén a későbbi csigolya közti porckorong telepe alakul ki. A második hónap elején az így újrárendezett végleges csigolyaszelvények porctelepei is kialakulnak, majd a 3. hónaptól kezdve

4 Voltaképpen ez a “fejcsóválás” a kutya farkcsóválásának analógiájára; sajnos az utóbbi időben az irodalmi nyelvünk is helytelenül használja ezt a kifejezést a helyes “fej rázása” (tagadó gesztus) helyett.

5 Irodalmi leírásokban, de még orvosi körökben is, régóta elterjedt tévhit, hogy akasztásnál a halált e szalagok elszakadása vagy a nyakcsigolyák eltörése (“az emberséges hóhér ügyes fogása következtében”) és a nyúltvelő összenyomása okozza. Ennek nincs semmi alapja (lásd igazságügyi orvostan).

csontosodásuk is megindul. A porctelep a chorda körüli részből kiindulva hátrafelé körülövi a velőcsövet, és így a csigolyaíveket képezi ki. A szelvények átrendezése révén az eredetileg szelvényhatártól szelvényhatárig terjedő izomszelvények (*myotomok*) csigolyaközéptől csigolyaközépig terjednek (4/2. ábra), ami működési mechanikájuk szempontjából fontos (lásd izmok fejlődése).

A gerinc fejlődési rendellenességei között a szám feletti csigolyákat és a csigolya összenövéseket tartják számon. Súlyos fejlődési zavart jelent a csigolyaívek tökéletlen fejlődése. Ilyenkor a gerincsatorna hátrafelé nyitott (*rachischisis*). Ez a fejlődési zavar gyakran jár együtt a gerincvelő fejlődési rendellenességeivel.

#### 4/2. ábra helye

### A gerinc görbületei

A gerinc a sagittalis síkban a test statikája és - rugószerű működésével - a koponya rázkódásmentes alátámasztása szempontjából fontos, jellemző görbületekkel bír. A nyaki szakasz előre domború, a háti hátradomborodó, az ágyéki ismét előre domború, s a keresztcsonti és a farkcsonti szakasz hátra, helyesebben inkább vízszinteshez közelálló iránya miatt, felfelé domborodó. A gerinc tehát egészben sinusgörbeszerű lefutású. Az előredomborodó görbületeket *lordosis*oknak, a hátradomborodókat *kyphosis*oknak nevezzük. A test súlyvonala álló helyzetben több csigolyát is metsz.

A 4/3. ábrából érthető, hogy ez a vonal a lábak által a talajon alkotott alátámasztási területre esik. Minthogy a súlyvonal előtti területek súlya a mögöttük levőkkel egyforma kell, hogy legyen, mindennemű aránytalan súlyszaporulat (pl. terhesség vagy erősebb hasra hízás - az idősödő férfi "kappanhája") megváltoztatja a test egyensúlyi helyzetét, a felsőtest hátrahelyezését okozza (az előrehaladottan terhesek jellemző tartása).

Az újszülött gerince még gyakorlatilag egyenes, görbületei fokozatosan alakulnak ki a csecsemő természetes mozgásigényéből fakadó hasra fordulásával és a fejnek ezzel kapcsolatban hátra történő felemelésével, később a felüléssel és a felállással. Teljes kialakulásuk a nemi érés utánra esik.

A nő ágyéki gerince erősebben domborodik előre, a keresztcsontja valamivel vízszintesebb (lásd a medence statikája).

#### 4/3. ábra helye

A gerinc görbületei az egyenes testtartás következményei, tehát emberi sajátosság. A frontalis síkban is van a gerincnek kisméretű görbülete, a mellkasi szakaszon gyenge jobbra való domborodása a nyaki és az ágyéki szakasz alig észrevehető ellentétes eltéréseivel. Ez az ún. *fiziológiás scoliosis*. Oka nem biztosan ismert; lehet a mellkasi gerinchez baloldalt hozzáfekvő főverőér (aorta) hatása vagy a jobb felső végtag nagyobb izomereje és kitüntetett használata.

Az alsó végtag méretbeli vagy alaki eltérései, ízületi merevség stb. a gerinc kompenzáló alakzatváltozásaival járnak. Időskorban a gerinc hosszának 1/4-ét kitevő porckorongok zsugorodása, de részben a csigolyák atrophijája következtében, úgyszintén az izomzat gyengülése folytán a gerinc rövidül, görbületei fokozódnak, ami a testmagasság erős csökkenését okozza.

### A gerinc mozgásai

Az atlason kívül 23 valódi csigolya egymáshoz viszonyított csekély elmozdulásai összességükben elég jelentékeny mozgásokat engednek meg a már tárgyalt fejjüzeteken kívül is. Az egyes csigolyák közötti elmozdulások lehetőségeit és irányait a csigolya közötti ízfelső síkja és ezeknek a csigolyatesteken áthaladó hossz tengelyhez viszonyított helyzete szabja meg. A mozgások

akadályait ezenkívül egyes nyúlványok összetorlódása is képezi.

**Előrehajlásnál** (*flexio ventralis*) a gerinc egységes ívvé válik, legjobban görbül előre a nyak az ízfelszínnek közel vízszintes helyzete miatt; az ágyékcsigolyák vastag porckorongjai és a sagittalis állású ízfelszínnek ugyancsak jelentős előrehajlást engednek meg. Keveset hajlik a hát, különösen alsó része.

**Hátrahajlás** (*flexio dorsalis*) mellett a gerinc vonala három helyen megtörik. Legjobban hajlik hátra a nyak, ezenkívül még az ágyéki tájék kezdetén és végén látszik jelentősebb mértékű hátrahajlás; a vonal töréspontjai a nyak tövére, a hát és az ágyéki szakasz határára, valamint az ágyék-keresztcsonti átmenetre esnek. A háti gerinc hátrahajlásnál kissé kiegyenesedik, de hátranéző domborúságát a tövisnyúlványok összetorlódása folytán nem veszti el.

**Oldalra hajlásnál** (*flexio lateralis*) ugyanezekben a helyeken jelentkeznek megtörések.

A gerinc tengely szerinti **csavarodása** (*torsio*) is jelentős, egészben 45°. Ebben leginkább megint a nyaki gerinc vesz részt majdnem vízszintes, a porckorongokkal közel egybeeső ízületi síkjaival. Utána a háti gerinc következik, amelynek frontalis állású ízfelszínei a csigolyatest közepe körül vonható körív mentén fekszenek. Az ágyékcsigolyák egymáshoz viszonyított torsiója az ízfelszínnek sagittalis állása miatt lehetetlen, viszont az utolsó ágyékcsigolya és a keresztcsont között ismét - frontalis állású ízfelszíneik folytán - kiefordulás lehetséges.

#### 4.5 A MELLKAS CSONTJAI ÉS IZÜLETEI

A **mellkas** (*thorax*) csontos vázát a hátcsigolyákon kívül 12 pár **borda** (*costae*) és a **szegycsont** (*sternum*) alkotja.

**Bordák** (*costae*). A bordák rugalmas hordóabronchhoz hasonlóan lapjukra hajlított hosszú lapos csontok, amelyek hátul a hátcsigolyákhoz, elöl pedig vagy közvetlenül, vagy közvetve a szegycsonthoz ízesülnek. Csak hátsó, mintegy háromnegyed részük csontos, elülső részük porcos (*cartilago costalis*).

Csupán a felső hét bordapár porca éri el közvetlenül a szegycsontot, ezek a **valódi bordák** (*costae verae*). A fennmaradó öt párt **álbordának** (*costae spuriae*) nevezzük; ezek közül a 8.-10. pár porcai a felettük levő bordák porcaihoz rögzülnek egy vagy két helyen. A 11. és a 12. borda porcai szabadon végződnek a hasfal izomzatában; ezek a **repülőbordák** (*costae fluctuantes*). Az ún. aszténias testalkatra jellemzőnek vélték a 10. bordák repülőborda jellegét. A 7.-12. borda porcai összenőve, és a 11-12. bordáké járulékosan alkotják a mellkas alsó határát: a bordaívet (*arcus costalis*). Minden borda hátsó végén a bordafejecske (*caput costae*) szolgál a csigolyatestek fovea costalis-jaival való ízesülésre. A bordafejecske nem gömb, hanem vízszintes léccel kettéosztott porcfelszín a felső és az alsó fovea costalis-szal történő egybeilleszkedésre. Ezután az előlről hátra összelapított nyak (*collum costae*), majd egy hátrafelé kiugró gumó (*tuberculum costae*) következik a hátcsigolya harántnyúlványával való ízesülésre. A bordák e ponttól kezdve még tovább ferdén hátrafelé és laterális felé haladnak, majd egy, a külső felszínen látható szögletnél (*angulus costae*) kezdenek ívben előrehajolni. Az *angulus costae* az 1. bordán még egybeesik a *tuberculum*-mal, ettől lefelé, kb. a 8. bordáig fokozatosan távolodik tőle.

Az 1. borda speciális idomú, ezért ezt külön írjuk le később. Sarlószerű, csak élére hajlított csontlemez, porca alig 1 cm hosszú. Felső felszínén, közel a szegycsonti végéhez, két, a bordát kissé ferdén keresztező sekély vályút egy nem nagyon feltűnő csontos taréj választ el (*tuberculum musculi scaleni anterioris*), amelyen a hasonnevű izom tapad. A tarajtól medialisán levő barázda a kulcscsont alatti gyűjtőér, a laterális a kulcscsont alatti verőér befekvésére szolgál (*sulcus venae et arteriae subclaviae*).

A többi borda a 7. bordáig fokozatosan hosszabbodik, majd csontos része rövidül.

A bordákon háromféle görbülete található: a borda lapjára hajlított (e görbület sugara hátul kisebb, mint elöl), élére hajlított (a borda középső része kissé lejjebb esik, mint a két vége), és megcsavart (a borda elülső része a hátsó részhez képest befelé csavart).

A bordák csontos ívei (nem a "bordaív") által alkotott síkok előre- és lefelé lejtnek, csak a

porcos részük halad ismét felfelé. Együttal az egy párt képező két borda e síkjai háztetőszerűen is kifelé lejtő síkokban fekszenek. (E két körülményt gondosan figyeljük meg csontvázon, mert elengedhetetlenül fontos a légzés mechanikájának megértéséhez!)

Minden borda testének alsó széléhez közel, a belső oldalon, barázda húzódik végig (*sulcus costae*) a bordaközi képletek belefekvésére.

**Szegycsont** (*sternum*). Három részből álló páratlan csont, amelyhez kétoldalt az 1.-7. borda porca illeszkedik, és felső részén a kulcscsonttal alkotott ízület révén a felső végtag csontos vázával az egyetlen összeköttetést adja. Szivacsos csont, vékony corticalis réteggel; felnőttben is vörös csontvelőt tartalmaz. Ezért vörös csontvelőt diagnosztikai célból, ún. sternumpunctióval nyernek.

Felső része, a markolat (*manubrium sterni*), szélesebb, mint a többi része, különösen felül; nagyjából fordított trapézidomú. Középen felül sekély bevágása van (*incisura jugularis*), ettől oldalt szabálytalan rostos porccal borított gödör (*incisura clavicularis*) szolgál a kulcscsonttal való ízesülésre. Közvetlenül ez alatt az 1. borda vége számára való bevágás, és alsó végénél a 2. bordaporc beilleszkedésére szolgáló bevágás fele található. Alsó végéhez illeszkedik synchondrosissal a szegycsont teste (*corpus sterni*). Ez lapos, előlről nézve orsó alakú csont, amelynek két szélén a 3-7. bordaporc ízesülésére szolgáló bevágások (*incisurae costales*) szögellnek be. Felső végén a 2. bordaporc bevágásának fele található. Az élön való tájékozódás szempontjából fontos, hogy a manubrium és a corpus sterni előreirányuló csúcsú tompaszögben illeszkedik össze, mert a manubrium a függőlegestől jobban eltérő, mint a corpus, noha az alábbi sem függőleges, hanem lefelé és kissé előrehaladó. E szöglet (*angulus sterni*) vagy az itt található harántléc még kövér egyénen is kitapintható, és minthogy éppen ide illeszkedik kétoldalt a 2. bordaporc, a bordák számolásához nyújt biztos támpontot.<sup>6</sup> Csökevényes alsó része, a kardnyúlvány (*processus xiphoideus*), a test alsó végéhez csontosodott nyelv alakú lapocska, melynek alsó vége többnyire porcos marad, és gyakran lyuk van rajta, vagy alsó vége kettős.

**A bordák és a szegycsont fejlődése.** A bordák a thoracalis csigolyák telepeiből fejlődnek ki, mint oldalsó kidudorodások. Később a borda-csigolya ízületek kialakulásával különülnek el a bordák a csigolyáktól. A szegycsont a bordaporcok elülső végeit összekötő két függőleges porcléc felülről lefelé haladó összenövéséből jön létre. Tökéletlen összenövésük következtében a szegycsont közepén teljes vagy részleges rés maradhat.

Szám feletti bordák jelenhetnek meg, amelyek vagy az utolsó nyakcsigolyához (*nyaki borda*), vagy az első ágyéki csigolyához kapcsolódnak. A felső végtagra kifutó ér (a. subclavia) és idegkötegek (plexus brachialis) összenyomása miatt a nyaki borda zavart okozhat a végtag keringésében és idegellátásában.

## **A bordák és a csigolyák összeköttetései és a légzési mozgások ízületi mechanizmusa.**

A borda két helyen ízesül a csigolyával, feje általában két szomszédos csigolya testének foveae costalesével, illetve a köztük levő discus intervertebralis egy részével, míg a bordagumó a processus transversusszal ízesül. Az 1., a 11. és a 12. borda e tekintetben kivétel, mert csak a saját csigolyájuk testével ízesülnek, a fölöttük levőével már nem. Mindkét ízület kicsiny felszíneiből és mind a fejet, mind a bordagumót, sőt a bordanyakat is rögzítő szoros szalagkészülékből<sup>7</sup> világos annak a számára, aki az általános ízülettanból megértette az ízületi mechanika általános elveit, hogy ez az ízület csak forgóízület lehet a bordafejet a bordagumóval összekötő tengellyel.

Ahhoz, hogy a borda mozgásait megértsük, először a bordák forgási tengelyének térben való orientációját kell megértenünk. Ez csak olyan ábra segítségével sikerülhet, amely ugyanazon bordát a rögzítésre szolgáló két csigolyával és szegycsont részével három nézetben ábrázolja: felülnézetben, oldalnézetben és előlnézetben (4/4. ábra). A felülnézeti ábrából (A) látható, hogy a két ellenkező oldali borda ízületi tengelye közel 90°-os szögletben a csigolyatestek első részében találkozik.

<sup>6</sup> Később meglátjuk, hogy a mellüregben és a hasüreg felső részében elhelyezkedő zsigerek vetületét elsősorban a bordákhoz viszonyítjuk, a bordák számolása és biztos identifikálása diagnosztikai szempontból tehát igen fontos!

<sup>7</sup> A szalagok nevét itt elhanyagoljuk, csupán annyit említünk, hogy a bordafejet kettéosztó lécről egy ízületen belüli szalag a csigolya közti porckoronghoz is rögzül.

Ugyanekkor az oldalnézeti (C) és az előlnézeti (B) képből azt is látjuk, hogy a két tengely nem a saját, hanem egy feljebb levő csigolya testében találkozik, azaz oldalra haladtában lefelé süllyed. Ha most a felülnézeti ábrán a borda egy tetszés szerinti pontját saját ízületi tengelye körül forgatjuk, érthetővé válik, hogy a borda felemelésekor e pont a sagittalis középsíktól és egyúttal a csigolyán átfektetett homlokirányú síktól is távolodik. Ennek szükségszerű következménye, hogy a mellkas átmérője mind haránt, mind előlről hátrahaladó irányban tágul. Fordítva, a borda süllyedésekor minden tetszés szerinti pontja a középsíkhöz, illetve a csigolyán átmenő homlokirányú síkhoz közeledik, tehát a mellkas átmérői csökkennek. Érthető tehát az is, hogy a bordák ízületi tengelye körüli forgásokkor a mellkas ürege vagy tágul, vagy kisebbedik, ez tehát a légzési mozgások csontos és ízületi mechanizmusa.

A felülnézeti és oldalnézeti ábrákból az is kitűnik, hogy a bordák felemelkedésekor a szegycsont is szükségszerűen távolodik a gerinctől, és helyzete kevésbé függőlegessé válik, azaz a szegycsonti szöglet is kissé ellapul. Ha a borda merev képződmény volna, ez nem lenne elképzelhető. A borda - főleg porcós részének - íve felemelkedésekor el kell, hogy laposodjék, süllyedéskor pedig a görbülete fokozódik. Ebből érthető, hogy idősebb korban - főleg férfiban - a bordaporcok merevedésével járó elváltozások nehezítik a bordás légzést. Több borda megfigyeléséből az is kitűnik, hogy felemelkedésükkor a bordaközök tágulnak.

A bordaporcokat a szegycsont megfelelő bevágásaihoz valódi ízületek rögzítik, amelyek üregét egy belső szalag vízszintesen két részre osztja. A 8-10. borda porcainak végei szalagosan a felettük levő borda porcához rögzülnek. Végük előtt is előfordulnak még kis ízületek, amelyek két szomszédos borda porcát egymáshoz kötik.

#### 4/4. ábra helye

### A mellkas egészben

A csontos mellkas előlről hátra összelapított, felfelé tekintő csúcsú tojáshoz hasonló idom, amelynek tompa végéből egy gömbszelvénynek megfelelő részt kivágtunk<sup>8</sup> (4/5. ábra). Átmetszetén látható, hogy nem csupán összelapított előlről hátrafelé, egészében harántul ovális alakú, hanem a gerinc hátul közepén mélyen benyomul az üreg felé. Ezzel az üreg harántmetszete bab vagy vese alakúvá válik, és a hát felé eső felszíne majdnem homlokirányú síkba esik (4/4A ábra). A hát eme lapossága specifikus emberi sajátosság; az ember az egyetlen emlős, aki legpihentetőbben a hátán tud feküdni.

A mellkas mind felül, mind alul nyitott. Felső bemenetét (*apertura thoracis superior*) a két első borda fogja közre az 1. háti csigolyával és a szegycsont markolatával, síkja előrefelé lejt (az előbbi hasonlatnál maradvány: olyan, mintha a tojás csúcsából előre lejtő síkkal egy kis darabot leszeltünk volna). Alsó nyílása (*apertura thoracis inferior*) ugyane hasonlatunkkal vázolt okokból nem esik egy síkba, hanem oldalt a csontos mellkas lejjebb terjed, mint hátrább és - főleg - elől. Szélét a két porcós bordaív határolja, hátrafelé a 11. és a 12. borda porcós vége alkotja közvetlenül a határt. Elöl a két bordaív hegyesszögben halad felfelé, és a szegycsont alatti szögletet képezi, melybe felülről a processus xiphoideus nyomul be. E szöglet belégzéskor tompább, kilégzéskor hegyesebbé válik.

#### 4/5. ábra helye

A mellkas ürege főleg alul, de részben felül sem azonos a később leírandó mellüreggel. A mellüreg a hasüregtől elválasztó rekeszizom ugyanis felfelé magasan bedomborodik a mellkasba (4/5. ábra), így a mellkas jelentékeny részét alulról a hasüreg felső része foglalja el. Fordítva: felfelé a mellüreg túlterjed az *apertura thoracis superior*val meghatározott síkon.

---

<sup>8</sup> Ez durva egyszerűsítés abból a célból, hogy könnyen meg tudjuk szerkeszteni a mellkas és a mellüreg alakját.

## 4.6 A FELSŐ VÉGTAG CSONTJAI ÉS IZÜLETEI

A felső végtagon megkülönböztetünk vállövet és szabad végtagot. Ez utóbbi három részből áll: **kar** (*brachium*), **alkar** (*antebrachium*) és **kéz** (*manus*).

A vállöv vázát két csont, a kulcscsont és a lapocka képezi, melyek a törzs vázával csak a szegy-kulcscsonti ízületben függenek össze, nem számítva természetesen a lapockát és a kulcscsontot a törzs csontjaihoz rögzítő számos izmot.

A szabad végtag a vállövhöz a vállízületben rögzül. A kar vázát egy hosszú csöves csont, a karcsont, az alkarét két párhuzamos csont: a singcsont és az orsócsont képezi. A kar és az alkar a könyökízületben illeszkedik össze. A kéz vázát számos csont és ízület képezi.

A lényegében hasonló felépítésű alsó végtaggal szemben a felső végtagra mozgásainak nagy terjedelme jellemző. Kezünkkel a válltájék körül leírható olyan gömbfelszín szinte minden pontját elérhetjük, amelynek sugara a szabad végtag hosszával egyenlő; aránylag csak kicsiny holt szelvény marad ki hátra- és az ellentétes oldal felé. Az inkább támasztó működésű alsó végtag medenceövének rögzítettségével szemben ezt elsősorban a vállöv vázának mozgékonyasága biztosítja.

A kéz fogó végtag, amelyet az emberrel legközelebb rokon antropoid majmok kezével szemben a hüvelykujj erős fejlettsége és a többi négy ujjal való szembeállítottasága tüntet ki; ezzel nem csupán tárgyak egyszerű megragadására, hanem finomabb manipulációjukra alkalmas "műszer"-végtaggá válik.

### A vállöv csontjai és ízületei

**Kulcscsont** (*clavicula*). S alakban görbült, felülről lefelé összelapított csont. Medialis (sternalis) vége tömegesebb, lekerekített háromszög alakú rostos porccal fedett felszínnel fekszik bele a szegycsont markolatának incisura clavicularisába. Ennek gödre azonban a kulcscsont végének csupán kis részét képes befogadni, nagyobb része magasan kiemelkedik. S-alakú görbületének medialis 2/3-a előre domború, oldalsó 1/3-a ellentétes, előre homorú görbületű. Felső felszíne sima, alsó felszínén a sternalis véghez közel erős érdességet okoz egy, a kulcscsontot az 1. bordával összekötő szalag. Az alsó felszínen hosszanti benyomatot okoz a kulcscsont alatti izom. Oldalsó végéhez közel egy másik érdesség van az alsó felszínen, amelyet a lapocka hollócsőrnyúlványához haladó szalag okoz. Oldalsó vége lapos és kis ovális ízfelszínnel ízesül a lapocka vállcsúcsi nyúlványához (acromion), ezért ezt a végét acromialis végnek nevezzük.

A kulcscsont a csontok többségével ellentétben nem porcos telepből, hanem desmogen úton fejlődik, tehát a koponyatető és az arc fedőcsontjaihoz hasonlóan. Fejlődési zavarai gyakoriak, sokszor öröklődők, nemritkán a koponya fejlődési zavaraival párosulnak.

**Klinikai vonatkozások.** A clavicula a leggyakrabban eltörő csontja a csontvázrendszernek. Oka leggyakrabban kinyújtott karra esés, vagy vállra esés. A gyógyulás során képződő callus magába foghatja a nn. supraclaviculares egyes ágait, ami a nyak azonos oldalán permanens fájdalom kialakulásához vezethet.

**Lapocka** (*scapula*). Háromszögletű lapos csont, amelynek elülső felszíne gyengén kivájt, a bordák felé tekint, de a lapockán tapadó vagy eredő izmok folytán velük közvetlenül nem érintkezik.

Háti felszíne nagyrészt izmokkal takartan hátrafelé néz. Egyenes (de nem túl feszes) testtartásban a 2-7. borda között fekszik a mellkas hátsó falához hozzásimulva. Három él határolja, melyek három szögletben találkoznak. Felső éle (*margo superior*) éles, oldalsó részén ered a lapocka egyik nyúlványa: a hollócsőrnyúlvány. Ennek tövétől medial felé mély bemetszés (*incisura scapulae superior*) vág be a felső élbe. Medialis éle (*margo medialis*) valamivel vaskosabb, alsó 2/3-ában függőleges, és mintegy 3 harántujjnyi távolságban párhuzamosan fut a hátcsigolyák tövisnyúlványjaival. Felső harmada rézsútosan oldalfelé száll fel a felső szöglethez. Oldalsó éle (*margo lateralis*) jóval vaskosabb, mint a többi, az alsó szöglettől ferdén száll fel és lateral felé.

Szögletei közül a margo medialis két végéhez csatlakozó felső lapockaszöglet változatos alakú, az alsó szöglet hegyes, vaskos ajakszerű széllel lekerekített. Az oldalsó szöglet a lapocka váll-ízületi részét képezi.

Két nyúlvánnya van. Az egyik a hollócsőryúlvány (*processus coracoideus*); ez a margo superior oldalsó részén közvetlenül az ízvápa mellett ered, felfelé, majd vízszintesen lateral felé halad. Élőben kitapintható a kulcscsont alatti árok mélyén oldalt. A másik a lapockatövis (*spina scapulae*), mely a margo medialis felső és középső harmada határán alacsony háromszög alakban kiszélesedett területtel ered, majd lateral felé a vízszintes síkban mindjobban kiemelkedő keskeny tarajjává válik. Még a lateralis szél előtt elválik a lapocka hátsó felszínétől, és az önálló, a vízszintes síkban ellapuló vállcsúcsi nyúlványba (*acromion*) megy át. Ez a lapocka ízületi részét felülről ívben megkerüli, és medial felé tekintő lapos felszínben végződik a kulcscsonttal való ízesülésre. Élőben mind a spina, mind az acromion egész hosszában kitapintható. A lapockatövis felett mély árok (*fossa supraspinata*) keletkezik, amely oldalfelé a lapockatövisből eredő acromion alatt lefelé átmegy a tövis alatti, az előbbinél nyíltabb gödörbe (*fossa infraspinata*); ez a valóságban nem gödör, hanem a tövis alsó felszíne és a lapocka hátsó felszíne közötti tág térség.

A lapocka oldalsó szöglet zömök vállízületi része alkotja. Ez karcsúbb nyakon (*collum scapulae*) ülő sekély ízületi árok (*cavitas glenoidalis*). Homorulata gömbidomú, de a gömb teljes felszíne csupán kicsiny körte alakú kivágásának felel meg, felfelé irányuló keskenyebb véggel. Felette és alatta egy-egy izom eredése által okozott gumó (*tuberculum supra-* és *infraglenoidale*) található; az alsó inkább csak érdesség.

**Klinikai vonatkozások.** 1. A scapula törései gyakran társulnak közlekedési balesethez, vagy magasból való leeséshez. Gyakran társulnak a bordák töréseivel. Legtöbbször nem igényelnek különleges kezelést, mert a környező izmok tónusa a dislocatiót megakadályozza. - 2. A m. trapezius bénulása a scapula leesésével, a m. serratus anterior bénulása szárnyszerűen elálló scapulával jár.

**A kulcscsont ízületei és szalagos összeköttetései.** A kulcscsont medialis vége a szegycsont markolatának kulcscsonti bevágásába illeszkedve alkotja a szegy-kulcscsonti ízületet (*articulatio sternoclavicularis*). Az ízületi felszínek szabálytalan és egymásnak nem megfelelő alakúak. Ezt a két rostporcogóval borított csontfelszín közé illeszkedő rostporcos lemez (*discus articularis*) egyenlíti ki. Ez az ízület üregét két teljesen különálló részre osztja, és egyben fokozza a kulcscsont sternalis végének erős kiemelkedését az ízületi árokból. E két kiemelkedés nagymértékben mélyíti a nyak középvonalában tapintható felső szegycsonti bevágást, az incisura jugularist. Az ízület tokját mindenfelől erős szalagok erősítik, sőt medial felé a szalagok a kétoldali ízületet még össze is kötik. Az ízülettől oldalt egy erős, meglehetősen önálló szalag (*ligamentum costoclaviculare*) köti össze a kulcscsont alsó felszínének medialis érdességét az 1. borda elülső végével. E szalag az ízület mozgásainak legfőbb korlátja.

Szabálytalan ízületi felszínei ellenére az ízület korlátolt szabad ízület, azaz aránylag szűkebb keretek között minden irányban mozgatható. A mozgás szélső határainak megfelelően körözve a vállat (*circumductio*), a kulcscsont egy kb. 50°-os csúcsszögű kúpot ír le. A kúpon belül a kulcscsont tetszés szerinti helyzetet foglalhat el, azaz acromialis vége a kúp alapján levő gömbfelszín minden pontját elérheti. Ezért szabad ízület. A mozgás anterior-posterior irányban valamivel nagyobb kiterjedésű, mint fentről lefelé. Nyugalmi helyzetében a kulcscsont nem a kúp tengelyében, hanem attól hátra és lefelé helyezkedik el, azaz a vállat a nyugalmi (alap-) helyzettől aránylag magasan felfelé és erősen előre tudjuk emelni, illetve vinni, de nagyon kevésbé süllyeszteni és hátrafeszíteni (pl. katonás, feszes vigyáz állásban). A kulcscsont másik mozgása a saját tengelye körüli *rotatio*. A lelógó kar hátrahajlítása mellett a kulcscsont tengelye körül előre, előrehajlításakor főleg a vízszintesig, vagy még feljebb, a kulcscsont hátraforog. A kulcscsont eme mozgásai nagymértékben kiegészítik a vállízület mozgásait, és hozzájárulnak a felső végtag igen szabad mozgathatóságához.

A kulcscsont oldalsó vége az acromionnal az *articulatio acromioclavicularis* alkotja. Ezt is, de rendszerint tökéletlenül, rostporcogós discus osztja ketté. Az ízület saját szalagkészüléke nem fontos; nagyobb jelentőségű a clavicula oldalsó alsó érdességét a lapocka hollócsőryúlványához

kötő erős kettős szalag (*ligamentum coracoclaviculare*). Voltaképpen önálló syndesmosis, amely a lapocka és a kulcscsont egymáshoz viszonyított mozgásait korlátozza. A mellkas idomából és a két csont egymáshoz viszonyított helyzetéből érthető, hogy a váll mozgásakor a lapocka és a kulcscsont között a vízszintes síkban (vállvilla), valamint a homlokirányú síkban alkotott szög is változik. Ez biztosítja, hogy a váll elég kiterjedt mozgásai mellett is a lapocka, bár ide-oda csúszik a mellkas felületén, arról sohasem kénytelen elemelkedni.<sup>9</sup> Az ízület tehát lényegileg korlátozott szabad ízület.

**Klinikai vonatkozások.** 1. Amennyiben az art. sternoclavicularis ficama során a clavicula előrefelé dislokálódik, a m. sternocleidomastoideus a clavicula sternalis végét felfelé húzhatja. Amennyiben, rendszerint direct erőbehatásra, hátrafelé ficamodik a sternoclavicularis ízület, az elmozduló clavicula nyomhatja a tracheat, az esophagust, vagy a nyaki nagyereket. - 2. Az art. acromioclavicularis ficamodhat, ha a vállra súlyos erő hat, pl. vállra eséskor, vagy egyes sportokban test-test elleni ütközések kapcsán. A ficamot gyakran kíséri a lig. coracoclaviculare szakadása. A clavicula elmozduló acromialis vége kitapintható.

## A szabad felső végtag csontjai és ízületei

### Karcsont (humerus)

Hosszú, csöves csont, diaphysise vagy teste (*corpus humeri*) felül kerek, alul lekerekített egyenlő oldalú háromszög alakú átmetszetű. Hátsó oldalán felül, medial felől lateral felé sekély spirális barázda száll le (*sulcus nervi radialis*) a nervus radialis belefekvésére. Felső és középső harmada határán oldal felé tekintő érdes felszín (*tuberositas deltoidea*) látható. Proximalis epiphysisének részei:

- a karcsont feje (*caput humeri*), a testhez képest medial felé, felfelé és kissé hátrafelé tekintő 1/3 gömbfelszín, amelyet üvegporc borít, és a proximalis végdarab felé sekély körkörös barázda (*collum anatomicum*) választ el;

- az előretekintő kis gumó (*tuberculum minus*);
- az oldal felé tekintő nagy gumó (*tuberculum majus*).

A két gumóról a karcsont testére egy-egy csonttaraj húzódik lefelé (*crista tuberculi minoris* et *crista tuberculi majoris*); a kettő között mély, függőleges barázda (*sulcus intertubercularis*) keletkezik. A karcsont testét a proximalis végdarabtól az élesen körül nem határolható sebészi nyak (*collum chirurgicum*) választja el. Ez a *collum anatomicum*hoz viszonyítottan mintegy 60°-os, oldal felé nyílt szögletet zár be; a két nyak medial felé majdnem találkozik. A distalis végdarab előlről hátra összelapított háromszög alakú, medialis kiemelkedése (*epicondylus medialis*) kissé lentebbi helyzetű, mint a lateralis, tompább *epicondylus lateralis*. Az *epicondylus medialis* mögött és alatt mély barázda (*sulcus nervi ulnaris*) szolgál a hasonló ideg befekvésére. A végdarab két egységes porcborítású ízületi felszínnel bír. A medialis elhelyezkedésű és medial felé lejtő tengelyű, kissé elferdült cénaorsóhoz hasonló *trochlea humeri* a singsonttal ízesül. Az oldalsó elhelyezkedésű, előre- és kevéssé distal felé tekintő, gömbnek megfelelő *capitulum humeri* az orsócsonttal való ízesülésre szolgál. (A kettőt együtt *condylus humeri* névvel jelöljük.) A *trochlea* előtt kis gödör (*fossa coronoidea*), mögötte nagy gödör (*fossa olecrani*), a *capitulum* előtt sekély mélyedés (*fossa radialis*) található a megfelelő csontrészeknek a könyökizület szélső helyzeteiben való beilleszkedésre.

**Klinikai vonatkozások.** 1. A humerus törései: A váll bármely irányú dislocatiója a *caput humeri* törését eredményezheti. Törhet a *collum anatomicum*, vagy a *collum chirurgicum* vonalában, de a *tuberculum*ok izoláltan is letörhetnek. A *corpus humeri* törése esetén, ha a törésvonal a m. deltoideus tapadása felett van, a distalis törvéget a m. deltoideus felfelé húzza, a proximális törvéget a m. pectoralis major és a m. latissimus dorsi mediális irányba dislokálja. Ha a

<sup>9</sup> Gyenge izomzatú, ún. aszténiás alkatú emberben, legközönségesebben sovány, csenevész gyermekben az izmok gyenge tónusa nem biztosítja a lapocka sima felfekvésését a mellkasra. Az ennek következtében a vertebralis szélén elálló lapockát "scapula alata"-nak nevezik.



törésvonal a m. deltoideus tapadása alatt van, akkor a proximális törvéget a m. deltoideus abdukálja, a distalis törvéget a m. biceps és triceps brachii felfelé diszlokálja. Az éles törvégek sérthetik a n. radialis és a vele futó érkepleteket. A humerus distalis végének törései gyermekkorban gyakoriak. Ezek során sérülhet a n. medianus, ulnaris vagy radialis. A sérülés, vagy helyi duzzanat okozta a. brachialis összenyomtatás Volkmann-féle ischemias contracturát okozhat (lásd regio brachialis anterior). Erőszakos könyökizületi abductio hatására leszakadhat az epicondylus medialis humeri. Ennek során, vagy a callusképződés folyamán sérülhet a n. ulnaris.

## Vállizület (articulatio humeri)

A **vállizület** (*articulatio humeri*) gömb- vagy szabad ízület, amelynek alkotásában a lapocka cavitas glenoidalis és a caput humeri vesz részt. A cavitas glenoidalis porcborítékának szélén körkörösen tapadó rostporcos gyűrű (*labrum glenoidale*) nagyobbítja és mélyíti. Az ízvápa felszíne az ízfejhez képest aránytalanul kicsiny (1 : 6), ami jelentékenyen hozzájárul az ízület mozgásszabadságához.

Az **ízület tokja** erős, de meglehetősen laza. Általában a labrum glenoidalis ered, de az ízvápa felső szélén az ízület üregébe foglalja a tuberculum supraglenoidale, aminek megfelelően a m. biceps brachii hosszú fejének itt eredő ina egy szakaszon az ízületi üregen belül halad. A tok a humerus collum anatomicumán tapad, de a tuberculum majus és minus között egy kesztyűujjszerű hüvellyel (*vagina synovialis intertubercularis*) követi a biceps hosszú fejének az ízületből kilépő inát. A vállizületet körülvevő izmok (lásd vállizmok) közül többnek az ina szorosan összenőtt az ízületi tokkal, és köztük az ízülettel is nemritkán közlekedő nyálkatömlők fordulnak elő. A toknak néhány szalagszerű megerősített része is van, különösen a processus coracoideus tövéről ered egy erősebb köteg (*ligamentum coracohumerale*). Az ízülethez csupán mechanikai szempontból tartozó fontos szalag az acromion és a processus coracoideus között áthidaló erős ligamentum coracoacromiale. E szalag és az acromion együttesen boltozatot képez a humerus feje fölött, tehát szinte másodlagos, nagyobb ízvápát alkot a humerus számára. Ez mechanikailag igen fontos, mert megakadályozza, hogy a karcsont tengelye irányában ható erő - pl., amikor merevített karok mellett kezünkre vagy behajlított könyökünkre támaszkodunk - a humerus fejét felfelé kimozdítsa az ízvápából.

A **vállizület mechanizmusa**. Működésének megértéséhez a vállizület speciális anatómiai szerkezetéből adódó két fontos körülményt kell figyelembe venni:

1. Az ízületi tok lazasága és speciális összetartó szalagok hiánya folytán ezt az ízületet nem ízületi tényezők, hanem a vállat kúppalástszerűen körülvevő izomköpeny tartja egybe. Az izmok eltávolítása vagy élőben bénulásuk után az ízfej magától elhagyja az ízvápát, és ún. subluxált (részleges ficam) helyzetbe kerül.

2. A vállizület mozgásai a valóságban sokkal korlátozottabbak, mint ezt karunk minden irányban való szabad mozgathatóságából gondolnánk. Ez azért van, mert a vállizület mozgásaihoz mindig hozzáadódnak a vállöv mozgásai is. A vállizület mozgásainak elemzéséhez ezért a kulcsfontosságú és a lapockát rögzítenünk kell.

A mozgások elemzésére a vállizület alap- vagy normál helyzetéből, azaz a függőlegesen lelógó kar helyzetéből kell kiindulnunk. Bár az ízület gömbízület, és így végtelen sok tengely körül mozgatható, mégis a tér három fő irányába eső mozgást ragadunk ki.

A kart távolítjuk a törzstől (*abductio*), illetve hozzá közelíthetjük (*adductio*) az előlről hátra haladó (*sagittalis*) tengely körül. A szigorúan frontális síkban végzett abductio során rögzített váll mellett a kar nem éri el a vízszintest, ha azonban a kart nem a frontális síkban, hanem kissé előrefelé eső irányban távolítjuk, a kar szélső helyzetben eléri a vízszintest, vagyis az abductio maximális ívértéke így 90°. Tovább a kar nem távolítható, mert a tuberculum majus beleütközik a lig. coracoacromialeba, és ez, mint az abductio gátlókészüléke, megakadályozza az ízület további mozgását. Rögzítetlen váll mellett a kart akár függőlegesen felfelé is nyújthatjuk, ezt azonban úgy érzük el, hogy a lapockát egy előlről hátrafelé haladó tengely körül úgy forgatjuk, hogy az ízvápa felfelé és alsó szöglete oldal felé fordul. Az adductio a frontális síkban a függőlegesen túl nem

folytatható, mert a kar beleütközik a törzsbe, kissé előreemelt kar mellett azonban a törzs elé vihető a közelített kar.

A kart előre lendíthetjük (*anteflexio*), illetve a függőleges helyzeten túl nagyon kis mértékben hátra is lendíthetjük (*retroflexio*) a jobbról balfelé haladó (haránt) tengely körül. Rögzített váll mellett az anteflexio csak mintegy 60°-ig vihető, tehát még nem is a vízszintesig - a retroflexio megéppenséggel minimális (5°). Rögzítetlen váll mellett a kar természetesen jóval a vízszintes fölé emelhető; előre felé és hátra felé is tekintélyes mértékben lendíthető a kar. Ezt az teszi lehetővé, hogy a kulcsont tengelye körül forogva biztosítja a lapocka megfelelő elmozdulásait.

