

ȘTIINȚA DESPRE OASE — OSTEOLOGIA (OSTEOLOGIA)

GENERALITĂȚI

Una din funcțiile organismului uman constă în a schimba poziția părților corpului, a realiza deplasarea lui în spațiu. Aceste mișcări se fac cu participarea oaselor, care execută funcții de pîrghii, și a mușchilor scheletici, care împreună cu oasele și articulațiile lor formează aparatul locomotor. Oasele și joncțiunile lor alcătuiesc partea pasivă a aparatului locomotor, pe cînd mușchii dotați cu funcții contractile, deci capabili să schimbe poziția oaselor, constituie partea lui activă.

Scheletul, *skéleton* (din gr. *skeletós* — uscat, desicat), constituie totalitatea oaselor care în corpul uman formează o carcasă solidă ce asigură executarea unei serii de funcții importante (fig. 13).

În scopuri instructive, oasele preparate, degresate, uscate (macerate) în mod special se unesc între ele artificial și constituie un material didactic. Acest schelet „uscat” are o masă de 5—6 kg, ceea ce constituie 8—10% din masa corpului în întregime. Oasele omului viu sînt mult mai grele. Masa lor totală constituie $1/5$ — $1/7$ din masa corpului uman. Scheletul și oasele, care îl alcătuiesc, au structură și compoziție chimică complicată și sînt foarte rezistente. În organism ele execută funcții de suport, locomoție, protecție, constituie un depozit pentru sărurile de calciu, fosfor etc.

Funcția de suport a scheletului constă în faptul că oasele susțin țesuturile moi (mușchii, fasciile) fixate pe ele, participă la formarea pereților pentru cavități, în care se află organele interne. De n-ar avea schelet, corpul omului, asupra căruia acționează forțele de gravitație, n-ar putea să ocupe o anumită poziție în spațiu. De oase sînt fixate fascii, ligamente și alte elemente ale carcasei moi sau ale scheletului moale, care participă de asemenea la menținerea organelor lîngă

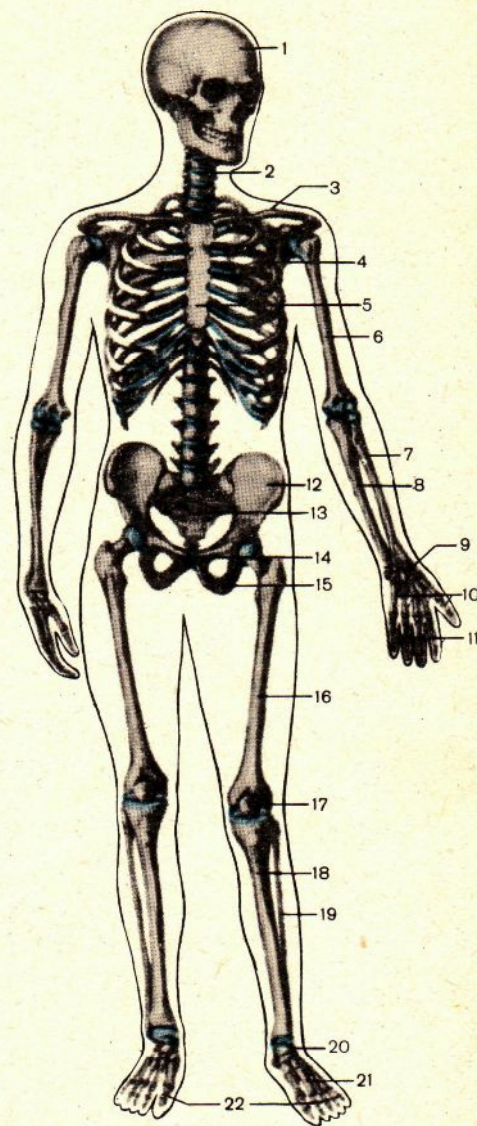


Fig. 13. Scheletul omului, aspect anterior.

1 — craniul; 2 — coloana vertebrală; 3 — claviculă; 4 — coastă; 5 — sternul; 6 — humerus; 7 — radius; 8 — ulnă; 9 — oasele carpului; 10 — oasele metacarpului; 11 — falangele degetelor minii; 12 — ileon; 13 — sacralul; 14 — pubisul; 15 — ischion; 16 — femur; 17 — rotulă; 18 — tibie; 19 — fibulă; 20 — oasele tarsului; 21 — oasele metatarsului; 22 — falangele degetelor piciorului.