A humerus függőleges irányú tengelye körül végzett forgó mozgás a *rotatio*. Ilyenkor a humerus egy, a caput közepét a capitulummal összekötő tengely körül forog. A normál helyzetből befelé és kifelé is tudjuk rotálni a kart; rögzített váll mellett a rotatio szélső ívértéke 90°. Szabad mozgáskor háromféle rotatióból adódik össze a felső végtag rotációja: ún. vállövi rotatio a kulcsont tengelye körül, a vállízületi rotatio és a könyökrotatio az alkar tengelye körül. Ha e három tengelyt egy vonalba hozzuk, pl. úgy, hogy karunkat oldal felé teljesen kinyújtjuk, a kéz összes rotációja 360° lehet, tehát egy teljes körforgást tud végezni.

A vállízület, szabad ízület lévén, mozgásait tetszés szerint tudjuk kombinálni egymással. Az abductio, az adductio és az anteflexio-retroflexio lehetőségeinek szélső kihasználásával a kart egy kúppalást mentén körül tudjuk hordozni (*circumductio*). A circumductio által meghatározott határok között - illetve az így leírt kúpon belül - a kar minden közbülső helyzetet elfoglalhat. Közben a karcsont distalis vége természetesen egy gömbfelszínen mozog, amelynek sugara a caput humeri központjától a humerus legdistalisabb pontjáig mért távolságnak megfelelő.

A vállízület mozgásait általában nem ízületi tényezők korlátozzák, hanem az ízületet szorosan, csaknem hézagmentesen körülvevő izomkúp egyes részeinek megfeszülése. Az egyetlen ízületi gátlókészülék a lig. coracoacromiale, melybe maximális abductiókor a tuberculum majus humeri beleütközik. A vállízületet körülvevő izompalást nem képes azonban megvédeni a vállízületet a humerus tengelye mentén ható erő ellen, ha a vállízület nem olyan állású, hogy a fej megtámaszkodhassék az ízvápában. Ez a helyzet a már említett esetben, amikor a vállízület normál helyzetében vagy ahhoz közel álló helyzetben a karon támaszkodunk. Ilyenkor az ízfej felfelé kicsúszna az ízvápából, amit csak az akadályoz meg, hogy néhány milliméter után felfelé beleütközik az acromion és a lig. coracoacromiale által alkotott boltozatba. Ez tehát a vállízületnek egy speciális passzív mozgásformája, mely a már elemzett aktív mozgási mechanizmusokhoz még hozzájárul.

**Klinikai vonatkozások.** 1. A vállízület a leggyakrabban ficamodó nagyizületünk. A ficam történhet előre-lefelé. Abductált kart érő hirtelen erőhatások a caput humerinek az alul leggyengébb capsula articularis részlet felé történő ficamát okozhatják. Az erős flexorok és adductorok a luxált humerus fejet előre felé és felfelé úzzák. A ficam történhet hátrafelé, a humerus fejét előről érő közvetlen erőhatás következményeként. A cavitas glenoidalis alá elmozduló caput humeri sértheti a n. radialist, vagy a hiatus axillaris lateralis képleteit, pl. a n. axillarist.

## Alkarcsontok (ossa antebrachii)

**Singcsont (ulna).** Az alkarcsontok közül a rögzítettebb, proximalis végdarabja tömegesebb, míg középdarabja distal felé fokozatosan vékonyodik, és distalis végdarabja már egészen kis fejecskében végződik. A proximalis része villáskulcsra emlékeztető idomú, amelynek előretekintő, hengerded, porccal borított bevágása (*incisura trochlearis*) a trochlea humerival való ízesülésre szolgál. Nem tiszta hengerfelszín, mert közepén egy dorsovolaris irányban futó lécs halad végig gyengén csavarmenetszerű emelkedéssel. Ez a lécs beilleszkedik a trochlea hasonló irányú bevágásába, és így megakadályozza a humerus és az ulna között az ízület tengely irányba eső elcsúszását. A bevágás hátsó (proximalisabb) végét hatalmas kampószerű csontvég, az *olecranon* határolja, míg elől (distalisabb) végét kisebb kiemelkedés: a *processus coronoideus* jelzi. Lateral felé kis, félhold alakú ízületi bevágás csatlakozik az incisura trochlearishoz, ez az orsócsont fejét befogadó *incisura radialis*. A két ízületi felszín porcborítéka összefolyik. Az ulna teste

háromszögletű átmetszetű, elülső és hátsó lekerekített éllel csak oldalfelé tekint egy élesebb csonttaraj (*margo interosseus*) a hasonló nevű csont közötti hártya eredésére. A test és a proximális végdarab határán elöl a m. brachialis tapadására szolgáló érdesség (*tuberositas ulnae*) látható. Az ulna hátsó éle egész hosszban kitapintható az alkar bőre alatt. A distalis végdarab kicsiny, gömbszerű, porccal borított fejecs (*caput ulnae*), amelyből dorsal és medial felé kis csonttövis, a *processus styloideus* nyúlik lefelé.

**Klinikai vonatkozások.** 1. Az olecranon törése következhet be hajlított könyökre eséskor, és a letört csontdarabot a m. triceps brachii dislokálhatja. - 2. *Monteggia-féle* törés: hátulról ható erő következtében az ulna diaphysise törik előre irányuló szögletképződéssel és a lig. anulare radii szakadása mellett a caput radii előrefelé való dislokációjával.

**Orsócsont (radius).** A két alkarcsont közül a kevésbé rögzített, az ulnánál rövidebb, jóval lejjebb kezdődik, de valamivel distalisabbra ér. Az ulnával ellentétben proximális vége karcsú, a distalis jóval tömegesebb. A csont mozgékonyasága folytán mindennemű rá vonatkozó irány- és helymegjelölés csak előre- (vagy felfelé) fordított tenyerű kéztartásra érvényes. Proximális végdarabját a porccal borított korongszerű fej (*caput radii*) képezi. Ennek proximal felé tekintő sekély tányérszerű vájolata (*fovea capitis*) a capitulum humerihez illeszkedik. A korong szélét kerékabroncsszerűen körülvevő lapos hengerfelszín (*circumferentia articularis*) az ulna incisura radialisába illeszkedik. A fej alatt a radius karcsú nyakká (*collum radii*) vékonyodik el, amely egy előre- és medial felé tekintő dombszerű érdességgel (*tuberositas radii*) megy át a testbe. Fontos megjegyeznünk, hogy a fej és a nyak közös tengelye a csont hossz tengelyével lateral felé nyíló tompaszöglet alkot (lásd a könyökízületnél az alkar konstrukciós tengelyét; 4/6. ábra). A radius teste egy medial felé tekintő él kivételével (*margo interosseus*) lekerekített (átmetszete tehát csepp alakú). A distalis végdarab kivételével a csontnak nincs a bőrön keresztül közvetlenül kitapintható része. Distalis végdarabja a kéz síkjában kiszélesedik, a dorsalis oldalon domború felszínű, rajta a kézháti inak befekvésére hosszanti lécek által határolt barázdák láthatók. Lateralis (a hüvelykujj felé eső) oldalán széles alapú, de gúlaszerűen kicsúcsosodó nyúlvány, a *processus styloideus* található. A csont distalis ízfelszíne (*facies articularis carpea*) nem nagyon szabályos homorú tojásfelszín háromszög alakú része. A *processus styloideus*on kezdődve az egész distalis véget elfoglalja. Az ulna felé eső oldalon az ulnafej beilleszkedésére ugyancsak porccal borított vájulat (*incisura ulnaris*) szolgál.

**Klinikai vonatkozások.** 1. Extendált karra esés következménye lehet a caput radii törése. - 2. Hasonló esetben törhet a radius nyaka is, főleg fiatal egyéneknél. - 3. A radius diaphysise törhet egyedül, vagy az ulnával együtt. A radius proximális csonkjára rendszerint supinált, a distalis pronált helyzetbe kerül. - 4. *Galeazzi-féle* törés: A radius proximális része törik és az ulna distalis epiphysise dislokálódik az articulatio radioulnaris distalisban. - 5. *Colles-féle* törés (lásd regio antebrachii volaris). - 6. *Smith-féle* törés: a kéz hátoldalára való eséskor törhet a radius distalis vége a distalis törvég volaris dislokációjával.

## Könyökízület (articulatio cubiti)

A **könyökízület (articulatio cubiti)** három csont (humerus, ulna és radius) ízvége által alkotott trochoginglymus mechanizmusú ízület. A csontvégek mindegyike másik két csonttal ízesül, ezért voltaképpen három részízületet kellene figyelembe vennünk. Mechanizmusa szempontjából azonban lényegében csupán két vezető ízület kombinációjából áll. A könyök hajlításában-feszítésében a humerus és az ulna közötti kapcsolat a lényeges, és a radius szerepe az alárendelt. A kéz és az alkar forgatásában (pronatio-supinatio) az ulna és a radius összeilleszkedése a lényeges, a radius és a humerus közti kapcsolat pedig az alárendelt.

A trochlea humeri az ulna incisura trochlearisával oly módon illeszkedik egybe, mint tengely a csapágyba (*articulatio humeroulnaris*). Az ulna ízfelszínén leírt dorsovolaris irányú lécs, beilleszkedve a trochlea humeri közepébe bevágó hasonló irányú vályúba, megakadályozza a két ízfelszín tengelyirányú elcsúszását. A trochlea tengelye nem pontosan derékszögben áll a kar

hossztengelyére, hanem medial felé kissé lejt. Ennek következtében nyújtott kar mellett az alkar és a felkar kifelé nyíló tompaszöveget képez<sup>10</sup> (a lécs, ill. a vályú gyengén csigavonal jellege folytán a maximálisan behajlított alkar nem esik be pontosan a felkar síkjába, hanem attól enyhén kifelé tér el, ti. a kéz a váll külső oldalára kerül). - A fovea capitis radii a capitulum humerihez illeszkedik, és ott gömb- vagy szabad ízületet képez (*articulatio humeroradialis*), de mozgásait a rögzített ulna mozgási lehetőségei szorosan korlátozzák. - A radiusfej circumferentia articularisa az ulna incisura radialisába illeszkedik be mint kerék a keréknyombba (*articulatio radioulnaris proximalis*).

Az **ízületi tok** közös üregbe fogja az ízületet; általában a porc felszínének szélén ered és tapad, de az ízület üregébe foglalja be a fossa olecrani, a fossa radialis és a fossa coronoideát, ezzel megelőzve a tok becsípődését az ulna szélső helyzeteiben. A radius nyaka körül a radius később leírandó gyűrűszalaga alatt a tok zsákszerű kiöblösődéssel tapad, ami biztosítja a radius saját tengelye körüli forgásait.

Az **ízület szalagai** mechanizmusának megfelelő oldalszalagok. A *ligamentum collaterale ulnare* az epicondylus medialisról az ulna incisura trochlearisának medialis széléhez húzódik legyezőszerűen szétterjedve. A hátsó, az olecranonhoz, és az elülső, a processus coronoideushoz haladó részei a legerősebb nyalábok. A *ligamentum collaterale radiale* az epicondylus lateralis humeriról ered, de természetesen nem a radiuson tapad - különben ennek forgásait lehetetlenné tenné -, hanem fordított T alakban elágazódva, a radius nyakát körülhurkoló *ligamentum anulare radii*ba megy át, s ezzel együtt az incisura radialis elülső és hátsó vége előtt, ill. mögött tapad az ulnán. E szalagkészülék tehát két oldalról szorosan összefogja a humerust és az ulnát oly módon, hogy a trochlea tengelye körüli forgáson kívül semmiféle mozgást nem enged meg, míg a radiust csak másodlagosan fogja be ebbe az összeköttetésbe, megengedve annak hossz tengelye körüli forgását. Az ulna és a radius egymás felé tekintő éles margo interosseusait inas lemez (*membrana interossea*) köti össze, mely az alkar feszítő és hajlító izmait elválasztja, és részben eredésükre is szolgál.

Az ízület kiegészítő része az alkar distalis végén levő *articulatio radioulnaris distalis* a caput ulnae és a radius incisura ulnaris között. Mint már említettük, az ulna kissé magasabban végződik, mint a radius. A radius distalis ízületi felszínéhez itt ulnar felé egy háromszögletű rostporcos *discus articularis* csatlakozik, amely az ulnát elválasztja a kéztöcsontoktól. Így az ulna feje radial felé a radius bevágásával, distal felé a discusszal érintkezik. Az ízület mechanizmusa szerint forgóízület, és működése a könyökízület forgóízületi részével egyben vizsgálandó.

**A könyökízület mechanizmusa.** Két ízületi mechanizmus kombinációja: a két alkarcsont együttes flexiója és extenziója egy csuklós (*ginglymus*) mechanizmusnak, valamint a radius és az ulna közötti pronatiós-supinatiós mozgások egy forgó (*trochoid*) ízületi mechanizmusnak felelnek meg.

1. Az alkar *flexiója* és *extenziója* a trochlea humeri tengelye körül történik. A könyök maximális kinyújtásánál a kar és az alkar csontjai közös (frontalis) síkba esnek (azaz 180°-ot zárnak be). Maximális behajlítás egyénileg változó, általában 140° terjedelmű. Akadályát a felkar és az alkar elülső lágyrészeinek összetorlódása képezi, ezért erős izomzatú vagy erősebb zsírpárnával bíró egyén kevésbé tudja hegyesszögig hajlítani karját, mint gyengébb izomzatú vagy gracilisabb tagokkal rendelkező. Az ulna processus coronoideusa és a radius fejének elülső pereme nemigen ütközik bele a humerus megfelelő csontgödreibe, még passzív hajlításkor sem. Az extensio végső határát ugyan az olecranonnak a fossa olecraniába való beütközése képezi, de normális viszonyok közt ez a csontos ütközés sem nagyon szerepel mint gátló készülék, mert a hajlító izomzat és az ízületi tok elülső részeinek megfeszülése már előbb elakasztja a feszítést. Minthogy az oldalszalagok az epicondylusokon, tehát az ízület forgási tengelyének két végpontján erednek, ezért sem a feszítést, sem a hajlítást nem akadályozzák. Minden helyzetben eléggé feszesek ahhoz, hogy megakadályozzák az ízfelszínnek egymástól való eltérését; oldalirányú elhajlítás nyomokban sincs. Minthogy azonban a szalagok nem ideális geometriai képződmények - azaz nem egy pontból eredő vonalak -, nyilvánvaló, hogy az aránylag vastag köteg egyes nyalábjai az ízület különböző

helyzeteiben feszülnek meg. Így pl. a legyező alakú lig. collaterale ulnare elülső nyalábjai feszítéskor, míg a hátsók inkább hajlításkor feszülnek meg, és hozzájárulnak a mozgások gátlásához. A radius e mozgásokban teljesen passzívan követi az ulna mozgásait, de a humerus fejecsének gömb alakja folytán a könyök bármely helyzetében a radius megőrzi saját tengelye körüli szabad forgathatóságát.

2. Az alkar *pronatiója* és *supinatiója* - azaz a tenyér lógó kar mellett hátra- vagy előrefordítása - az alkarnak ún. konstrukciós tengelye körül történik. E tengely a radius fején levő tányérszerű mélyedés közepétől indul el, a fej és a radiusnyak tengelyében halad lefelé, majd a tuberositas radii tájékán a radius hossz tengelyének említett megtörése folytán elhagyja a radiust. Gondolatban vagy rajzon folytatva ezt a tengelyt, ez diagonálisan keresztezi az alkart (4/6. ábra), és az ulna fején keresztül haladva kb. a processus styloideusa tájékán hagyja el az alkart. E tengelybe két ízület esik: a proximalis és a distalis radioulnaris ízület. Minthogy a két alkarcsont közül az ulna a rögzítettebb, míg a radius feje szabad, ezért nyilvánvaló, hogy a radius foroghat a konstrukciós tengely körül. Feje és nyaka saját tengelye körüli forgást végez ugyan, de a radius distalis része fokozatosan eltérően a forgási tengelytől, minden distalisabb pontja mind nagyobb ívben forog a tengely körül. Végül is a processus styloideus radii a processus styloideus ulnae körül a kézcsukló szélességének megfelelő sugarú íven forog. Mint a továbbiakban látni fogjuk, a kéz teljes egészében a radiushoz és a hozzá ulnar felé csatlakozó rostporcos discusshoz ízesül; az ulnától a discus teljesen elválasztja. Ebből érthető, hogy a radius körívű forgása során distalis vége magával viszi a kezét. Ezt a mozgást tisztábban tudjuk elemezni behajlított könyök mellett, mert ilyenkor nem járulhat hozzá a kar rotatiója a vállízületben. Behajlított alkar mellett a tenyér felfelé fordítását supinációnak, lefelé fordítását pronációnak nevezzük. Az előbbinél a két alkarcsont párhuzamosan fekszik, az utóbbinál egymást keresztezi. A pronatio-supinatio teljes mértéke maximálisan 140°. Látszólag a kezét jobban tudjuk pronálni és supinálni behajlított könyök mellett; ezt a kéz kifelé fordítását adjuk hozzá. A mozgások gátlásában a lágyrészek és az ízületi tok megfeszülése, ill. pronációkor összeroldása szerepel. Nyújtott könyök mellett az alkarpronációhoz hozzájárul a vállízületi rotatio is, ezért ívértéke közel 300°-ra emelkedik. Nyújtott könyök mellett az alkar említett konstrukciós tengelye ugyanis egybeesik a karcsont konstrukciós tengelyével, amely a caput humeri központját a capitulum humeri központjával köti össze (4/6. ábra). Abdukált vállízület mellett ehhez járul még a vállöv rotatiója (a kulcscsont tengelye körül) is, ami ilyenkor a kéz teljes körívében való körbeforgatásában jelentkezik. A rotációs mozgások példáján érthetjük meg legjobban, hogy az emberi felső végtag több tényező csodálatos harmóniában való összegződése folytán milyen páratlanul sokoldalú mozgékonyaságú és hatósugarú testrész.

#### 4/6. ábra helye

**Klinikai vonatkozások.** 1. A könyökízület ficama gyakori. Kinyújtott karra esést dorsalis irányú ficam követi. Elsősorban gyermekekben fordul elő, és az epicondylus medialis humerinek a leszakadásával kombinálódhat, mert ebben az életkorban a lig. collaterale mediale erősebb mint a külön csontosodási maggal fejlődő csontok közötti kapcsolat. - 2. A n. ulnaris sérülése követheti a könyökízület ficamát, vagy törését. - 3. Bursitis olecrani: ismételt mechanikai hatás az olecranon feletti subcutan bursa krónikus gyulladását eredményezheti. - 4. "Dada-könyök". (lásd regio antebrachialis anterior.)

#### A kéz csontjai (ossa manus)

A kéz csontos váza proximodistalis irányban három részre tagozódik: **kéztő** (*carpus*), **kézközép** (*metacarpus*) és **ujjak** (*digiti*). Ezt a beosztást visszük át a kéz lágyrészeinek leírására is.

A **kéztő csontjai** (*ossa carpi*). A kéztőcsontok apró, egészben köbös, de a részletekben változatos idomú csontok, amelyek egy proximalis és egy distalis sorba rendeződnek. A proximalis sor csontjai radial felől (a hüvelykujj felől), a **sajkacsont** (*os scaphoideum*) radioulnaris irányban

álló csónakhoz hasonló; a **holdas csont** (*os lunatum*) dorsovolaris görbületű, félholdra emlékeztető alakú, domborulata proximal felé, homorulata distal felé néz; az *os triquetrum* csonka piramis alakú; végül nevének megfelelő alakú a **borsócsont** (*os pisiforme*). A proximalis sor a radius, illetve az ulna discusa felé együttesen tojásdad alakú ízfelszint képez.

A distalis csontsor tagjai radioulnaris irányt követve: *os trapezium*, majd az *os trapezoideum*, mindkettő csonkagúlához hasonló; az *os capitatum* proximal felé az *os lunatum* vájulatába illő fejjel bír, dorsal felől nézve durván 8-as idomú. A **horgas csont** (*os hamatum*) tenyéri oldalán ulnar felől horogszerű nyúlvány (*hamulus ossis hamati*) emelkedik ki belőle.

A distalis kéztőcsontsor a proximalissal erősen hullámos ízületi vonalban találkozik, amelynek ulnaris vége distal felé, középső része az *os capitatum* fejének megfelelően erősen proximal felé domborodó. Distal felé a négy distalis kéztőcsont az öt kézközépcsont felé öt - ti. az *os hamatum* kettőt a IV. és az V. kézközépcsont számára -, csaknem lapos ízületi felszint fordít. Csupán az *os trapezium*nak a hüvelyk kézközépcsontja felé fordított felszíne valódi nyeregfelszín.

A **kézközép csontjai** (*ossa metacarpalia*). A kézközépcsontok rövid csöves csontok proximal felé tekintő gyengén ék alakú basisokkal, amelyek lapos ízfelszínei a kéztőcsontok és a szomszédos kézközépcsontok felé tekintenek. Hengeres középrészük a kézhát felé gyengén domború. Distalis vég részük gömb alakú, melyet azonban két oldalról volar felé divergáló dorsovolaris síkok lemetszenek, ezért distal felől nézve a tenyér felé szélesedő ék alakúnak tűnnek.

A II-V. ujj kézközépcsontjának általános alakjától eltér a hüvelyk kézközépcsontja, amelynek basisa valódi nyeregfelszín, a szomszédos II. kézközépcsont basisával nem érintkezik, distalis vég része nem gömb, hanem hengerfelszín, azaz trochlea jellegű. Alakja inkább ujjperchez hasonló, valóban inkább a hüvelyk alappercének felel meg (ha úgy tekintjük, hogy ennek az ujjnak nincs kézközépcsontja).

Az **ujjak csontjai** (*ossa digitorum manus*). A **hüvelyk** (*pollex*) két ujjpercből: egy alap- (*phalanx proximalis*) és egy körömpercből (*phalanx distalis*) áll, illetve - mint láttuk - úgy is felfogható, hogy metacarpusa az igazi alapperc.<sup>11</sup> A többi ujjnak (**mutató** [II.: *index* ], **középső**- [III.: *digitus medius* ], **gyűrűs**- [IV.: *digitus anularis* ]- és **kisújj** [V.: *digitus minimus* ] három perce van, alap- (*phalanx proximalis*), közép- (*phalanx media*) és körömperc (*phalanx distalis*). Minden ujjperccsontnak van kivájt ízületi felszint képező basisa és - a körömperc kivételével - domború hengerfelszint képező fejk. Rövid, dorsovolaris irányban kissé összelapított csöves csontok. A basisok a II-V. ujj alappercén kivájt gömbfelszínek a metacarpusfejek gömbfelszínei számára. A hüvelyk alappercének és a többi perccsontnak a basisa vájt hengerfelszín a kéz síkjába eső haránttengellyel, dorsovolaris vezető vályúval. A körömpercek kúposan kihegyesedő végének volaris felszínén szív alakú érdes lapocskához hasonló gumó (*tuberositas distalis*) látható, mely az ujjbegy bőrének függőleges kötőszöveti kötegeivel való szoros rögzítésére és közvetve a köröm megtámasztására szolgál.

## A kéz ízületei

A kéztőcsontok proximalis sora a radiuszal a **kézcsuklóízületet** (*articulatio radiocarpe*), a két kéztőcsontsor egymással az *articulatio intercarpeát*, a distalis kéztőcsontsor a középcsontokkal az *articulationes carpometacarpeát* képezi. Az utóbbiak közül kitüntetett az *articulatio carpometacarpea pollicis*. A metacarpuscsontok az alappercokkal az *articulationes metacarpophalangeae*t és a perccsontok egymással az *articulationes interphalangeae*t alkotják.

**Kézcsukló** (*articulatio radiocarpea*). Tojásízület, amelynek ízvápáját a radius distalis

<sup>11</sup> A hüvelyk metacarpusának fejlődésmódja is arra utal, hogy valóban ujjperc, ugyanis a II-V. ujj metacarpusának nincs proximalis, a hüvelykének, a phalanxokhoz hasonlóan, nincs distalis epiphysise.

ízfelszíne (facies articularis carpea) és a hozzá ulnar felől csatlakozó discus articularis képezi. Az ulna feje az ízületben közvetlenül nem vesz részt, csak a róla eredő szalagok révén. Az ízfejet a proximalis kéztőcsontok közül a szalagokkal szorosan összetartott os scaphoideum, lunatum és triquetrum képezi. (Az os pisiforme a triquetrummal különálló kis ízületet képez.) Az ellipszoid két görbülete közül a dorsovolaris a jóval kisebb, a radioulnaris a nagyobb sugarú.

A csontokat összetartó **szalagoknak** az ízület felé tekintő felszínei is porccal borítottak, úgyhogy az ízfej porcborítása egységes.

Az **ízület tokja** elég szoros, volarisan-dorsalisan erős szalagokkal megerősített, oldal felé lazább. A volaris oldalon a radiusról eredő szalag (*ligamentum radiocarpeum palmare*) a kéztőcsontokon ulnar felé, az ulnáról eredő szalag (*ligamentum ulnocarpeum palmare*), a kéztőcsontokon radial felé sugárzik ki. Dorsalisan csak a radiusról indul el erősebb szalag (*ligamentum radiocarpeum dorsale*), amely a kéztőcsontokra szintén ulnar felé sugárzik ki.

**Mechanizmusa** az ízfelszínek alakjának megfelelően kéttengelyű tojásízület. A radioulnaris irányú tengely körül a kezét mind dorsal felé (*dorsalflexio*),<sup>12</sup> mind volar felé (*volarflexio*) tudjuk hajlítani, és pedig nem egészen derékszögig. Így a kéz egész dorsovolaris excursiója 160-170° ívértékű. Ebben azonban részt vesznek a két kéztőcsont sor közötti, sőt kismértékben a kéztőcsontok és a kézközépcsontok közti feszes ízületek is. Ennek az a következménye, hogy maximálisan behajlított csukló mellett a csuklótájékon nem mutatkozik éles megtörés, hanem egyenletes domborulat, ami a csukló volaris és dorsalis oldalán áthaladó inak áthajlása és húzóereje szempontjából is fontos. A kéz síkjára merőleges dorsovolaris tengely körül (a tojásidomú ízfej nagyobb görbületének megfelelően) *radialis* és *ulnaris abductio*t tudunk végezni (a harmadik ujjtól való távolítás). A két elhajlítás közül az ulnaris nagyobb terjedelmű, mintegy 40°. A szalagkészülék megfeszülése következtében mind dorsal felé, mind volar felé elhajlított csukló mellett *abductio* már nem lehetséges, de ilyenkor nincs is rá szükség, mert pronatióval-supinációval a kéz ugyanezt egyszerűbben éri el. *Abductio*s mozgások során a kéztőcsontok - a röntgenképek tanúsága szerint - egymáshoz viszonyítottan elég jelentékeny mértékben átrendeződnek.

A **kéztőcsontok közti ízület** (*articulatio intercarpea*). Egységes üreggel ellátott feszes ízület, amelynek fő részét a két kéztőcsontsors elválasztó, előbb említett hullámos ízületi felszínrendszer alkotja. Az üregből mindkét sor egyes csontjai közé kisebb-nagyobb rések szögellnek ki distal és proximal felé, anélkül azonban, hogy az ízületi üreg összefüggésbe kerülne a radiocarpalis ízülettel. Distal felé viszont összeköttetésbe kerül rendszerint a közös carpometacarpalis ízülettel. A szomszédos kéztőcsontokat volarisan, dorsalisan és részben a csontok között is számos **szalag** köti össze. Az **ízületi tok** mindenütt feszes. **Mechanizmusa**: feszes ízület, amely azonban az előbbi ízület mechanizmusában már említett módon jelentősen hozzájárul a kézcsukló mozgásához; kiegészíti annak mozgásait, s a kéztő bizonyos fokú képlékenységével hozzájárul a kéz erős elhajlításakor keletkező szögletek elsimításához.

A kéztőcsontok és szalagok által alkotott legnevezetesebb szerkezet: a kéztőcsatorna (*canalis carpi*). Úgy jön létre, hogy mindkét kéztőcsontsors mind ulnarisan, mind radialisan volar felé pillérszerűen kiemelkedik. A radialis pillért proximalisan az os scaphoideum, distalisan az os trapezium gumószerű kiemelkedése, ulnarisan az os pisiforme - mely a triquetrumhoz volar felől illeszkedik - és a hamulus ossis hamati képezik. E pillérek közt mély proximodistalis barázda (*sulcus carpi*) keletkezik, amely az ujjhajlító izmok inait fogadja be. A két pillért volar felől erős szalag (*retinaculum flexorum*) hidalja át, és a barázdát kéztőcsatornává (*canalis carpi*) egészíti ki.

**Kéztő-kézközépcsont ízület** (*articulatio carpometacarpea*). Kitüntetett helyzetű és lejjebb külön tárgyalandó hüvelykízület kizárásával ugyancsak feszes ízület. Distal felé gyengén domború ízületi vonalnak megfelelően a II-V. kézközépcsontok basisainak lapos felszínei hozzáilleszkednek a distalis kéztőcsontsors distalis ízfelszíneire. Az ízületi üreg főleg distal felé benyúlik a kéztőcsontok basisai által egymás felé alkotott ízületi felszínnek közé. Erős **szalagkészülék** fogja

<sup>12</sup> Zavaró, hogy ezt a mozgást magyarul röviden a csukló feszítésének (*extensio*) nevezzük, és a mozgást az alkar "feszítő izmai" végzik. Szigorúan logikus az volna, ha a kéz nyújtott helyzete felé irányuló mindkét mozgást "feszítésnek" mondanánk, de akkor az izmok elnevezésével jutnánk bajba.

össze mind a kéztőcsontokat a kézközépcsontokkal, mind az utóbbiak basisait egymással, mégpedig mind dorsalisán, mind volarisán, mind a csontok között.

Az **articulatio carpometacarpea pollicis** külön nyeregízület az os trapezium és az I. metacarpus basisa közt. Igen bő ízületi tokja és szalagok hiánya folytán majdnem szabad ízület, mégis a nyeregfelszínek mentén két fő tengely körül végezhető mozgások. A tenyér síkjában a hüvelykujjat a többi négy ujjhoz közelíthetjük (*adductio*) és tőlük távolíthatjuk (*abductio*). Egy másik, az előbbi mozgás tengelyéhez viszonyított rézsútos állású tengely körül a hüvelyk metacarpusát kiemeljük a tenyér síkjából, és szembehelyezzük a többi ujj bármelyikével. Ezt ezért *oppositiónak*, ellentétét (ti. a hüvelyk visszahelyezését a tenyér síkjába) *repositiónak* nevezzük. Magasabb rendű emlősök közt ez a mozgás az emberre specifikus, ezzel válik a kéz harapófogó- vagy csipeszszerű működésű "műszervétaggá"<sup>13</sup>.

**Kézközépcsont-ujjízületek** (*articulationes metacarpophalangeae*). Itt ismét a hüvelyké eltérő a többiétől, és azonos szerkezetű a következő pontban tárgyalt ujjperc közti ízületekével. A II-V. ujj metacarpophalangealis ízületei korlátolt szabad ízületek. Az ízfej kétoldalt levágott gömb alakú, az ízvápa az alappercek lapos tányérszerű mélyedése.

**Tokja** főleg dorsalisán igen bő, papírszerűen vékony, de az ujjfeszítőizmok inaitól védett. Volarisan a tokba rostporcos lemez épül be (*ligamenta palmaria*), melyeken volar felől proximodistalis irányú sekély barázda látható az ujjhajlító inak befekvésére.

A szomszédos ízületek (persze az I. kivételével) e palmaris lemezeit erős **szalag** (*ligamentum metacarpeum transversum profundum*) köti össze egymással, így mintegy összefogja a kézközépcsontok fejeit. Legfontosabbak az oldalszalagok (*ligamenta collateralia*), amelyek a kézközépcsontok fejeinek levágott oldalfelszíneiről dorsalisán erednek, és legyezőszerűen kiszélesedve húzódnak az alappercek két oldalához. Nyújtott ujjak mellett igen lazák.

**Mechanizmusai** elég szabadok. Az ujjak alappercei derékszögnél kissé jobban behajlíthatók (*flexio*), és egyénileg változó módon feszíthetők (*extensio*), illetve (inkább a nőké) dorsal felé is túlfeszíthetők (ti. a nyújtott helyzeten túl is, *hiperextensio*); ennek gátját a volaris szalagok képezik. A tenyér síkjában az ujjakat szétterpeszthetjük (*abductio*) és összezárhatjuk (*adductio*), sőt kissé eltérő síkba helyezett ujjakat - főleg a II.-at és az V.-et a többivel - keresztezhetjük is. Ezt a laza oldalszalagok engedik meg. Behajlított ujjak mellett azonban ez az *abductio-adductio* teljesen megszűnik a dorsalisán - tehát excentrikusan - eredő oldalszalagok megfeszülése miatt. Ehhez járul még, hogy a metacarpusfej volar felé szélesedik, tehát behajlított ujj mellett az oldalszalagok még a fej szélesebb részét is körül kell hogy öleljék. Aktív rotatio a metacarpophalangealis ízületben nincs, passzív is nagyon kevés.

**Ujjpercek közti ízületek** (*articulationes interphalangeae*) és a **hüvelyk kézközép-ujjízülete** (*articulatio metacarpophalangea pollicis*). Az ujjpercek közötti ízületek szalagkészülék és az ízületi tok szerkezeti viszonyai tekintetében teljesen azonosak a leírt metacarpophalangealis ízületekkel, azzal a különbséggel, hogy a *ligamenta collateralia* feszesek, és az ízfej tengelyében erednek. Az ízvég alakja azonban nem gömb-, hanem típusos hengerfelszín (*trochlea*), dorsovolaris vályúval és beleillő léccel. Mechanizmusa ennél fogva tiszta *ginglymus*, tehát egyetlen haránttengely körüli *flexio* és *extensio*; oldalirányú eltérés még passzívan sincs. A proximálisabb ízület 90°-nál valamivel jobban, a körömperc ízülete valamivel kevésbé hajlítható be. A hajlítást a lágyrészek összetorlódása, a feszítést a volaris rostporcos szalagbetétek akadályozzák. A hüvelyk-körömperc sok embernél az egyenesen túl hátrafeszíthető, a többi ujjé általában kevésbé.

Az **emberi kéz** műszerszerű, a legfinomabb manipulációkat magában foglaló tevékenységhez való bámulatos alkalmazkodását az izomrendszer és a kéz egyéb lágyrészeinek ismertetésénél (lásd kéz és ujjak tájanatómiai vonatkozásai, bőr és származékai) még részletesebben lesz alkalmunk tárgyalni. Nem csupán az emberi munkatevékenység legfontosabb szerve, hanem az ember arca után

13 A majmok keze - még az emberszabásúaké is - hosszú II-V. ujjai folytán horogszerű működésű "kapaszkodó" kéz, hüvelykje a tenyérhez képes szorítani - kapaszkodás közben is - apróbb tárgyat; igazi fogó szerepe azonban nincs.



- helyesebben mellett - legkifejezőbb testrésze. A kéz nemcsak taglejtésével (gesztikuláció) válik kifejezővé társalgás, szónoklás és legmagasabb művészi fokon a pantomim és a színészi alakítás során, hanem akár nyugalomban is jelzi birtokosának korát, nemét, lelkiállapotát, temperamentumát; sok esetben jelleméről, és utoljára, de nem utolsósorban, foglalkozásáról vagy "hobby"-járól is sok mindent elárul. (Az persze már babona vagy csalás, hogy a kézből az ember jövő sorsára következtetés lenne levonható.) A kéz művészi ábrázolása a képzőművészet egyik legigényesebb feladatköre. Stilizált, perspektíva nélküli, sztereotip kézábrázolásai az óegyiptomi művészet a kifejezések utolérhetetlen gazdagságú tárházát teremtette meg, mégis az európai kultúrkörben a kéz valódi apoteózisát a gótikus művészet nyújtja, részben talán a kézművességnek a városi kultúrában elfoglalt kulcs helyzete miatt is. A reneszánsz nagy művészeinél (lásd pl. Leonardo da Vinci "Utolsó vacsorája") a kéz ábrázolása inkább az "általánosabb emberi" kifejezésére törekszik. Más irányú, de egyenértékű az indiai és főleg a hátsó-indiai művészi meglátás az emberi kézről, és kifejezésre való használatáról. E kultúrkörben a táncban, helyesebben inkább a mozdulatművészetben a kézmozdulatok kifejező ereje jut el a művészi kifejezés egyik kultúrtörténeti csúcspontjára.

#### 4.7 AZ ALSÓ VÉGTAG CSONTJAI ÉS IZÜLETEI

Az alsó végtag a felsővel analóg módon medenceövből és szabad alsó végtagból áll. A szabad végtag részei: a **comb** (*femur*), a **lábszár** (*crus*) és a **láb**<sup>14</sup> (*pes*).

A medenceöv a vállövvvel ellentétben páratlan csontrészt is tartalmaz: a gerinchez tartozó keresztcsontot, amely a két medencecsonttal együtt teljesen zárt csontgyűrűt alkot. Ez döntő szerkezeti különbség a vállövhöz képest, ahol a konstrukció leglényegesebb vonása a szabad végtag minél szabadabb és sokoldalúbb mozgása. A medenceöv konstrukciós vezérelve a gerinccel szilárdan egybeépített, meghatározott és csupán kevés változásnak alávetett statikájú szerkezet létrehozása. A szabad végtag mozgathatósága szűkebb korlátoknak alávetett. Az egész alsó végtag döntően statikai konstrukció, aránylag kevesebb, erősen sztereotipizált mozgásforma és testhelyzet számára.

A szabad végtag a csípőízületben illeszkedik a medenceövhöz, amely a vállízülethez hasonló, de jóval korlátozottabb mozgású, és egyben szilárdabban egyben tartott gömbízület. A comb vázát egy, a lábszárét két párhuzamos csöves csont alkotja. Ezek testünk legnagyobb, legbonyolultabb, és a hosszú csontok folytán (nagy erőkarok) a legnagyobb passzív erőhatásoknak kitett ízületében, a térdben találkoznak. A láb a lábszárhoz a bokaízületben rögzül, a kézhez elvileg hasonló vázzal bír, azaz lábtőre, lábközépre és lábujjakra tagozódik. Más főemlősökkel (Primates) szemben, amelyeknek alsó végtagja kapaszkodó kézjellegű tagrészben végződik, az ember lába specifikus járó- és futólábbá alakult. A legtöbb emlős járólábjával szemben azonban az ember lába a talajon nem a körmeire vagy lábközépcsontok fejeire, hanem egész talpára, helyesebben ennek egyes pilléreire: a sarokcsontra (lábtő), a lábközépcsont-fejekre és lábujjbegyekre támaszkodik. Annak ellenére, hogy az alsó végtag vázszerkezetében (és izomzatában is) statikus "szempontok" állnak előtérben, a szabad alsó végtag a felsőhöz hasonlóan bámulatosan karcsú idomokba tömörít be hatalmas erők átvitelére, szinte hihetetlen kezdősebességek elérésére alkalmas (a "dobbantás" különböző atlétikai ágazatokban, pl. az ugrásban), nem utolsósorban pedig a mozdulatnak tökéletes lendületet és harmonikus szépséget nyújtani tudó szerkezeteket.

#### A medenceöv csontjai és összeköttetései

**Keresztcsont** (*os sacrum*). A gerinccel kapcsolatban már ismertettük. A medenceöv páratlan

<sup>14</sup> A közhasználat a "láb" kifejezést helytelenül az egész szabad végtagra vagy legalábbis ennek térden aluli részére is alkalmazza. Megkülönböztetésül a distalis végtagrészt "lábfej"-nek nevezik. Erről jobb leszoknunk, és lábon konzekvensen csak a "pes"-t érteni.

csontrésze, mely a medence hátsó, helyesebben a medence előredőlt helyzete miatt a valóságban felső zárókövét alkotja.

**Medencecsont** (*os coxae*. Nagyméretű páros csont; alakban durván emlékeztet olyan 8-as idomra, amelynek felső hurka az alsóhoz viszonyítva síkban elfordított, a felső hurok egyben nagyobb és kitöltött, míg az alsó valóban lyukat fog közre (*foramen obturatum*). A két "hurok" találkozásánál van a csont legvaskosabb része, mely egyben kifelé tekintő félgömb alakú gödröt, a csípőízület ízvápáját alkotó acetabulumot foglalja magában. Itt találkozik össze az a három különálló csont, amelyből a medencecsont fejlődése során összeáll: a **csípőcsont** (*os ilium*); az **ülőcsont** (*os ischii*) és a **szeméremcsont** (*os pubis*).