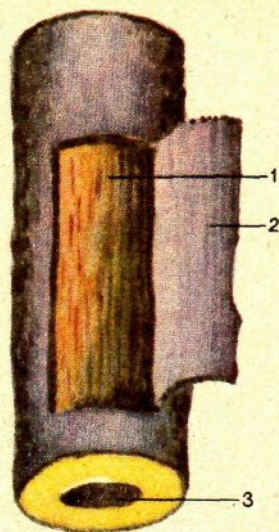


Fig. 14. Fragment secționat dintr-un os tubular (lung).

1 — os; 2 — periosteum; 3 — cavitas medullaris.

oase, acestea la rândul lor formînd scheletul rigid (dur) al corpului.

Oasele scheletului execută funcții de pîrghii lungi și scurte, acționate de mușchi. Datorită acestui fapt părțile corpului pot să se miște.

Scheletul formează recipiente pentru organele de importanță vitală, le apără de influențele mediului extern. De exemplu, în cavitatea craniului se află encefalul, în canalul vertebral — măduva spinării, cutia toracică apără inima, plămîinii, vasele de calibru mare; bazinul pelvian apără organele sistemului urogenital etc.

Oasele conțin cantități importante de săruri de calciu, fosfor, magneziu și de alte elemente, care participă la metabolismul mineral. În componența scheletului intră peste 200 de oase, printre care cel puțin 30 (33—34) sînt impare, iar celelalte sînt pare: 29 de oase formează craniul, 26 — coloana vertebrală, 25 de oase alcătuiesc coastele și sternul, 64 de oase formează scheletul membrilor superioare și 62 — scheletul membrilor inferioare.

Coloana vertebrală, craniul și toracele fac parte din scheletul axial, oasele membrilor superioare și inferioare constituiescheletul complementar.

CLASIFICAREA OASELOR

Fiecare os, os, se prezintă ca un organ independent. El este alcătuit din țesut osos, în exterior e tapetat de periost și în interior încorporează măduvă (fig. 14). Oasele diferă ca dimensiuni și formă și ocupă un anumit loc în organism. Pentru înlesnirea studiului se obișnuiește a deosebi următoarele grupuri de oase: tubulare, spongioase (scurte), plate (late), mixte, aerofore (pneumatice) (fig. 15).

Osul tubular are o parte medie alungită, cilindrică sau triedrică — corpul osului sau *diafiză* (*diaphysis*) (din gr. *dia* — între, *phyo* — cresc). Capetele groase ale osului se numesc *epifize*, *epiphysis* (din gr. *epi* — de asupra). Ele au *fețe articulare* (*facies articulares*), care, fiind tapetate cu un cartilaj articular, servesc pentru joncțiune cu oasele vecine. Porțiunea osului, unde diafiza trece în epifiză, e desemnată ca *metafiză* (*metaphysis*). Această porțiune corespunde cu cartilajul epifizar osificat în ontogeneza postnatală. Oasele tubulare constituie scheletul membrilor și execută funcții de pîrghii. Distingem oase tubulare lungi (humerus, femur, oasele antebrațului și gambei) și oase tubulare scurte (metacarpene, metatarsiene, falangele degetelor).

Oasele spongioase (scurte) au o formă de cub neregulat sau de poliedru. Astfel de oase se întîlnesc în regiunile scheletului, în care rezistența oaselor se îmbină cu mobilitatea lor (oasele carpiene, apofizele tarsiene).

Oasele plate (late) participă la formarea cavităților corpului și execută de asemenea o funcție de protecție (oasele bolții craniene, oasele bazinului, sternul, coastele). Totodată ele oferă suprafețe mari pentru inserția mușchilor.

Oasele mixte sînt construite foarte complicat și au forme variate. Ele sînt alcătuite din părți ce diferă ca structură și formă. De exemplu, corpul vertebrei ca formă (și ca structură) face parte din oasele spongioase, iar arcul și toate apofizele ei se referă la cele plate.