A három csontot gyermekben az *acetabulum* területén Y alakú porclemez választja el; teljes összezsugorodása csak a 16-18. évben fejeződik be. Az *os ilium* a 8-as felső hurkának felel meg, az *os ischii* az alsó hurok hátsó, az *os pubis* pedig ennek első részét képezi. Mindhárom csontnak az acetabulum területén összeforró része a legtömesebb, és ezért a csontok testének (*corpus ossis ilii + ischii + pubis*) nevezzük.

A **csípőcsont** (*os ilium*) a három csont részletes ismertetése után egyben ismertetendő acetabulum alkotásában részt vevő testen kívül a 8-as felső hurkát alkotó csípőlapátból (*ala ossis ilii*) áll. Ez lapos, előre- és medial felé sekélyen kivájt, de felülről nézve gyengén S alakú csontlemez. Felső megvastagodott csontkeretét a csípőtaraj (*crista iliaca*) alkotja, melyen három párhuzamosan futó érdességet, egy külső, ajakszerűen kiforduló, egy belső hasonló és köztük egy keskenyebb érdes vonalat különböztetünk meg, amelyek a széles hasizmok három rétegének tapadására, ill. eredésére szolgálnak. A csípőtaraj elülső része tövisszerű kiugrásban az élőben is jól kitapintható felső csípőtövisben (*spina iliaca anterior superior*) ér véget. Innen a csípőlapát elülső széle lefelé húzódik, és sekély bevágás után egy kisebb *spina iliaca anterior inferior* alkot, majd pedig a testet elérve egy, már az *os pubis*-ra eső, tompa kiemelkedésbe (*eminentia iliopubica*) megy át. Hátrafelé a csípőtaraj hasonló módon sekély bevágással elválasztott két hátsó csípőtövisben (*spina iliaca posterior superior et inferior*) ér véget. Innen a csípőlapát hátsó széle széles mély kivágással húzódik előre, majd lefelé. Ezt a mély kivágást már az ülőcsonttal együtt alkotja; neve: *incisura ischiadica major*. A csípőlapát belső felszínének csak elülső 2/3-a sima kivájt csontfelszín, ez a hasüreg alsó részét alkotó *fossa iliaca*. Ez lefelé, részben már a test területén, ugyancsak sima csontfelszínnel a medence bemenetét alkotó ívelt lapos csontmegerősítésbe (*linea arcuata*) megy át. A belső felszín hátsó 1/3-a a gyengén S alakú hajlású csípőlapát hátsó görbületének megfelelően érdes területet képez. Ennek elülső részén hátrafelé fordított fülhöz hasonló, lapos, de igen dudoros porcfelszín (*facies auricularis*) van a keresztcsonttal való ízesülésre. Emögött durva érdes terület (*tuberositas iliaca*) található a keresztcsontot a medencecsonttal összekötő erős szalagkészülék tapadása számára. A csípőlapát külső felszíne egységes sima csontfelszín, amelyen három érdes vonalat (*linea glutea anterior, posterior et inferior*) okoznak a farizmok eredései. Lefelé a felszín az acetabulum felső peremébe megy át.

Az **ülőcsont** (*os ischii*) az acetabulum alkotásában részt vevő *corpus ossis ischii*-n kívül szögletben megtört, előbb leszálló, majd előreirányuló *ramus ossis ischii*-ből áll. A megtörés helyén hátra- és lefelé tekintő nagy kiterjedésű és a szár megvastagodását előidéző érdes terület az ülőgumó (*tuber ischiadicum*) található. Az érdességet a comb flexor izmainak eredése okozza. Az érdesség felett a test és szár határán hátul mély bevágás, az *incisura ischiadica minor* látható, melynek sima csontfelszíne jelzi, hogy a csontot itt vékony porcfelszín borítja. E porcfelszín az incisurán horogszerűen megtört m. obturator internus inának súrlódásmentes mozgását teszi lehetővé. E bevágás felső határán - már a test területén - erős csonttövis ugrik elő hátra- és befelé irányulva. Ez az ülőtövis (*spina ischiadica*), mely egyben a csípőcsontnál már leírt *incisura ischiadica major*-t elválasztja az *incisura ischiadica minor*-tól.

A **szeméremcsont** (*os pubis*) teste (*corpus ossis pubis*) az acetabulum területének alsó sectorát alkotja: ebből előrefelé, medial felé és lefelé indul el a csont V alakú szára (*ramus ossis pubis*). A "V" felső szára a medence bemenetének elülső keretét képezi. Ennek felső oldalán izom

eredetére szolgáló csontél (*pecten ossis pubis*), alsó oldalán egy, a foramen obturatum felső keretébe bevágott, és a medencecsont belső felszínéről a külsőre felülről lefelé és kissé előreirányuló vályú (*sulcus obturatorius*) vezet. A felső szár medialis végéhez közel érdes gumó, a *tuberculum pubicum* található. A kétoldali szeméremcsont a középvonalban már az alsó szárra eső ovális vagy orsó alakú lapos, enyhén érdes csontfelszínnel (*facies symphysialis*) illeszkedik össze. Az alsó szár innen közel vízszintesen halad hátra- és oldalfelé az ülőcsont szárával való találkozásig. Az ülő- és szeméremcsont szárai így a medencecsont ablakszerű nyílását, a *foramen obturatumot* fogják közre. A nyílás csontkeretét felül hátul és elöl elég vastkos csontrészek képezik; az alsó keret keskeny függőleges állású abroncs, de a keret belső széle a *sulcus obturatorius*nak megfelelő rész kivételével mindenütt elég éles.

A medencecsont három része közösen alkotja a csípőízület ízvápáját; az *acetabulumot*. Oldalfelé tekintő félgömb alakú bemélyedés, amelynek csontkeretét egy lefelé és kissé előretekintő bevágás (*incisura acetabuli*) szakítja meg. Az egész félgömb alakú területnek csupán egy felülről zárt félhold alakú részét borítja üvegporc (*facies lunata*). Az acetabulum közepét az incisura felé nyíló érdes felszínű gödör foglalja el; e gödört teljes ízületen szalag és körülötte levő zsírtest tölti ki.

**Klinikai vonatkozások:** A *tuber ischiadicum* felett bursa található, melynek gyulladással megbetegedését okozhatja akut, vagy krónikus trauma, urátkristályok lerakódása vagy fertőzés. A folyamatot *bursitis*nek nevezik.

**A medence szalagos és ízületes összeköttetései.** A medence csontjait a kétoldali *articulatio sacroiliaca* és elöl a *symphysis pubica* tartja össze, ezenkívül azonban a medencének több fontos önálló szalaga is van, amelyek a medence üregének körülzárásában döntő módon részt vesznek.

**Medenceízület (*articulatio sacroiliaca*).** A keresztcsont és a medencecsont fül alakú dudoros ízfelszínei (*facies auricularis*) közt keletkező feszes ízület.

Az ízületi rések sagittális állásúak, de felülről lefelé mégis gyengén divergálnak. Az ízfelszíneket üvegporc helyett rostos porc borítja, ami a két ízfelszín egymásba illeszkedő dudorai, ill. mélyedései folytán jelentkező lap szerinti ("nyíró" jellegű) erőkhöz való alkalmazkodásként fogható fel. Az ízület tokja igen szoros, szalagkészüléke főleg hátul (dorsalisan) igen erős. Elöl szinte nincs is szalag, csupán maga az ízületi tok, illetve felette a két csont között áthidaló csonthártya megerősödése. Hátul ezzel ellentétben a két tuberositást (*sacralis* és *iliaca*) rövid, de kiterjedt szalagkészülék tartja össze. Minthogy a két csont érdesége közt csak keskeny hasadék marad fenn, e szalagokat *ligamenta sacroiliaca interosseá*nak nevezik. E szalagok dorsal felől nem láthatók, mert a keresztcsont és a csípőcsont hátsó felszíneit még egy erős szalagrendszer: a *ligamenta sacroiliaca dorsalia* kötik össze, melynek mélyebb rétegében haránt irányban rövidebb, felületesebb (hátsó) rétegében a medencecsonttól a keresztcsont alsó részéhez leszálló hosszabb kötegek vannak.

**Symphysis pubica.** A szeméremcsontok *facies symphysialis*ának a medence középvonalában elöl való egybeilleszkedése. Nem valódi ízület, hanem inkább *synchondrosis*; a két csontfelszín ugyanis egy *discus interpubicus* nevű, elöl és felül kissé vastagabb - tehát némileg ék alakú - rostporcogós lemez köti össze. A *discus* belsejében már gyermekén sagittális rés szokott keletkezni, amely valamelyest emlékeztet a valódi ízületek üregére, ezért egyes leírások a *symphysis* a valódi (feszes) ízület és a *synchondrosis* közötti átmenetnek fogják fel. A két szeméremcsont csonthártyája a porckorong felett elöl, hátul, de főleg felül és alul szalagszerű megerősődéssel megy át egymásba.

### **A medence saját szalagai**

(1) *Ligamentum iliolumbale*, a 4. és az 5. ágyékcsigolya harántnyúlványát (*processus costarius*) a *crista iliaca* hátsó részéhez köti, és így kiegészíti a hasüreg alsó részének hátsó falát.

(2) *Ligamentum sacrospinale*, közel vízszintes lefutású erős szalag, amely a *spina ischiadicá*t az alsó keresztcsonti csigolyák (és részben a farkcsont) oldalsó széléhez köti.

(3) *Ligamentum sacrotuberale*, legyezőszerűen, szélesen a hátsó csípőtőviserekről és a

keresztcsont oldaláról dorsalisán eredő szalag, mely az előbbi külső oldalán vele kereszteződve húzódik le az ülőgumóhoz, amelyen sarló alakban előrehúzódó szegéllyel végződik. A két utóbbi szalag az incisura ischiadica majort és minort *foramen ischiadicum majus* és *minus* egészíti ki.

(4) *Membrana obturatoria*, a foramen obturatumot elzáró hártyaszerű lemez. Felül a sulcus obturatoriusnak megfelelően lyukat hagy ki a hártyát kívülről és belülről is fedő hasonló izmokkal együtt alkotott ér-ideg csatorna (*canalis obturatorius*) számára.

A 2-4. alatt felsorolt szalagok a medence falát és főleg annak alsó nyílását (ún. kimenetét) körülvevő hiányos csontfalat egészítik ki.

## A medence egészben

**Medence** (*pelvis*). Gyűrű alakú csontszerkezet (medenceöv), amelyet a keresztcsont és a két medencecsont alkot. A szorosabb értelemben vett csontgyűrű által közrefogott teret, a tulajdonképpeni medencét elkülönítjük a csípőlapátok és az ágyéki gerinc által hátulról, oldalról és alulról határolt, előre- és felfelé nyílt tértől, amely a hasüreg alsó részének felel meg. Egyes leírásokban az előbbit kismedencének (*pelvis minor*), az utóbbit nagymedencének (*pelvis major*) nevezik. Az egyértelműség érdekében a következőkben jelző nélkül, medencét fogunk említeni.

A medence felső határa a vízszintestől kb. 60-65°-kal eltérő síkban futó vonallal (*linea terminalis*) határolt sík, ez egyben a medence bemenete (*apertura pelvis superior*) is. A *linea terminalis* hátul a középvonalban a keresztcsont promontoriumán kezdődik, majd *partes lateralis*ain folytatódik, és a medencecsont *linea arcuata*jába, végül pedig a szeméremcsont *pecten ossis pubis*ába megy át.

A medence ürege kályhacsőkhöz hasonlítható tér, amelynek homorulatát elől a *symphysis*, domborulatát felül és hátrafelé a keresztcsont medencei felszíne határolja. Oldalfala csak felső részében csontos, alsó részében falát elől a *membrana obturatoria* és hátul a *ligamentum sacrospinale* és *sacrospinale*, valamint a később ismertető belső csípőizmok alkotják. A *linea terminalis* által alkotott és az előző szakaszban már leírt bemeneti síkkal szemben a kimenet (*apertura pelvis inferior*) síkja közel vízszintes, habár álló emberben a farkcsont csúcsa 1-2 cm-rel magasabban áll, mint a *symphysis* alsó szélé. A kimenet rombusz alakú, melynek elülső csúcsát a *symphysis* alsó szöglete, két elülső oldalát a szeméremcsont és az ülőcsont szárai, valamint az ülőgumók alkotják. Két hátsó oldalát a két *ligamentum sacrotuberale* alsó szélé határolja, hátsó csúcsa kb. a farkcsont közepére esik. A farkcsont vége előrefelé beugrik a rombusz hátsó szegletébe. A medenceüreg átmetszete nem pontosan kör alakú, hanem a bemenetnél harántul ovális, majd az üreg közepe felé közel kör alakúvá válik, a *spina ischiadicák* magasságában elég erősen beszűkül, és a kimenetig fokozatosan felveszi *sagittalis* irányban megnyúlt rombuszidomát. A medence átmérői nőben (a nemi különbségeket lásd a következő szakaszban) szülészeti szempontból fontosak. Általában háromféle átmérőt különböztetünk meg: *sagittalis* irányút, harántot és két ferde átmérőt. A bemenet síkjában legfontosabb a legrövidebb *sagittalis átmérő* (11 cm) a promontorium közepe és a *symphysis* felső szélének belső szöglete között (*conjugata*). Valamivel hosszabb a két *ferde átmérő* (12 cm) az *articulatio sacroiliaca* ízületi vonalától a másik oldal *eminentia iliopectinea*ig. Leghosszabb (13,5 cm) a bemenet *harántátmérője*. A medence üregének középső harmada a legtágabb, a *symphysis* közepétől a 2. keresztcsigolyához átfektetett síkot *amplitudo pelvis*nek nevezik, ennek minden átmérője 12 cm-nél hosszabb, leghosszabb (13 cm) a ferde. Közvetlenül alatta, az alsó harmadban, az üreg erősen összeszűkül, és a *spina ischiadicák*on, a *symphysis* alsó részén és a keresztcsont csúcsán átfektetett sík a medence legszűkebb része (*angustia pelvis*); a spinák közötti haránttávolság 10 cm-nél alig nagyobb. A medence kimenetének rombusz-idoma miatt, és minthogy nagy részét lágyrészek alkotják, csupán a *sagittalis* átmérő lényeges. Ez a beugró farkcsont miatt csak 9,5 cm hosszú, de szülésnél a farkcsont hátrafelé elhajolva, ez a távolság 2 cm-nyit tágulhat. Érdemes megjegyezni az egyes szakaszok leghosszabb átmérőit. Ezek a bemenet haránt-, az üreg ferde és a kimenet egyenes átmérője. A szülés során a magzat feje úgy halad keresztül a medencén, hogy leghosszabb átmérője, rendszerint a

frontosuboccipitalis átmérő, sorra illeszkedik a bemenet, az üreg és a kimenet leghosszabb átmérőibe. Ezért az áthaladás közben a fej 90°-os forgást végez.

Ha a medence leírt síkjainak sagittalis átmérőit sémásan ábrázoljuk (4/7. ábra) és középpontjaikat összekötjük, parabola alakú vonalat nyerünk: ez a medence tengelye (*axis pelvis*). A szülészetben majd sokkal részletesebben ismertetendő tényleges szülőcsatorna a parabola folytatásába lefelé és előrefelé görbülve még lényegesen meghosszabbodik a medencefenék lágyrészeinek a magzat által történő ki-“hengerlése” során. A medencetengely fontossága abban van, hogy a magzat feje központjának a képzeletbeli parabola mentén kell haladnia.

#### 4/7. ábra helye

**Nemi különbségek.** A férfi medence pontos idoma orvosi szempontból kevésbé érdekes: bemenete a vízszintes síkhoz viszonyítottan 60° dőlésű, az erősen beugró promontorium miatt kártyaszív alakú. Ürege hosszú, lefelé tölcészerűen beszűkül, a szeméremcsontok szárai egymással 75° körüli hegyesszöget (*angulus pubis*) képeznek. A medencecsontok reliefje durvább, az izmok erős dudorokat okoznak rajtuk.

A női medence csontjai gracilisabbak, a csípőlapátok széjjelállóbbak, a bemenet síkja erősebben (65°) dől előre, harántul ovális, a promontorium alig ugrik be. Ürege tágabb és rövidebb, alsó részében beszűkülése csak jelzett, a kimenet elülső részét a két szeméremcsont alsó szára a symphysis alatt tág ívben (*arcus pubis*) határolja. A farkcsont sohasem csontosodik össze a keresztcsonttal (terhességre alkalmas életkorban). Nemritkán előfordulnak a medence torzulásai, csontmegbetegedések, a csontváz statikai elferdülései (ízületi merevség, egyik végtag rövidebb volta), serdülőkorban hosszas ágyban fekvés és a nemi alkat rendellenességei folytán. Ezekkel szülészeti patológiai jelentőségük folytán a szülészeti tanulmányokban lesz alkalmunk részletesen megismerkedni.

**A medence statikája.** Az egész alsó végtag - mint már említettük -, de főleg a medence, elsősorban statikai funkciójú szerkezet, így alakját és felépítését kizárólag statikai megfontolásokból érthetjük meg. Ezért azt kell megvizsgálnunk, hogy a test medence feletti részének súlyát a medencén keresztül az alsó végtagra közvetítő gerinc miképpen támaszkodik a medencén. A 4/3. ábrán oldalnézetben vázlatosan bemutatott álló csontvázon jól látható, hogy a gerinc leírásában már ismertetett módon a test súlyvonala ismételten metszi a gerincet, utoljára a sacrumot az articulatio sacroiliacákat összekötő vonalban. Ugyancsak jól látható, hogy ugyanez a vonal az acetabulum, illetve a combcsont feje központjának frontális síkjába esik. Ennek logikusan így kell lennie, hiszen egyébként az egyenes testtartást a csontváz önmaga nem biztosítaná, illetve azt csak jelentékeny izomerővel lehetne fenntartani. Így azonban a tökéletesen kiegyenesített csontváz labilis bár, de mégis egyensúlyban levő szerkezet. Ehhez azonban az kell, hogy a medence bemeneti síkja erősen (60-65°) előredőljön (*inclinatio pelvis*).

Érdekes tény, hogy az orvostudomány csak igen későn jött rá arra, hogy egyenesen álló emberben a spina iliaca anterior superior és a szeméremcsontok előrefelé legkiugróbb pontja, a tuberculum pubicum azonos frontális síkba esnek. A régi anatómusok 1825-ig a medencét bemeneti síkjával közel vízszintesen ábrázolják; pl. Vesalius 1538-ban megjelent: *Tabulae anatomicae* -című munkájában ábrázolt csontváza (4/8. ábra). Látjuk, hogy itt a gerinc a medencére sokkal hátrább támaszkodik, mint az acetabulumokat összekötő vonal. Vesalius zsenialitásával nyilván megérezhette, hogy itt valahol valami képtelenség van, és ezért későbbi nagy művében (*De humani corporis fabrica*) sokkal művészebb és megoldottabb csontvázainál kissé javított ezen a szemet bántó statikus abszurdumon, de sem ő, sem utána közel 300 évig senki sem ismerte fel a valódi helyzetet. Érdekes, hogy Leonardo da Vinci páratlan “mérnöki” szemével a spina iliacákat és a szeméremcsont elejét, illetve a test súlyvonalát és az acetabulum közepét egy függőleges síkba hozza több vázlatában is (4/9. ábra). A medence tényleges állását 1825-ben Naegele német nőorvos abból ismerte fel, hogy álló nőknél kimérte a symphysis alsó szélének és a farkcsont csúcsának távolságát a talajtól.

#### 4/8. ábra helye

#### 4/9. ábra helye

A 4/7. ábrán látható, hogy a keresztcsont közel vízszintes fekvésű. Ebből mindjárt az a lényeges statikai következmény adódik, hogy bár a test súlyvonala a sacrumot a medenceízület területén metszi, a tényleges súlyt átvivő ágyéki gerinc az ettől jóval előrébb álló promontiumon (ill. a sacrum basisán) terheli a sacrumot. Így a sacrum a valóságban kétkarú emelő szerepét tölti be, ti. a medenceízületeket összekötő vonalban van alátámasztva. Az ágyéki gerinc az elülső kart terheli, míg a hátsó kart a lig. sacrotuberale és sacrospinale rögzíti a medencecsontokhoz. Ez a kétkarú emelő mérlegszerű játékaival már egymagában is rugalmas szerkezetet alkot.

Végül még azt is meg kell vizsgálnunk, hogy a sacrumra nehezedő felső testrész súlya miként vitetik át a medence boltozatos szerkezetével a combcsontokra. Ezt a test súlyvonala eső frontális metszeten (4/10. ábra) érthetjük meg. Az építészetben alkalmazott boltozatos szerkezetekkel ellentétben, ahol a boltozatot záró kövek természetesen lefelé keskenyedő ék alakúak, itt az articulatio sacroiliaca ízületi vonalai lefelé inkább divergálnak. A sacrum mégsem csúszik be a két medencecsont közé, mert a dorsalis szalagkészülék megfeszülve annál jobban szorítja mintegy "satuba" a sacrumot, mennél nagyobb súly nehezedik a boltozat zárókövére, a sacrumra. Így a szerkezet a csontboltozat saját rugalmasságán túl is rugalmassá válik. Figyelemre méltó, hogy voltaképpen két egymáson nyugvó frontális boltozatos szerkezet van: az egyik a medence boltozata, melyet a sacrum és a csípőcsontok képeznek, és amely a másik, az acetabulumok útján a combcsontfejek és -nyakak által alkotott szélesebb boltozaton nyugszik. Felismerhető ebből, hogy a szerkezet egyben messzemenően kielégíti a rugalmas alátámasztás igényeit.

#### 4/10. ábra helye

Orvosgyakorlati szempontból lényeges, hogy a keresztcsont útján a medencére nehezedő súly a medence alsó záró ívét (a szeméremcsontokat) szétfeszítő erőket hoz létre mind álló, mind ülő helyzetben. Ezek az erők fontosak a medence alakjának meghatározásában is. Ezért főleg a növekedés korában szükségessé váló hosszasan fekvés (ma ritkábban fordul elő a gümőkóros megbetegedések ritkább előfordulása és sokkal fejlettebb kezelési lehetőségei folytán) a medencére torzító hatással jár.

Ülő helyzetben a medence a két ülőgumóra támaszkodik, bemeneti síkja a vízszinteshez közelebb kerül. A sacrum a függőlegeshez közelebb áll, és ék alakban benyomul a két medencecsont közé, fokozva ezzel a symphysisre gyakorolt szétfeszítő hatást.

Az európai civilizációban az egyiptomi és asszír-babilóniai kultúrákból átvett "széken" ülés szokása biológiai szempontból előnytelenebb, mint a közép- és kelet-ázsiai életformákban általános, ún. "törökülés" vagy "yogi-ülés", és még inkább, a főleg nők által gyakorolt guggoló vagy térdeplő helyzetben "sarkon ülő" testhelyzet. Ilyen helyzetben naphosszat eldolgoznak házi vagy háziipari munkában a nők, és ez (Indonéziában és Japánban) időskorig biztosítja a test rugalmasságát és a zsigerek előnyösebb helyzetét.

### A szabad alsó végtag csontjai és ízületei

#### Combcson (femur)

A **combcson** (*femur*) test legnagyobb - főleg leghosszabb - csöves csontja; három részből áll: testből, proximalis és distalis végdarabból. Proximalis végdarabját a kb. 5 cm átmérőjű gömb alakú *caput femoris* képezi. Üveggörccel borított felszíne egy teljes gömbfelszínnek mintegy kétharmada; a fennmaradó egyharmad a combcsont nyakába (*collum femoris*) megy át. A nyak tengelyének irányában a fej felszínén szalag tapadására szolgáló likacsos alapú mélyedés (*fovea capitis femoris*)

látható. A fej alatt a nyak meglehetősen elkeskenyedik, előlről hátra összelapított, majd a combcsont teste felé kiszélesedik. A nyak és a fej együttes tengelye a testtel medial felé és lefelé nyíló 125°-os tompaszögben találkozik. A test és a nyak átmeneténél két hatalmas csontgumó helyezkedik el: a nagy- és a kistompor (*trochanter major* et *minor*). Az előbbi a nyak és a test ferde összeolvadási vonalának felső lateralis végén van, csúcsa kissé hátra- és befelé görbül, s a nyakkal mély gödröt (*fossa trochanterica*) fog közre. A *trochanter minor* a nyak és a test összeolvadásának alsó medialis végpontján helyezkedik el, de inkább hátrafelé tekint. A két tomport hátul a test-nyak határnak megfelelően erős csontléc (*crista intertrochanterica*) köti össze. Elöl, vele szemben, ugyanebben a vonalban, de kissé közelebb a fejhez, érdes ferde vonal (*linea intertrochanterica*) húzódik. Medial felé ez a vonal a *trochanter minor* alatt elfutva mint *linea pectina* folytatódik a combcsont testének hátsó felszínére.

A combcsont teste erős compact csontállományból álló, előre gyengén domború ívű hengerded cső, amelyen hátrafelé erős érdes él (*linea aspera*) emelkedik ki. Ez a test felső harmadában kettéválva medial felé a *linea pectineae*-ben folytatódik, lateral felé a *trochanter major*-hoz húzódik fel. Lefelé a *linea aspera* az alsó harmadban medialis és lateralis ajakra válva húzódik a distalis végdarab *epicondylus*-ai felé.

A combcsont a comb izomtömegét ferdén járja át oly módon, hogy egyenes állásnál a két distalis végdarab medialis szélei a lágyrészekkel együtt épp érintkeznek egymással.

A distalis végdarab a felnőtt csontján nem válik el élesen a testtől. Fokozatosan szélesedik ki haránt irányban, és két hatalmas, porccal borított bütökben (*condylus medialis* et *lateralis*) végződik. A két - megközelítően közös, haránt állású tengellyel bíró - *condylus* lényegében két párhuzamos állású lapos henger, amelyek elől csontosan összeolvadnak. Összeolvadásuk elülső, gyengén kivájt, lefelé ék alakban keskenyedő felszínét ugyancsak üvegporc borítja; ez a térdkaláccsal összeilleszkedő *facies patellaris*. Ezt a felszínt a *condylusok* hengerfelszínétől V alakú sekély lécszerű, illetve az e mögé eső vályú választja el. Hátrafelé mind a két *condylus* jelentősen túlnyúlik a combcsont hátsó oldalán.

A két széttérő *condylus* között lefelé és hátrafelé nyíló mély gödör, a *fossa intercondylaris* foglal helyet. Oldalról nézve a *condylusok* csigavonalat mutatnak. Felszínük tehát nem valódi hengerfelszín, hanem annyiban eltérő, hogy a felszín görbületi sugara hátrafelé rövidül, előre felé pedig hosszabbodik. A csigavonal központját az *epicondylus medialis* és *lateralis* jelzi. A *condylusok* - és egyben a térdízület - tengelye a két *epicondylus*-t összekötő vonal. Előlről nézve a medialis *condylus* jóval lejjebb látszik érni, mint a lateralis, de ha a combcsontot álló emberben elfoglalt ferde helyzetbe hozzuk, a két *condylus* legmélyebb pontja ugyanabba a vízszintes síkba esik. Distal felől nézve feltűnik, hogy bár a lateralis *condylus* tömegesebb, a medialis *condylus* előlről hátrafelé mégis kissé hosszabb, és elől lateral felé irányuló megtörést mutat.

E részletek mind igen fontosak a térdízület mechanizmusának megértése szempontjából.

**Klinikai vonatkozások.** A *trochanter major* feletti bursa gyulladással elváltozása duzzanattal, fájdalommal jár.

## Csípőízület (articulatio coxae)

A **csípőízület** (*articulatio coxae*) gömb- vagy szabad ízület, amelynek ízvápáját az acetabulum, ízfejt a *caput femoris* képezi. Az acetabulum porcos ízfelszíne csak a *facies lunata*-ra terjed ki, azaz egy félgömbfelszín C alakú kivágásának felel meg. Az *incisura acetabuli*-t egy erős szalag: a *ligamentum transversum acetabuli* hidalja át. Az acetabulum szélét 5-6 mm magas rostporcos ajak (*labrum acetabulare*) veszi körül körkörös - tehát a *lig. transversum*-ot is -, a félgömb ekvátorán valamivel túlmenően mélyítve az ízvápát. A *fossa acetabuli*-t zsírtest tölti ki. Az ízvapa a combcsont fejét a *labrum acetabulare* révén kissé annak ekvátorán túl fogja be, az ízület tehát voltaképpen dióízület (*enarthrosis*), és az ízfej minden külön (szalag vagy ízületi tok révén biztosított) rögzítés nélkül is benntartatik az ízvápában. Nagyobb erő a *labrum rugalmasságának* legyőzésével persze kiemelheti az ízfejt az ízvápából.

Az ízületnek igen erős tokja van, amelyet teljes terjedelmében szalagok borítanak. Három

külső szalagot különböztetünk meg:

1. *Ligamentum iliofemorale*, a test legerősebb szalaga, az acetabulum feletti területről ered, és lefelé fordított V alakban szétterjedve a linea intertrochantericán tapad.
2. *Ligamentum pubofemorale*, szeméremcsont felső szárán ered, és a combnyakat alsó oldalán megkerülve arra a trochanter minor felett spirálisan hátrafelé csavarodik fel.
3. *Ligamentum ischiofemorale*, az ülőcsont szárának tövén eredve, a combcsont nyaka mögött felfelé és előre felé futva csavarodik rá spirálisan. Rostjai a fossa trochanterica tájékán tapadnak.

Mindhárom szalag mélyebb rostjai hozzájárulnak a combcsont nyakát parittyaszerűen körüljáró mélyebb rostköteg (*zona orbicularis*) alkotásához. E szalagokban az a figyelemre méltó, és az ízület mechanizmusa szempontjából jelentős, hogy valamennyien azonos irányban: előlről lefelé és hátulról felfelé csavarodnak rá a combcsont nyakára. Az ízületnek van egy belső szalaga, mely mechanikai szempontból jelentéktelen, de a combcsont fejének vérellátása szempontjából igen fontos: a lig. transversum acetabuliról leváló és az ízfej egy részét félkör alakban körülölelő, végül a fovea capitis femorison tapadó *ligamentum capitis femoris*.

Orvosgyakorlati jelentősége az előrehaladottabb korban gyakori combnyaktöréseknél van. A combnyakon keresztül ugyanis a combfej nem kap elég vérellátást ezt a lig. capitis femorisban futó erek pótolják. Sajnos ez a vérellátás nem mindig kielégítő.

**A csípőízület mechanizmusa.** Mint minden szabad ízületnél, itt is a tér három fő tengelye körüli mozgásokat vesszük figyelembe. A combcsont fejének középpontját a trochanter major csúcsával összekötő haránttengely körül történik a comb *flexioja* és *extensioja*. Itt jelentkezik az erős külső szalagoknak a combnyakra való egyirányú spirális rácsavarodás folytán kialakult gátló szerepe flexióban a szalagok a combnyakról lecsavarodva meglazulnak; extenzióban ellenkezőleg, rácsavarodva megfeszülnek. A szalagok extenzióban maximálisan akkor feszülnek meg, amikor a comb a törzs hossz tengelyével éppen 180°-os szöveget zár be, azaz maximálisan nyújtott csípőnél. Ezen túlmenő hátrafelé való retroflexió gyakorlatilag nincs is. Viszont előre felé a comb kiadósan flectálható - igaz, hogy a hátsó combizmok megfeszülése miatt csak behajlított térd mellett -, majdnem annyira, hogy a comb elülső felszíne elérje a has elülső felszínét. Ez természetesen függ a bőr alatti zsírpárnától és a has elődomborodásától. E mozgás lehetséges terjedelme egyénileg egyébként is nagyon változó.

A combcsont fejének középpontján sagittális irányú tengely körül végzett mozgás az *abductio* és az *adductio*. Az előbbi egyénileg, kor, nem és testgyakorlás szerint igen változó, átlagban 40° körül lehet, tehát maximális terpeszállásnál a két comb 80°-ban térhet el. Adductio nyújtott csípőízület mellett csak a combok összeütközéséig vihető, üléskor különböző fokban behajlított combjainkat egymással a középvonalon túl kereszteljük, sőt ezt pihentető testtartásnak érezzük.

A combfejek középpontját a fossa intercondylarisszal összekötő függőleges tengely körül végezzük a comb *kifelé* és *befelé* irányuló *rotációját* (4/11. ábra). Nyújtott csípő mellett ez a rotatio kisebb fokú, behajlított csípő mellett elérheti a 90°-ot. A rotációt magunkon megfigyelhetjük, ha nyújtott térd mellett a lábcsúcsot ki-befelé fordítjuk. A trochanter major, de még a combcsont teste is, rotatíókor ívben előre-hátra forog, amiről a trochanterra vonatkozóan a tompor tapintásával könnyen meggyőződhetünk.

Valamennyi mozgás egymással kombinálódhat, a flexio és extensio, valamint az ab- és adductio szélső határainak kihasználásával a combot előre- és kissé oldalfelé irányuló kúppalást mentén *circumdukálhatjuk*.

#### 4/11. ábra helye

Különböző torna, sport- és főleg balettmozdulatok esetében úgy tűnik, hogy a mozgást végző személy combját a fent megadott terjedelmeken messze túlmenően mozgatja. Korcsolyázásnál, talajtornában és a balettművészetben gyakori mozdulatforma a comb csaknem vízszintes kinyújtása hátrafelé. A valóságban az e mozgást végző, a támaszkodó végtag csípőízületében erősen



előrehajlítja a medencét, így nem csoda, hogy a másik csípőízületében a combot hátrafelé felemelheti. Törzsét az ágyéki gerinchen felemelve, azt a látszatot keltheti, hogy retro-flectálta a combot. Hasonló, de bonyolultabb magyarázata van a balettban alkalmazott "spárga" elnevezésű mozdulatnak vagy helyesebben testhelyzetnek, amikor úgy tűnik, hogy a táncosnő combjait közel 180°-ban szétterpeszti, pedig az egyik oldalon maximális flexio, a másikon maximális extensio járul az abductióhoz. Persze, hosszan tartó gyakorlat és a normális mértéken felül ellazítható izmok nélkülözhetetlenek az ilyen mozdulatokhoz.

**Klinikai vonatkozások** 1. A csípőízület stabilitását egy lábbon álláskor több tényező biztosítja: a) Működőképes m. gluteus medius et minimus. b), A caput femoris és az acetabulum normálisan fejlett és ép. c) A collum femoris ép és a femur testével bezárt szöge normális. Ha bármelyik tényező eltér a normálistól, a medence a felemelt láb oldala felé billen, a beteg pozitív *Trendelenburg-tünetet* mutat. - 2. A csípőízület gyulladása esetén a beteg fájdalmas ízületét enyhén flectált, abducált és kifelé rotált helyzetben tartja, mert így a legkisebb az intraarticularis nyomás. - 3. A csípőízület osteoarthritis-e gyakori megbetegedés, mely az ízület fájdalmával, merevségével és deformitásával társul. A fájdalom a térdízületre is kisugározhat, mert mindkét ízületet a n. obturatorius látja el érző idegrostokkal. Az ízület merevségét a fájdalom által kiváltott izomspasmus okozza. Tartós fennállás után ez akár az érintett izmok kontraktúrájához is vezethet.

## Térdkalács (patella)

A térdkalács (*patella*) a térdízület tokjába elől, de egyben a comb feszítő izmainak inába is beágyazott szelídgesztenyéhez hasonló alakú, de annál laposabb csont. Felfelé tekintő lapos basisa, lefelé tekintő csúcsa van. Hátrafelé tekintő, gyenge függőleges léccel elválasztott ízfelszíne a combcsont facies patellarisával ízesül.

## Lábszárcsontok (ossa cruris)

A lábszárban az alkarhoz hasonlóan két hosszú csöves csont van, a medialis elhelyezkedésű *tibia* (sípcsont) és a *lateralis fibula* (szárkapocs). Mint magyar neve is mutatja, ez utóbbi mint hordozószerkezet alárendelt jelentőségű, csupán alátámasztja a tibia lateralis condylusát. Jelentősebb a szerepe a distalis végen, ahol a tibiánál lejjebb érve, a külső bokát képezi, és az előbbivel együtt a bokavillába fogja a lábtő ugrócsontját. Ezenkívül a szárkapocs jelentősége az is, hogy az erős lábszárizmok eredéséül szolgál.

**Sípcsont (*tibia*).** Hosszú csöves csont, amelyen háromszögletű hasábhöz hasonló testet, tömegesebb proximalis és karcsúbb distalis végdarabot különböztetünk meg.

A proximalis végdarab dór oszlopfőszerűen kiszélesedik két condylusszá (*condylus medialis et lateralis*). Ezek felfelé vízszintes állású, gyengén kivájt kettős ovális porcfelszínnel (*facies articularis superior*) borítottak. A kettős porcfelszín egymás felé tekintő oldalai lelapultak, és felfutnak a felszínek között kiemelkedő dombra, az *eminentia intercondylaris*ra. Az eminentiát voltaképpen két gumó, egy medialis és egy lateralis alkotja. Előtte és mögötte a porcfelszín két felét egy-egy érdes, porccal nem borított csontfelszín választja el. A lateralis condylus hátsó-alsó oldalán a fibula fejével való ízesülésre szolgáló lapos porcfelszín (*facies articularis fibularis*) található. Ettől ferdén le- és medial felé futó érdes vonal (*linea muscoli solei*) húzódik a csont középdarabjára.

A testen három felszín találunk. Az egyik a lábszár bőre alatt végig szabadon fekszik, és előre-, medial felé tekint; a másik felszín oldal felé, a harmadik pedig hátrafelé. A két utóbbi izmokkal borított. E három felszín élben találkozik: egy elülső, végig kitapintható - felső részén közvetlenül a proximalis végdarab alatt egy nagy érdesség (*tuberositas tibiae*) tűnik fel -, egy hátsó, a lábszár belső oldalán szintén kitapintható és egy rejtett, oldal felé tekintő: a *margo interosseus*.

A distalis végdarab négyszögletűen kiszélesedve előlről hátrafelé haladó görbületű, porccal borított, vájt hengerfelszínnel végződik (*facies articularis inferior*) az ugrócsonttal való ízesülésre. Medialis oldalán a csont a medialis bokanyúlványban (*malleolus medialis*) folytatódik, amelynek lateralis oldalára az ízületi felszín ráterjed.

**Szárkapocs (*fibula*).** Két, bunkósan megvastagodott végdarabja kivételével izmok közé rejtett karcsú pálcaszerű csont. Proximalis végdarabja a felfelé kicsúcsosodó *caput fibulae*, amely medialis felé előre- és felfelé néző lapos ízfelszínnel (*facies articularis capitis fibulae*) illeszkedik a tibia lateralis condylusához. A fej alatt a csont nyakszerűen összeszőkülve megy át a középdarabba. A diaphysis durván háromszögletű hasábnak megfelelő, de rajta több csontos él látható; közülük egy - a medialis felé tekintő *margo interosseus* - megjegyzésre méltó. Distalis vége megvastagodva a lateralis bokát képezi (*malleolus lateralis*). Ez több mint 1 cm-rel lejjebb ér, mint a medialis boka. Distal felé ízfelszíne nincsen, csupán medialis felé tekintő, majdnem függőleges állású ízfelszíne az ugrócsont trochleájának oldalsó felszíne számára (*facies articularis malleoli*).

## Térdízület (*articulatio genus*)

A **térdízület (*articulatio genus*)** az emberi test legnagyobb méretű és egyben legbonyolultabb felépítésű ízülete. Az ízületet alkotó nagy csontvégeket, erős szalagkészüléket és sokféle speciális kiegészítő berendezést érhetővé teszik az ízület lágyrészekkel nem védett volta és az ízületre ható nagy passzív erők, ti. az itt ízesülő igen hosszú csontok nagy erőkarokat képeznek.

Mechanizmusa szerint szigorúan véve trochoginglymus, de felépítése szerint inkább a tiszta ginglymushoz hasonló. Az ízület alkotásában közvetlenül csak a comb- és a sípcsont, valamint a patella vesz részt, a fibula csak a fején tapadó szalag révén másodlagosan.

**Ízfelszínek.** A condylus medialis et lateralis femoris mind sagittalis, mind frontalis irányban kisebb sugarú görbülettel bír, mint a condylus medialis et lateralis tibiae vájulata. Így az ízfej és az ízvápa nem illeszkedhetnek össze egymással nagyobb területen, mint amit a porc-felszínek természetes összenyomhatósága, illetve a két görbület egymáshoz való viszonya megenged. Mind elől, mind hátul, mind pedig a condylusok oldalain egy-egy ék alakú terület marad szabadon az érintkező ízfelszínek között, amit az ízület rostporcos *meniscusai* töltenek ki (4/12. ábra). Mindkét meniscus C alakú, a *meniscus medialis* félholdhoz hasonló, és sagittalis irányban nagyobb átmérőjű, mint a *meniscus lateralis*, amely majdnem zárt gyűrűt képez. Függőleges átmetszetben a meniscusok ék alakúak, erősen vájt felszínnel. A lateralis meniscus mindkét és a medialis meniscus hátsó csúcsa az eminentia intercondylarishez rögzített; a medialis meniscus elülső végét egy harántul futó szalag (*ligamentum transversum genus*) rögzíti a lateralis meniscus elülső széléhez. A medialis meniscus külső keskeny felszíne végig, a laterálisé egy kisebb rész kivételével rögzül az ízületi tokhoz.

### 4/12. ábra helye

A meniscusok nem csupán kiegyenlítik a két ízfelszín közötti *incongruentiát* (az egybevágóság hiányát), hanem a térdízület minden helyzetében más helyzetbe kerülnek, és más alakot vesznek fel. Behajlított térdízület mellett ugyanis a femur condylusainak sokkal kisebb sugarú hátsó része kerül szembe a tibia ízfelszínével, mint nyújtottabb helyzetben. A C vagy sarló alakú meniscusok végei behajlított helyzetben egymáshoz közelebb kerülve, nyújtott helyzetben kissé távolodva töltik ki a condylus körül szabadon maradó ék alakú teret. Ugyanakkor a femur két condylusának előre convergáló jellege és a medialis condylus megtört volta azt is igényli, hogy a térd különböző hajlítás helyzetében a meniscusok a tibia condylusain lap szerint is el tudjanak tolni. A patella hátsó ízfelszínével nyújtott térdízület mellett a femur facies patellarisához illeszkedik; behajlított térdnél a helyzete más, de ezt majd a térdízület mechanizmusával kapcsolatban ismertetjük.

**Ízületi tok.** Igen kiterjedt és bonyolult ízületi üreget zár körül. Hátul közvetlenül a femur

condylusai felett ered, és ráfeszülve a condylusok hátsó felszínére, összenő a meniscusok hátsó részével, ezután közvetlenül tapad a tibia condylusainak széléhez. A tok itt általában vastag és feszes, s akadályozza a térdízület túlfeszítését (lásd a mechanizmusnál). Oldalt a tok a combcsont porcfelszíneinek a szélén ered, a medialis oldalon szorosan összenőtt a meniscus medialiszal, a lateralis oldalon is, de csak ennek elülső részén. Hátral az ízületi tokot egy darabon egy izom (*m. popliteus*) helyettesíti; itt a lateralis meniscus külső oldala szabad. A meniscusok alatt a tok azonnal rögzül a tibia porcfelszíneinek külső széléhez.

Elöl a legbonyolultabb a tok viselkedése. A facies patellaris felső részén eredve előbb felfelé türemkedik. Nyújtott térdnél, mintegy 8 cm-rel emelkedik a patella fölé a comb feszítő izmai mögött. E kitüremkedést *bursa suprapatellaris*nak nevezik. Eredete kettős: alsó része az ízületi tok kitüremkedése, vagyis *recessus suprapatellaris*, ez olvad össze a felette lévő, és eredetileg különálló bursával. Innen boltozatosan visszavonul, és a combfeszítők alatt lefelé haladva részben tapad a patella ízfelszíne felső részén, részben a patella két oldalán lefelé húzódik. A patella felszíne az elülső tok ablakába van mintegy beillesztve. A patella alatt az ízületi tok igen elvékonyodik, és azt a patella alsó csúcsát körülölelő zsírtest (*corpus adiposum infrapatellare*) redő alakjában az ízület ürege felé bedomborítja. E zsírtestnek nyújtott térd mellett nincs különösebb szerepe, de miként a mechanizmusnál kitűnik, hajlított térd mellett annál inkább. Végül a meniscusok érintésével az ízületi tok a tibia condylusainak elülső szélén tapad. A térd voltaképpen a két condylusnak megfelelően két külön ízületből áll. Sok emlősállatban az ízületet egy sagittalis állású sővény két külön (bal és jobb) félre osztja. E sővény emberben csak csökevényesen marad meg a femur fossa intercondylaris elülső részétől az elülső tok patella alatti részéhez húzódó gyenge synovialis redő (*plica synovialis infrapatellaris*) alakjában.

**Szalagok.** Mint minden ginglymusnak, a térdízületnek is a legjellemzőbb szalagai az oldalszalagok: *ligamentum collaterale mediale et laterale*. Az előbbi a femur epicondylus medialis tájékáról eredő, az ízületi tokkal és a meniscus oldalával összenőtt lapos szalag, amely a sípcsont medialis bütykén tapad. A lig. collaterale laterale zsinorszerű önálló szalag, amely a femur epicondylus lateralisától a fibula fejének csúcsához feszül ki; az ízületi toktól és a lateralis meniscustól független. Alatta egy izom (*m. popliteus*) ina halad el, amely egy szakaszon az ízület lateralis falát is képezi. Annak megfelelően, hogy a térd voltaképpen nem egy, hanem két párhuzamos állású és közös tengelyű ginglymus, van két belső "oldal"-szalag is: ti. a lateralis condylus medialis oldalszalaga és a medialis condylus lateralis oldalszalaga. E szalagokat a *ligamentum cruciatum anterius* és a *ligamentum cruciatum posterius* képviseli. Valóban a femur két condylusának a fossa intercondylaris felé eső felszínéről erednek, de nem egyszerűen lefelé haladnak, hanem az egyik előre-, a másik hátrafelé tart az eminentia intercondylaris előtti, ill. mögötti érdes, kissé bemélyedt területhez. A lig. cruciatum anterius a lateralis condylus medialis felszínén ered, s előre- és lefelé halad az eminentia intercondylaris elé, a lig. cruciatum posterius a medialis condylus lateralis felszínéről ered, és hátra száll le az eminentia intercondylaris mögé; egy kis nyalábja a meniscus lateralis hátsó szélébe olvad be (*ligamentum menisci lateralis*, Robert-féle szalag). A két szalag egymással kereszteződik, innen a nevük. Az ízület hátsó tokjába a tibia medialis condylusa felől erős szalag sugárzik felfelé és lateral felé; ez a *ligamentum popliteum obliquum*; voltaképpen egy izom tapadó inából (*m. semimembranosus*) ered. Szigorú értelemben nem a térdízület szalaga, hanem a comb feszítő izmainak inrendszeréhez tartozik a *ligamentum patellae*, mely a patellát a tuberositas tibiaehez rögzíti. Két oldalán még további inas szalagos készüléket találunk (*retinaculum patellae mediale et laterale*), amely hozzájárul ugyan a patella oldalirányban való rögzítéséhez, de mégsem ízületi szalag, hanem a patella előtt elfutó ínrostok alatt; továbbá a *bursa infrapatellaris*, amely a lig. patellae alatt, közte és a térdízület említett zsírteste

**Nyálkatömlők.** Az előzőekben már említett bursa suprapatellarison kívül a térdízület körül számos önálló (az ízület üregével össze nem függő) nyálkatömlő van. Nevezetesebbek: a *bursa prepatellaris*, amely a térdkalács előtt három rétegben elterülő, egymással részben közlekedő, részben önálló lapos tömlő a bőr, a felületes pólya (fascia) és a patella előtt elfutó ínrostok alatt; továbbá a *bursa infrapatellaris*, amely a lig. patellae alatt, közte és a térdízület említett zsírteste

közt fekszik.

**Mechanizmus.** Ginglymus jellegéből eredően a térdízület mechanizmusa látszólag egyszerű ugyan, de a valóságban igen bonyolult. Mozgásai szerint trochoginglymus a lábszár kétféle mozgási lehetőségével, azaz flexio-extenziójával és a lábszár tengelye körüli rotációval.

A *flexio-extensio* haránttengely körül történik (4/11. ábra), amely a combcsontot az epicondylusoknak megfelelően fűrja át. (A combcsont két condylusa a mozgásban elvileg úgy vesz részt, mint az egytengelyes kétkerekű kordé kerekei.) A térdízület sémás oldalnézeten (4/11. ábra) kitűnik, hogy a condylusoknak a combcsontnál leírt spirális görbülete folytán behajlított térd mellett kisebb sugarú részük kerül szembe a tibiával. Minthogy a lig. collateralék a spirális görbület hátsó központjában levő epicondylusokon erednek, nyilvánvaló, hogy behajlított térd mellett aránylag lazán hidalják át az eredésük és a tapadásuk közti távolságot, míg extenzióánál a condylus nagyobbodó radiusa miatt fokozatosan megfeszülnek. Ez a feszülés normális erősségű szalagok mellett a térd 180°-os, azaz nyújtott állása mellett oly fokot ér el, hogy az extenziót tovább nem engedi. Ugyanebben a helyzetben a facies patellarist a condylusok tulajdonképpeni felszínétől elválasztó megemelt szél összetalálkozik a meniscus külső peremének felső élével. Még két tényező járul hozzá az ízület nyújtott helyzetében a további (előrefelé való) hyperextensio (vagy inkább - "anteflexio") gátlásához: az erős hátsó ízületi tok és a ligg. cruciata bizonyos kötegeinek megfeszülése. Így tehát - mint a természetben oly általánosan - több tényező találkozik össze egyetlen döntő mozzanatban a térd túlfeszítésének hirtelen meggátlására.<sup>15</sup>

A ligg. cruciata ferde lefutásukkal úgy hidalják át a femur és a tibia közötti távolságot, hogy egyes kötegeik úgyszólván a térd minden helyzetében eléggé feszesek, tehát az oldalszalagok ellazult helyzete mellett is összetartják a comb- és a sípcsontot. Erősebb megfeszülésük - más kötegeikben - a térd nyújtott és igen erősen behajlított helyzetében következik be. - A flexiót voltaképpen csak a keresztszalagok egyes részei gátolják, de a hátsó lágyrészek összetorlódása és az elülsők megfeszülése már előbb kb. 130-140°-os állásnál, akadályozza a hajlítást.

Ebben nagy egyéni különbségek vannak; főleg leánygyermekek óráig eljászanak ún. guggoló helyzetben, azaz sarkukra ülve. Kelet- és Délkelet-Ázsiában és több afrikai népnél is, mint említettük, ez a nők tradicionális testtartása (részben a férfiaké is). Hogy ebben mennyire a tradíció által a gyermekkortól begyakorolt szokás, és mennyire szerepel e népeknek az európaiakénál gracilisabb csontozata és karcsúbb izomzata, azt nehéz volna eldönteni.

Flexiókor a patella az erős lig. patellae rögzítő hatása miatt (4/12. ábra) nem követheti a felfelé kiforduló combcsonti condylusokat. Kicsúszva a facies patellarisból, fokozatosan belefekszik az előre kerülő fossa intercondylarisba. Ilyenkor fontos szerepe van a térdízület zsírtestének, a corpus adiposum infrapatellarenak, amely a patella alsó része körül betüremkedve párnaszerűen körülágyazza a patellát, s kiegyenlíti a patella ízfelszínei és a condylusok előrekerült alsó felszínei közötti incongruentiákat. Térdelő helyzetben a patella és a térdízület zsírteste kitölti azt a gödört, amely itt egyébként keletkezne, és egyben legömbölyíti a térdet. E vonatkozásban a patella a könyök olecranonjának felel meg, azzal a különbséggel, hogy nem csontosan rögzül a tibiához. Egyébként a patella az ízület mechanizmusában nem vesz részt, és mechanikai szerepe szerint a comb feszítő erejét a tibiára közvetítő csiga (*hypomochlion*). A helyzet a lábszár és alkar között azonban nem analóg, mert a sípcsont az orsócsontnak, és a szárkapocs az ulnának felel meg.

A térdízület *rotációja* a lábszár hossz tengelye körüli forgó mozgás. Akaratlagos rotatio csak behajlított térd, azaz ellazult oldalszalagok mellett lehetséges. Nyújtott térd mellett egyébként is az egész szabad alsó végtagot a csípőízületben rotáljuk. Nyújtott térd mellett a lábszáron tapadó izmok húzási iránya sem volna megfelelő; csak behajlított térd mellett kerülnek a comb hajlító izmai abba a helyzetbe, hogy a lábszár medialis oldalán tapadók a lábszárát gyeploszerűen medial felé, a lateralis oldalán tapadók kifelé forgassák. A behajlított térd összes rotációja (befelé és kifelé) 50-60° körüli. A rotáció tengelye a medialis condyluson átmenő függőleges tengely.

Az akaratlagos rotatióán kívül a térdízületben van egy passzív *kényszerrotatio* is. A passzív rotatio oka a ligg. cruciata extensio végén történő megfeszülésében, és a két condylus femoris közti nagyságbeli különbségben keresendő. Az extensio vége felé a tibia condylusai már legördültek a

<sup>15</sup> Ezt saját térdünkön könnyen kipróbálhatjuk. Feszítése nyújtott helyzetig könnyen megy, majd minden átmenet nélkül - rugalmasan bár, de - elakad.

femur condylusainak egyenlő hosszúságú felszineiről és a keresztszalagok feszesek. Ugyanakkor a femur medialis condylusanak laterális irányba hajló todalékdarabja még szabad. Az extensorok további feszítő hatására a lateralis condyluson áthaladó, annak felszínére merőleges tengely körül elfordulva a tibia medialis condylusa rácsúszik e todalékdarabra (*végrotáció*). A flexio kezdetekor az előbbi tengely körül a tibia medialis condylusának előbb a femur medialis condylusának todalékdarabjáról le kell csúsznia és csak ezt követően kezdődhet el a tibia condylusainak a flexió során bekövetkező gördülő mozgása (*kezdeti rotáció*).

**Klinikai vonatkozások.** 1. A térdizület stabilitását erős szalagrendszer és a m. quadriceps femoris biztosítja. A jól fejlett izom egyes szalagok sérülése esetén is képes stabilizálni a térdizületet. - 2. Az ízületi felszínnek, meniscusok és szalagok sérülése a synoviális hártya izgalmát váltja ki és ennek következtében megnő a synoviális nedv mennyisége az ízületben. - 3. A collaterális és keresztszalagok sérülése a leggyakoribb a térdizületi sérülések közül. A lig. collaterale mediale szakadását eredményezheti az ízület erőszakos abductioja. A szakadás helyétől függően vagy a femuron, vagy a tibián való tapadás helye nyomásérzékeny. A lig. collaterale laterale sérülését az ízület erőltetett adductioja okozhatja. Ritkább, mint a medialis oldalszalag sérülése. A szakadás helyétől függően vagy a fibula fején, vagy a femur epicondylus laterálisán tapasztalható nyomásérzékenység. A keresztszalagok sérülését okozhatja minden a térdizületet érő túlzott erőbehatás. Leggyakoribb az elülső keresztszalag szakadása. A keresztszalagszakadás igen gyakran más térdizületi sérüléssel társul, pl. oldalszalagok, és/vagy az ízületi tok szakadása. A keresztszalag szakadása esetén az ízületi üreg gyorsan bevérzik (*hemarthrosis*), az ízület duzzadt. Az elülső keresztszalag szakadása esetén vizsgálatkor a tibia jelentősen előre húzható a femuron, ha a hátsó keresztszalag szakadt a tibia hátrafelé tolható a femuron a normális elmozdíthatóságot meghaladó mértékben. A keresztszalagok sérülése esetén a térdizület rögzítése és a m. quadriceps femoris erősítése gyógyuláshoz vezethet, amennyiben azonban oldalszalag, vagy ízületi tok sérülés is fennáll, elkerülhetetlen a műtéti megoldás. - 4. Meniscus sérülés. A meniscusok szakadása gyakori, főleg olyan torsiós erőbehatásokra, melyek az enyhén hajlított és megterhelt térdizületet érik. Leggyakrabban a medialis meniscus sérül. Ha a behasadt meniscusdarab becsípődik, az ízület további mozgása lehetlenné válik, az ízület "kiakad". Vizsgálatkor az ízületi rés vonala nyomásérzékeny. A sérült meniscus sebészi eltávolítása előbb-utóbb elkerülhetetlen. - 5. *Arthroscopia*. Kis metszéssel keresztül optikai eszköz vezethető az ízületbe és az ízületi ürege áttekinthető diagnosztikus céllal. Az eszközön keresztül műtétek is elvégezhetők. 6. *Bursitis*. A térdizület környékén lévő bursák gyulladással elváltozásai gyakoriak.

## A tibia és a fibula összeköttetései

A fibula fejét a tibia külső condylusához feszes ízület, az *articulatio tibiofibularis* rögzíti. Distalisan nincs ízület, a két csont distalis részét egy *syndesmosis tibiofibularis* elöl és hátul erős szalagokkal fogja össze. A tibia és a fibula margo interosseusait egy köztük kifeszülő rostos lemez, a *membrana interossea*, köti össze. Erek átbocsátására e hártya felső részén nagyobb, alsó részén néhány kisebb nyílás van.

## A láb csontjai

Az emberi láb vázszerkezete a kézhez hasonló: **láb**tőből (*tarsus*), **láb**középből (*metatarsus*) és **ujj**akból (*digiti*) áll. A kéz vázának sokoldalú mozgékonyaságra irányuló felépítésével szemben a láb váza elsősorban egységes statikai szerkezet. Ujjai rövidek, és a kéznél jóval kevésbé mozgékonyak, mégis a láb az ember egyenes testtartása melletti járáshoz, futáshoz stb. bámulatosan adaptált mozgékonyaságú testrész. A két végtaggal való járás, futás, ugrás, sőt fára stb. való mászás igénye igen speciális követelményeket támaszt a láb vázszerkezetével szemben, ezért nem csodálható, hogy az emberi lábhoz akár csak megközelítően hasonló megoldás az állatvilágban nem

található. Az emberi kézhez, számos eltérés ellenére, a majomkéz, sőt több sokkal alacsonyabb rendű emlős és gerinces (pl. kétéltűek) "keze" elvileg hasonló, az emberi láb ezzel szemben egészen specifikusan emberi (némileg hasonlatos hozzá a medve lába).

A láb a lábszárral a bokaízületben ízesül, a kéz vázával ellentétben azonban csak egyetlen lábtőcsont, az ugrócsont révén. A lábtő a lábnak mind tömegben, mind hosszban a legnagyobb részét képezi, a vele egységes statikai struktúrát alkotó lábközép az egész lábhoz viszonyítva körülbelül azonos arányú, mint a kézen. Az ujjak váza - különösen a középpercek tekintetében - majdnem csökevényesnek mondható az öregujj (*hallux*) kivételével, amely a kéz hüvelykénél rövidebb, de vastosabb, és működés szempontjából is elsődleges fontosságú része a lábnak.

**A lábtő csontjai** (*ossa tarsi*). A lábtő hét csontja semmiféle didaktikailag hasznos rendszerbe nem foglalható. Bármilyen rendszerezés megtanulása ugyanannyi megerőltetést igényelne, mint rendszer nélküli megismerésük.

**Ugrócsont** (*talus*) Zömök csont, amelyen testet (*corpus tali*), nyakat (*collum tali*) és lapos gömbszelet alakú fejet (*caput tali*) különböztetünk meg. A testen felfelé tekintő, domború, porccal borított hengerfelszín tűnik fel (*trochea tali*), amellyel a lábszárcsontok ízesülnek. A hengerfelszín haránt irányú vízszintes tengely körül előlről hátragöbül, előre felé kiszélesedik, és - mint a domború ízületi hengerfelszínnek általában - a hengerfelszín görbületére merőleges irányban kissé homorított, azaz két széle kissé kiemelkedő közepe besüppedt. A trochlea medialis oldalára a porc felszín kisebb, lateralis oldalára nagyobb mértékben kiterjed a lábszárcsontok bokanyúlványjaival való ízesülésre. A test alsó felszínén a talust harántul futó mély barázda (*sulcus tali*) osztja ketté. Hátsó részén egy hátulról-medialról előre-lateral felé haladó görbületű homorú ízületi hengerfelszín (*facies articularis calcanea posterior*) látható. E hengerfelszín tengelye a lábtövet előlről-medial felől hátra- és lateral felé fűrja át. A *sulcus tali* előtt a testen még egy gyengén domború ízületi felszín (*facies articularis calcanea media*) látható, és ezzel összefüggően, a nyakra, sőt a fejre is ráterjedően még egy hasonló domború ízfelszín van a sarokcsont számára (*facies articularis calcanea anterior*). A nyak rövid, előreirányuló, csak felső oldalán látható mint a fej mögötti behúzóadás. A fej ízületi porccal borított gömbszelet; a porcborítás a fej alsó oldalán átmegy a talus elülső sarokcsonti ízfelszínére. A talusnak lateral felé van egy nyúlványa (*processus lateralis tali*), és egy hátrafelé kettéosztott végű hátsó nyúlványa (*processus posterior tali*), melynek bevágása az alsó felszínen mint *sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi* húzódik le. A talus a boltozatos konstrukciót képező lábtő és lábközép felső zárkővét alkotja; erre nehezedik a test egész tömege. Ezt a tömeget az alatta levő, de kissé lateral felé eltolt sarokcsontra, és előre, a sajkacsontra viszi át.

**Sarokcsont** (*calcaneus*) A talusnál hosszabb, oldalirányban összenyomott téglalaidomú, elég szabálytalan csont. Legtömegesebb és aránylag legszabályosabb része a hátrafelé kiugró sarokgumó (*tuber calcanei*), amelynek a talajon támaszkodó hátsó része előre felé két különálló - medialis és lateralis - gumóra válik szét. A gumó hátra- és kissé felfelé tekintő érdes felszínén tapad a lábszár nagy hajlító izmainak ina: az *Achilles-in*. Felső felszínén a talusnál leírt három alsó ízfelszínnek megfelelő ízületi ellenfelszíneket találjuk. A hátsó (*facies articularis talaris posterior*) domború hengerfelszín előlről-medial felől hátra-lateral felé irányuló tengellyel. Ettől medial felé és előre, lényegében a *calcaneus* nagy medialis nyúlványán: a *sustentaculum tali*-n találjuk a gyengén homorú ovális *facies articularis talaris mediát*. A két felszín közt a talus haránt barázdájának megfelelő irányú ellenbarázdát (*sulcus calcanei*) látunk.

Ez a valóságban nem tisztán harántul, hanem kissé előre- és lateral felé irányuló vályú a talus hasonló barázdájával a lateralisán kissé előreirányuló, tölcészerűen nyíló *sinus tarsit* fogja közre. A csatorna medialis nyílása kissé hátrább nyílik, és nem olyan szembetűnő.

A *calcaneus* felső felszínének elülső részén van a középsőhöz hasonlóan homorú *facies articularis talaris anterior*, és a *calcaneus* elülső felszínén gyengén nyereg alakú lapos ízfelszín: a *facies articularis cuboidea* tekint a köbcsont felé. A *calcaneus* alsó felszínén a konzolszerűen medial felé kiugró *sustentaculum tali* tűnik szembe, amely - nevének megfelelően - főleg középső

ízfelszínével a talus alátámasztására szolgál. Tövének alsó oldalán folytatódik a talusnál már említett ínbarázda: a *sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi*.

**Klinikai vonatkozások.** Hosszútávfutók gyakori megbetegedése az Achilles-ín és a calcaneus közötti bursa gyulladása.

**Sajkacsont** (*os naviculare*). Nevét alig megérdemlő ovális, proximalis irányú homorulatú csont. A talus fejével sekély homorú gömbfelszín részlettel, distal felé lapos, lefelé tekintő homorulatú félhold alakú, jelzetten három részre osztott ízfelszínnel illeszkedik a három ékcsonthoz. Medial felé és lefelé kiugró érdes gumója (*tuberositas ossis navicularis*) a lábon kitapintható tájékozódási pont. Keskeny felső felszíne domború, hasonló, de érdekesebb alsó felszíne homorú.

**Ékcsonatok** (*ossa cuneiformia*). Nevüknek igazán a középső (*os cuneiforme medium*) felel meg, a lateralis (*os cuneiforme laterale*) csak megközelítően ék alakú, lefelé tekintő éllel. Az *os cuneiforme medium* jóval rövidebb, mint a többi, ezért a három cuneiforméval ízesülő I-III. metatarsus közül a II. mélyen beugrik a lábtő felé. Az *os cuneiforme mediale* inkább függőleges állású félholdhoz hasonlít. Proximal felé az *os navicularéval*, oldalfelé egymással és a lateralis az *os cuboideummal*, distal felé a lábközépcsontok basisaival ízesülnek lényegében lapos ízfelszíneik révén. Az *os cuboideummal* együtt kifejezett haránt irányú boltozatos szerkezetet képeznek, amelynek medialis végpontja a medialis *os cuneiforme* egyben legmagasabb, lateralis végpontja az *os cuboideum* egyben legmélyebb pontja is.

**Köbcsont** (*os cuboideum*) A köbcsont szabálytalan, kissé megnyúlt kocka alakú. Proximal felé lapos nyereg alakú felszínnel a calcaneusszal, distal felé a két oldalsó metatarsus (IV. és V.) basisával, medial felé kis ízületi felszínnel az oldalsó cuneiforméval ízesül. Plantaris felszínének oldalsó proximalis részén lapos gumó (*tuberositas ossis cuboidei*) emelkedik ki, mely medial felé és előrehaladó lécebe megy át. Ez előtt vele azonos irányban eléggé mély vályú (*sulcus tendinis musculi peronei longi*) húzódik a hasonló ínnel befekvésére.

**A lábközép csontjai** (*ossa metatarsalia*). Az I-V. lábközép csont a kéz metacarpuscsontjaihoz hasonlító; az első kivételével karcsú csöves csontok, proximalis irányba tekintő lapos ízfelszínekkel bíró basissal, kétoldalt erősen levágott gömb alakú fejekkel. A II-V. metatarsuscsontok középdarabjai haránt irányban erősen összenyomottak, a talp felé éles élt képeznek. Az I. metatarsus rövid vaskos, a kéz I. metacarpusánál jóval erősebb csont, amelynek basisa függőleges állású félhold alakú lapos felszínnel illeszkedik az I. cuneiforme distalis ízfelszínéhez. A II-IV. metatarsus basisai lefelé keskenyedő alakúak, a szomszédos metatarsus basisai is ízesülnek, az V.-é oldalfelé erősen kiugró gumóval (*tuberositas ossis metatarsalis V.*) bír. Az I. metatarsus vége vaskos függőleges irányban vágott hengerfelszínnel rendelkezik, amelynek plantaris oldalán rendszeresen találunk két lencsecsontot (*ossa sesamoidea*) az ízület erős plantaris szalagjában.

**A lábujjak csontjai** (*ossa digitorum pedis*). Elvben a kéz ujjperceihez hasonló, de azoknál jóval csökevényesebb, kezdetlegesen kidolgozott idomú csontok. Számuk azonos a kéz ujjperceivel. Különösen a középpercek a II-V. ujjon igen rövid bab-borsó nagyságú csontocskák; a körömperc az V. ujjon csökevényes. Az öregujj (*hallux*) két ujjperce a kéz hüvelykénél általában rövidebb, de sokkal vaskosabb, a kéz hüvelykperceihez hasonló ízfelszíneik kidolgozottabbak a többi lábujjéinál.

## A láb ízületei

**Bokaízület** (*articulatio talocruralis*). Az ízület alakításában a tibia és a fibula distalis részei által alkotott bokavilla és a lábtő részéről a trochlea tali vesznek részt. Csuklóízület, azaz ginglymus, amelynek haránttengelye a fibula által alkotott és lejjebb eső malleolus lateralis csúcsát

köti össze egy kb. 1,5-2 cm-nyire a tibia malleolus medialis alatti ponttal. Az ízfejet a trochlea tali alkotja, melynek felső hengerfelszíne a tibia facies articularis inferiorjával, medialis irányba tekintő kisebb és lateralis nagyobb oldalfelszíne a megfelelő bokákkal ízesülnek.

**Tokja** főleg elöl, de hátul is papírvékonyágú, eléggé bő hártya, oldalt az erős oldalszalagokkal összenőtt, ezért külön nem látható.

Jellegének megfelelően igen erős **oldalszalagokkal** bír, amelyek a belső és a külső bokáról legyezőszerűen sugároznak szét az ugrócsontra, a sarokcsontra és medialisan még a sajkacsontra is. A medialis oldalszalag (*ligamentum deltoideum*) igen erős, egészében legyezőszerű szalagrendszer, amelynek legelülső rostnyalábja az os naviculare dorsalis részéhez, ez utáni erősebb nyalábja a talus trochleája medialis oldalához, további felületesebb nyalábja a calcaneus sustentaculum talijához, és egy külön hátsó nyalábja a talus hátsó nyúlványának medialis részéhez vonul. A lateralis oldalszalag nem egységes, hanem három különálló, sugárszerűen széttérő szalagból áll:

- a *ligamentum talofibulare anterius* a külső bokáról előre és kissé felfelé irányulva megy a talus nyakához,

- a *ligamentum calcaneofibulare* a fibula alsó végéről lefelé és hátrafelé húzódik a calcaneus oldalához, végül

- a *ligamentum talofibulare posterius* a fibula bokanyúlványáról hátul vízszintesen halad medial felé a talus hátsó nyúlványa lateralis oldalához. Ez utóbbi szalag az ízületi tok egy mély redőjében szinte az ízület üregét hidalja át. Láthatóvá tételéhez vagy az ízületi tokot kell hátul eltávolítani, vagy a tok redőjét óvatosan hátulról szétválasztani.

**Mechanizmus.** Egytengelyű csuklóízület, amelynek haránttengelye körül (4/11. ábra) a lábszárhoz egyenes állásakor derékszögben álló lábat dorsal felé 15°-nyira, plantar felé 40°-nyira hajlíthatjuk. Az előbbi mozgást orvosi konvenció szerint *dorsalflexiónak*, az utóbbit *plantarflexiónak* nevezzük.

Zavart okozhat, hogy a dorsalflexió létrehozó izmok a lábszár extensorai és a plantarflexió létrehozók a lábszár flexorai. Fokozza az elnevezések zavarát, hogy élettani szempontból extenzióknak csak olyan mozgást volna szabad nevezni, amely a végtagot hosszabbítja, flexióknak pedig olyat, amely rövidíti.

A trochlea tali előrefelé szélesedvén, dorsalflectált helyzetben a szélesebb elülső része szétfeszíti a bokavillát, és ezzel szilárdabbá teszi az ízületet. Ellenkezőleg: lábujjhegyen állva a hátsó keskenyebb trochlearész ízesül a bokával, így az ízület ilyen állásban kissé lazább. Rendes járáskor a talajt a kissé dorsalflectált láb sarka éri el. Ilyenkor tehát az ízület stabilabb, mint a talajt éppen elhagyni készülő plantarfectált lábé. A talaj elhagyásakor azonban annak felszínét már kitépeltük, és esetleges egyenlőtlenségeihez a megfelelő izmok összehúzóásával alkalmazkodhattunk.

**Klinikai vonatkozások.** 1. A bokaizület rándulása. A lateralis boka rándulását eredményezi a láb túlzott plantarflexiója és supinatioja, Szakad a lig. talofibulare anterius és a lig. calcaneofibulare, ennek következtében a lateralis boka duzzadt és fájdalmas. A medialis boka rándulása az erősebb szalagok miatt ritka, a láb túlméretezett pronatioja okozhatja és gyakran társul hozzá a malleolus lateralis törése. - 2. A boka törése gyakran következik be a láb túlméretezett kifelé irányuló rotációja és pronációja következményeként. A kifelé rotálódó talus spirális törésvonallal lefeszíti a malleolus lateralist. Ha ez az erő tovább hat, a lig. deltoideum letépi a malleolus medialis is. Még tovább ható erő a talust nagy erővel préseli a tibia alsó végének hátsó pereméhez és azt lefeszíti. Torziótól mentes pronációs erő a lateralis boka, supinációs erő a medialis boka haránt törését okozhatja.

**Lábtőizületek** (*articulationes intertarseae*). A lábtő egészben feszes ízületek által összetartott szerkezet. Mégis az ugrócsontnak a többi lábtőcsonttal alkotott ízületei (**alsó ugróizület**, *articulatio talotarsalis*) nem feszes, hanem korlátozott mozgékonyágú egytengelyű ízületet képeznek.

Voltaképpen két teljesen különálló ízületről van szó, melyeket egymástól a sinus tarsi választ el.

*Articulatio talocalcaneonavicularis.* A talus feje és a fej ízületi felszínével a talpi oldalon gyakorlatilag összefolyó elülső és középső calcanearis ízfelszíne praktikusán közös gömbfelszín alkottak. Az ízvápát a sajkacsont proximalis, vajt ízfelszíne és a sarokcsont elülső és középső



talaris ízfelszínei alkotják, de ez a két csont nem érintkezik egymással, így köztük tág hézag marad. Ezt a hézagot a talp egyik legerősebb, s egyben legfontosabb szalaga: a *ligamentum calcaneonaviculare plantare* hidalja át. A calcaneus testének és sustentaculum talijának alsó felszínén eredve előre- és medial felé húzódik az os naviculare talpi felszínéhez. A szalag felső felszínén rostos, majd befelé fokozatosan üvegorccá alakuló porcbetét van, mely révén a calcaneus két első talaris ízfelszíne és az os naviculare proximalis ízfelszíne egységes, vájt gömbfelszínre válik. E gömbízületet tokja egységes üregként zárja körül, de csekély mozgékonyosságának megfelelően a tok elég szoros. Szalagai és mechanizmusa közös a következő ízületével.

*Articulatio subtalaris.* A talus hátsó, vájt calcanearis és a calcaneus hátsó talaris domború hengerfelszíne közti ízület. Mint a csontok leírásánál említettük, a hengerfelszínnek tengelye előlról-medialról hátra-lateral felé irányul. Tokja külön ízületi üreggé zárja körül, általában elég szoros.

Az **alsó ugróízület** közös szalagkészüléke az előzőleg már említett talpi szalagokon kívül több, a talust és a calcaneust összekötő szalagból áll. Legerősebb köztük a *ligamentum talocalcaneum interosseum*, amely a sinus tarsin belül a sulcus calcanei és a sulcus tali falait köti össze.

**Mechanizmusát** az az általános elv határozza meg, hogy két, részben ugyanazon csont közt alkotott ízület mechanizmusa közös kell, hogy legyen, azaz a mozgási tengelynek mindkét ízület geometriai viszonyait ki kell elégítenie. Minthogy az articulatio subtalaris olyan hengerfelszín, amelynek tengelye a lábtőt ferdén előlról-medialról hátra-lateral felé fúrja át, ezért a két ízület együtt eleve csak olyan irányban mozoghat, amelyik ennek a tengelynek megközelítően megfelel. Az articulatio talocalcaneonavicularis gömbízület lévén, saját központja körül szabadon mozoghatna. Ideális akkor volna a helyzet, ha a hátsó ízület tengelye az elülső gömbízület központján haladna át. Ez azonban nincs így, és ilyenkor a mozgás a két eltérő mozgási lehetőség között "kompromisszumos" megoldás, amely több igen eltérő tényezőből úgy adódik, hogy a két ízület együttesen leginkább egy olyan tengely körül foroghat (tehát megközelítően articulatio trochoidea), amely a talus nyakán elől-felülről-medialról megy be, és a tuber calcanein hátul lateral felé és lefelé irányulva jön ki. E ferde tengely körül a láb **befelé rotálva** kissé plantarflexálódik, adductáltatik és supinálódik (a talp belső széle feljebb kerül, mint a lateralis), **kifelé rotatiókor** a láb dorsalflexálódik, abductáltatik és pronálódik (a belső talpszél mélyebbre kerül, mint a külső). E mozgásokat kissé nehéz elképzelnünk, de saját magán mindenki megfigyelheti őket. A valóságban a lábtő más ízületeiben való csekélyebb mozgások hozzájárulása folytán a láb ennél sokoldalúbb mozgásokat végezhet, és bámulatosan képes alkalmazkodni a talaj egyenetlenségeihez.

*Articulatio calcaneocuboidea.* Feszés ízület, amelyet a két csont egymás felé tekintő lapos nyeregfelszínei alkotnak. Mind dorsalis, mind plantaris oldalát erős szalagok biztosítják. Plantaris szalaga a talp erős hosszanti szalagjának, a *ligamentum plantare longum*nak mélyebb része. Ez a calcaneus talpi felszínén a tuber előtt eredve előrehúzódik, és mint hídpilléren, a tuberositas ossis cuboidein tapad. Mélyebb rostjai itt véget érnek, de felületesebb rostjai továbbhaladva áthidalják, illetve csatornává zárják a sulcus tendinis musculi peronei longit, és szétsugároznak a II-V. metatarsuscsontok basisain.

A lig. plantare longum és az alsó ugróízületnél említett lig. calcaneonaviculare plantare a talp két mechanikailag is legfontosabb szalaga. Az ízület dorsalis szalaga a ligamentum bifurcatum, amely azonban közös szalaga egy, a következő szakaszban tárgyalandó közös ízületi vonalnak.

*Articulatio tarsi transversa (Chopart).* Nem önálló ízület, hanem orvosgyakorlati szempontból régebben fontos, ma alárendeltebb, gyengén S alakú ízületi vonal. Az ízületi rést proximálisan a talus és a calcaneus, distálisan az os naviculare és cuboideum határolja. Az ízület medialisan distal felé, laterálisan proximal felé domborodik. Dorsal felől fő összetartó eleme a *ligamentum bifurcatum* ("a Chopart-ízület kulcsa"), amely a calcaneus dorsalis oldalán a sinus tarsin nyílása előtt ered, és V alakban kettéválva, egyik része az os navicularén, a másik az os cuboideumon tapad.

Régebben a láb sebészetének fontos törekvése volt járásra alkalmas lábcsonk nyerése minden olyan esetben, amelyben a láb egy részét sérülés vagy betegség folytán eltávolították. A 18. század

végén és a 19. század első felében, főleg a háborús sebészetben, számos műtéti megoldást dolgoztak ki ilyen járóképes csonk létrehozására. A Chopart-féle ízületi vonalban való csonkolás is ide tartozik. Ma a fejlettebb művégtagkészítés folytán a helyzet más: ha egyszer a metatarsus fejek nem menthetők meg, a sebészek nem törekszenek mindenáron minél többet megtartani a lábból, mert a művégtag úgyszólván a lábszárra támaszkodik.

*Articulatio cuneonavicularis.* Az os naviculare és az ossa cuneiformia közti ízület.

*Articulatio tarsometatarsae.* Általában három különálló ízületi üreg, amelyek részben beterjednek proximal felé az ossa cuneiformia közé, részben distal felé a metatarsuscsontok basisai közé. Az ezen ízületekben részt vevő összes szomszédos csontot dorsalis, plantaris és részben interosseus szalagok kötik össze feszes szerkezetté. E szalagok neveit mechanikusan képezzük a két csont nevéből dorsale, plantare vagy interosseum jelzővel.

A tarsometatarsalis ízületi vonal a sebészetben, mint *Lisfranc*-féle vonal még ma is jelentős bizonyos mértékben. A középső os cuneiforme rövid, és a II. metatarsuscsont hosszú volta folytán az egyébként mediallytól lateral felé haladva gyengén proximal felé húzódnó vonal itt erős szögletes beugrást mutat.

*Az articulationes metatarsophalangeae és articulationes interphalangeae.* szerkezetileg megegyeznek a kéz analóg ízületeivel, de a csontokhoz hasonlóan ezek közül is több csökevényes.

**Klinikai vonatkozások.** Hallux valgus. Nem megfelelő méretű és szabású cipő tartós viselésének következtében az öregujj alapperce lateralis irányba deviál. Nőkben gyakoribb. Ha a folyamat elkezdődik, egyre jobban progrediál, mert az öregujj izmai lateralis irányba húzzák az ujjat. Az elváltozáshoz előbb-utóbb a metatarsophalangealis ízület osteoarthritis társul, ami fájdalommal és az ízület elmerevedésével jár (hallux rigidus).