Oasele aerofore (pneumatice) au în corpul lor cavități tapetate cu mucoasă și pline cu aer. Din ele fac parte unele

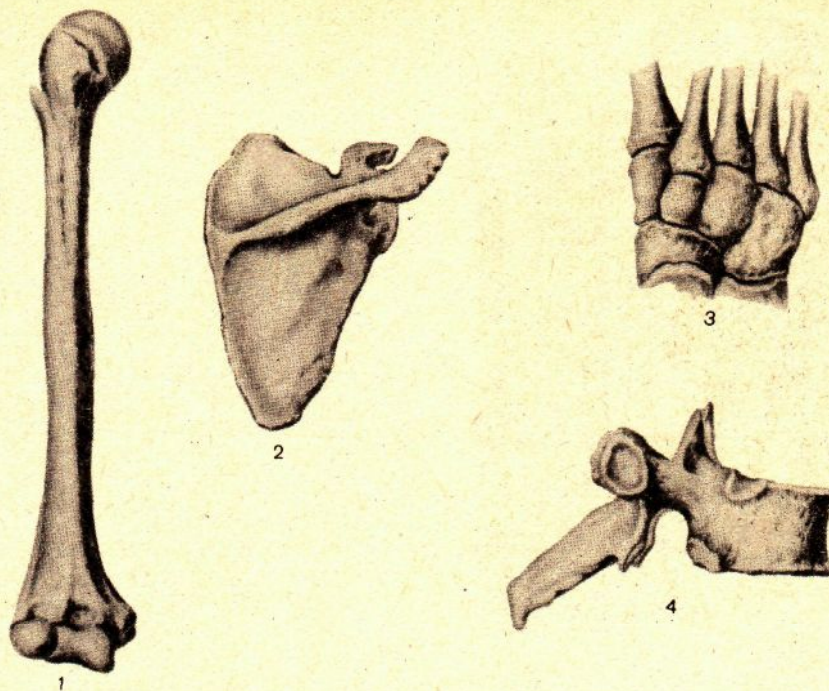


Fig. 15. Forme de oase.

1 — os lung (tubular); 2 — os plat; 3 — os spongios (scurt); 4 — os mixt.

oase ale craniului: frontalul, sfenoidul, etmoidul, maxila.

Pe suprafața fiecărui os există rugozități: aici își iau originea sau se inseră mușchii și tendoanele lor, fasciile, ligamentele. Proeminențele, care se înalță pe suprafața osului se numesc *apofize* (*apófysis* — excrescență). Din acestea fac parte: tuberozitatea (*túber*), tuberculul (*tubérculum*), creasta (*crísta*), apofiza (*procéssus*). În locul, unde mușchiul se inseră cu partea lui cărnosă, se profilează o depresiune numită fosă (*fóssa*, *fóvea*) sau o fosetă (*fóssula*). Suprafața osului este delimitată de margini (*márgo* — margine, limită). Pe unele oase, avînd în adiacență un nerv sau un vas sanguin, se formează un șanț (*súl-cus*). La nivelul de penetrare prin os a unui vas se formează un canal (*canális*), un canalicul (*canaliculus*), o fisură (*fís-sura*), o incizură (*incisúra*). Pe fața fiecărui os, mai ales pe cea internă, observăm niște orificii punctiforme, care duc în adîncul lui. Acestea sînt **orificiile nutritive**, *forámina nutricia*.

Epifiza rotunjită, care este delimitată de la corpul osului printr-o îngustare — col (*cóllum*), se numește cap sau capitul al osului (*cáput*, *capítulum*). Capul osului e de obicei neted și constituie o față articulară tapetată cu cartilaj articular și servește la joncțiunea cu alt os. Suprafața articulară poate fi concavă sau convexă (fosă articulară, *fossa articularis*) sau formează un condil (*cóndylus*).

STRUCTURA OSULUI

Osul are structură și compoziție chimică complicată. În organismul viu osul conține 50% de apă, 28,15% materii organice (inclusiv 15,75% lipide) și 21,85% substanțe neorganice prezentate prin compuși de calciu, fosfor, magneziu și alte elemente. Osul degresat, înălbit și uscat (macerat) conține 1/3 din masă materiei organice, care împreună se numesc „oseină”, și 2/3 — substanțe neorganice.