## A láb egészben

A láb boltozatos szerkezet, amelyen hosszanti és harántboltozatot különböztetünk meg.

A hosszanti boltozat hátsó sarokpillére a tuber calcanei, elülső pillérei a metatarsusok fejei. Kissé sémásan a boltozatot úgy is felfoghatjuk, hogy a sarokcsonton két, distal felé gyengén divergáló ív indul: a belső valamivel magasabb, a sarokcsont medialis gumójától indul, és a taluson, az os naviculare, az os cuneiforme medialis át húzódva a metatarsus I.-on keresztül, annak fejéhez illeszkedő két sesamcsonton támaszkodik meg elől.<sup>16</sup> A laposabb oldalsó ív a sarokgumó oldalsó kiemelkedéséből kiindulva, a sarokcsonton, az os cuboideumon és a metatarsus V.-on áthaladva ennek fejével támaszkodik. Természetesen hasonló, legyezőszerűen széttérő íveket szerkeszthetnénk minden metatarsuscsontnak megfelelően, de ezek fejei a lártnak a továbbiakban tárgyalandó harántboltozata és a közbeilleszkedő nagyobb lágyrész tömege miatt kevésbé kerülnek közel a talajhoz. A lábholtozat hosszanti ívére nem az ív közepén, hanem az ennek hátsó részén és a kissé medialis oldalán levő ugrócsontra nehezedik az egész test tömege. A csontos ívet a lábtő és a lábközép szalagkészüléke oly szorosan tartja össze, hogy egészséges láb a test tömege alatt nem deformálódik észrevehető módon. Ennek ellenére a boltozatszerkezet kétségtelenül rugalmas, és a járás, ugrás stb. közben előforduló rázkódásokat csökkentő konstrukció. Fontos szerepe a boltozatos szerkezetnek, hogy főleg a medialis boka alatt nyomástól védetten engedje a talp területére lépni, s ott a metatarsusfejekig futni, ill. elágazódni a láb ereit és idegeit. A talp izmai is védettek a közvetlen összenyomástól. A hosszanti boltozat kritikus pontja a talus fejének alátámasztása a calcaneus elülső része és az os naviculare között.

Az itt a csontok közt levő hézagot a ligamentum calcaneonaviculare plantare hidalja át, amely a talus feje és alsó ízfelszínei számára egységes porccal bélelt izvápát hoz létre a naviculare és a

<sup>16</sup> A talpnak a talajon való megtámaszkodásában természetesen e működéshez alkalmazkodott lágyrészek is fontos szerepet játszanak, ezeket azonban majd csak a lábizomzat ismertetését követően tárgyaljuk.

calcaneus elülső talaris ízfelszíneivel. Érthető, hogy a szalag alkati gyengeség, biológiailag célszerűtlen ácsorgó életmód (pincérek, sebészek, ápolónők, konyhai munkát végzők stb.) és túl nagy testtömeg folytán megnyúlik, és a talus feje lesüllyed a szétváló os naviculare és sustentaculum tali között. Legsúlyosabb fokán ez a medialis boka lesüllyedését okozza (a "lúdtalp" kifejezés helytelen erre az elváltozásra), úgyhogy végül a talus feje támaszkodik a talajon. Feltűnő tünete a nedves lábbal sima talajon okozott talplenyomat mély medialis "fülkéjének" megszűnése. A hosszanti lábboltozat fenntartásában az említett szalagon kívül a lig. plantare longum és a dorsalis szalagok közt a mélyen fekvő lig. bifurcatum visz fontos szerepet, de nyilvánvalóan a lábtő distalisabb apró szalagai összességükben hasonló fontosságúak. A boltozatok fenntartásában természetesen egyéb tényezők - főleg izmok és inak, valamint a talp aponeurosis - is részt vesznek, erről majd a láb izmainál szólunk.<sup>17</sup>

Az ékcsonatok és a metatarsuscsonatok basisainak lefelé elkeskenyedő ék alakja folytán a láb distalis részében haránt irányú boltozatos szerkezet is keletkezik. A boltozat szimmetriás, belső végpontja jóval magasabban áll, mint külső végpontja: az os cuboideum. A boltozat legmagasabb pontja az os cuneiforme mediumra esik. Jelentősége, hogy a talp közepének lágyrészei a hosszanti boltozaton belül szinte még külön biztosított hosszanti csatornában juthatnak előre a lábközépcsont fejekig. Még a lábközépcsontok vonalában is érvényesül a harántboltozat oly módon, hogy a II-IV. metatarsuscsonat fejei még terhelt lábon is magasabban állnak, mint az I. és az V. metatarsuscsonat feje.

Ez természetesen nem jelenti azt, hogy rajtuk nincs teher. Annyit azonban igen, hogy az egyébként maximálisan a metatarsusfejek vonala közepén jelentkező teher egyenletesen oszlik meg az egész vonal mentén. Ez abból is felismerhető, hogy a harántboltozat kóros lesüllyedése (ez az igazi lúdtalp) folytán a középső metatarsusfejek alatti talpbőrön túlzott bőrkeményedés alakul ki fokozott elszarusodás következtében. Az ujjakat ellátó idegek és erek a metatarsusfejek között létrejövő vályúban - viszonylag - védetten jutnak ki az ujjakra.

A lábujjak gyengén ívelt váza folytán csak az ujjbegyek érintkeznek a talajjal. Legfontosabb az öregujj, amelynek a járásban az a szerepe, hogy a hátul levő végtag "elrugaszkodását" biztosítsa a talajtól.

Az öregujj hajlító izma és ennek ina ennek megfelelően igen erős. A többi ujj inkább csak egyensúlyozó mozgást végez, a labilis egyensúlyban levő test ide-oda dőlését a lábujjak finom játéka billenti mindig vissza a függőleges helyzetbe. Az ujjak e szerepét a magasról lelépő láb reflexesen szétterpesztett ujjai is mutatják, amellyel mintegy megelőzendő a lelépéskor keletkező bizonytalan egyensúlyi helyzetet, nagyobb támasztási felületet igyekszik a láb nyerni. Funkciójának megfelelően általában az öregujj a leghosszabb; érdekes, hogy a görög szobrászok a II. ujjat ábrázolták hosszabbnak, ami tagadhatatlanul harmonikusabb alakot ad a lábnak, de az embereknek csak alig 10 %-án fordul elő.

#### 4.8 A KOPONYA (CRANIUM)

Ó, a formák sejtelmes varázsa!  
Kövülete istengondolta nyomnak! . . .  
. . . Titkos tartály, forrása jósigéknek,  
méltó vagyok-e, hogy kezembe foglak?

GOETHE: SCHILLER KOPONYÁJA  
(Vas István fordítása)

---

<sup>17</sup> Szükségtelen itt kitérnünk arra, hogy a láb vázszerkezetének eltorzulása és normálisan nyomás alá nem kerülő lágyrészek összenyomása stb. milyen súlyos funkciós, statikus és szubjektív (fájdalom) zavarokat idéz elő.

Nem véletlen, hogy az ember régtől fogva - még jóval, mielőtt az agyvelő működéséről racionális képzetek kialakulhattak volna - a koponyában látta összpontosítva az emberi test szerkezeti vázának kvintesszenciáját, akár az elmúlás riasztó vagy elgondolkozásra készítő szimbólumát, akár az állatvilágból való kiemelkedés és a lét magasabb rendű formájába való átmenet jeleit értékelte is benne. A művészeket a művészet kezdete óta megihlette és elragadtatta a koponya szerkezeti szépsége, és részleteinek a lágyrészeken is minduntalan áttűnő sokoldalúan kifejező volta. A legkülönbözőbb kifejezőeszközökkel: mintázó ujjal, vésővel és ecsettel, de nemritkán a szó bámulatos megelevenítő erejével<sup>18</sup> érzékeltették az őskortól kezdve az emberi fej és arc ábrázolásában a mögötte rejlő legfontosabb meghatározó szerkezeti tényezőt is. - Habár az orvos működésében a koponyával kapcsolatban általában konkrét részletismeretek a fontosak, mégis kívánatos a sok, önmagában igen fontos részlet tanulmányozása mellett szem elől nem téveszteni a koponyát mint egységes konstrukciót, amelynek szépsége és csodálatos szerkezeti harmóniája bőségesen kárpótol a megismeréséhez szükséges fáradságos munkáért.

Az általános orvosi működés szempontjából ma már nem szükséges megkívánnunk a koponyáról azokat az abszolút anatómiai ismereteket, amelyeket a klasszikus anatómiai anyag előírt. Helyette leírásunk arra törekszik, hogy az általános orvoslás gyakorlati igényei számára nélkülözhetetlen általános tájékozottság mellett súlypontilag azokat a részleteket ismertesse meg, amelyek nélkülözhetetlenek a koponyában elhelyezett agyvelő, érzékszervek, zsigeri szervek, úgyszintén ezek vérellátása és az agyidegek megértéséhez. E cél érdekében a minimumra redukáljuk az egyes koponyacsontok leírását, és e téren csak annyit adunk erősen sematizálva, amennyi az egész koponya főbb tereinek és összeköttetések megértéséhez szükséges.

A cél, amelyet minden hallgatónak e téren el kell érnie, a következő:

1. Teljes biztonsággal kell tájékozódni a koponyaüreg belső reliefjein, különös súlyponttal természetesen a koponyaalapén. Ezt természetesen nem öncélból, a nem döntően azzal az igénnyel, hogy a koponya belső felülete és a koponyaüreg lágyrészei közti viszonyokat később pontosan megértsük.

2. A koponya alapját átfúró minden nyílást vagy csatornát és a benne haladó képződményt ismerni kell, úgyszintén azt, hogy a csatornák vagy nyílások hová vezetnek.

3. Ismerni kell az arckoponya üregeinek falait, valamint az ezeket átfúró nyílásokat és csatornákat a bennük futó képződményekkel.

4. A koponya alapjának külső reliefjét (az azon levő nyílásokkal) elsősorban a koponyához rögzülő fontosabb lágyrészekhez való (orr-szájüregi zsigerek, a koponyából kilépő, illetve oda belépő idegek és erek, a rajta eredő fontosabb izmok) viszonyukban kell ismerni és érteni.

5. Jól kell ismerni a koponya légtartalmú üregeit és ezek nyílásait, valamint

6. a fogmedri nyúlványok szerkezetét és azok ér-, ill. idegcsatornáit.

7. A halántékcsonton elhelyezkedő hallószerv csontos anatómiai viszonyaival a koponya leírásakor részletesen nem foglalkozunk; ezeket a hallószerv leírása során ismertetjük.

8. Az állkapocs anatómiai leírása a rajta eredő és tapadó, ill. benyomatot okozó számos fontos képződmény érdekében a klasszikus anatómiai hagyományoknak megfelelően.

Ajánlatos a csonttan "első menetben" való tanulmányozása során a nem csontokra vonatkozó részeket csak mellékesen kezelni, semmi esetre sem kell ekkor bemagolni. A leírás e része a tanulás későbbi fázisára vonatkozik, amikor a megfelelő fejezetekből már megismertük a szóban forgó ereket és idegeket.

A koponya két részből áll: **agykoponyából** (*cranium cerebrale*) és **arckoponyából** (*cranium viscerale*). A kettőt megközelítően egy, a felső szemgödri szélektől a külső hallójáratokhoz haladó,

<sup>18</sup> A már idézett, inkább szimbólumok világában mozgó Goethe-vers mellett Rainer Maria Rilke Ónarckép 1906-ból című versére gondolhatunk

ferde sík választja el.

Az agykoponya lényegében az agyvelőt körülvevő csontos tok. Felső része két oldalról összenyomott ellipszoid vagy gömbhéj, alsó részét előlről hátrafelé három, lépcsőzetesen mind mélyebbre szálló gödör (*fossa cranii anterior, media et posterior*) képezi. A felső szemgödri szélektől a koponya külső nyakszirti gumójáig fektetett vízszintes síkkal elválasztható felső agykoponyafelet koponyatetőnek (*calvaria*), az alsót koponyaalapnak (*basis cranii*) nevezik. Ez az elválasztás természetesen mesterséges, és nem esik egybe a koponyát alkotó csontok határaival.

Az arckoponya két előre divergáló, négyoldalú piramis alakú szemgödörből (*orbita*) áll, továbbá az előbbi kettő közé ékelődő felül keskeny, de lejjebb kiszélesedő, sagittalis állású, középső sövénnyel páros üreggő szétválasztott orrüregből (*cavum nasi*), és az ettől vízszintes csontlemezzel elválasztott, lefelé és hátrafelé csontos fal nélküli szájüregből (*cavum oris*).

Az agykoponyát lényegében hét csont alkotja: két páros (két *os parietale* és két *os temporale*) és három páratlan (*os frontale, os sphenoidale, os occipitale*). A páros csontok egy felülről zárt, alul nyílt sagittalis ívet képeznek.<sup>19</sup>

Az arckoponya alkotásában három páratlan csont (*os ethmoidale, vomer* és a *mandibula*) és hat páros csont (*maxilla, os zygomaticum, os lacrimale, os nasale, os palatinum, concha nasalis inferior*) vesz részt.

**A koponyacsontok összeillesztéséről általában.** A koponyacsontok, egyetlen kivétellel - az alsó állcsontéval (*mandibula*), amely ízülettal illeszkedik a koponyához - úgynevezett varratokkal (*suturae*), illetve a koponyaalapon néhány *synchondrosissal* vannak elmozdíthatatlanul összenöve. Mechanikai szempontból legigényesebbek az agykoponyacsontok összeköttetései; itt zömében úgynevezett fogazott varratok (*sutura serrata*) fordulnak elő, melyek az asztalosiparban szokásos "összeeresztés" elvéhez hasonló módon rögzítik egymáshoz a csontokat. Előfordul - pl. a halántékcsontról a falcsont között -, hogy a csontszélek ferdén levágott, gyengén hullámos érintkezési felszínekkel, halpikkelyszerűen fekszenek össze; ezt az illeszkedést pikkelyvarratnak (*sutura squamosa*) nevezik. Az arckoponyacsontok azon összeilleszkedései, melyek a normális életfunkciók során nem kerülnek nagyobb mechanikai terhelés alá (a szemüregben, orrüregben) ún. sima varratok (*sutura plana*).

A koponyaalapon néhány csont vastosabb érintkező felszínét *synchondrosis* köti össze. Közülük egyesek az élet során hamar elcsontososodnak (*synchondrosis sphenoccipitalis*), mások (a halántékcsontról a sziklarésze körüliek) időskorig porcosak maradnak. A varratok többsége az élet során végig megmarad, bár egyes részek között kisebb elcsontososodások már a húszas évektől jelentkezhetnek. A csontok összeillesztése már gyermekkorban olyan, hogy kívülről ható nyomás a gömbhéj statikai elveinek megfelelően inkább szorosabban összerója a varratokat, semmint szétfeszítené őket. Belülről kifelé ható nyomás - főleg fiatalabb korban - aránylag könnyen szétfeszítheti a varratokat, de ilyen erőhatás normális életkörülmények között nem fordul elő (lásd majd az igazságügyi orvostanban a koponyasérülések mechanizmusait).

## Az agykoponya csontjai

### Falcsont (*os parietale*)

A **falcsont** (*os parietale*) szabálytalan gömbhéj négyzetes része, ennek megfelelően négy széle és négy szöglete van. Felső széle a másik oldali falcsonttal a nyílvarratot (*sutura sagittalis*) képezi.

A koponyaüreg felé tekintő oldalon a két csont együtt egy sekély nyílirányú barázdát fog közre (*sulcus sinus sagittalis superioris*) a hasonló nagy vénás öböl belefekvésére. E barázda két szélét főleg idősebb korban szabálytalan bemélyedések kísérik (*foveolae granulares*), amelyeket az agy

<sup>19</sup> A pontosság kedvéért már itt meg kell jegyezni, hogy az orrüreg alkotásában részt vevő egyik csont, az *os ethmoidale*, kis területen szintén részt vesz a koponyaüreg alkotásában.itt.

egyik lágyburkának, a pókhálóhártyának sajátságos bolyhai okoznak (lásd agyburkok). Elülső széle a homlokcsont pikkelyével a koronavarratot (*sutura coronalis*) hozza létre. Hátsó széle a nyakszirtecsont pikkelyével a *sutura lambdoideá*t, alsó, nem fogazott, hanem ferdén lemetszett éle a halántécsont pikkelyével a *sutura squamosá*t képezi. Az utóbbi csont széle ellentétes irányban ferdén lemetszett szélével kívülről, halpikkelyszerűen fekszik fel a falcsont alsó szélére. Alsó elülső szeglete az ékcsont nagy szárnyával, alsó hátsó szeglete a halántécsont csecsnyúlványi részével találkozik. Ennek belső oldalán rövid darabon egy ívelt sekély barázdarész: a *sulcus sinus sigmoidei* található. Belső felszínén faágszerűen elágazó barázdarendszert képez (*sulci arteriosi*) a keményagyhártyát ellátó arteria meningea media (lásd az a. maxillaris ágrendszerét).

## Halántécsont (os temporale)

A **halántécsont** (*os temporale*) a legbonyolult idomú és felépítésű, több külön fejlődő rész összecsontosodásából létrejött csont. A külső hallónyílás körüli tájékon a koponya oldalfalát képezi, medial felé nyúló piramis alakú része ék alakban a nyakszirtecsont és az ékcsont közé nyomulva a koponyaalap alkotásában vesz részt. Járomnyúlványával az arckoponyáig nyúlik; az állkapocsízület ízvápáját alkotja. Különböző eredetű részei együttesen a hallószervnél részletesebben leírandó dobüregt fogják körül, piramis alakú koponyaalapi része a halló- és egyensúlyérzékszervet foglalja magába.

A csont egyes részei - *pars squamosa*, *pars petrosa*, *pars tympanica*, - három külön részből fejlődnek, amelyekhez a második kopolyúív hátsó része is hozzájárul - *pars hyoidea*.

*Pars squamosa*. A halántécsont pikkelye, enyhén domború, félkör alakú, gyengén csipkézett szélű, függőleges állású csontlemez, amely a külső hallónyílás felett és főleg ez előtt élesen átfordul medial felé a vízszintes síkba. A hallónyílás előtt egy darabon a koponyaalap alkotásában is részt vesz. Lefelé tekintő felszínén itt porccal borított ízületi árok (*fossa mandibularis*) található. Az ízületi felszín előrefelé felkúszik egy *tuberculum articulare* nevű, harántirányú hengerded csontkiemelkedésre. A csont rész függőlegesből vízszintesbe forduló éléből a külső hallónyílás felett előrefelé fokozatosan elemelkedő csontléc megy át a vízszintesen előreirányuló járomnyúlványba (*processus zygomaticus*), amely az arckoponya járomcsontjával a koponyából abroncsszerűen kiemelkedő járomívet (*arcus zygomaticus*) hozza létre. A *pars squamosa* előrefelé az ékcsont nagy szárnyával, felfelé a falcsont alsó szélével képez varratot. A falcsont hátsó alsó szeglete által kitöltött széles bemetszésnél megy át néha még látható elcsontosodott varrattal a *pars petrosa* azon részébe, mely a koponya csecsnyúlványi részét alkotja.

*Pars petrosa*. A halántécsont sziklacsonti része. Voltaképpen háromoldalú karcsú piramishoz hasonlító, jelentékeny részben compact csontállományból álló csont (innen a neve), amelynek kifelé tekintő, meglehetősen szabálytalan basisa a koponya fül mögötti oldalfalának alkotásához járul hozzá. A koponya külső felületén itt a fül mögött csonka kúphoz hasonlító, lefelé nyúló kiemelkedést látunk. Ez a csecsnyúlvány (*processus mastoideus*), amelyben a dobüreggel összefüggő légtartalmú üregrendszer foglal helyet. (Régebben a csecsnyúlványt, mint *pars mastoideá*t önálló résznek fogták fel. Noha fejlődéstani szempontból ez nem indokolt, mégis célszerűbb volna didaktikai szempontból e rész elkülönítése.) Vele szemben a csont koponyaüregi felszínén mély, S alakú barázda (*sulcus sinus sigmoidei*) található. A csecsnyúlvány körüli csont rész durván fogazott varrattal egyesül a nyakszirtecsonttal.

A *pars petrosa* piramis alakú koponyaalapi része (*pyramis*<sup>20</sup>) ferdén medial felé és előrehalad. Csúcsa (*apex pyramidis*) az ékcsont nagy szárnya és a nyakszirtecsont basilaris része közt megközelíti az ékcsont testét, de tőle egy *synchondrosis* (*synchondrosis sphenopetrosa*) választja el. A háromoldalú piramis a koponyaalapban úgy helyezkedik el, hogy legszabálytalanabb alsó felszíne

20 A PNA a "pyramis" és a vele kapcsolt kifejezéseket elvetette, s helyette a "pars petrosa" kifejezést vezette be. Ez a meg gondolatlan nomenklaturai újítás jellemző példája. A "pars petrosa" önállóan még éppenséggel elmegy, de a soron következő felszínjelzéseknél feltétlenül félreérthető. A *pars petrosa* több mint a *pyramis*, így nem a *pars petrosá*nak, hanem a *pyramis*nak van csúcsa, elülső, hátsó és alsó felszíne. Didaktikai szempontból is abszurdum bonyolult térbeli alakulás leírásánál elvetni oly plasztikus hasonlatot, mint a "pyramis" kifejezés. Ezért itt, eltérve a PNA-tól, megtartjuk.

(*facies inferior pyramidis*) illeszkedik be egyedül a koponyaalap külső síkjába (4/13. ábra), így a pyramis maga szükségszerűen ék alakúan beemelkedik a koponyaalap belső felületén. Itt természetes fejtartás mellett egy ferdén előrelejtő elülsőnek nevezett (*facies anterior pyramidis*) és egy majdnem függőleges állású hátsó (*facies posterior pyramidis*) felszíne keletkezik.

#### 4/13. ábra helye

E két, a koponyaüreg felé tekintő felszín által alkotott él a koponyaalap két nagy gödrét, a középső és hátsó koponyagödröt (*fossa cranii media et posterior*) választja el egymástól.

A pyramis elülső felszínén található fontosabb képletek a következők

- a pyramis csúcán ujjbenyomathoz hasonló bemélyedést (*impressio trigemini*) okoz az V. agyideg (*n. trigeminus*) itt fekvő érződúca;

- az elülső felszín közepe táján két kis nyílásból (*hiatus canalis nervi petrosi majoris et minoris*, az előbbi kissé hátrább fekszik) két párhuzamos vályú (*sulcus nervi petrosi majoris et minoris*) húzódik medial felé előre, majd az ékcsont nagy szárnya és a pyramis csúcsi része közt levő tág szaggatott nyílásnál (*foramen lacerum*) mindkettő véget ér;

- az előbbi nyílásoktól oldalt gömbölyded dombszerű kiemelkedést okoz a labyrinthus (lásd hallószerv) felső ívjárata (*eminentia arcuata*);

- ettől előrefelé az elülső felszín áttetsző, sőt sokszor likacsossá válik; ez a pars petrosa alapi részébe előlről és oldalról barlangszerűen bevájt dobüreg (részletesen lásd a hallószervnél) teteje (*tegmen tympani*).

A pyramis hátsó felszínén található fontosabb képletek:

- Oldal felé irányuló - tehát a pyramis hátsó felszínével medial felé hegyesszöget képező - kb. 3 mm tágasságú járat, a belső hallójárat (*meatus acusticus internus*), amelynek nyílását *porus acusticus internus*-nak nevezzük. A hallóideget (VIII. agyideg) és az arcideget (VII. agyideg), valamint a belsőfül ereit tartalmazó közös járat néhány milliméter után véget ér, és külön idegcsatornákra és likacsokra bomlik, amelyek részletes ismertetése a hallószervre tartozik.

- Az előbbi nyílástól oldalra az említett eminentia arcuata alatt lapos gödörben tőszúrásnyi, ferdén lefelé irányuló nyílással nyílik a belsőfül egy járata: az *aquaeductus vestibuli*. A pyramis e felszínét határoló két élen egy-egy barázdát találunk: felül a *sulcus sinus petrosi superiorist*, alul a nyakszirtecsont basilaris részével közösen alkotott *sulcus sinus petrosi inferiorist* a hasonnevezű vénás öblök befekvésére.

A pyramis érdes, gödrös alsó felszíne a koponyaalap felől látható. Fontosabb képletei a következők:

- Oldalsó részén túszerűen hegyes nyúlvány (*processus styloideus*)<sup>21</sup> ugrik elő (könnyen letörik, ezért sok koponyán csonka).

- Ettől oldalra és kissé hátrafelé a processus mastoideus irányában függőleges csatorna nyílása (*foramen stylomastoideum*) látható. Ez a csatornáknál külön említendő facialis csatorna külső nyílása.

- A processus styloideustól medialisán igen változékony alakú és nagyságú sima falú gödör (*fossa jugularis*) tűnik fel. A pyramis hátsó éle és a nyakszirtecsont oldalsó része közt mindkét csont egy-egy bemetszéssel (*incisura jugularis*) alkotott nyílás (*foramen jugulare*) tartozéka; részletes ismertetését összefüggéseiben a koponyaalap leírásánál adjuk.

- A fossa jugularis előtt és kissé medialisán tág, kerek nyílással indul a könyökszerűen mindjárt élesen előre és medial felé forduló *canalis caroticus*, a belső fejverőér csatornája.

- A fossa jugularis és a canalis caroticus nyílása közt apró szabálytalan gödörből (*fossula petrosa*) egy, a dobüregbe vezető csatorna (*canaliculus tympanicus*) nyílik.

*Pars tympanica* vagy dobüregi rész megértéséhez magzat vagy újszülött koponyáját kell

<sup>21</sup> Fejlődése szempontjából teljesen különálló része a halántékcsontnak; a dobüregben levő egyik hallócsonttal a kengyellel együtt a II. kopolyútvonal származéka. Gondosabb megtekintéskor látni is, hogy mintegy a pyramis többi részébe csak beékelte idegentest.

megnéznünk.<sup>22</sup> Itt jól látható, hogy ez voltaképpen egyszerű csontos gyűrű (*anulus tympanicus*), amely felfelé nyitott kivágásával a pars squamosa alsó felszínéhez, a processus zygomaticus gyökeréhez illeszkedik. Lényegében a dobhártya csontos keretét képezi. Később elsősorban kifelé növekedve, felfelé nyílt vályúszerű csontlemezzé alakul, és a külső hallójáratot (*meatus acusticus externus*), külső pereme pedig a külső hallónyílást (*porus acusticus externus*) fogja közre a pars squamosával. A pyramis oldalsó részén előrefelé tekintő barlangszerű gödröt dobüreggké (*cavum tympani*) zárja le.

A 4/14. ábra sémás sagittalis metszetben mutatja, hogy a halántékcsontról különböző részei hogyan illeszkednek egybe. Különösen azt érdemes megfigyelni, hogy a pars petrosa tegmen tympanija, azaz a dobüreg tetőlemezének elülső széle a pars tympanica elülső és a pars squamosa medial felé beforduló részének hátsó széle közé ékelődik. Így itt két hasadék keletkezik. Az elülső, amely a koponyagödörbe vezet (*fissura petrosquamosa*), nem fontos, de annál jelentősebb a dobüregből kivezető [*fissura petrotympanica* (Glaseri)], amelyen a *chorda tympani* (lásd n. facialis) halad át.

#### 4/14. ábra helye

A halántékcsontról áthaladó és a belsőfül részeivel kapcsolatban nem álló nevezetesebb **csatornák** a következők:

*Canalis facialis*. Az arcideget (VII. agyideg) tartalmazó csontcsatorna, mely a meatus acusticus internus fenekéről indul, és eleinte a pyramis hossz tengelyére merőlegesen halad. Rövid lefutás után eléri az elülső felszínt, amely alatt lateral felé hajlik (*geniculum canalis facialis*). Itt a csatornának kis nyílása van; ez a már említett hiatus canalis nervi petrosi majoris, az arcideg egy ágának (*n. petrosus major*) leadására. A canalis facialis innen a pyramis tengelyével párhuzamosan hátrafelé és oldalfelé halad a dobüreg medialis falán kiemelkedést okozva. A dobüreg hátsó és medialis fala szögletében lefelé fordul, és függőleges irányban futva a foramen stylomastoideummal nyílik a pyramis alsó felszínén. Utolsó szakaszából vékony csatorna (*canaliculus chordae tympani*) indul, amely a dobüreg hátsó falán nyílik.

*Canaliculus tympanicus*. Vékony csatornácska, mely a pyramis alsó felszínéről, a fossula petrosából indulva bejut a dobüregbe, annak alsó és medialis fala szögletében. Az utóbbin mint elágazó barázdarendszer követhető, és végül mint az említett hiatus canalis nervi petrosi minoris átfúrja a dobüreg tetejét. A IX. agyideg (*n. glossopharyngeus*) egyik ága van benne.

*Canalis musculotubarius*. Vékony, vízszintes csontlemezzel tökéletlenül elválasztott kettős csatorna, melynek felső részében (*semicanalis muscoli tensoris tympani*) a dobüreg egyik izma (*m. tensor tympani*), alsó részében (*semicanalis tubae auditivae*) a dobüreg a garattal összekötő nyálkahártyával bélelt fülkürt (Eustach-féle kürt = *tuba auditiva*) csontos része halad. A dobüreg elülső falának felső részéből veszi eredetét, és a pyramis elülső élén voltaképpen nem is él, hanem keskeny, de külön le nem írt felszín nyílik az agyalapon.

*Canalis caroticus*. A pyramis alsó felszínén a már említett módon felfelé induló, kb. 5 mm tágasságú csatorna. Rövid lefutás után megtörve, a pyramis tengelyében fut előre- és medial felé, majd a pyramis csúcsán nyílik, a csúcs és az ékcsontról által közrefogott belső nyílással. A felső fejverőér e csatornán keresztül lép be a koponyába.

#### Nyakszirtcsont (os occipitale)

A **nyakszirtcsont** (*os occipitale*) páratlan agykoponyacsontokból álló sagittalis, felfelé nyílt csontív hátsó tagja. A koponyának részben alapját, részben nyakszirti tájékát alkotja. Pikkelyrészét a két falcsont fogja közre a lambdavarrattal, ettől előre a halántékcsontról csecsnyúlványi részei, majd előrébb pyramisai határolják. Előrefelé korán elcsontosodó synchondrosissal függ össze az ékcsontról

22 Kiss-Szentágothai: Anatómiai atlasz, 1. köt. 21. ábra.



testével. Kagyló alakú, részei a koponya öreglikát (*foramen magnum*) fogják körül. Ez tág, ovális nyílás sagittális irányú hossz tengellyel; síkja természetes fejtartás mellett közel vízszintes. A foramen magnumon keresztül függ össze a nyúltvelő a gerincvelővel, de itt lép be a koponyaüregben még két nagy verőér - a páros arteria vertebralis - és a két XI. agyideg alsó része. Részei: az öreglik előtt elhelyezkedő *pars basilaris*, az előbbit két oldalról közrefogó *partes laterales* és a koponya nyakszirti részét képező pikkely (*squama occipitalis*).

A *pars basilaris* a foramen magnum elülső pereme felé mintegy 45°-ban lejtő rövid, téglalap alakú csont rész. A koponyaüreg felé haránt irányban gyenge vajúlatot mutat. Felfelé felnőtt koponyán alig látható zezugos harántvonalnak megfelelően megy át az ékcsont testének hátsó felszínén levő dorsum sellae-be (lásd az ékcsontnál). E vonalnak megfelelően 16 éves korig az ékcsont testét a pars basilaristól a *syndrochondrosis sphenoccipitalis* választja el. A két csont rész által alkotott lejtőt *clivus*nak nevezik. A pars basilaris külső felszíne hasonlóképp sima, harántul gyengén domború, középső és hátsó harmada között a középvonalban gyenge gumó (*tuberculum pharyngeum*) látható. Két oldala nem varrattal, hanem egy-egy *syndrochondrosis petrooccipitalis* szalaggal illeszkedik a pyramis csúcsi részének hátsó éléhez. A belső oldalon itt a két érintkező csont közösen alkotja a már említett barázdát (*sulcus sinus petrosi inferioris*).

A *partes laterales* belső felszínén, mindjárt a pars basilaristól való eredésüknél egy-egy lapos dudor (*tuberculum jugulare*) emelkedik ki. Ez alatt a foramen magnum belső pereméből elég tág csatorna (*canalis hypoglossi*) ered, amelyen keresztül a XII. agyideg hagyja el a koponyaüreget. A tuberculum jugularétól oldalt a pars lateralis oldalsó szélénél mély bevágás látható (*incisura jugularis*), amely a pyramis hátsó élének átellenes, kevésbé feltűnő bevágásával együtt nagy nyílást (*foramen jugulare*) fog közre. A nyílást mindkét bemetszésen levő, de rendszerint szabálytalan beugrás (*processus intrajugularis*) jelzetten 8-as idomúvá teszi, medialis és kissé előrébb levő kisebb, s lateral felé és hátrább eső nagyobb részre osztva a foramen jugularét. Az előbbin a IX., a X. és a XI. agyideg, az utóbbin a koponya vénás vére hagyja el a koponyaüreget. Az incisura jugularis mögött a pars lateralistól medial felé domború ívű, mély és széles barázdarész (*sulcus sinus sigmoidei*) látható, mely a halántékcsontnál említett hasonló nevű barázda folytatása. A partes laterales külső koponyaalapi felszínén feltűnő képződmény a két *condylus occipitalis*. Előre gyengén konvergáló, cipőtalpához hasonló két domború felszín, amelyek együttesen harántul fekvő hossz tengelyű tojásidom részeinek felelnek meg. Oldaluk elülső részén nyílik a canalis hypoglossi, melynek lefutása tehát oldalfelé és előrefelé irányul.

A *squama occipitalis* a nyakszirtcsont legnagyobb, kagylóhéj alakú része. Külső domború felszíne közepén erős, élőben is kitapintható kiemelkedés látható (*protuberantia occipitalis externa*). Belső felszínét egy kereszt alakú, magasított barázda vagy részben csontléc rendszer négy gödörre választja szét. A két felső gödörbe a nagyagyféltekék nyakszirti lebenyei, a két alsóba a kisagyféltekék illeszkednek be. A kereszt alakú kiemelkedés középpontját a külső protuberantiának átellenes helyzetű *protuberantia occipitalis interna* képezi. Ettől a középvonalban felfelé húzódó sekély barázda a *sulcus sinus sagittalis superioris*, amely a két falcsont által közösen alkotott hasonló nevű barázda folytatása. A protuberantia occipitalis internától vízszintes síkban jobbra és balra futó két magasított barázda a *sulcus sinus transversi*. Ezek a nyakszirtcsont lateralis szélein túl a falcsont hátsó-alsó szögletére folytatódnak, ahol már *sulcus sinus sigmoidei* a nevük. A középvonalban lefelé haladó elég éles csontléc (*crista occipitalis interna*) az öreglik hátsó pereménél két ágra válik szét.

## Ékcsont (os sphenoidale)

Az **ékcsont** (*os sphenoidale*) repülő denevérré vagy rovarra emlékeztető csont, amely a koponyaalap központi részét képezi; innen ered a neve is (közbeékel). Nem csupán az agykoponya alkotásában vesz részt, hanem elülső felszínei és lefelé irányuló nyúlványai révén az arckoponyának is fontos alkotórésze.

Részei: a páratlan **test** (*corpus*) és a páros **kis szárnyak** (*ala minor*), **nagy szárnyak** (*ala major*) és **röpnýúlványok** (*processus pterygoideus*).

A *corpus ossis sphenoidalis* kocka alakú, elülső részében nagyobb üreget (*sinus sphenoidalis*) magában foglaló, többi részében szivacsos csontrészt. Alakjának megfelelően hat felszínét különböztetjük meg.

Elülső felszíne az orrüreg felső része felé tekint, s ennek felfelé és hátrafelé zárt szögletének (lásd csontos orrüreg) hátsó falát alkotja. Vékony csontlemezek képezik, amelyeket közepén függőleges lécs választ el a csontos orrsövényvel való összeilleszkedésre. A léctől kétoldalt a *sinus sphenoidalis* egy-egy változatos tágasságú nyílással (*apertura sinus sphenoidalis*) közlekedik az orrüreg fentebb említett szögletével. A *sinus sphenoidalis* rendszerint nem pont a középvonalban sagittalis sövény választja két részre.

Alsó felszíne vízszintes, és a csontos orrüregnek hátrafelé való - valóságban a garatba vezető - kijáratát (*choana*) felülről határolja. Oldalsó részétől száll le a két röpnívány, középehez az orrsövény alsó hátsó részét alkotó ekecsont (*vomer*) illeszkedik.

Hátsó felszíne jobbára a nyakszirtecsont pars basilarisával összeilleszkedő, ill. felnőttben összenőtt.

Oldalsó felszínei elülső alsó részéből indulnak el a nagy szárnyak, ezért rejtettek; hátsó részén mély, közel függőlegesen futó barázda (*sulcus caroticus*) a pyramis csúcsával zárja közre a carotis csatorna koponyaüregbe való belépését.

Felső felszíne a legbonyolultabb és orvogyakorlati szempontból rendkívül fontos. Elülső része a rostacsont lamina cribrosájával alkotott varrat mögött vízszintes felszínt képez, amely oldalfelé simán megy át a kis szárny felső felszínébe. Emögött harántbarázda halad (*sulcus chiasmatis*), amely fölött közvetlenül a látóidegek kereszteződése fekszik. A barázda hátsó szélét közepén lépcsőfokszerű kiugrás határolja, a *tuberculum sellae*. Ezzel kezdődik az ékecsont - illetve az egész koponyaalap - egyik legfontosabb része: a töröknyereg (*sella turcica*). Ez lényegében a *tuberculum sellae* mögött elhelyezkedő két oldalra nyílt gödör (*fossa hypophysialis*), amelyet hátulról a *dorsum sellae*, a clivusból ferdén felfelé nyúló csontlemez határol (4/15. ábra). A *dorsum sellae* két széle felfelé két kis gumóban (*processus clinoides posterior*) végződik, amelyek onnan nyerik a nevüket, hogy a kis szárny hátrafelé kiugró *processus clinoides anterior*jaival a sella mélyedését mint régi típusú agy négy oszlopa határolják.

Nem lehet eléggé kiemelni a koponya e részének fontosságát. A töröknyereg oldalnézeti kontúrvonalát minden orvosnak pontosan ismernie kell, és képesnek kell lennie emlékképének pontos visszaidézésére.

#### 4/15. ábra helye

*Ala minor*. Az ékecsont kis szárnya a test felső felszínéből eredő vékony kardszerű vízszintes csontlemez, amely elől varratban egyesül a homlokcsont orbitalis részének hátsó szélével. Hátrafelé szabad széle a koponyaalap elülső és középső gödrei közti határt képezi. Az ékecsont testéről eredő két gyökere a látóideg és a szemüreg artériája átlépésére szolgáló *canalis opticus* fogja közre. A kis szárny alsó felszíne és a nagy szárny felső széle között hosszú hasadék: a *fissura orbitalis superior* látható.

Az *ala major* a test oldalsó felszínén ered, és három felszínével, a koponya különböző tereinek alkotásában vesz részt.

Belső, a koponyaüreg felé tekintő homorú felszíne (*facies cerebralis*) a középső koponyaárok alkotásában vesz részt. A kis szárnnyal hosszú, keskeny, a szemüregbe vezető rést (*fissura orbitalis superior*) fog közre, amelyen a III., a IV. és az V. agyideg első ága, valamint a VI. agyideg és a szemüreg felső vénája halad át. Tövén a test mellett kerek átmeteszető csatorna (*foramen rotundum*) vezet előre, ezen az V. agyideg 2. ága lép ki a koponyaüregből. Ettől hátra- és lateral felé, már a nagy szárnynak a halántékcsontrészét és pars squamosája közé beszögellő hátsó kihegyesedő részén van egy nagyobb ovalis nyílás (*foramen ovale*) az V. agyideg 3. ága számára, s egy kisebb nyílás, a *foramen spinosum*, amelyen a keményagyhártya fő verőere (*a. meningea media*) lép be a koponyaüregbe.