Rezistența osului (caracteristicile mecanice) este asigurată de unitatea fizico-chimică a materiilor organice și neorganice, precum și de particularitățile de structură ale țesutului osos. Ca rezistență osul poate fi comparat cu unele metale

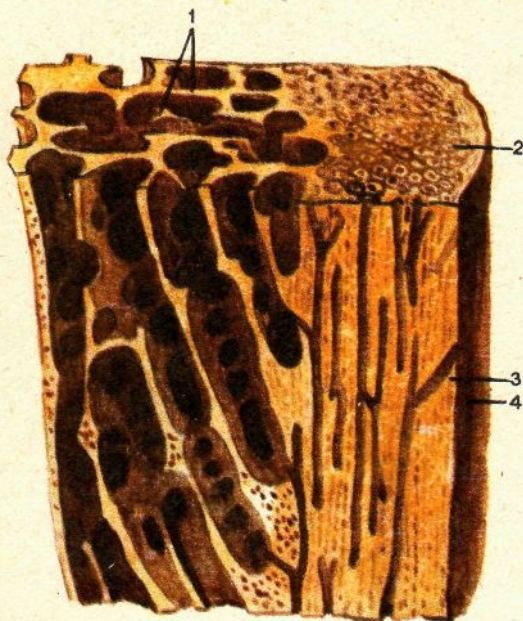


Fig. 16. Arhitectura osului (schemă).

1 — substantia spongiosa (trabecularis) ; 2 — substantia compacta ; 3 — canalis nutritivum (perforans) ; 4 — for nutritivum.

(aramă, fier). Faptul că în oase (la copii) prevalează materiile organice, le asigură acestora elasticitate și flexibilitate sporită. Când proporția se modifică spre preponderența materiilor neorganice, osul devine fragil (la bătrâni).

Stratul exterior al osului prezintă o placă groasă (în diafizele oaselor tubulare) sau fină (în epifizele oaselor tubulare, în oasele spongioase și plate), alcătuită dintr-o **materie osoasă compactă** (*substantia compacta*). Sub substanța compactă se află **substanța spongioasă** (*substantia spongiōsa*) de structură poroasă cu aspect de burete, alcătuită din traveuri osoase cu alveole printre ele. Desenul structurii osului se relevă ușor pe secțiunile oaselor (fig. 16). În interiorul diafizei osului tubular se află **cavitatea medulară** (*cavum medulāre*), care adăpostește măduva osoasă. Substanța compactă e construită din țesut osos lamelar și este penetrată de un sistem de canalicule osoase fine, unele fiind orientate paralel cu suprafața osului, iar în oasele tubulare sînt orientate pe parcursul dimensiunii mai lungi (canalul central sau Havers), celelalte, perforante (canalele Folcman) sînt orientate per-

pendicular la suprafață. Aceste canalicule osoase sînt continuarea unor canale de calibru mai mare, numite **canale nutritive** (*canāles nutritīci*). Ele se deschid pe suprafața osului sub formă de orificii, din care una-două la fiecare os sînt destul de largi. În orificiile nutritive ale osului, prin sistemul canaliculelor lui, penetrează o **a r t e r ă**, un **n e r v** și iese o **venă**.

Peretii canaliculelor centrale sînt alcătuiți din lamele osoase dispuse concentric sub formă de tuburi fine introduse unul în altul. Canalul central împreună cu sistemul de lamele concentrice constituie unitatea de structură a osului, denumită osteon sau sistem Havers (fig. 17). Spațiile dintre osteoni sînt completate cu lamele intermediare (interstițiale). Stratul extern al substanței compacte este format din lamelele circumvalare externe. Stratul intern al osului, care delimitează cavitatea osteomedulară, tapetat de endost, este alcătuit din lamele circumvalare interne. Osteonii și lamelele interstițiale formează substanța corticală compactă a osului. Pe lângă fețele articulare tapetate cu cartilaj, în exterior osul este acoperit de **periost** (*periosteum*). Periostul constituie o placă conjunctivă fină și rezistentă, alcătuită din două straturi. El conține din abundență vase sanguine, limfatice și nervi. Periostul aderă intim la os prin niște fibre perforante, care se împlintă în masivul osos. Stratul extern al periostului are un caracter fibros, iar cel intern este cambial (osteogen, adică asigură creșterea osului). Acesta aderă nemijlocit la țesutul osos. Pe contul stratului intern al periostului se formează celulele osoase tinere (osteoblaștii), care se depun pe suprafața osului.

În acest mod, datorită proprietăților osteogene ale periostului, osul crește în grosime.

În interiorul osului, în cavitatea osteomedulară și în alveolele substanței spongioase, se află măduva oaselor. În perioada intrauterină și la nou-născuți toate oasele conțin **măduvă roșie**, *medūla, ossium rūbra*, care execută o funcție hematopoetică și protectoare. Ea este prezentată de o rețea de fibre reticulare și celule, în ochiurile cărora se află celule sanguine tinere și mature. În măduva oaselor se ramifică fibre nervoase și vase.

La omul adult măduva roșie se conține doar în alveolele substanței spongioase a oaselor plate (oasele craniului, sternului, aripile oaselor iliace), în oasele spongioase (scurte), în epifizele oaselor tubulare. În cavitatea medulară a diafizelor oaselor tubulare se află **măduva galbenă**, *medulla ossium flava*, care constituie o stromă reticulară degenerată cu incluziuni lipide. Masa măduvei oaselor alcătuiește 4—5% din masa corpului, o jumătate revenind măduvei roșii, cealaltă — măduvei galbene.

Substanța osoasă compactă construită din lamele osoase dispuse concentric e foarte dezvoltată în oasele ce execută funcții de suport și pîrghie (oasele tubulare). Oasele care au volum mare și suportă solicitări în mai multe direcții de orientare sînt alcătuite în fond din substanță spongioasă. În exterior ele au doar o plachetă fină de substanță compactă [epifizele oaselor tubulare, oasele spongioase (scurte)].

Substanța spongioasă, situată între lamelele de substanță compactă în oasele bolții craniene, a primit numirea de **diploe**, *diploë*. Placa exterioară a substanței compacte la oasele boltei craniene este destul de groasă, rezistentă, iar cea interioară este fină, dar fiind fragilă, la contuziune formează fragmente ascuțite, din care cauză a fost numită lamelă vitroasă (*lamina vitrea*). În substanța spongioasă traveurile osoase nu sînt dispuse haotic, ci sînt orientate în direcții anumite, de-a lungul cărora osul are de suportat solicitări maxime de întindere și compresiune (fig. 18). Liniile care coincid cu traveurile osoase, numite curbe de compresiune și întindere, pot fi comune pentru cîteva oase adiacente. O astfel de aranjare a traveurilor osoase, sub un unghi unul față de altul, asigură transmiterea uniformă asupra osului a presiunii sau tracțiunii mușchilor. Construcția tubulară și arcată a osului îi asigură o rezistență maximă, masa lui și cheltuelile de materie osoasă fiind minime. Structura fiecărui os corespunde locului pe care îl ocupă în organism și menirii lui, direcției de aplicare a forței de tracțiune exercitată de mușchii care îl acționează. Cu cît osul este mai solicitat, cu cît e mai mare activitatea mușchilor din jur, cu

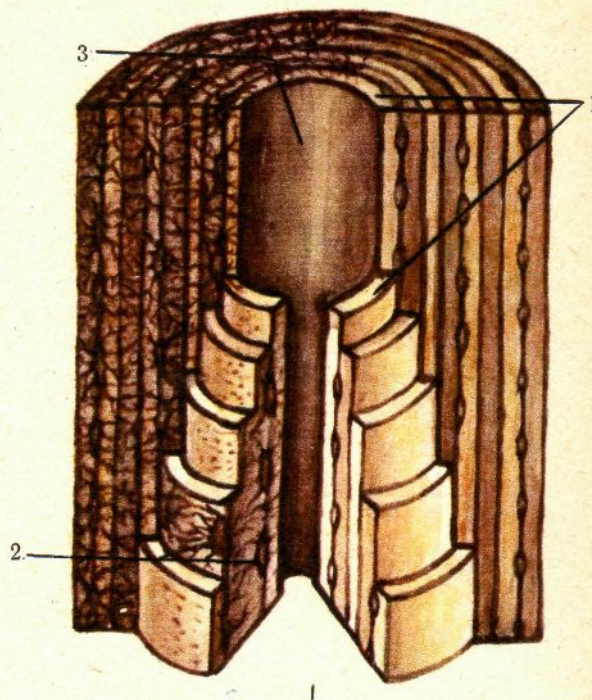


Fig. 17. Structura osteonului în secțiune (schemă).
1 — lamela osteonului; 2 — celulele osoase (osteocite); 3 — canalul central (canalul osteonului).

atît osul este mai durabil. Cînd forța mușchilor care acționează osul scade, el devine mai subțire, mai puțin rezistent.