Külső felszíne a koponya oldalsó falának alkotásában vesz részt, amely egyben a koponya

halántéki és halánték alatti gödre is. Egy előlről hátrafelé haladó csontos taréj (*crista infratemporalis*) ezt a felszínt megtöri, és egy felső, függőleges *facies temporalisra*, valamint egy alsó, vízszintes, lefele néző *facies infratemporalisra* osztja.

Előre- és kissé medial felé néző lapos rombusz alakú felszíne, a *facies orbitalis*, a szemüreg oldalfalának alkotásában vesz részt. A rombusz felső és alsó oldalát egy-egy rés, a felső és az alsó szemgödri hasadék (*fissura orbitalis superior et inferior*) határolja. Oldalsó határát a homlokcsonttal és a járomcsonttal alkotott varrat jelzi.

A nagy szárny tövének van egy kis előre-, a felső állcsont felé tekintő felszíne, a *facies maxillaris*, amelyen a foramen rotundum nyílik. Ez a felszín az arckoponya nevezetes kis üregét: a fossa pterygopalatinát határolja.

A *processus pterygoideus* a test és a nagy szárny találkozási területéről függőlegesen lefelé irányuló kettős csontlemez. A két röpnnyúlvány határolja két oldalról az orrüreg hátsó nyílását (*choana*). Két lemeze (*lamina medialis et lateralis processus pterygoidei*) elől összefüggve hátrafelé nyílt gödröt (*fossa pterygoidea*) fog közre.

A *lamina lateralis* szélesebb, de rövidebb, a *lamina medialis* keskenyebb, de hosszabb, és vége horogszerűen kifelé hajlik (*hamulus pterygoideus*).

A *lamina medialis* lemez hátsó széle a röpnnyúlvány töve felé karcsú csónakszerű vájulatra oszlik szét (*fossa scaphoidea*), melybe a fülkürt porcos része fekszik bele. A *processus pterygoideus* tövét hátulról előre vékony csatorna járja át (*canalis pterygoideus*), amely elől a nagy szárny maxillaris felszínén nyílik.

## Homlokcsont (os frontale)

A **homlokcsont** (*os frontale*) a nyakszirtcsontnak mintegy ellenpólusát képezi, annyi különbséggel, hogy kisebb részben vesz részt a koponyaalap elülső részének alkotásában. Jókora pikkelyrésze az agykoponya homloki oldalát foglalja el. Kifejezetten kagylóhéj alakú, az os occipitalénál erősebb homorulatú csont.

Részei: a pikkely (*squama frontalis*), a szemüregi rész (*pars orbitalis*), és az orrgyöki rész (*pars nasalis*). A szemüregi rész páros, a másik kettő egy, eredetileg a középvonalban haladó varratban még gyermekkorban egységes csonttá olvad össze; a varrat alsó része az orrgyök fölött még később is felismerhető, kivételesen az egész élet során megmarad.

*Squama frontalis*. Hátsó széle a falcsontok elülső szélével a *sutura coronalis* alkotja. Az ékcsont nagy szárnyát elérve a csont hátsó széle ferdén előre- és lefelé halad a nagy szárny felső szélével varratot képezve, majd a homlokcsontnak az arckoponya felé átmenő oldalsó pillérét képező *processus zygomaticus*ba folytatódik.

Elülső felszíne sima, egyénileg igen változó domborúságú, rajta a két szemüreg felett eredeti csontosodási pontjainak helyét két változatos fejlettségű, nőben és gyermekben kifejezettebb dudor (*tuber frontale*) jelzi. A szemüreg felső szélénél, ennek felső peremét alkotó *margo supraorbitalisszal* határos a *squama* a szemüregi résszel. A *margo supraorbitalis* medialis pillére az orrgyöki részbe, oldalsó pillére a már említett *processus zygomaticus*ba megy át. Közepétől kissé medial felé kb. 1 mm táv lyuk [*foramen supraorbitale* (lehet *incisura* is)] vezet ki a szemüregből. Ettől kb. 1 cm-nyire medial felé - már az orrgyöki rész közelében - a szemüreg peremén sekély bevágás [*incisura frontalis* (ritkán *foramen*)] jelzi a szemüregből a homlokra kifutó medialisabb ér- és idegcsoport kilépési helyét.

A *squama* belső felszínén a középvonalban változatos élességű csonttaraj (*crista frontalis*) halad, mely felfelé hamarosan magasított barázdára válik szét; ez a *sulcus sinus sagittalis superior* kezdete.

*Partes orbitales*. A koponyaalap felé erkélyszerűen beugró, felfelé domború, háromszög alakú, meglehetősen vékony csontlemezek, amelyek közt a közepén téglalap alakú bevágás (*incisura ethmoidalis*) fogadja be a rostacsontnak a koponyaalap alkotásában részt vevő szitalemezét. Hátrafelé a *pars orbitalis*ok az ékcsont kis szárnyával alkotnak varratot.

*Pars nasalis*. A két orrgyök felé összetérő felső szemüregperem közt pillérszerűen lefelé

kiugró zegzugos varratszélekkel végződő kiemelkedés. Ehhez illeszkednek alulról a középvonal két oldalán az orrcsontok (*os nasale*), majd az arckoponya medialis pillérét képező felső állcsonti homloknyúlványok. Az orrcsontok támasztékaul és a csontos orrsövény felső részének hozzáilleszkedésére szolgál egy változatos alakú, lefelé is kissé előreirányuló tövis: a *spina nasalis*.

A varratok mögött szabálytalan gödrök között egy elég tág nyílás tűnik fel kétoldalt az orrgyöki rész alsó felszínén, amely a homlokcsont pikkelyébe, szemüregi és orrgyöki részébe igen változatos mértékben betervedő homloköbölbe (*sinus frontalis*) vezet (4/15. ábra). Ez az üreg is az orrüreg nyálkahártyával bélelt légtartalmú melléküregeihez tartozik; közepén rendszerint aszimmetrikusan sagittalis sövényel teljesen szétválasztott. Említett nyílása a *pars nasalis* alsó felszínén még nem képezi egyúttal az öböl kijáratát. Ez a nyílás a rostacsont lefelé tölcésrszerűen szökülő járatába (*infundibulum ethmoidale*) megy át, és csak a rostacsonton nyílik az orrüregbe.

A homlokcsont alakja nemek szerint jellegzetesen változó. Nőben az erősebb tuber frontálék miatt a homlok síkja függőlegesebb állású, majd a tuber fölött élesebben megtörve megy át a koponyatetőbe.

Férfiban a tuber frontale gyengébb fejlettsége és főleg a felső szemhéjperem, illetve annak medialis része felett néha ereszként kiugró két *arcus superciliaris*nak nevezett csontkiemelkedés miatt a homlok kissé jobban hátradől, és enyhébb görbülettel megy át a fejtetőbe. A homlokcsont elülső reliefje fontos tényezője a férfias arcélnak, de az arcus superciliarisok túl erős fejlettsége primitív ősemberi vagy éppenséggel állatias kifejezést kölcsönöz az arcnak. Régebben a “bűnöző egyik típusát” vélték ebben felismerni, míg a magas, domború homlok a magasabb rendű szellem külső jelének számított. Ez természetesen romantikus, minden tudományos alapot nélkülöző képzet.

## Az arckoponya csontjai

### Rostacsont (*os ethmoidale*)

A **rostacsont** (*os ethmoidale*) a két szemüreg közét elfoglaló, egészében kocka alakú, nagyobbára papírvékony csontlemezekből felépített és légtartalmú üregeket magában foglaló páratlan csont. Az orrüreg felső részét alkotja, és oldalsó falaival a szemüreg medialis falának képzésében vesz részt. Szerkezete legjobban frontális metszetéből érthető meg (4/16. ábra).

#### 4/16. ábra helye

Gerincét két, keresztben álló - sagittalis és horizontális állású - csontlemez képezi. A sagittalis középsíkban elhelyezkedő függőleges lemeze (*lamina perpendicularis*) az orrsövény felső részét alkotja. E lemez a vízszintes helyzetű *lamina cribrosa*n túlterjedve tarajszerűen benyomul a koponyaüregbe (*crista galli*). A *lamina cribrosa* vagy rostalemez ez adja a csont nevét az *os frontale incisura ethmoidalis*át tölti ki, hátrafelé az ékcsont testével képez varratot. Mindkét oldalon két, eléggé szabálytalan sorban helyezkednek el likacsai, melyeken keresztül a szaglóiidegszálak lépnek be a koponyaüregbe. A rostalemez két oldalán “függnek” a rostacsont téglaidomú labirintusai (*labyrinthus ethmoidalis*). Ez légtartalmú, nyálkahártyával bélelt üregek egymással összefüggő rendszere, melyeket *cellulae ethmoidales* néven foglalnak össze; az orrüreg melléküregeihez tartoznak. A rostacsont-labyrinthus üregeit oldalfelé papírvékonyaságú csontlemez (*lamina orbitalis*) zárja le a szemüreg felé.

A labirintus medialis oldala egyúttal az orrüreg laterális falát képezi. A rostasejteket itt bezáró csontlemez ugyan jobbra egységes, de igen bonyolult domborzatú. E falról emelkedik el két kagylóhéjszerűen lefelé görbülő csontlemez: a felső és a középső orrkagyló (*concha nasalis superior et media*). A középső orrkagyló alatt egy nagyobb, félgömbszerűen elődomborodó rostasejtet *bulla ethmoidalis*nak nevezünk, ezt előlről ívszerűen körüljárja egy karcsú, nyelvyszerű csontnyúlvány, a *processus uncinatus*. A kettő között az orrüreg oldalfalának nevezetes rése, a *hiatus semilunaris* keletkezik. Jobban megérthetjük majd ezeket a viszonyokat az orrüreg leírása

nyomán.

A lamina orbitalis és az orrüreg felé tekintő csontlemez nem képes lezárni valamennyi rostasejtet; számos sejt szabadon nyílik azokon a felszíneken, amelyekhez más csontok illeszkednek. A rostasejtek lezárásához ezek a csontok járulnak hozzá, elsősorban az os frontale orbitalis és nasalis része, a könnycsont, az ékcsontrésze, a felső állcsont és a szájpadsont. Ezt jól megérthetjük az arckoponya frontalis metszetének sémás rajzából (4/16. ábra). A homlokcsontnál leírt sinus frontalis a rostacsont-labyrinthuson átvezető tölcésérző infundibulum ethmoidale útján vezet a hiatus semilunaris területére, ahol az orrüregbe nyílik.

## Felső állcsont (maxilla)

A **felső állcsont** (*maxilla*) igen szabálytalan, páros csont, amely az arckoponya elülső felszínének tekintélyes részét és a szemüreg alsó falát alkotja. A homloknyúlványával a szemüreg medialis csontkeretét és a csontos orrnyílás keretének kétharmadát képezi, fogmedernyúlványában a felső fogakat hordozza, vízszintes, lemezszerű nyúlványával a kemény szájpada jelentős részét alkotja.

Részei a tetraéder alakú **test** (*corpus maxillae*) és a nyúlványok: a **homloknyúlvány** (*processus frontalis*), a **járomnyúlvány** (*processus zygomaticus*), a **fogmedri nyúlvány** (*processus alveolaris*) és a **szájpadsnyúlvány** (*processus palatinus*).

*Corpus maxillae.* Az egész bonyolult alakú csont megértésének kulcsponjtja. A róla eredő nagy nyúlványok mögött a tetraéderidomú test felismerése (4/17. ábra). Ennek megfelelően négy egyenlő oldalú háromszöghöz hasonlító felszín határolja.

### 4/17. ábra helye

Az arc eleje felé tekintő *facies anterior* felső oldala a *margo infraorbitalis* egy részét alkotja, ennek laterális részére azonban a járomcsont hegyes nyúlványa húzódik rá. A felszín közepétől kissé felfelé a *foramen infraorbitaléval* nyílik a *canalis infraorbitalis*. Alatta már részben a fogmedri nyúlványra kiterjedő gödör a *fossa canina*.

Felső, közel vízszintes, de kissé oldalfelé lejtő felszíne a szemüreg fenekét alkotja (*facies orbitalis*). Ez medialisán a könnycsonttal, majd a rostacsont lamina orbitalisával képez sima varratot, hátsó csúcsához a szájpadsont szemüregi nyúlványa illeszkedik. Oldalsó szélének hátsó kétharmada az alsó szemüregi hasadékot határolja (*fissura orbitalis inferior*), előrébb a járomcsonttal képez varratot. Az alsó szemgödri hasadékból sagittális irányban széles vályú (*sulcus infraorbitalis*) húzódik előre, mely hamarosan csatornává (*canalis infraorbitalis*) záródik.

Hátsó felszíne (*facies infratemporalis*) az előbbi felszín oldalsó szélével a *fissura orbitalis inferior* alkotó élben találkozik. Medialis részéhez alul az ékcsontrésze *processus pterygoideus* szorosan odanőtt, feljebb a kettő közt felfelé szélesedő hasadék (*fissura pterygomaxillaris*) tátong. Ettől kissé oldalt, a hátsó felszínen dombszerű dudor látható: a *tuber maxillae*. Gyakorlati fontossága abban van, hogy alsó részén kezdődik egy-két likaccsal (*foramina alveolaria*) a hátsó felső fogazathoz vezető ideg-ér csatornák sora (*canales alveolares*). Hasonló ideg-ér csatornák erednek a *sulcus infraorbitalis*-ből a középső és a *canalis infraorbitalis*-ből az elülső fogak számára. E csatornák a test *infratemporalis* és elülső felszínét alkotó csontlemezben haladnak le a fogmedri nyúlványhoz.

Legkevésbé látható az orrüreg oldalfalának alkotásában részt vevő *facies nasalis*, már csak azért is, mert a felszín legnagyobb részét nagy nyílás, a *hiatus maxillaris* foglalja el, amely bevezet a testet csúcsai kivételével kitöltő felső állcsonti öbölbe (*sinus maxillaris*, Highmore-féle öböl). Ez az orrüreg legnagyobb mellékürege.

Sértetlen koponyán a valóságban az arckoponya egyéb csontjai egy kis felső nyílás kivételével csontosan elzárják a hiatus maxillaris. Teljesen kiszabadított, de egyébként sértetlen maxillán az orrüregi felszínből csak keskeny perem van meg. Elöl a felfelé irányuló homloknyúlvány mögött a felszínen mély függőleges barázdát látunk, amelyet a könnycsont és az alsó orrkagyló *canalis*

nasolacrimálisra egészít ki.

*Processus frontalis.* Karcsú, felfelé szálló pillér, amely felfelé a homlokcsonttal és előre felé az orrcsonttal képez varratot. Hátsó széléhez közel éles taraj (*crista lacrimalis anterior*) húzódik felfelé, amely az orbita medialis falán a könnyömlőt magába foglaló gödröt határolja előlről. A nyúlvány hátsó széle a könnycsonttal alkot sima varratot.

*Processus zygomaticus.* Nem annyira nyúlvány, mint inkább érdes, az alsó szemgödri szélbe áthajló felszín, amely a járomcsonttal képez varratot. Voltaképpen megfelel a tetraéder három oldalsó (a nasalis kivételével) felszíne által alkotott csúcshoz. E csúcsból lefelé az első zápfog irányába erős csontív húzódik a fogmedri nyúlványhoz; ez a felső fogsor legfőbb támasztópillére.

*Processus alveolaris.* Fél patkó alakú vízszintes ívet alkot, amely a másik oldali csont azonos nyúlványával a középvonalban varratot képezve létrehozza a felső fogmedri ívet (*arcus alveolaris*). Ennek mély, kúpszerű mélyedéseibe (*alveoli dentales*) vannak beékelve a fogak gyökerei. A szomszédos alveolusokat egymástól a *septa interalveolaria*, a többgyökerű fogak gyökereit egy alveoluson belül a *septa interradicularia* választják el egymástól. Főleg az első fogak gyökerei a maxilla külső felszínén is látható kiemelkedéseket (*juga alveolaria*) okoznak.

A fogmedri és a homloknyúlvány együttesen éles széllel határolják el a csontos orrnyílás (*apertura piriformis*) alsó szélesebb részét. A középvonalban a két fogmedri nyúlvány előre kiugró tövisben (*spina nasalis anterior*) találkozik az orrnyílás alatt.

*Processus palatinus.* Vékony, a fogmedri nyúlványból a medial felé kiemelkedő, ellipszis kvadráns alakú csontlemez, amely a szemben levő szájpadszéllel a *sutura palatina medianában*, a szájpadszél vízszintes részével pedig harántvarrattal (*sutura palatina transversa*) illeszkedik össze. A *sutura palatina medianában* a két szájpadszél az orrsövény felé kiemelkedő csontlécet (*crista nasalis*) alkotja.

## Járomcsont (os zygomaticum)

A **járomcsont** (*os zygomaticum*) az arc idoma alakításának, de egyben az arckoponya statikájának legjelentősebb tényezője. Ez viszi át és osztja szét a felső fogakra nehezedő nyomást az arckoponya (és a szemgödör) oldalsó pillérére és hátsó támasztó pillérére: az *arcus zygomaticusra*. Egyben a szemüregi nyílás (*aditus orbitae*) külső keretét alkotja. Oldalsó arci felszíne képezi az arc pofagumóját, amely egyénileg, de főleg népfajok szerint, változó formát kölcsönöz az arcnak. Felfelé nyúló *processus frontalis* az os frontale *processus zygomaticusával*, hátra irányuló *processus temporalis* a halántékcsontról *processus zygomaticusával* képez varratot; az utóbbi két *processus* a járomívet (*arcus zygomaticus*) alkotja.

Alsó felszíne medial felé ívelő és a szemüreg alsó keretét képező hegyes csúcsban végződő kiugrással a maxilla *processus zygomaticusához* rögzül.

Arci felszínén kívül szemüregi felszíne az orbita lateralis fala, hátsó, temporalis felszíne pedig a halántékarok (*fossa temporalis*) alkotásában vesz részt. A szemüregből kiindulva Y alakú finom ideg-ér csatornája apró nyílással az arci és a temporalis felszínen nyílik.

## Könnycsont (os lacrimale)

A **könnycsont** (*os lacrimale*) vékony<sup>23</sup>, körömhöz hasonló csontlemez, amely a maxilla homloknyúlványa mögött a szemüreg medialis falát alkotja. Első harmada függőleges fél barázdát (*sulcus lacrimalis*) képez, amelyet hátrafelé csontél (*crista lacrimalis posterior*) határol. Az utóbbi képlet hátulról fogja közre a maxilla homloknyúlványával alkotott *fossa sacci lacrimalist*, a könnyömlőt befogadó gödröt. Alsó széléről előugró horogszerű nyúlványa a maxilla teste nasalis felszínén levő barázdát egészíti ki felső részében a maxillánál már említett könnycsatornává (*canalis nasolacrimalis*). A csont medialis felszíne részt vesz néhány elülső rostasejt oldal felé való

23 A koponyakészítmények legtörékenyebb része; ezért ne fogjuk meg a koponyát a szemüregbe dugott két ujjunkkal!

lezárásában.

## Orrcsont (os nasale)

Az **orrcsont** (*os nasale*) páros, téglalap alakú csontocska, mely a csontos orrhát alkotásában vesz részt. Felül a homlokcsonttal, középen a másik oldali os nasaléval, oldal felé a maxilla homloknyúlványával képez varratot, lefelé a csontos orrnyílást (*apertura piriformis*) határolja. Belső oldalán az orrháton kifutó érzőideg okoz finom barázdát (*sulcus ethmoidalis*).

## Ekecsont (vomer)

Az **ekecsont** (*vomer*) sagittalis állású, ekevasra emlékeztető, rombusz alakú csont; a csontos orrsövény alsó és hátsó részét alkotja. Szárnyszerűen széttérő hátsó- felső széle (*ala vomeris*) az ékecsont teste alsó felszínének közepéhez támaszkodik. Ferdén előre és lefelé futó elülső széle a rostacsont lamina perpendicularisával képez sima varratot. Ezzel párhuzamos hátsó széle a csontos orrüreg hátsó nyílását osztja ketté. Alsó széle a szájpadszélvénnyel által alkotott crista nasalishez rögzül.

## Alsó orrkagyló (concha nasalis inferior)

Az **alsó orrkagyló** (*concha nasalis inferior*) önálló, tavikagyló héjához hasonló vékony csontlemez, amely felső részével a rostacsont középső kagylója alatt az orrüreg oldal falához rögzül, és azzal párhuzamosan futva, emelkedik be az orrüregbe.

Horogszerűen befelé forduló *processus maxillaris* a hiatus maxillaris alsó peremével képez varratot, egyben a felső állcsonti öböl nyílását erősen beszűkíti. *Processus lacrimalis* előrébb, a maxilla sulcus nasolacrimalis alsó részét egészíti ki canalis nasolacrimaliszá. Felfelé irányuló apró nyúlvánnyal (*processus ethmoidalis*) a rostacsont *processus uncinatus*ával létesít kapcsolatot.

## Szájpadcsont (os palatinum)

A **szájpadcsont** (*os palatinum*) nyomtatott nagy L betűhöz hasonló csont, amely sagittalis állású függőleges (*lamina perpendicularis*) és vízszintes (*lamina horizontalis*) lemezből áll.

A *lamina perpendicularis* a maxilla nasalis felszíne és az ékecsont *processus pterygoideus*ának medialis lemeze közti hézagot hidalja át és zárja le az orrüreg felé. Egyben azonban főleg alsó részében belülről ráfekszik a maxilla teste nasalis felszínének egy részére is, és ezzel hozzájárul a hiatus maxillaris csontos beszűkítéséhez. Belső felszínén levő két lécszerű kiemelkedéséhez rögzül feljebb a középső, lejjebb az alsó orrkagyló hátsó vége. Felfelé az ékecsont teste alatt egy bevágás (*incisura sphenopalatina*) két részre osztja ezt a lemezt. Az elülső rész az ékecsont teste elülső felszínével való érintkezésen kívül előrefelé is nyúlik, és a szemüreg feneke alkotásához járul hozzá. E része, a *processus orbitalis*, gyakran egy rostasejtet is segít itt elzárni. A hátsó nyúlvány (*processus sphenoidalis*) az ékecsont testének alsó felszínéhez rögzül, amely így az *incisura sphenopalatinát foramen sphenopalatinum* má egészíti ki.

A *lamina horizontalis* a maxilla szájpadszélvénye mögött hozzájárul a csontos szájpad hátsó részének alkotásához. A két lemez közti szöglet varrattal egyesül a maxilla medialis felszíne és fogmedri nyúlványa hátsó része közti területtel, hátrafelé nyúlva pedig a *processus pterygoideus* két széttérő lemeze közti rést tölti ki.

A szájpadcsont függőleges lemeze a maxilla testének hátsó tompa élével és a processus pterygoideus elülső felszínével együtt, egy függőleges leszálló csatornát (*canalis palatinus major*) fog közre.<sup>24</sup> E csatorna a kemény szájpadon a szájpadcsont horizontális lemeze és a fogmedri nyúlvány által közösen alkotott nyílással (*foramen palatinum majus*) nyílik.

A főcsatorna mellékágai (*canales palatini minores*) hátrafelé leválva, az os palatinum szájpadi felszínén hátrább nyílnak kisebb nyílásokkal (*foramina palatina minora*). Felfelé a *canalis palatinus major* a processus pterygoideus tövénél az ékcsont, a felső állcsont és az os palatinum által alkotott tágasabb üregbe (*fossa pterygopalatina*) megy át, melyről orvosgyakorlati jelentősége miatt külön szólnunk.

## Állkapocs (mandibula)

Az **állkapocs** (*mandibula*) vaskos, igen erős compact csontállománnyal borított abroncs alakú csont, amelyen elülső, parabolyszerűen lapjára hajlított **testet** (*corpus mandibulae*) és ennek mindkét végén kb. 125° szögű éirányban való megtöréssel felfelé szálló laposabb **ágot** (*ramus mandibulae*) különböztetünk meg. Eredetileg a mandibula páros csont, elől a középvonalban futó varrattal, mely a legtöbb emlősben megmarad. Emberben még a csecsemőkorban teljesen összenő a két fél.

A **test** alsó, vaskosabb részét *basis mandibulae*-nak, felső, keskenyebb részét *pars alveolaris*-nak nevezzük. A *pars alveolaris* széle, a *limbus alveolaris* hordozza a fogmedreket (*alveoli dentales*), amelyeket a felső állcsont fogmedri nyúlványához hasonlóan *septa interalveolaria* választanak el egymástól. A zápfogak két gyökerének medrét *septa interradicularia* választják el.

Az állcsúcscsot háromszögletű, lefelé tekintő alapú kiemelkedés (*protuberantia mentalis*) alkotja. Ettől kétoldalt a két kisőrlő fog gyökerének jugum alveolaréja közt eléggé tág nyílást találunk (*foramen mentale*); itt nyílik a mandibula ér-ideg csatornája (*canalis mandibulae*).

Az állcsúcscs belső oldalán az itt eredő nyelv és nyelvcsont feletti izmok eredésére szolgáló tövisszerű kiemelkedések (*spina mentalis*) találhatók. Ettől oldalt a nyelv alatti mirigy idéz elő sekély benyomatot, illetve alatta az állcsúcscs alsó széléhez közel a musculus digastricus mandibulae elülső hasának eredése vált ki érdekességet. A kettő közötti területtől a test belső felszínén elég kifejezett, lécszerűen kiemelkedő érdes vonal (*linea mylohyoidea*) húzódik hátra- és felfelé. Ez a vonal a hasonnevő izom - a szájfenék legfőbb zárólemeze - eredésére szolgál.

A mandibula teste és ága közti szögletet *angulus mandibulae*-nak nevezzük. Mind külső, mind belső oldalán egy-egy rágóizom eredése által okozott érdekességet látunk: a külső a *tuberositas masseterica*, a belső a *tuberositas pterygoidea*. A két ramus mandibulae a testnél jóval laposabb, síkjaik előre felé konvergálnak. A ramus felfelé két nyúlványba: a hátsó ízületi nyúlványba (*processus condylaris*) és az elülső éles *processus coronoideus*-ba megy át. A kettőt mély bevágás, az *incisura mandibulae* választja el. A processus condylaris a ramus felszínére merőleges hossz tengelyű henger- és tojásidom közti átmenetnek megfelelő ízfelszínnel borított *caput mandibulae*-ban ér véget. A fej alatt a nyúlvány összeszűkül (*collum mandibulae*), elülső felszán izom tapadására szolgáló bemélyedés található (*fovea pterygoidea*). A ramus belső felszínének közép magasságában, a hátsó széléhez valamivel közelebb elég tág nyílással (*foramen mandibulae*) indul el a mandibula már említett ér-ideg csatornája (*canalis mandibulae*). Ezt előlről egy, a nyílás alsó-elülső pereméről felfelé húzódó, nyelvhez hasonló csontlemez védi (*lingula mandibulae*). A foramen mandibulae alsó pereméből lefelé és előre sekély, de eléggé feltűnő barázda (*sulcus mylohyoideus*) húzódik a hasonnevő ideg befogadására.

---

<sup>24</sup> Voltaképpen itt mindhárom csonton van egy barázdarészlet, de csak az os palatinum függőleges lemezének külső oldalán elég mély ahhoz, hogy külön nevet (*sulcus palatinus major*) érdemeljen.



## Nyelvcson (os hyoideum)

A **nyelvcson** (*os hyoideum*) a mandibula alakjára kissé emlékeztető csontocska, mely a nyak elülső kontúrvonalán a vízszintes szájfenei és a függőleges, de az ádámcsutka kiemelkedése folytán kissé előrefelé haladó vonal közti határra esik. Az ádámcsutka felett végig jól kitapintható.

Középső, csak gyengén előredomborodó téglalap alakú testet (*corpus*) és ennek kétoldali folytatásába eső, hátragöbülő nagy szarvakat (*cornu majus*) különböztetünk meg. Felnőttben csontos, de a testtel synchondrosisban egyesül, csak öregkorban csontosodik vele össze. A test és a nagy szarv határáról felfelé és kissé hátrafelé irányul a kis szarv (*cornu minus*), mely általában porcos, csak előrehaladottabb korban tartalmaz csontszövetet.

Ne mulasszuk el előbb saját magunkon, majd más személyen begyakorolni a nyelvcsont kitapintását. A nyakon a legfontosabb tájékozódási elem. Váratlan szituációban (sürgős műtétek, elsősegélynyújtás stb.) élet és halál kérdése lehet az orvos biztos tájékozódása ezen a területen.

## A koponya egészben

A koponyacsontok egyenként való leírása csupán azt a célt szolgálja, hogy a koponyát egészében, illetve annak orvosi gyakorlati szempontból fontos üregeit és tereit megértsük. Ezt a fontos ismeretanyagot az alábbi fejezetben foglaljuk össze.

## Koponyatető (calvaria)

Határa a koponyaalappal csak mesterségesen vonható meg a felső szemgödri szél felett 1-2 mm-rel kezdődő és a protuberantia occipitalis externáig körben futó vonallal. Alkotásában a falcsontok és a homlokcsont squamája majdnem egészen, a nyakszirtcsont pikkelyének felső része és kétoldalt a halántékcsontról pikkelyének kis felső szakasza vesz részt. Félbevágott tojás-héjhoz hasonló azzal a különbséggel, hogy elülső (homlok) része nem olyan hegyes.

Külső felszíne sima, rajta elöl a két tuber frontale és oldalt a két tuber parietale jelzi a homlokcsont két és a falcsontok egy-egy csontosodási pontjának a helyét (lásd a koponya fejlődése). Erősen fogazott varratai a koponyatetőt igen szilárd, főleg összenyomásnak ellenálló szerkezetté teszik. Közepén a falcsontok közötti nyílvarrat (*sutura sagittalis*), a falcsontok és a homlokcsont közötti koronavarrat (*sutura coronalis*), hátul pedig a squama occipitalist közrefogó, a nyílvarrattal együtt fordított Y alakú lambdavarrat (*sutura lambdoidea*) húzódik; mind erősen fogazott. A falcsont alsó határán a sutura squamosa valódi pikkelyvarrat, amelyben a halántékcsontról széles peremmel felfekszik a falcsont kisebb sugarú alsó peremére, így ez is kellő mechanikai védelmet nyújt.

A varratok korai (a növekedés teljes lezárulása előtti) elcsontosodásának az a következménye, hogy a koponya az elcsontosodott varratra merőleges irányban nem tud növekedni (*Virchow*-féle szabály). Legközönségesebb a sutura sagittalis korai elcsontosodása esetén fellépő csónakfejőség (*scaphocephalia*), mert a koponya csak a sutura coronalisnak és lambdoideának megfelelően tud nőni. A sutura coronalis korai elcsontosodása nyomán a növekedés a koponyaalap körül futó (a sphenoidaléval, temporaléval és a nyakszirtcsonttal alkotott) varratokban csak felfelé irányulhat; az így létrejött koponyaalak a toronyfejőség (*turriccephalia*).

Belső felszínén a középvonalban a homlokcsonton magasztva és keskenyen kezdődő és a protuberantia occipitalis internára felfutó, itt már jóval szélesebb barázda: a *sulcus sinus sagittalis superioris* fut a hasonló nevű koponyaűri vénás öböl befogadására. Ezt főleg a falcsonti területen kétoldalt a már említett szabálytalan gödrök (*foveolae granulares*) kísérik, amelyeket az agyhártyának az agygerincvelői folyadék levezetésében fontos képződményei vájnak ki maguknak.

A falcsont és részben a homlokcsont területén faágszerűen elágazó rajzolatot (*sulci arteriosi*) okoznak a keményagyhártyát ellátó verőerek elágazódásai. A legfontosabb barázda - a nagy középső agyhártyaverőér (*a. meningea media*) számára - az os sphenoidale nagy szárnya hátsó csücskén

kezdődik a foramen spinosummal, részben a squama temporalison, részben ismét az ékcsontról nagy szárnyán halad, majd elágazódva felér a falsontra és a homlokcsont pikkelyére. Orvosgyakorlati szempontból (lásd később) a koponyatető legfontosabb képződménye.

A koponyatető csontjai egységes belső felépítésűek. Kívül-belül egy-egy compact csontállományból álló lemezből (*lamina externa* és *interna*) és a köztük levő szivacsos csontállományból (*diploe*) épülnek fel. Az utóbbiban vörös csontvelő foglal helyet, benne haladó nagyobb vénák csatornákat (*canales diploici*) képeznek.

A koponyatető eme szerkezetéből érthető, hogy külső erőhatások következtében a csont rugalmassága folytán bizonyos torzulás (befelé való horpadás) a csont törése vagy repedése nélkül is bekövetkezhet, de rendszerint csak az erőhatás idejére. Az erőhatás jellege és körülményei, valamint a csont egyénileg is változó minősége szerint (lásd az igazságügyi orvostanban és a traumatológiában) igen változatos formában következhetnek be törések, amelyek a gömbhéjszerű konstrukció folytán leggyakrabban csupán repedések. Sajnos, a sulci arteriosiba bemélyedt verőerek ilyen repedések során elszakadhatnak. Sőt a koponyát kívülről érő erőművi hatás, ha csak pillanatnyilag is, befelé horpasztja a csontot, és a csont külső lemeze meg sem kell hogy sérüljön, de a lamina interna megrepedhet, és elszakíthatja valamelyik artériás ágat. Az így keletkezett vérömleny (*epiduralis haematoma*) az agy összenyomása miatt életveszélyes állapothoz vezet. Csak a kórfolyamat idejében történő felismerése és a vérző artéria lekötése mentheti meg a sérült életét.

## Koponyaalap (basis cranii)

A koponyaalap fogalma a koponyaüreg felszíne felől nézve egyértelmű (*basis cranii interna*), azaz az egész koponya területét elfoglaló egységes kivájt felszín. Alsó felszínén (*basis cranii externa*) a helyzetet bonyolítja, hogy az agykoponya elülső részéhez hozzánőtt arckoponya elfedi az agykoponya basisanak külső felét. Itt a koponyaalap a szemüreg és az orrüreg tetejét alkotja, és csak a processus pterygoideusok tövétől hátrafelé válik szabadon áttekinthetővé. Minthogy a szemüreg és az orrüreg leírásában külön foglalkozunk a két üreg tetejével, a basis cranii externa leírását csak a processus pterygoideusok vonalától hátrafelé adjuk meg.

**Koponyaalap belső felszíne (*basis cranii interna*).** A koponyaalap belső felszínét előlről hátrafelé lépcsőzetesen süllyedő három koponyagödör: elülső (*fossa cranii anterior*), középső (*fossa cranii media*) és hátsó (*fossa cranii posterior*) képezi.

Az **elülső koponyaárok** (*fossa cranii anterior*) az agyvelő homloklebenyeit és bulbus olfactoriusait foglalja magába; a homlokcsont squamájának belső felszínétől az ékcsontról ala minorainak hátsó éléig, és középen a sulcus chiasmatisig tart. Oldalsó részei a szemgödörök tetejének domborúsága miatt bedomborodnak a koponyaüreg felé. A középvonalban, a crista gallival elválasztott mély nyílirányú árokká süpped be a koponya alapja, melynek fenekén a rostacsont likacsos rostalemeze (*lamina cribrosa*) látható. E likacsokon a szaglóideg szálai (*fila olfactoria*) lépnek be az orrüreg felső részéből a koponyaüregben a rostalemez felett elhelyezkedő bulbus olfactoriusba. A rostalemezen ezenkívül a szemüregből idegek és erek lépnek át (*n.* és *a. ethmoidalis anterior*), amelyek az agyhártya elülső részét és főleg az orrüreg felső részét látják el.

A rostalemezt középen elválasztja a sagittalis állású és a koponyaüregbe változatos módon beugró crista galli. Előtte kis vak mélyedést látunk, amelynek nincs jelentősége.

Az elülső koponyagödör hátsó határa - az ékcsontról kis szárnya - a középvonal felé ívszerűen hátrafelé halad, majd a középvonaltól mintegy 1,5 cm távolságnyira a hátrafelé kiszögellő processus clinoides anterior képezi. Innen a határ élesen előrefut, és a canalis opticus koponyaüregi nyílásnak felső peremét alkotja. A szem látóidegét (*n. opticus*) és verőerét (*a. ophthalmica*) magába záró csatorna, mely a szemüregbe vezet, voltaképpen inkább a középső koponyagödörhöz tartozik, de túl részletes leírás elkerülésére érdekében célszerűbb az elülső és a középső gödör határaként felfogni. A csatornát a kis szárnyaknak az ékcsontról testén eredő két gyökere fogja közre és a kétoldali csatorna koponyaüregi nyílásait a gyengén hátrafelé domborodó lefutású sulcus chiasmatis

köti össze. Nevével ellentétben a szemidegek kereszteződése (*chiasma opticum*) nem fekszik bele a csont vályújába, hanem középen kb. 1 mm-rel feljebb található. Oldalfelé azonban a szétterő szemidegek fokozatosan belefekszenek a vályúba, és az említett verőérrel együtt elég szorosan kitöltik a *canalis opticus*-t.

A **középső koponyaárok** (*fossa cranii media*) az agyvelő két halántéki lebenyét magába fogadó, két különálló gödörből áll, amelyeket mintegy hídszerűen a csontos koponyaalap közepén elhelyezkedő mélyedés, a töröknyereg *fossa hypophysialis* köt össze. A valóságban ilyen összeköttetés azonban nincsen, mert a *processus clinoideus anterior* és *posterior* közt mindkét oldalon kifeszülő keményagyhártya-kettőzet a középső koponyagödört két félre osztja, és középen az agyfüggelékmirigy befogadására szolgáló külön kisebb zárt üreget hoz létre. Gyakorlati fontosságuk miatt is a két oldalsó és a középső gödör alakját külön kell ismertetnünk. A tulajdonképpeni középső koponyagödör elülső határát az ékcsont kis szárnyának hátsó széle, hátsó határát a halántékcsontról pyramisának beugró éle képezi. Közvetlenül a kis szárny és az ékcsont nagy szárnya közt hatalmas felkiáltójelre emlékeztető rés, a *fissura orbitalis superior* tátong. Mint nevéből kitűnik, ez a szemüregbe (*orbita*) vezet. Az ékcsont testével határos a felkiáltójel pontja, "csóvája" oldalfelé és felfelé irányul. E résen halad át a szemizmok három mozgatóidege (*n. oculomotorius* [III.], *n. trochlearis* [IV.] és *n. abducens* [VI.]) a szem, valamint felső és medialis környezetének érzőidege (*n. ophthalmicus*; V/1) és a szemüreg felső vénája (*v. ophthalmica superior*). Közvetlenül a szemüregi rés medialis része mögött az ékcsont nagy szárnya tövét hátulról előrefutó irányban egy kb. 3 mm átmérőjű nyílás (*foramen rotundum*) - helyesebben inkább rövid csatorna - fúrja át. Ezen az orrüreg, a felső állcsont és fogak, felső ajak, alsó szemhéj és orrszárnycsont terület fő érzőidege: a *n. maxillaris* (V/2) halad át. E nyílás az arckoponya később tárgyalandó fontos részes üregébe, a *fossa pterygopalatina*-ba vezet. Emögött, de kissé lateral felé jóval nagyobb ovális nyílás látható: a *foramen ovale*. Ez közvetlenül a koponyaalap külső felszínére vezet, és a *n. trigeminus* harmadik ágát (V/3, *n. mandibularis*; a rágóizmok mozgató- és az alsó állcsont, alsó fogak, alsó ajkak, nyelv stb. érzőidege) tartalmazza. Emögött és ismét kissé lateralisabban, már az ékcsont nagy szárnyának hátrafelé kiszögellő csúcsán (*spina ossis sphenoidalis*) egy kb. 1 mm tágasságú nyílás, a *foramen spinosum* szolgál a keményagyhártya fő (középső) verőérének belépésére (*a. meningea media*). A nyílástól oldalfelé és részben előrehaladó barázda a halántékcsontról *squamája*, és az ékcsont nagy szárnya belső felszíne érintésével éri el elágazódva a koponyatető sulci arteriosi rendszerét. A halántékpikkely és az ékcsont nagy szárnya által alkotott vékony koponyafal az a terület, ahol ez a verőér a legkönnyebben sérül. A *foramen ovale* és *spinosum* tájéka a középső koponyagödör legmélyebb pontja, innen hátrafelé ismét emelkedik a feneke. Az ékcsont nagy szárnya és a halántékcsontról pyramisának elülső széle közt szabálytalan, szaggatott rés tátong, amely a pyramis csúcsa és az ékcsont teste közt legtágabb. Ezt a szabálytalan nyílást *foramen lacerum*-nak nevezik; szűkebb, részes része a *fissura sphenopetrosa*. Mindkettőt rostos porc tölti ki, úgyhogy nem macerált koponyán itt a valóságban két rendkívül finom idegcsatorna kivételével nincsen nyílás. A két csatornán a *n. petrosus major* (VII. agyideg ága) és a *n. petrosus minor* (IX. agyideg ága) lép ki a koponyából. A pyramis felső felszínének leírásánál említettük, hogy két hasonló vályú a pyramis elülső szélénél véget ér, azaz lebukik a *fissura sphenopetrosa*-ba. Az ékcsont teste és a pyramis csúcsa tág, kerek nyílást, a *canalis caroticus* belső nyílását fogja közre. Ez csak macerált koponyán látszik kivezetni közvetlenül a koponyaalapra, a valóságban a csatorna mindjárt elfordul a pyramis tengelye irányában, mint ahogy ezt a halántékcsontnál már leírtuk. A csonton tátongó nyílásnak a csatorna környékétől lefelé eső részét a rostos porc tökéletesen kitölti, tehát a koponyaüreg itt a valóságban teljesen zárt. A pyramisnak e részletektől hátraeső elülső felszínén medialisra a *n. trigeminus* (V. agyideg) érző dúca által okozott benyomat (*impressio trigemini*) és az említett két idegcsatorna nyílása (*hiatus canalis nervi petrosi majoris* et *minoris*) érdemel említést. A középső koponyagödör határát alkotó, hegyesszögben beugró pyramisén helyenként jól látható barázda, a *sulcus sinus petrosi superioris* vonul végig. Külön kell foglalkoznunk a középső koponyagödör középső részének, a töröknyeregnek (*sella turcica*) kontúrvonalával. Ezt a koponyaalap tanulmányozása mellett legjobban a koponyaalap oldalirányú röntgenfelvételén (4/15. ábra) láthatjuk. Orvosgyakorlati jelentősége miatt nem lehet eléggé jól bevésni emlékezetünkbe ezt a kontúrvonalat, amely az ékcsont testének a kis szárnyak közé eső vízszintes felületéről indul, majd a

sulcus chiasmatis okoz rajta lefelé irányuló bevágást. A következő lépcsőfokszerű kiemelkedés a tuberculum sellae, majd innen indul el a fossa hypophysialis mély vajúlata, melynek fenekéről a csont ismét felemelkedik a dorsum sellaebe - ez a nyereg kápáját képezi -, és végül hátrafelé a clivus ferde síkjába fordul át. Főleg az erősen hátranyúló processus clinoides anterior és részben a posteriorok is kissé belevetülnek ebbe a kontúrvonalba, de a csont alakjának ismételt tanulmányozása és a röntgensugarak haladási irányának figyelembevételével ezek a vetülések könnyen érthetővé válnak.

Az anatómia gyakorlati értéke az orvos számára voltaképpen ott kezdődik, ahol egyes szervek vagy részletek különböző vetületeit érti. Nem csupán a röntgenvizsgálatban, de sok egyéb vizsgálatnál és beavatkozásnál is az orvosnak elsősorban azt kell tudnia elképzelni, hogy a mélyen fekvő részek hogyan vetülnek a felszínre.

A **hátsó koponyaárok** (*fossa cranii posterior*) gömbcikkely alakú egységes tér, amelyet előlről a pyramisok derékszögnél valamivel tompább szögben egymás felé konvergáló hátsó felszínei határolnak. Ezek a felszínek a középvonalban a clivus enyhén kivájt ferde felszínében találkoznak. A határvonal a középső és a hátsó koponyagödör között a dorsum sellae felső élén, majd oldalsó szélein át a pyramis felső élére vezet, végül elérve a koponya oldalfalát, itt hátrafordul az os occipitale sulcus sinus transversijébe, és végül a két határvonal összetalálkozik a protuberantia occipitalis internában. Mint majd a keményagyhártya leírásából meglátjuk, ezt a térséget a kisagysátor (*tentorium cerebelli*) nagyrészt ténylegesen elrekeszti a koponya belső terének többi részétől. A hátsó koponyagödör legnagyobb és egyben legfontosabb nyílása a foramen magnum, amelyen keresztül, mint az os occipitale leírásánál említettük, a nyúltvelő összefügg a gerincvelővel, alulról belép a koponyaüregbe a két *arteria vertebralis* és a XI. agyideg (*n. accessorius*) gerincvelői gyökere. A koponyaüreg belső vénás rendszere is kisebb fonatok útján közlekedik itt a gerinccsatorna vénás fonatával. A foramen magnum elülső keretéből oldalra és előreirányul a két canalis hypoglossi a hasonló XII. agyideg kilépésére. Ettől oldalt a nyakszirtecsont partes lateralisai és a pyramisok hátsó ele egy-egy mély, egymással szemben fekvő bevágása (*incisura jugularis*) létrehozza a koponyaüreg második legnagyobb nyílását: a foramen jugularét (4/13. ábra). Mindkét csont bevágásán, bár rendszerint szabálytalanul, egy-egy kis tövis (*processus intrajugularis*) van, amely megszakítja a bevágást, és azt 8-as idomúvá teszi. A tökéletlenül elválasztott nyílás medial felé és előreeső kisebb részén a IX., a X. és a XI. agyideg (*n. glossopharyngeus, vagus et accessorius*), míg a lateralis-hátsó nagyobb nyíláson a koponyaüreg vénás vérének nagy része lép ki a koponyaüregből. Oldalfelé a nyílásból jól követhetjük a sulcus sinus sigmoidei S alakú lefutását; előbb egy kis szakaszon a nyakszirtecsont oldalsó részén, majd a halántékcsontról csecsnyúlványi része belső felszínén, végül a falcsont hátsó alsó szögletének belső felszínén, ahol a sulcus sinus transversiba fordul át medial felé. Említésre méltó, hogy a sulcus sinus sigmoidei kezdeti szakasza környékén és közvetlenül a vége előtt a nyakszirtecsonton, sok koponyán eléggé változatos helyen egy-egy mellékjárat vezet ki a koponya külső felszínére. Az előbbi a csecsnyúlvány mögött nyílik, benne találjuk a *v. emissaria-mastoideat*, az utóbbi a condyli occipitales mögötti gödörbe nyílik, benne a *v. emissaria condylaris* fut. (Ezek voltaképpen "biztosító szelepek", amelyeken keresztül a vénás vér a foramen jugulare vagy az onnan kezdődő fő nyaki véna elzáródásakor "egérutat" nyerhet. Ezért is oly változatosak ezek a nyílások, olykor teljesen hiányozhatnak, máskor szinte helyettesítik a foramen jugularét.)

Érdekes a koponyaalap külső-belső megtekintésével gondolatban követni a sinus sigmoideusban lefelé haladó vér útját. Könnyő megérteni, hogy a gyors áramlás bonyolult és egyénileg változó örvényléseket hoz létre, ami a pyramis alsó felszínén oly változatos alakban kivájjá a fossa jugularist, ahonnan azután a vért elvezető *vena jugularis interna* kezdődik.

Az általános csonttanban említettük, hogy a csont igen gyenge, de állandó mechanikai hatásnak enged, így nem kell csodálkoznunk azon, hogy a vénás öböl kötőszövetes falán keresztül érvényesülő folyadéksodrás és -örvénylés az olvadó hó vagy nyári zápor által okozott alakító munkához hasonlóan végez a csontban.

A pyramis csúcsi része és a pars basilaris ossis occipitalis nem rendes varrattal, hanem egy synchondrosis petrooccipitalisszal függnék össze a csúcstól a foramen jugularéig. Érdekes, hogy a hallószervet tartalmazó pyramis csúcsi része nem csontosan függ össze a koponyával, hanem synchondrosisok útján.

Emberben csak alapjához közeli része forr egybe csontosan más koponyacsontokkal, sok állatban még itt sem. Feltehetőleg ez csökkenti a hang csontos vezetését a fogazat felől. A *synchondrosis petrooccipitalis* mentén húzódik a *sulcus sinus petrosi inferioris*. A pyramis felső éle mentén haladó felső sinussal együtt e barázdában fekvő vénás öböl a töröknyereg környékén meggyűlő vénás vért a sinus sigmoideushoz szállítja. A pyramis hátsó felszínén látható a halántékcsontnál leírt porus acusticus internus és az apertura aquaeductus vestibuli.

**A koponyaalap külső felszíne** (*basis cranii externa*). Nehezebben áttekinthető, mint a belső felszín. A processus pterygoideus tövénél a medialis lemez szétválva képezi az orsó alakú *fossa scaphoideát*. Megközelítően ennek folytatásába esik egy, az ékcsonat nagy szárnyának hátsó szélé mentén haladó vályú, a *sulcus tubae auditivae*, melybe a fülkürt porcos része fekszik bele. Ha a koponyát úgy tartjuk ferdén a kezünkben, hogy az egyik oldali fossa scaphoidea alsó vége felől végigtekintünk ezen és a sulcuson, akkor épp belátunk a pyramis elülső élén nyíló canalis musculotubariusba. E vonal mutatja egyben a fülkürt útját, amely a processus pterygoideus medialis lemeze mögött nyílik a garat felső részébe (lásd a garatnál és a hallószervnél). A processus pterygoideus medialis lemezének felső vége felett, már voltaképpen a foramen lacerum területéről egy vékony csatorna veszi kezdetét, ez a canalis pterygoideus, amely vízszintesen átfúrja a röpnnyúlvány tövét, és a fossa pterygopalatinába vezet. A röpnnyúlvány lateralis lemeze irányában hátra- és lateral felé látható a foramen ovale, majd a foramen spinosum.

A röpnnyúlványnak a töve mögött húzódik ferdén a foramen lacerum, amelyet nem áztatott koponyán itt alulról tökéletesen kitölt a *synchondrosis sphenopetrosa* porca. A foramen spinosumtól lateral felé látható a halántékcsonat pikkelyrészéhez tartozó tuberculum articulare. Erre a mögötte levő fossa mandibularisról ráhúzódik az állkapocsízület porcfelszíne. A tuberculum articularéból ered oldal felé egyik gyökerével a járomnyúlvány, a processus zygomaticus.

A fossa mandibularis hátsó pereme és a pars tympanica csaknem függőleges elülső felszíne között keskeny csontél tűnik fel; ez a pars petrosának a halántékcsontnál leírt és metszetben sémásan ábrázolt nyúlványa, mely benyomult a pars squamosa és tympanica közé (4/14. ábra). A csontél előtti *fissura petrosquamosa* nem bír jelentőséggel, annál fontosabb a mögötte levő és a dobüregbe vezető rés a *fissura petrotympanica* (Glaseri), amelyen a *chorda tympani* (*n. facialis* ága) lép elő. A halántékcsonat pyramisának alsó felszínét már részletesen leírtuk; itt csupán felsoroljuk a fontosabb részleteket. A processus mastoideus és a processus styloideus közt látható a foramen stylomastoideum, a facialis csatorna (*canalis facialis*) külső nyílása. A processus styloideustól medial felé látható a canalis caroticus külső nyílása, köztük és mögöttük a fossa jugularis. A fossa jugularis és a carotiscsatorna közt medial felé a foramen jugulare medialis elülső része előtt látható a fossula petrosa, melybe a IX. agyideg (*n. glossopharyngeus*) alsó érződuca fekszik bele, és amelyből tőszúrásnyi nyílással indul a halántékcsontnál leírt canaliculus tympanicus. A pyramis hátsó éle és a nyakszirtecsont pars lateralis közt keletkező foramen jugulare médialisan a condylus occipitalis oldalsó felszínének elülső részén nyílik a canalis hypoglossi.

A koponyába belépő, illetve onnan kilépő nagy erek és idegek egymáshoz való viszonyának megértése szempontjából fontos jól emlékezetbe vésni a foramen jugulare és a carotiscsatorna pontos helyzetét. A sinus sigmoideus vérét magába fogadó nyaki fő vena (*v. jugularis interna*) a foramen jugulare hátsó és a fossa jugularis elülső peremén ered, de kihagyja a foramen jugulare nyolcasának elülső medialis hurkát. Közvetlenül a koponyaalagnál a vena jugularis interna előtt kissé medialisan van a IX., a X., a XI. agyideg, tőle medialisan a XII. Lateralisan 5-6 milliméternyire a VII. agyideg lép ki a koponyából, továbbá közvetlenül a foramen jugulare előtt a belső fejverőér, az *a. carotis interna* belép a koponyába. A foramen magnum elülső pereme és a processus pterygoideusok töve közötti, illetve oldalt a fissura sphenopetrosák által közrefogott sima csontfelszínen (a pars basilaris ossis occipitalis alkotja) csupán a tuberculum pharyngeum okoz kis

kiemelkedést. Közvetlenül előtte vonul el harántul a garat hátsó falának eredési vonala (lásd garat). A foramen magnum mögötti nyakszirtecsonti squama rész gyakorlatilag vízszintes, csak egy harántléc után domborodik felfelé.

## Szemüreg (orbita)

A **szemüreg** (*orbita*) arckoponya páros, lekerekített élű, négyoldalú piramis alakú ürege, mely a látószervet és a látóideget, valamint a segédkészülékeket, elsősorban a szemizmokat fogadja magába. A négyoldalú piramis tengelye a canalis nervi optival kezdődik, s előre- és gyengén oldal felé haladva a szemüreg elülső nyílása (*aditus orbitae*) közepén lép ki a szemüregből.

Az orbiták tengelyei a sagittalis síktól kb. 20-25°-nyira oldal felé térnek, medialis falaik közel párhuzamosak, oldalsó falaik erősen széttérnek.

**Felső fala** erősen boltozott, a homlokcsont partes orbitalesei és hátul az ékcsontról kis szárnya alkotják. A felső fal hátsó oldalsó határát a fissura orbitalis superior képezi.

**Medialis falát** hátulról előre kis darabon az ékcsontról teste, a rostacsont lamina orbitalisa, előrébb a könnycsont és legelő a maxilla processus frontalis alkotja. A lamina orbitalis és a homlokcsont közti varratban két nyílás (*foramina ethmoidalia*) szolgál ideg-ér csatornák nyílásául. Elöl a könnycsont crista lacrimalis posteriorja és a maxilla homloknyúlványának crista lacrimalis anteriorja mély árkot (*fossa sacci lacrimalis*) fog közre, amely lefelé folytatódik a *canalis nasolacrimalis*-ba.

**Alsó falát** nagyjából a maxilla teste képezi, amelyhez hátul az ékcsontról testével alkotott szögletben az os palatinum nyúlványa is hozzájárul. Az alsó felszínt az oldalsótól hátul az alsó szemgödri hasadék (*fissura orbitalis inferior*) választja el. Ez hátul hegyesszögben összetalálkozik ugyan a *fissura orbitalis superior*-ral, de maga nem vezet be a koponyaüregbe, hanem hátul a fossa pterygopalatinába és előrébb a halánték alatti árokba (*fossa infratemporalis*). Az alsó felszínen nagyjából sagittalis irányban a fissura orbitalis inferior-tól induló vályú (*sulcus infraorbitalis*) húzódik előre, mely azután canalis infraorbitalisszá zárul, és a foramen infraorbitaléval nyílik a maxilla arci felszínén. A maxillánál ismertettük a vályúból és a csatornából a felső fogakhoz haladó ér-ideg csatornákat.

**Oldalsó fal** az ékcsontról nagy szárnya és elöl a járomcsont orbitalis felszíne alkotja.

A szemüreg **nyílása** (*aditus orbitae*) erős csontos kerettel bír: ezt felül és medialisan a homlokcsont, oldalt és részben alul a járomcsont, alul medialisan a felső állcsont teste és medialisan annak homloknyúlványa alkotja. Érdekes, hogy a szemüregből előre kilépő erek és idegek csak egy esetben lépnek ki magán az adituson, ti. az orrgyök oldalán látható incisura frontalisban a hasonló erek és idegek. A foramen infraorbitalén és supraorbitalén előlépő hasonló ér-ideg csoportok a perem átfúrással kerülnek ki az orbitából az arcra. Hasonló, de vékonyabb csatorna van a járomcsonton is, amely azonban elágazódva annak mind arci, mind halántéki felszínén egy-egy nyílással nyílik.

Az orbita **összeköttetései** és a bennük haladó képleteket a 4/1. táblázat tartalmazza.

Az orbita összeköttetései 4/1. táblázat

A nyílás neve	Hova vezet?	Mi fut benne?
canalis opticus	fossa cranii anterior és media határa	n. opticus (II.), a. ophthalmica

fissura orbitalis sup.,	fossa cranii media	n. oculomotorius (III.) n. trochlearis (IV.) n. ophthalmicus (III/1.) n. abducens (VI.) v. ophthalmica sup.
fissura orbitalis inf.,	fossa pterygopalatina fossa infratemporalis	n. et a. infraorbitalis, n. zygomaticus
foramen ethmoidale ant.,	fossa cranii ant.	n. et a. ethmoidalis ant., post.
foramen ethmoidale post.	cellulae ethmoidales	n. et a. ethmoidalis post.
canalis nasolacrimalis	meatus nasi inf.	ductus nasolacrimalis
foramen infraorbitale	fossa canina	n. et a. infraorbitalis
incisura frontalis	homlok	n. et a. frontalis
foramen supraorbitale	homlok	n. et a. supraorbitalis
canalis zygomaticus	arc lateralis része (canalis zygomaticofacialis), fossa temporalis (canalis zygomaticotemporalis)	n. zygomaticus
aditus orbitae	arc	

## Orrüreg (cavum nasi)

Az **orrüreg** (*cavum nasi*) a median sagittalis síkban elhelyezkedő csontos orrsövénnel (*septum nasi osseum*) szimmetrikusan elválasztott,<sup>25</sup> felső részében keskeny, sagittalis résszerű, lefelé fokozatosan táguló, nyálkahártyával bélelt üreg (lásd a nyálkahártyával bélelt orrüreg leírását a légzőszerveknél), amelynek jelentékeny méretű, ugyancsak nyálkahártyával bélelt melléköblei vagy üregei (*sinus paranasales*) nyomulnak be a szomszédos koponyacsontokba.

Előrefelé az arckoponya elülső felszínén körte alakú, éles szélű **nyílással** (*apertura piriformis*) nyílik, amelyet a porcos vázú orr egészít ki előrefelé. Hátrafelé a csontos orrsövénynek az ekecsont által alkotott hátsó élével kettéválasztva, közel függőleges állású, kettős téglalap alakú nyílásokkal (*choanae*) megy át a garatba (pharynx), egy, a koponyaalapon felfüggesztett, frontalis állású lapos zsákszerű zsigeri szervbe. A choanákat felülről az ékcsontról az alsó felszíne, oldalról a röpnnyúlványok medialis lemezei, alulról a szájpadsontok laminae horizontalesei határolják.

Az orrüreg **felső fala** többszörösen megtört csontfelszín. Elöl az orrcsontoknak megfelelően a fal hátrafelé és felfelé halad, egy darabon a homlokcsont pars nasalis is alkotja, majd valódi tetejét a rostacsont rostalemeze, a *lamina cribrosa* képezi. Ennek likacsain keresztül két-két (egy medialis, sөvény melletti és egy oldalsó) sorban lépnek be az orrüreg felső részéből a szaglóidegszálak (*fila olfactoria*) a koponyaüregbe<sup>26</sup>. Hátra az ékcsontról testéhez érve, ennek vékony csontlemezek által alkotott függőleges fala a rostalemezzel lefelé és előrefelé nyíló derékszögű szögletet zár be; ez az orrüreg *recessus sphenoidalisa*. Ezután a felső fal vízszintesen folytatódik az ékcsontról testének alsó felszínén, ahol a choanánál véget ér, illetve a garatnak a koponyaalapon által alkotott felső falába megy át.

**Alsó falát** a kemény szájpád alkotja. Ez gyengén harántul vājolt, sima, a felső falnál jóval szélesebb csontfelszín, amelyet közepén a *crista nasalis* választ el. Ehhez támaszkodik a csontos orrsөvény alsó része. A kemény szájpádot a felső állcsont processus palatinusa és a szájpádcsontról horizontális lemeze képezi kereszt alakú varrattal. A crista nasalis előre- és hátrafelé is egy-egy tövissel (*spina nasalis anterior* et *posterior*) ugrik ki az apertura piriformis alsó peremén és a

<sup>25</sup> Igen közönséges eset, hogy az orrsөvény csontjai nem fekszenek pontosan a median sagittalis síkban, hanem egyik vagy másik irányban eltérnek (*deviatio septi nasi*), minek következtében az egyik orrüreg fél túl szűkké, a másik túl tágú válik. Mindkét alakú eltérés súlyosan zavarja az ornyálkahártya működését.

<sup>26</sup> Az egyiptomi múmiakészítők a holttest, e csontlemezt törték át, és speciális eszközökkel távolították el az agyvelőt, majd a koponyát belülről is konzerválták és szárították.

choanák között.

A **csontos orrsövény** (*septum nasi osseum*) az orrüregfelek közös **medialis falát** képezi. Két csont alkotja; felül és inkább előrébb a rostacsont lamina perpendicularis, amely elöl az orrcsontok belső felszínére, hátul az ékcsontról középvonalára támaszkodik. Hátsó és alsó részét az ékcsontról (*vomer*) képezi, amely hátsó-felső kiszélesedett részével (*ala vomeris*) az ékcsontról teste alsó felszínéhez rögzül, míg alsó szélé a csontos szájpad crista nasalisra támaszkodik. A két csontlemez előrefelé nyílt derékszöveget hagy szabadon, amelyet a porcós orrsövény (*septum nasi cartilagineum*) tölt ki. Nemritkán a két csontlemez nem érintkezik egymással, hanem a porcós orrsövény keskeny nyúlványa nyúlik el egészen az ékcsontról testéig.

**Lateralis fala** a legbonyolultabb. A róla elemelkedő orrkagylók (*conchae nasales*) által ugyanis nagyrészt fedett és a tulajdonképpeni oldalfal csak a középső és az alsó orrkagyló eltávolítása után tűnik elő. Az oldalfal elülső részét teljes magasságban a maxilla processus frontalisának belső felszíne alkotja. Közvetlenül emögött felül a rostacsont labyrinthusát beborító medialis vékony csontfal kezdődik, amelyről a felső és a középső orrkagyló ered. Ez a csontfal hátrafelé egészen az ékcsontról testéig terjed. A felső orrkagyló (*concha nasalis superior*) eredési vonala legfelül inkább már a recessus sphenoidalisan van, felfelé domborodó ívben; alatta találjuk a hátsó rostasejt nyílását. A középső orrkagyló (*concha nasalis media*) eredési vonala egészen elöl a maxilla homloknyúlványán kezdődik, majd hirtelen felemelkedés után hátrafelé fokozatosan süllyedve éri el a szájpadcsont függőleges lemezének felső részét, ahol szintén egy kis csontlécen tapad. Középe alatt egy nagyobb rostasejt félgömbszerűen kiemelkedő csontfala, a bulla ethmoidalis emelkedik ki a labyrinthus medialis felszínéből. Ez előtt és alatt húzódik felfelé irányuló homorulat a rostacsont processus uncinatusa. A bulla ethmoidalis és a nyúlvány közötti félhold alakú rés, a hiatus semilunaris marad szabadon. Minthogy a bulla alsó része és főleg a processus uncinatus már a hiatus maxillaris fölé nyomul, a hiatus semilunaris hátsó része bevezet a sinus maxillarisba. Elülső részében nyílik a sinus frontalisnak a rostacsont-labyrinthuson átvezető kijárata. A rostacsont első része alatt, közvetlenül a maxilla homloknyúlványa mögött a könnyecsont hamulus lacrimalis is részt vesz az orrüreg oldalfalának alkotásában, befelé lezárva a canalis nasolacrimalist. A rostacsont alatt az orrüreg oldalfalát a maxilla testének medialis felszíne alkotja, de ennek nagyobb része a nagy hiatus maxillaris. Mint azt már a maxillánál leírtuk, a nyílás bezáráshoz nagymértékben hozzájárul a concha nasalis inferior processus maxillaris. A hiatus maxillaris jelentős mértékben fedett részben az alsó orrkagyló e nyúlványával, részben a szájpadcsont függőleges lemeze révén. Az alsó orrkagyló tapadási vonala felett azonban a processus uncinatus és az alulról felnyúló alsó orrkagyló nem képes csontosan zárni a sinus maxillaris. Ezt a hézagot csupán nyálkahártya fedi. Előrébb az alsó orrkagyló legmagasabb felnyúló tapadó szélé hozzájárul a canalis nasolacrimalis bezárásához, így e csatorna az alsó orrkagyló alatti alsó orrjáratba nyílik. Az oldalfal hátsó részét teljes magasságban a szájpadcsont függőleges nyúlványa, majd a processus pterygoideus medialis lemeze képezi. A függőleges szájpadcsontlemez két felső nyúlványa közti incisura és az ékcsontról teste a foramen sphenoplatinumot zárja közre.

Az orrüreg belső terének megértéséhez feltétlenül szükséges frontális átmetszetének ismerete (4/16. ábra). Ilyen átmetszetből világosan kitűnik, hogy az orrsövény mellett mindkét oldalon keskeny sagittalis rés marad szabadon, ez a közös orrjárat (*meatus nasi communis*). Az oldalfalról kagylóhéjszerűen beemelkedő orrkagylók mindegyike alatt pedig egy-egy orrjárat, felső, középső és alsó (*meatus nasi superior, medius és inferior*) keletkezik. A rostacsont felépítése is csak ilyen frontális metszeten érthető meg; elsősorban azt kell felfogni, hogy a szemüreg medialis fala és az orrüreg oldalsó fala közé a rostasejtet magában foglaló rostasejt-labyrinthus ékelődik.

**Orrmelléküregek** (*sinus paranasales*). Az orrüregnek három nagy páros mellékürege van: a homloüreg (*sinus frontalis*), az arcüreg (*sinus maxillaris*), az ékcsontról üreg (*sinus sphenoidalis*) valamint a rostacsont labyrinthusához tartozó rostasejt: *cellulae ethmoidales*.

A **homloküreg** (*sinus frontalis*) a homlokcsont squamájában és partes orbitalesében igen változó mértékben betérjedő üreg, szintén többnyire aszimmetriás válaszfalal. Mindkét üregfél a pars nasalisra keresztül tölcészerűen szűkülő kivezető résszel áthalad a rostacsont-labyrinthus



elülső részén, és a hiatus semilunaris elején nyílik a középső orrjáratba.

Az **arcüreg** [felső állcsonti (*Highmore-*) üreg] (*sinus maxillaris*) a felső állcsont testét csaknem teljesen kitölti. Macerált koponyán az alsó orrkagyló fölött szabálytalan réseken keresztül közlekedik a középső orrjáratba, de nyálkahártyanyílása szabályosan csak a hiatus semilunaris hátsó végébe szájadzik.

Az **ékcsonti üreg** (*sinus sphenoidalis*) az ékcsont testének elülső részét teljesen kitölti. Sagittalis állású csontlemez osztja rendszerint aszimmetrikusan két üregre. Mindkét üreg nyílása aránylag felül van a recessus sphenothmoidalis hátsó falán (vagyis az ékcsont teste elülső falán).

A **rostasejtek** (*cellulae ethmoidales*) egymással részben közlekedő, nyálkahártyával bélelt, vékony csontlemezek által határolt csontfülkék bonyolult rendszere. Felfelé betérjednek a homlokcsont pars orbitalisába, előre felé a könnyecsont alá, néha hátra az ékcsont testébe és a szájpadsont függőleges lemeze felső részébe is. Hátsó csoportjuk a felső orrjáratba, elülső csoportjuk a hiatus semilunaris középső részébe nyílik a bulla ethmoidalis alsó oldalán.

Valamennyi orrmelléküreg nyálkahártyával bélelt, és légtérük az orrüregével közlekedik. Szerepük vitás, leginkább mint a hangadás rezonáló terei jelentősek.

Az orrüreg összeköttetéseit és a bennük haladó képletek felsorolását a 4/2. táblázatban találjuk meg.

Az orrüreg (cavum nasi) összeköttetéseit 4/2. táblázat

A nyílás neve	Hová vezet?	A benne futó képletek
apertura piriformis	arc	-
choana	pars laryngea pharyngis	-
foramen sphenopalatinum	fossa pterygopalatina	a. sphenopalatina et nn. nasales postt.
hiatus semilunaris	sinus maxillaris	-
infundibulum ethmoidale	sinus frontalis	-
apertura sinus sphenoidalis	sinus sphenoidalis	-
canalis nasolacrimalis	orbita	ductus nasolacrimalis
canalis incisivus	cavum oris	sphenopalatina végága és n. nasalis post. med.

Szájüreg (cavum oris)

**Szájüreg**ről (*cavum oris*) a szó szoros értelmében nem szólhatunk, mégis a táplálócsatornánál leírandó szájüreg anatómiájának elsajátításához fontos falainak az ismerete. Ezek összezárt fogsorok mellett felül csontos szájpád (*palatum osseum*), az ezt parabola alakú peremként körülvevő felső fogmedri nyúlvány, a felső fogak belső felszíne, az alsó fogak belső felszíne és a mandibula belső felszíne a linea mylohyoideáig. Ettől lefelé a mandibula belső felszíne már a szájfeneket elzáró izomréteg (*m. mylohyoideus*) alá esik, tehát a szájüregen kívüli, állcsont alatti térséghez tartozik.

A csontos szájpád elején, a két középső metszőfog alveolusa mögött egy csatorna nyílik (*canalis incisivus*), amely elágazódva egy-egy orrüregfélbe vezet. A felső bölcsességfogtól medialisán nyílik a szájpadsonton a canalis palatinus major a hasonló foramenel, és mögötte több apró nyílással a canales palatini minores. A mandibula ramusának belső felszínén levő foramen

mandibulae már kívül esik a lágyrészes szájüreg határain.

## Fossa temporalis et infratemporalis

A *fossa temporalis* a koponya oldalfalának sekély benyomatát kitöltő lapos, főleg elől kissé bemélyedt terület, amelyet részben kitölt a rágóizmokhoz tartozó *m. temporalis*. Felső határát egy ívelt kettős csontvonal képezi (*linea temporalis superior et inferior*), mely elől a homlokcsont processus zygomaticusán kezdődve felfelé domború ívben a homlokcsonton, falcsonon, végül a halántékcsontról pikkelyrészén visszatér a halántékcsontról járomnyúlványának hátsó gyökerébe a külső hallónyílás felett.

A járomív és az os sphenoidale nagy szárnyának crista infratemporalis a által meghatározott síkban a fossa temporalis lefelé átmegy a jóval tágabb *fossa infratemporalis*ba, melyet előlről a maxilla testének hátsó felszíne, medial felől a processus pterygoideus oldalsó felszíne határol. Medialis részén az ékcsontról nagy szárnyának infratemporalis felszíne a gödör felső falát is alkotja egy darabon. Medialis falán tág, V alakú rés tátong: felső, közel vízszintes szára a fissura orbitalis inferior, függőleges szára a röpnnyúlvány és a maxilla teste közötti fissura pterygomaxillaris. (Erről később részletesebben szólnunk a fossa pterygopalatinánál.) A fossa infratemporalis koponyaalap felületének hátsó részén nyílik a foramen ovale és a foramen spinosum. A gödör hátsó határáként az állkapocsízületet tekinthetjük.

Az egész árok ismerete fontos, mert az arc orvosilag legfontosabb mély tájékát képezi.

## Fossa pterygopalatina

A *fossa pterygopalatina* az arckoponya mélyén elhelyezkedő tölcészerű üreg, amelyet hátulról az ékcsontról nagy szárnyának elülső felszíne (facies maxillaris), processus pterygoideusának töve, előlről a maxilla teste és belülről az os palatinum lamina perpendicularisa zár közre. Leginkább a fossa infratemporalis felől tekinthető át, amellyel a felfelé tág fissura pterygomaxillaris útján közlekedik.

Orvosi jelentősége abban van, hogy itt ágazik el a n. trigeminus második ága: a *n. maxillaris* (V/2), valamint az orrüreget és a szájpadot, a felső fogakat és a felső ajkat ellátó hasonló nevű verőér végső szakasza. Itt helyezkedik el egy fontos feji vegetatív idegdúc (*ganglion pterygopalatinum*) is.

Összeköttetései és a bennük haladó képleteket a 4/3. táblázat foglalja össze.

A fossa pterygopalatina összeköttetései\* 4/3. táblázat

A nyílás neve	Hová vezet?	A benne futó képletek
foramen rotundum	fossa cranii media	n. maxillaris (V/2.)
canalis pterygoideus	külső koponyaalap (a foramen lacerum elülső széle),	n. petrosus major
fissura pterygomaxillaris	fossa infratemporalis	a. sphenopalatina (az a. maxillaris végága), nn. alveolares supp. postt.
foramen sphenopalatinum	orrüreg (hátsó részének lateralis falán)	a. sphenopalatina et nn. nasales postt.
fissura orbitalis inferior	szemüreg**,	n. infraorbitalis, n. zygomaticus (az V/2 ágai)

canalis palatinus major (és a belőle leágazó ... minores)	szájüreg	n. palatinus major et nn. palatini minores, a. palatina descendens
---	----------	--

\*A táblázat harmadik oszlopát a csonttan tanulmányozásakor még nem kell megtanulni (csak tudat alatt “megbarátkozni” a fogalmakkal). A teljes táblázat az ismeretek “szintéziséhez” kell.

\*\*Nem egyértelmű azért, mert a fissa orbitalis inferior hátsó része közlekedik a fossa pterygopalatinával, elülső része csak a fossa infratemporalisszal. Az itt áthaladó képleteket (*a. infraorbitalis*) azért nem említjük.

## Állkapocsízület (articulatio temporomandibularis)

Az **állkapocsízület** (*articulatio temporomandibularis*) koponya egyetlen ízülete, páros korlátolt szabad ízület. Minthogy a jobb és a bal ízületnek mind az ízvápája, mind pedig az ízfeje ugyanahhoz a szilárd konstrukcióhoz tartozik (ti. a koponyához, ill. az állkapocshoz), a kétoldali ízület egymástól nem függetlenül, hanem egységes mechanizmussal működik. Minthogy legfontosabb funkciója a rágással kapcsolatos mozgások, ezért rágóízületnek is nevezik.

**Ízfelszínei.** Az ízvápát a halántékcsontról ízárka (*fossa mandibularis*) alkotja. Ízfelszínét nem a szokásos üvegporc, hanem rostos porc képezi, amely előre felé ráterjed az ízárka előtti tuberculum articulare-ra, egy közel haránt irányú sáncszerű kiemelkedésre.

Az ízfejet a kétoldali caput mandibulae alkotja. Ezek az ízvápánál jóval kisebb méretű, jelzetten a tojásidom felé átmenetet képező hengerek, amelyek tengelyei medialis felé meghosszabbítva a foramen magnum előtt metszik egymást.

Az ízületi árok és fej nagymértékben inkongruens alakját az ízületet vízszintesen elválasztó rostporcos discus articularis egyenlíti ki. Ez sagittalis irányú metszetben S alakú, ugyanis előre felé a tuberculum articulare ráterjed. Középen jóval vékonyabb, mint elöl vagy hátul; néha itt lyukas is, tehát meniscus jellegű.

**Ízületi tokja** meglehetősen bő, magában foglalja a tuberculum articulare nagy részét. Köröskörül össze van nőve a discus szélével. Hátul a tok fissa petrotympanica előtt ered, és a mandibula nyakából egy darabot bezár az ízületbe.

**Szalagkészüléke** laza, a tokot még inkább külső részén erősítik szalagszerű rostok.

**Mechanizmusa.** Mozgásai nem olvashatók le az ízfelszínek alakjáról, bonyolultak és egyénileg változatosak, és messzemenően alkalmazkodnak a fogazat esetleges rendellenességeihez vagy hiányaihoz. Erősen sematizálva megkülönböztetjük a száj nyitó- és záró mozgásait, az állkapocs szimmetrikus előre-hátra mozgását és az őrlő mozgásokat.

**A száj nyitása és zárása.** Eltérően attól, amit az ízület alakjából következtethetnénk, a száj - helyesebben a fogsorok - nyitása-zárása nem a két caputot összekötő haránttengely körül történik, hanem egy ettől jóval lejjebb eső haránttengely körül (4/18. ábra), amely a mandibula mindkét ágát a foramen mandibulae tájékán fúrja át. Ennek megfelelően a száj nyitásakor a mandibula feje előre, zárásakor ívben hátra kellene hogy mozogjon. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha két mutatóujjunkkal szorosan a külső hallójárat előtt benyomva a bőrt, nyitjuk a szánkát. Ilyenkor jól érezzük, hogy a mandibula feje előre eltér, majd a száj zárásakor visszatér a helyére. A mandibula fejével együtt a discus is előrecsúszik. A mozgás azonban korántsem ilyen ideális geometriai jellegű, mert bár az ízfej a discus miatt nincs mélyen benn a fossa mandibularisban, mégis ahhoz, hogy a száj nyitásakor előrecsúszhasson, a mandibula fejének lefelé domborodó ívben kell mozognia. Mindenesetre a száj erős feltárása során az ízfej végül a tuberculum articulare tetejére kerül.

Egyes embereknél erős ásításkor, és még inkább nyitott száj melletti külső behatásra, a mandibula feje még a tuberculum articulare elé is csúszhat, és az ilyen (szigorú sebészeti értelemben nem tökéletes) állkapocsficam esetén az illető csak orvosi segítséggel tudja újra bezárni a száját.

Ennek az ízületi mechanizmusnak nyilvánvaló előnye, hogy a koponyából a foramen ovalén

kilépő nervus mandibularis (V/3) és nagyobb ágának, a n. alveolaris inferiornak a foramen mandibularéba való belépése közti nem nagy távolság a száj nyitása-zárásakor nem változik lényegesen, tehát ennek következtében az ideg vonaglása nem fordulhat elő.

Az állkapocs szimmetrikus előre-hátra mozgása (*anteductio-retroductio*) szintén megkívánja, hogy az ízfej a tuberculumon lefelé domborodó ívben csússzon előre. Az ízfej ilyenkor is magával viszi a discust. Saját magunkon megfigyelhetjük, hogy normálisan illeszkedő fogazat mellett, ti., hogy a felső metszőfogak kissé az alsók elé zárnak, állkapcsunkat kb. 1 cm-nyire előretolhatjuk. A nyugalmi (zárt fogsoros) helyzettől hátrafelé az állkapcsot alig 1 mm-nyire húzhatjuk hátra, mert az ízfej beleütközik a külső hallójáratba.

A rágásban igen fontos az *örülő mozgás*, amelynek lényege, hogy a mandibula két feje nem azonos irányban, hanem ellentétesen mozog. Erősen egyszerűsítve úgy írhatjuk le a dolgot, hogy a mandibulát függőleges tengely körül forgatjuk. Ezt a függőleges tengelyt szabadon helyezzük át a két mandibulafejet összekötő vonal bármely pontjára. Mégis, van a függőleges tengelynek két kitüntetett helyzete, mégpedig az egyik, amikor az egyik mandibulafejen megy át, a másik, amikor a másikon. Ilyenkor az egyik mandibulafej csak saját függőleges tengelye körül forog, a másik ívben előre-hátra. Egészséges fogazatú ember váltakozva helyezi a függőleges tengelyt hol az egyik, hol a másik oldalra. A valóságban valószínűleg sokszor használjuk a két szélső helyzet közti függőleges tengelyt, amikor mindkét mandibulafej alternálólal előre-, ill. hátrafelé mozog.

Az örlő mozgás e nagyon leegyszerűsített leírásnál a valóságban sokkalta bonyolultabb, hiszen a fogak egyenetlenségei miatt, de a falatnak a fogsorok közé juttatásához is, a mandibula ívmozgásaihoz kifelé nyitó-záró mozgásnak is kell járulnia. A rágás mechanizmusának jobb megértéséhez természetesen előbb még meg kell ismernünk a rágóizmokat, sőt a fogak anatómiáját is. Nem is tökéletesen ismert még e mechanizmus minden finomsága, noha a fogpótlásban és főleg a fogszabályozásban ennek elsőrendű jelentősége van.

#### 4/18. ábra helye

### A koponya fejlődése

A koponya alkotásában döntően az agytelepet körülvevő embryonalis kötőszövet vesz részt. Az első három összelvény mesenchymája csupán a foramen magnum körüli rész kiképzéséhez járul hozzá, ami az első nyakcsigolyának az os occipitaléba való asszimilációjában (részleges vagy teljes beolvadása) vagy fordítva: egy atlas előtti occipitalis csigolya manifesztációjában (jelentkezése vagy önállósodása) alakjában mutatkozhat. Ugyancsak hozzájárul a koponya kiképzéséhez a két első kopolyúvív mesenchymája (lásd részletesebben a meso- és endoderma származékainak leírásánál -, a külső testalak kialakulásánál - és a hallószerv fejlődésénél). Ez utóbbit az agytelepet körülvevő *neurocraniummal* szemben *splanchnocraniumnak* (zsigeri koponya) nevezik.

Amint a 4/19. ábrából kitűnik, a koponya embryonalis kötőszöve csak részben alakul át porcos teleppé: ez a koponyaalap alakját ábrázoló, teknőszerűen kivájt lemez, és ehhez előrefelé csatlakozó kettős, oldalirányban összenyomott, de alulról nem teljesen zárt porcos cső, az **orrtok**. Ezt a porctelepet együttesen *cranium primordialénak* nevezzük, és az ún. *chondrocranium* telepe.

A chorda dorsalis a foramen magnum helye előtt nyomul be a porctelepbe, és az ékcsont későbbi teste területén éri végét. Ebből a porctelepből alakul ki enchondralis csontosodással az os occipitale (squamája felső részének kivételével), a halántékcsontrész pars petrosája, mely még előzőleg körülötte az ectoderma helyi betüremkedése és annak lefőződése útján keletkezett hallóhólyagot, az ékcsont teste, szárnyai és röpníványainak laterális (!) lemeze. A porctelep orrtoki részéből lesz a rostacsont és az alsó orrkagyló. Az orrtok porcosan maradó részeinek maradványai az orrporcai (lásd légzőszervek). A koponyacsontok másik része - az ún. *desmocranium* - részben az agytelep kötőszöveti tokjának desmogen csontosodása révén alakul ki. Az első csontosodási magvak a tubera frontalia és parietalia helyén jelennek meg; a csontosodás kötőszöveti rostkötegek mentén sugarasan terjed szét e csontok varratai felé. Hasonló módon alakul ki az os temporale squamája és a felül nyílt gyűrűként megjelenő anulus tympanicus, amely a pars tympanicát adja. Az arc orrtokon kívül

eső csontjai is, sőt egyesek belül is, mintegy az orrtok porctelep és a szemtelepek által alkotott "kaptafára" kívülről (ill. belülről) rakódnak rá ugyancsak kötőszövetes csontosodással, ún. az os nasale, lacrimale, maxilla, zygomaticum, palatinum és a proc. pterygoideus medialis lemeze.

A kötő- és támasztószöveteket általánosan ismertető fejezetekben leírtak nyomán érthetővé válik, hogy porcos csonttelep ott alakult ki a gerincesek filogenezise során, ahol a csont szövettelépének expanzív fejlődésére van szükség ahhoz, hogy az illető testrész idoma és növekedési iránya mintegy meghatározottassék. Ahol más, már korábban kifejlődő és expanzív növekedésre képes szervtelep határozza meg az idomot, ilyen porctelepre nincs szükség, hanem az alakot meghatározó "idomdarab" által kifizített külső kötőszöveti burok közvetlenül is csonttá alakulhat. Így az agyvelő gyorsan növekvő telepe megfelelő belső idomdarab ahhoz, hogy külső tokjának nagy része közvetlenül alakulhasson át csonttá.

Ugyanezt a szerepet tölti be az arckoponya felső részén a porcos orrtok, amelyre kívül az ún. fedőcsontok kötőszövetesen épülnek rá. - Ezekből a fejlődési viszonyokból fejlődési rendellenesség két irányban lehetséges. Az egyik esetben a porctelepek genetikusan meghatározott, tökéletlen fejlődése (ún. *chondrodystrophia*) az ok. Ilyenkor nem csupán a végtagcsontok hossznövekedése marad súlyosan vissza, hanem a koponyaalap és az orrtok sem fejlődik kielégítő mértékben. Ennek következménye az ilyen törpék mélyen beesett orrgyöke, hatalmas, léggömbszerűen kidudorodó agykoponyája, és erősen kiugró arccsontjai.<sup>27</sup> Ellenkező szövetfejlődési hiba a kötőszövetes telepű csontok tökéletlen csontosodása, amikor is főleg a koponyatető csontjai és a kulcscsont fejlődnek rosszul (*dysostosis cleidocranialis*).

A *splanchnocranium* eredetileg az első és a második kopolyúív porcos telepéből alakul ki. Mindkettő a koponya halántékcsonti részéhez rögzülő páros ív alakú porctelep, amelyek másodlagosan elől az állcsont és a nyelvcsont középvonalában egy közbeeső szövettelép segítségével tapadnak össze.

Az első kopolyúív porca a *Meckel*-féle porc, a másodiké a *Reichert*-féle porc. A *Meckel*-féle porc a porcos halakon még az ősi állkapocsízületet alkotja a halántékcsontról porcos részével. E hátsó rész a filogenezis során azután átalakul két hallócsontocskára, a kalapács és az üllő telepévé (lásd a hallószerv fejlődése). A *Meckel*-porc elülső részére ismét, mint egy támasztó "kaptafára", a mandibula csontosodik rá a körülvevő kötőszövet közvetlen elcsontosodása révén. Ez a kötőszöveti eredetű csont képezi ki a halántékcsontról ugyancsak desmogen squamájával az állkapocsízületet.

A második kopolyúív porctelep, a *Reichert*-féle porc hátsó végéből a processus styloideus és a harmadik hallócsont, a kengyel alakul ki. Közbülső része kötőszövetesen átalakul szalaggá (*ligamentum stylohyoideum*), és elülső része a nyelvcsont kis szarvát és a teste felső részét adja, míg a nagy szarv és a test alsó fele a harmadik kopolyúíviből fejlődik (lásd a gége fejlődését).

#### 4/19. ábra helye

#### A magzati koponya kutacsai (fonticuli)

Szülészeti és csecsemőgyógyászati jelentőségük miatt külön foglalkozunk a magzati és a csecsemőkoponya kutacsaival. A koponyatető és csontjainak fejlődésmódjáról érthető, hogy az elsődleges csontosodási magvakból sugárirányban szétterjedő csontosodás ív alakú csipkézett frontban halad előre. Amikor a különböző csontok ezen ívszerű szélei egymással összetalálkoznak, szükségszerűen kell, hogy eleinte csontmentes szögletek maradjanak fenn a koponya kötőszövetes burkán. Ezek a **kutacsok** (*fonticuli*).

A két falcsont és az ilyenkor még kétrészes homlokpikkely összetalálkozásánál elől szabadon maradó nagykutacs (*fonticulus anterior* seu *major*) rombusz, ill. papírsárkány alakú sagittalis hossz tengellyel. A két falcsont és az egységes nyakszirtecsonti pikkely közt viszont a háromszögletű kiskutacs (*fonticulus posterior* seu *minor*) marad hátrésszerűen.

A fenti két kutacs mellett van még két oldalsó kutacs is a falcsont elülső alsó szöglete és az ékcsontról nagy szárnya közt: a *fonticulus sphenoidalis*, valamint hátsó alsó szöglete és a

<sup>27</sup> Lásd Velazquez Las meninas c. híres képét a spanyol udvar törpéiről.

halántékcsontról: a *fonticulus mastoideus*.

A kutacsok nagy jelentőségűek a tekintetben, hogy helyzetük kitapintásával az orvos a szülőúton belül meggyőződhet a fej pontos helyzetéről. A fejnek a szülőcsatornán való áthaladása közben a koponyacsontok egymással szemben elég jelentékeny mértékben eltolódhatnak, és ezzel a fej áthaladására előnyösebb idomot adhatnak. Az agyvelő artériáinak pulzációja a kutacsok látható pulzációját okozza, illetve a kutacsok pulzációja tapintható. Elhúzó szülések során ez a pulzáció eszközösen monitorizálható, ílymódon folyamatosan információ nyerhető a magzat szív működéséről. A kutacsok elődomborodása fokozott koponyaűri nyomást, behúzódnak a folyadékvesztést (dehidrációt) jelez.

A kutacsok közül a nagykutacs - népies nyelven a csecsemő, "feje lágya" - a második év közepén záródik el teljesen, a többi az első hónapok során. A későbbi varratoknál a csontok eleinte elég simán fekszenek össze. Itt az általános csonttanban említett Krompecher-féle primer angiogen csontosodás folyik, ugyanis nincs már preformált kötőszövetes telep, amely elcsontosodjék. A növekvő agy növekvő térigényével bámulatos harmóniában, lényegében minden feszítő hatás nélkül - eltekintve a koponyára kívülről ható, teljesen átmeneti nyomóerőktől, mechanikailag közömbös viszonyok között - feltehetőleg a növekvő varratokban levő erekből származó mesenchymasejtek rakódnak fel a csontok széleire. Közben a varrat fokozatosan felveszi jellemző, mechanikailag is kiváló ellenálló képességű fogazott voltát.

Mesterséges hatások, pl. a csecsemő korai "fekvő" korszakában a fejét különböző irányban "elfekhet", ez később a csecsemő mászkáló, üldögélő korában és felálláskor teljesen megszűnik. Régi civilizációkban, főleg Közép- és Dél-Amerikában általános volt a csecsemőkoponya mesterséges torzítása a fejnek két deszka közé szorításával vagy valamilyen szövet szoros feltekerésével. Hazánk területén sem volt ritka régebbi népeknél és a honfoglaláskori magyarságnál. Sok esetben az uralkodó réteg kiváltsága volt.

4.1 BIOLÓGIAI BEVEZETÉS.....	1
4.2 A CSONTOKRÓL ÁLTALÁBAN.....	2
A csont mint szerv.....	3
Periosteum és endosteum.....	3
A csontok architektúrája.....	4
4.3 A CSONTOK KÖZÖTTI ÖSSZEKÖTTETÉSEK (ÁLTALÁNOS IZÜLETTAN).....	5
Folyamatos csontösszeköttetések (synarthroses).....	5
Megszakított csontösszeköttetések (articulationes).....	6
Az ízületek jellemző (obligát) alkotórészei.....	6
Az ízületek járulékos alkotórészei.....	7
Ízületi mechanika és az ízületek osztályozása.....	7
Az ízületet helyben tartó tényezők.....	8
Az ízületek mozgásai.....	8
Ízületi gátló berendezések.....	9
Az ízületek osztályozása ízfelszíneik alakja szerint.....	10
Az ízületek ér- és idegellátása.....	11
4.4 A GERINC CSONTJAI ÉS IZÜLETEI.....	11
A gerinc összeköttetései.....	13
A gerinc fejlődése.....	14
A gerinc görbületei.....	14
A gerinc mozgásai.....	15
4.5 A MELLKAS CSONTJAI ÉS IZÜLETEI.....	15
A bordák és a csigolyák összeköttetései és a légzési mozgások ízületi mechanizmusa.....	16
A mellkas egészben.....	17
4.6 A FELSŐ VÉGTAG CSONTJAI ÉS IZÜLETEI.....	18
A vállöv csontjai és ízületei.....	18
A szabad felső végtag csontjai és ízületei.....	19
Karcson (humerus).....	19
Vállízület (articulatio humeri).....	20
Alkarcson (ossa antebrachii).....	21
Könyökízület (articulatio cubiti).....	22
A kéz csontjai (ossa manus).....	24
A kéz ízületei.....	25
4.7 AZ ALSÓ VÉGTAG CSONTJAI ÉS IZÜLETEI.....	27
A medenceöv csontjai és összeköttetései.....	27
A medence saját szalagai.....	29
A medence egészben.....	29
A szabad alsó végtag csontjai és ízületei.....	31
Combcsont (femur).....	31
Csípőízület (articulatio coxae).....	32
Térdkalács (patella).....	33
Lábszárcsontok (ossa cruris).....	33
Térdízület (articulatio genus).....	34
A tibia és a fibula összeköttetései.....	37
A láb csontjai.....	37
A láb ízületei.....	38
A láb egészben.....	41
4.8 A KOPONYA (CRANIUM).....	42
Az agykoponya csontjai.....	43
Falcson (os parietale).....	43
Halántékcson (os temporale).....	44
Nyakszirtecsont (os occipitale).....	46

Ékcsont (os sphenoidale).....	46
Homlokcsont (os frontale).....	48
Az arckoponya csontjai.....	49
Rostacsont (os ethmoidale).....	49
Felső állcsont (maxilla).....	49
Járomcsont (os zygomaticum).....	50
Könnycsont (os lacrimale).....	50
Orrcsont (os nasale).....	51
Ekecsont (vomer).....	51
Alsó orrkagyló (concha nasalis inferior).....	51
Szájpadcsont (os palatinum).....	51
Állkapocs (mandibula).....	52
Nyelvcson (os hyoideum).....	52
A koponya egészben.....	53
Koponyatető (calvaria).....	53
Koponyaalap (basis cranii).....	53
Szemüreg (orbita).....	56
Orrüreg (cavum nasi).....	57
Szájüreg (cavum oris).....	59
Fossa temporalis et infratemporalis.....	60
Fossa pterygopalatina.....	60
Állkapocsízület (articulatio temporomandibularis).....	61
A koponya fejlődése.....	62
A magzati koponya kutacsai (fonticuli).....	63

<i>abductio</i> , 12	<i>apex pyramidis</i> , 61
<i>acetabulum</i> , 39	<i>aquaeductus vestibuli</i> , 62
<i>acromion</i> , 25	<i>arcus alveolaris</i> , 69
<i>adductio</i> , 12	<i>arcus anterior atlantis</i> , 16
<i>aditus orbitae</i> , 78	<i>arcus costalis</i> , 21
<i>ala major ossis sphenoidalis</i> , 65	<i>arcus posterior atlantis</i> , 16
<i>ala minor ossis sphenoidalis</i> , 65	<i>arcus pubis</i> , 41
<i>ala ossis ilii</i> , 38	<i>arcus superciliaris</i> , 67
<i>ala vomeris</i> , 70	<i>arcus vertebrae</i> , 15
<i>alveoli dentales</i> , 69, 71	<i>arcus zygomaticus</i> , 60, 69
<i>amphiarthroses</i> , 13	<i>articulatio</i> , 6
<i>amplitudo pelvis</i> , 40	<i>articulatio acromioclavicularis</i> , 26
<i>angulus costae</i> , 21	<i>articulatio atlantoaxialis</i> , 19
<i>angulus mandibulae</i> , 72	<i>articulatio atlantooccipitalis</i> , 19
<i>angulus pubis</i> , 41	<i>articulatio carpometacarpea pollicis</i> , 34
<i>angulus sterni</i> , 22	<i>articulatio coxae</i> , 44
<i>angustia pelvis</i> , 41	<i>articulatio cubiti</i> , 30
<i>antebrachium</i> , 24	<i>articulatio cuneonavicularis</i> , 55
<i>anteflexio</i> , 12	<i>articulatio ellipsoidea</i> , 14
<i>anulus fibrosus</i> , 18	<i>articulatio genus</i> , 47
<i>anulus tympanicus</i> , 62	<i>articulatio humeri</i> , 27
<i>apertura pelvis inferior</i> , 40	<i>articulatio humeroradialis</i> , 31
<i>apertura pelvis superior</i> , 40	<i>articulatio humeroulnaris</i> , 30
<i>apertura piriformis</i> , 70, 79	<i>articulatio intercarpea</i> , 34
<i>apertura sinus sphenoidalis</i> , 64	<i>articulatio radiocarpea</i> , 34
<i>apertura thoracis inferior</i> , 24	<i>articulatio radioulnaris distalis</i> , 31
<i>apertura thoracis superior</i> , 24	<i>articulatio radioulnaris proximalis</i> , 31
<i>apex ossis sacri</i> , 17	<i>articulatio sacroiliaca</i> , 39



*articulatio sellaris*, 14  
*articulatio spherioidea*, 14  
*articulatio sternoclavicularis*, 26  
*articulatio subtalaris*, 54  
*articulatio talocalcaneonavicularis*, 54  
*articulatio talocruralis*, 53  
*articulatio talotarsalis*, 54  
*articulatio tarsi transversa*, 55  
*articulatio tarsometatarsa*, 56  
*articulatio temporomandibularis*, 83  
*articulatio tibiofibularis*, 50  
*articulatio trochoidea*, 13  
*articulationes carpometacarpea*, 34  
*articulationes interphalangeae*, 34, 56  
*articulationes intertarsae*, 54  
*articulationes metacarpophalangeae*, 34  
*articulationes metatarsophalangeae*, 56  
*atlas*, 16  
*axialis mesenchyma*, 19  
*axis*, 16  
*axis pelvis*, 41  
*basis cranii*, 59  
*basis cranii externa*, 74  
*basis cranii interna*, 74  
*basis mandibulae*, 71  
*basis ossis sacri*, 17  
*brachium*, 24  
*bulla ethmoidalis*, 68  
*bursa infrapatellaris*, 49  
*bursa prepatellaris*, 48  
*bursa suprapatellaris*, 48  
*bursae synoviales*, 10  
*calcaneus*, 52  
*calvaria*, 59  
*canales alveolares*, 68  
*canales diploici*, 73  
*canales palatini minores*, 71  
*canaliculus tympanicus*, 62, 63  
*canaliculus chordae tympani*, 63  
*canalis caroticus*, 62, 63  
*canalis carpi*, 35  
*canalis facialis*, 62  
*canalis hypoglossi*, 64  
*canalis incisivus*, 82  
*canalis infraorbitalis*, 68  
*canalis mandibulae*, 72  
*canalis musculotubarius*, 63  
*canalis nasolacrimalis*, 70  
*canalis nutricius*, 4  
*canalis obturatorius*, 40  
*canalis opticus*, 65  
*canalis palatinus major*, 71  
*canalis pterygoideus*, 66  
*canalis sacralis*, 17  
*canalis vertebralis*, 15  
*capitulum humeri*, 27  
*capsula articularis*, 8  
*caput articulare*, 8  
*caput costae*, 21  
*caput femoris*, 43  
*caput fibulae*, 46  
*caput humeri*, 27  
*caput mandibulae*, 72  
*caput radii*, 30  
*caput tali*, 51  
*caput ulnae*, 30  
*carpus*, 33  
*cartilago articularis*, 8  
*cartilago costalis*, 21  
*cavitas articularis*, 8  
*cavitas glenoidalis*, 25  
*cavum articulare*, 8  
*cavum medullare*, 4  
*cavum nasi*, 59, 79  
*cavum oris*, 59, 82  
*cavum tympani*, 62  
*cellulae ethmoidales*, 67, 81  
*choanae*, 79  
*chondrocranium*, 85  
*circumductio*, 12  
*circumferentia articularis radii*, 30  
*clavicula*, 24  
*clivus*, 63  
*collum anatomicum*, 27  
*collum chirurgicum*, 27  
*collum costae*, 21  
*collum femoris*, 43  
*collum mandibulae*, 72  
*collum radii*, 30  
*collum scapulae*, 25  
*collum tali*, 51  
*columna vertebralis*, 15  
*concha nasalis inferior*, 70  
*concha nasalis media*, 67, 80  
*concha nasalis superior*, 67, 80  
*conchae nasales*, 80  
*condylus humeri*, 27  
*condylus lateralis*, 43, 46  
*condylus medialis*, 43, 46  
*condylus occipitalis*, 64  
*conjugata*, 40  
*cornu majus ossis hyoidei*, 72  
*cornu minus ossis hyoidei*, 72  
*corpus adiposum infrapatellare*, 48  
*corpus humeri*, 27  
*corpus mandibulae*, 71

*corpus maxillae*, 68  
*corpus ossis hyoidei*, 72  
*corpus ossis ischi*, 38  
*corpus ossis pubis*, 38  
*corpus ossis sphenoidalis*, 64  
*corpus sterni*, 22  
*corpus tali*, 51  
*corpus vertebrae*, 15  
*costa*, 21  
*costae fluctuantes*, 21  
*costae spuriae*, 21  
*costae verae*, 21  
*cranium cerebrale*, 59  
*cranium primordiale*, 85  
*cranium viscerale*, 59  
*crista frontalis*, 66  
*crista galli*, 67  
*crista iliaca*, 38  
*crista infratemporalis*, 65  
*crista intertrochanterica*, 43  
*crista lacrimalis anterior*, 69  
*crista lacrimalis posterior*, 70  
*crista nasalis*, 69, 80  
*crista occipitalis interna*, 64  
*crista sacralis lateralis*, 17  
*crista sacralis medialis*, 17  
*crista sacralis mediana*, 17  
*crista tuberculi majoris*, 27  
*crista tuberculi minoris*, 27  
*crus*, 37  
*dekalcinálás*, 3  
*dens axis*, 16  
*desmocranium*, 85  
*diaphysis*, 3  
*diarthrosis*, 6  
*digiti manus*, 33  
*digiti pedis*, 51  
*digitus anularis*, 33  
*digitus medius*, 33  
*digitus minimus*, 33  
*diploe*, 3, 73  
*disci intervertebrales*, 18  
*discus*, 9  
*discus articularis*, 31  
*discus interpubicus*, 39  
*dorsalflexio*, 12  
*dorsum sellae*, 65  
*ectoskeleton*, 1  
*eminentia arcuata*, 61  
*eminentia iliopubica*, 38  
*eminentia intercondylaris*, 46  
*enarthrosis*, 44  
*endoskeleton*, 2  
*endosteum*, 4  
*epicondylus lateralis*, 43  
*epicondylus lateralis humeri*, 27  
*epicondylus medialis*, 43  
*epicondylus medialis humeri*, 27  
*epiphysis*, 3  
*epiphysis distalis*, 3  
*epiphysis proximalis*, 3  
*extensio*, 12  
*facies anterior maxillae*, 68  
*facies anterior pyramidis*, 61  
*facies articularis*, 8  
*facies articularis calcanea anterior*), 51  
*facies articularis calcanea media*, 51  
*facies articularis calcanea posterior*, 51  
*facies articularis capitis fibulae*, 46  
*facies articularis carpea*, 30  
*facies articularis cuboidea*, 52  
*facies articularis fibularis*, 46  
*facies articularis inferior*, 46  
*facies articularis malleoli*, 47  
*facies articularis superior*, 46  
*facies articularis talaris anterior*), 52  
*facies articularis talaris media*, 52  
*facies articularis talaris posterior*), 52  
*facies auricularis*, 38, 39  
*facies auricularis (ossis sacri)*, 17  
*facies cerebralis*, 65  
*facies inferior pyramidis*, 61  
*facies infratemporalis*, 65  
*facies infratemporalis maxillae*, 68  
*facies lunata*, 39  
*facies maxillaris*, 66  
*facies nasalis maxillae*, 69  
*facies orbitalis maxillae*, 68  
*facies patellaris*, 43  
*facies pelvina (ossis sacri)*, 17  
*facies posterior pyramidis*, 61  
*facies symphysialis*, 38  
*facies temporalis*, 65  
*femur*, 37, 43  
*fibula*, 46  
*fissura orbitalis inferior*, 66, 78  
*fissura orbitalis superior*, 65  
*fissura petrosquamosa*, 62, 77  
*fissura petrotympanica*, 62  
*fissura pterygomaxillaris*, 68  
*fissura sphenopetrosa*, 75  
*flexio*, 12  
*flexio dorsalis*, 12  
*flexio volaris*, 12  
*fonticulus anterior (major)*, 86  
*fonticulus mastoideus*, 87

*fonticulus posterior (minor)*, 86  
*fonticulus sphenoidalis*, 87  
*foramen infraorbitale*, 68  
*foramen intervertebrale*, 15  
*foramen ischiadicum majus*, 40  
*foramen ischiadicum minus*, 40  
*foramen jugulare*, 62  
*foramen lacerum*, 61, 75  
*foramen magnum*, 63  
*foramen mandibulae*, 72  
*foramen mentale*, 72  
*foramen nutricium*, 4  
*foramen obturatum*, 37, 39  
*foramen ovale*, 65  
*foramen palatinum majus*, 71  
*foramen rotundum*), 65  
*foramen sphenopalatinum*, 71  
*foramen spinosum*, 65  
*foramen stylomastoideum*, 62  
*foramen supraorbitale*, 66  
*foramen transversarium*, 16  
*foramen vertebrale*, 15  
*foramina palatina minora*, 71  
*foramina sacralia dorsalia*, 17  
*foramina sacralia pelvina*, 17  
*fossa canina*, 68  
*fossa coronoidea*, 27  
*fossa cranii anterior*, 59, 74  
*fossa cranii media*, 59, 74  
*fossa cranii posterior*, 59, 74  
*fossa hypophysialis*, 65  
*fossa iliaca*, 38  
*fossa infraspinata*, 25  
*fossa infratemporalis*, 82  
*fossa intercondylaris*, 43  
*fossa jugularis*, 62  
*fossa mandibularis*, 60  
*fossa olecrani*, 27  
*fossa pterygoidea*, 66  
*fossa pterygopalatina*, 83  
*fossa radialis*, 27  
*fossa sacci lacrimalis*, 70, 78  
*fossa scaphoidea*, 66  
*fossa supraspinata*, 25  
*fossa temporalis*, 70  
*fossa trochanterica*, 43  
*fossula petrosa*, 62  
*fovea articularis inferior atlantis*, 16  
*fovea articularis superior atlantis*, 16  
*fovea capitis*, 30  
*fovea capitis femoris*, 43  
*fovea costalis*, 16  
*fovea costalis transversalis*, 17

*fovea dentis*, 16  
*fovea pterygoidea*, 72  
*foveolae granulares*, 60, 73  
*geniculum canalis facialis*, 63  
*ginglymus*, 13  
*gomphosis*, 7  
*hallux*, 53  
*hamulus ossis hamati*, 33  
*hamulus pterygoideus*, 66  
*hemidiarthrosis*, 7  
*hiatus canalis nervi petrosi majoris*, 61  
*hiatus canalis nervi petrosi minoris*, 61  
*hiatus canalis sacralis*, 17  
*hiatus maxillaris*, 69  
*hiatus semilunaris*, 68  
*impressio trigemini*, 61  
*incisura acetabuli*, 39  
*incisura clavicularis*, 22  
*incisura ethmoidalis*, 66  
*incisura frontalis*, 66  
*incisura ischiadica major*, 38  
*incisura ischiadica minor*, 38  
*incisura jugularis*, 22, 62, 64  
*incisura mandibulae*, 72  
*incisura radialis*, 29  
*incisura scapulae superior*, 25  
*incisura sphenopalatina*, 71  
*incisura trochlearis*, 29  
*incisura ulnaris*, 30  
*incisurae costales*, 22  
*inclinatio pelvis*, 41  
*index*, 33  
*infundibulum ethmoidale*, 67  
*juga alveolaria*, 69  
*kalcinálás*, 4  
*kyphosis*, 20  
*labia articularia*, 10  
*labrum acetabulare*, 44  
*labrum glenoidale*, 28  
*labyrinthus ethmoidalis*, 67  
*lamina corticalis*, 3  
*lamina cribrosa*, 67  
*lamina horizontalis*, 71  
*lamina lateralis processus pterygoidei*, 66  
*lamina medialis processus pterygoidei*, 66  
*lamina orbitalis*, 67  
*lamina perpendicularis ossis ethmoidalis*, 67  
*lamina perpendicularis ossis palatini*, 71  
*laminae generales externae*, 5  
*laminae generales internae*, 5  
*ligamenta*, 9  
*ligamenta capsularia*), 9  
*ligamenta collateralia*, 14, 36

*ligamenta palmaria*, 35  
*ligamenta sacroiliaca dorsalia*, 39  
*ligamenta sacroiliaca interossea*, 39  
*ligamentum alare*, 19  
*ligamentum anulare radii*, 31  
*ligamentum bifurcatum*, 55  
*ligamentum calcaneofibulare*, 53  
*ligamentum calcaneonaviculare plantare*, 54  
*ligamentum capitis femoris*, 44  
*ligamentum collaterale laterale*, 48  
*ligamentum collaterale mediale*, 48  
*ligamentum collaterale radiale*, 31  
*ligamentum collaterale unlarie*, 31  
*ligamentum coracoacromiale*, 28  
*ligamentum coracoclaviculare*, 26  
*ligamentum coracohumerale*, 28  
*ligamentum costoclaviculare*, 26  
*ligamentum cruciatum anterius*, 48  
*ligamentum cruciatum posterius*, 48  
*ligamentum deltoideum*, 53  
*ligamentum flavum*, 18  
*ligamentum iliofemorale*, 44  
*ligamentum iliolumbale*, 39  
*ligamentum ischiofemorale*, 44  
*ligamentum longitudinale anterius*, 18  
*ligamentum longitudinale posterius*, 18  
*ligamentum menisci lateralis*, 48  
*ligamentum metacarpeum transversum profundum*, 36  
*ligamentum nuchae*, 18  
*ligamentum patellae*, 48  
*ligamentum plantare longum*, 55  
*ligamentum popliteum obliquum*, 48  
*ligamentum pubofemorale*, 44  
*ligamentum radiocarpeum dorsale*, 34  
*ligamentum radiocarpeum palmare*, 34  
*ligamentum sacrospinale*, 39  
*ligamentum sacrotuberale*, 40  
*ligamentum stylohyoideum*, 86  
*ligamentum supraspinale*, 18  
*ligamentum talocalcaneum interosseum*, 55  
*ligamentum talofibulare anterius*, 53  
*ligamentum talofibulare posterius*, 53  
*ligamentum transversum acetabuli*, 44  
*ligamentum transversum atlantis*, 19  
*ligamentum transversum genus*, 47  
*ligamentum ulnocarpeum palmare*, 34  
*limbus alveolaris*, 71  
*linea arcuata*, 38  
*linea aspera*, 43  
*linea glutea anterior*, 38  
*linea glutea inferior*, 38  
*linea glutea posterior*, 38  
*linea intertrochanterica*, 43  
*linea musculi solei*, 46  
*linea mylohyoidea*, 72  
*linea pectina*, 43  
*linea temporalis inferior*, 82  
*linea temporalis superior*, 82  
*lingula mandibulae*, 72  
*lordosis*, 20  
*malleolus lateralis*, 46  
*malleolus medialis*, 46  
*mandibula*, 71  
*manubrium sterni*, 22  
*manus*, 24  
*margo infraorbitalis*, 68  
*margo interosseus*, 46  
*margo interosseus radii*, 30  
*margo interosseus ulnae*, 29  
*margo lateralis scapulae*, 25  
*margo medialis scapulae*, 25  
*margo superior scapulae*, 25  
*margo supraorbitalis*, 66  
*massa lateralis*, 16  
*maxilla*, 68  
*meatus acusticus externus*, 62  
*meatus acusticus internus*, 61  
*meatus nasi communis*, 81  
*meatus nasi inferior*, 81  
*meatus nasi medius*, 81  
*meatus nasi superior*, 81  
*Meckel-fêle porc*, 86  
*medulla ossium flava*, 3  
*medulla ossium rubra*, 3  
*membrana atlantooccipitalis*, 19  
*membrana fibrosa*, 9  
*membrana interossea antebrachii*, 31  
*membrana interossea*, 51  
*membrana synovialis*, 9  
*membrana tectoria*, 18  
*meniscus*, 9  
*meniscus lateralis*, 47  
*meniscus medialis*, 47  
*metacarpus*, 33  
*metatarsus*, 51  
*musculi articulares*, 10  
*nucleus pulposus*, 18  
*olecranon*, 29  
*oppositio*, 14  
*orbita*, 59, 78  
*os*, 2  
*os capitatum*, 33  
*os coccygis*, 18  
*os coxae*, 37  
*os cuboideum*, 52

*os cuneiforme laterale*, 52  
*os cuneiforme mediale*, 52  
*os cuneiforme medium*, 52  
*os ethmoidale*, 67  
*os hamatum*, 33  
*os hyoideum*, 72  
*os ilium*, 37  
*os ischii*, 37  
*os lacrimale*, 70  
*os lunatum*, 33  
*os nasale*, 70  
*os naviculare*, 52  
*os occipitale*, 63  
*os palatinum*, 71  
*os parietale*, 60  
*os pisiforme*, 33  
*os pubis*, 37  
*os sacrum*, 17, 37  
*os scaphoideum*, 33  
*os sphenoidale*, 64  
*os temporale*, 60  
*os trapezium*, 33  
*os trapezoideum*, 33  
*os triquetrum*, 33  
*os zygomaticum*, 69  
*ossa digitorum pedis*, 53  
*ossa metatarsalia*, 53  
*ossa sesamoidea*, 53  
*palatum osseum*, 82  
*pars alveolaris mandibulae*, 71  
*pars nasalis ossis frontalis*, 66  
*partes laterales (ossis sacri)*, 17  
*parts orbitalis*, 66  
*patella*, 46  
*pecten ossis pubis*, 38  
*pelvis*, 40  
*pelvis major*, 40  
*pelvis minor*, 40  
*periosteum*, 4  
*pes*, 37  
*phalanx distalis*, 33  
*phalanx media*, 33  
*phalanx proximalis*, 33  
*plantarflexio*, 12  
*plica synovialis infrapatellaris*, 48  
*pollex*, 33  
*porus acusticus externus*, 62  
*porus acusticus internus*, 61  
*processus alveolaris*, 69  
*processus articularis inferior*, 15  
*processus articularis superior*, 15  
*processus clinoideus anterior*, 65  
*processus clinoideus posterior*, 65  
*processus condylaris*, 72  
*processus coracoideus*, 25  
*processus coronoideus*, 29, 72  
*processus costarius*, 17  
*processus ethmoidalis*, 70  
*processus frontalis*, 69  
*processus intrajugularis*, 64  
*processus lacrimalis*, 70  
*processus lateralis tali*, 51  
*processus mastoideus*, 61  
*processus maxillaris*, 70  
*processus orbitalis*, 71  
*processus palatinus*, 69  
*processus posterior tali*, 51  
*processus pterygoideus*, 66  
*processus sphenoidalis*, 71  
*processus spinosus*, 15  
*processus styloideus*, 62  
*processus styloideus radii*, 30  
*processus styloideus ulnae*, 30  
*processus transversus*, 15  
*processus uncinatus*, 68  
*processus xiphoideus*, 22  
*processus zygomaticus*, 66, 69  
*processus zygomaticus ossis temporalis*, 60  
*promontorium*, 17  
*pronatio*, 12  
*protuberantia mentalis*, 72  
*protuberantia occipitalis externa*, 64  
*protuberantia occipitalis interna*, 64  
*pyramis*, 61  
*rachischisis*, 20  
*ramus mandibulae*, 71  
*ramus ossis ischii*, 38  
*ramus ossis pubis*, 38  
*recessus sphenothmoidalis*, 80  
*recessus suprapatellaris*, 48  
*Reichert-féle porc*, 86  
*repositio*, 14  
*rete articulare arteriosum*, 15  
*retinaculum flexorum*, 35  
*retinaculum patellae laterale*, 48  
*retinaculum patellae mediale*, 48  
*retroflexio*, 12  
*rotatio*, 12  
*sacrum*, 16  
*scaphocephalia*, 73  
*scapula*, 25  
*scoliosis*, 20  
*sella turcica*, 65  
*semicanalis musculi tensoris tympani*, 63  
*semicanalis tubae auditivae*, 63  
*septa interalveolaria*, 69, 71

*septa interradicularia*, 69, 71  
*septum nasi cartilagineum*, 80  
*septum nasi osseum*, 79  
*Sharpey-féle rost*, 4  
*sinus frontalis*, 81  
*sinus maxillaris*, 69, 81  
*sinus paranasales*, 79  
*sinus sphenoidalis*, 81  
*sinus tarsi*, 52  
*spina iliaca anterior inferior*, 38  
*spina iliaca anterior superior*, 38  
*spina iliaca posterior inferior*, 38  
*spina iliaca posterior superior*, 38  
*spina ischiadica*, 38  
*spina mentalis*, 72  
*spina nasalis*, 67  
*spina nasalis anterior*, 69  
*spina nasalis posterior*, 80  
*spina scapulae*, 25  
*squama frontalis*, 66  
*sternum*, 22  
*sulci arteriosi*, 60, 73  
*sulcus arteriae subclaviae*, 22  
*sulcus arteriae vertebralis*, 16  
*sulcus calcanei*, 52  
*sulcus caroticus*, 65  
*sulcus carpi*, 35  
*sulcus chiasmatis*, 65  
*sulcus costae*, 22  
*sulcus ethmoidalis*, 70  
*sulcus infraorbitalis*, 68  
*sulcus intertubercularis*, 27  
*sulcus lacrimalis*, 70  
*sulcus mylohyoideus*, 72  
*sulcus nervi petrosi majoris*, 61  
*sulcus nervi petrosi minoris*, 61  
*sulcus nervi radialis*, 27  
*sulcus nervi ulnaris*, 27  
*sulcus obturatorius*, 38  
*sulcus palatinus major*, 71  
*sulcus sinus petrosi inferioris*, 62, 63, 77  
*sulcus sinus petrosi superioris*, 62  
*sulcus sinus sagittalis superioris*, 60, 64, 73  
*sulcus sinus sigmoidei*, 60, 61, 64  
*sulcus sinus transversi*, 64  
*sulcus tali*, 51  
*sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi*,  
51, 52  
*sulcus tendinis musculi peronei longi*, 53  
*sulcus tubae auditivae*, 77  
*sulcus venae subclaviae*, 22  
*supinatio*, 12  
*sustentaculum tali*, 52  
*sutura coronalis*, 73  
*sutura lambdoidea*, 73  
*sutura palatina mediana*, 69  
*sutura palatina transversa*, 69  
*sutura plana*, 7  
*sutura sagittalis*, 73  
*sutura serrata*, 7  
*sutura squamosa*, 7  
*symphysis pubica*, 39  
*synarthrosis*, 6  
*synchondrosis*, 6  
*synchondrosis petrooccipitalis*, 63, 77  
*synchondrosis sphenopetrosa*, 61  
*syndesmologia*, 6  
*syndesmosis*, 6  
*syndesmosis tibiofibularis*, 50  
*syndrochondrosis sphenoccipitalis*, 63  
*synostosis*, 7  
*synovia*, 9  
*talus*, 51  
*tarsus*, 51  
*tegmen tympani*, 61  
*thorax*, 21  
*tibia*, 46  
*trochanter major*, 43  
*trochanter minor*, 43  
*trochea tali*, 51  
*trochlea humeri*, 27  
*tuber calcanei*, 52  
*tuber frontale*, 66  
*tuber ischiadicum*, 38  
*tuber maxillae*, 68  
*tuberculum articulare*, 60  
*tuberculum costae*, 21  
*tuberculum infraglenoidale*, 25  
*tuberculum jugulare*, 64  
*tuberculum majus*, 27  
*tuberculum minus*, 27  
*tuberculum musculi scaleni anterioris*, 22  
*tuberculum pharyngeum*, 63  
*tuberculum pubicum*, 38  
*tuberculum sellae*, 65  
*tuberculum supraglenoidale*, 25  
*tuberositas deltoidea*, 27  
*tuberositas distalis*, 34  
*tuberositas iliaca*, 38, 39  
*tuberositas masseterica*, 72  
*tuberositas ossis cuboidei*, 52  
*tuberositas ossis metatarsalis V.*, 53  
*tuberositas ossis navicularis*, 52  
*tuberositas pterygoidea*, 72  
*tuberositas radii*, 30  
*tuberositas sacralis*, 17, 39

*tuberositas tibiae*, 46  
*tuberositas ulnae*, 30  
*turricephalia*, 73  
*ulna*, 29  
*vagina synovialis intertubercularis*, 28  
*vaginae synoviales*, 10  
*vertebra prominens*, 16  
*vertebrae*, 15  
*vertebrae cervicales*, 16

*vertebrae coccygeae*, 16  
*vertebrae lumbales*, 16  
*vertebrae spuriae*, 15  
*vertebrae thoracicae*, 16  
*vertebrae verae*, 15  
*Volkman-csatorna*, 5  
*vomer*, 70  
*zona orbicularis*, 44