Osul este un organ foarte plastic. La modificarea condițiilor de acțiune a forțelor exercitate asupra osului are loc restructurarea lui: sporește sau scade numărul de osteoni, se produc schimbări în amplasarea lor reciprocă. De aici rezultă, că antrenamentul, exercițiile sportive, solicitarea fizică exercită asupra osului o influență constructivă, fortifică scheletul. În caz de influență constantă a solicității fizice asupra osului se dezvoltă hipertrofia funcțională: substanța compactă se îngroașă, se reduce cavitatea medulară. Se restructurează și substanța spongioasă care capătă o structură macroalveolară. Au fost înregistrate particularități de structură a oaselor în conformitate cu munca practică (M. G. Prives). Tracțiunea din partea tendoanelor inserate pe oase la anumite nivele provoacă apariția unor rugozități, tuberozități masive (B. A. Dolgo-Saburov). Inserția mușchilor pe oase fără intermediul tendoanelor, cînd fasciculele muscu-

lare se întrețese nemijlocit cu periostul, generează pe os o suprafață plată sau chiar o fosetă.

Influența activității mușchilor condiționează pe suprafața fiecărui os un relief caracteristic și o structură internă corespunzătoare.

Restructurarea țesutului osos e posibilă și favorizată de două procese, care au loc simultan: distrugerea țesutului osos vechi, format anterior (resorbție) și generarea de celule osoase noi și de substanță interstițială nouă. Osul se distruge de niște celule polinucleare speciale mari numite osteoclaști (distrugători de os). În locul osului distrus se formează osteoni noi și traveuri osoase noi. În consecința acestor procese, ce se desfășoară simultan — resorbției și osteogenezei, se transformă structura internă, forma și dimensiunile osului. În acest mod nu numai caracterele biologice (ereditatea), ci și condițiile ambianței, factorii sociali influențează asupra construcției osului. Osul se transformă în corespundere cu modificarea gradului de solicitare fizică, structura osului este influențată de caracterul muncii executate, etc.

ANATOMIA RADIOLOGICĂ A OASELOR

Oasele scheletului pot fi studiate în vivo printr-un examen radiologic. Prezența sărurilor de calciu în oase le face să fie mai puțin „transparente” pentru razele Röntgen decât țesuturile moi adiacente. Datorită structurii neuniforme a osului, existenței în el a unui strat de diversă grosime de substanță corticală compactă, iar spre interior de la el a substanței spongioase, osul poate fi văzut și delimitat distinct pe radiograme.

Substanța compactă formează pe radiogramă o „umbră” densă sub formă de fișii deschise la culoare, de diferite lățimi, iar substanța spongioasă ne oferă un desen reticular pe care alveolele au o înfățișare de macule negre de diferite dimensiuni. În diafizele oaselor tubulare, în partea lor medie, substanța compactă, care e destul de groasă, ne prezintă o umbră de lungime respectivă, care spre epifize se îngustează, deoarece aici substanța corticală devine mai subțire. Între

două umbre de culoare deschisă formate de substanță corticală se face văzută o fișie mai întunecată, care corespunde cavității medulare. Substanța compactă a oaselor tubulare (scurte) și epifizelor pe radiograme se prezintă sub formă de fișie îngustă de culoare deschisă. Spre interior de ea se observă o rețea mărunță de substanță spongioasă, pe direcția orientării traveurilor căreia putem urmări linii de contracție și destindere. Variatele recipiente osoase, care conțin țesuturi moi translucide pentru razele Röntgen (de exemplu, orbitele) sau cavitățile implute cu aer (sinusurile nazale, cavitatea nazală), pe clișee au aspectul unor conglomerate de culoare întunecată („pete luminoase”, dacă ar fi trecută la variația pozitivă), delimitate de linii albe, care corespund pereților osoși. Șanțurile pe oase, formate din cauza adiacenței vaselor sanguine (arterelor, venelor) sau sinusurilor pachimeningelui, pe radiograme se prezintă prin macule negativ luminoase de lățime diferită, adică prin linii întunecate. La nivel de unire a oaselor între ele se observă o fișie întunecată — fisura articulară radiologică, care este delimitată de linii mai deschise, ce corespund substanței osoase compacte care formează fețele articulare. Lățimea fisurii articulare radiologice depinde de grosimea stratului translucid pentru razele Röntgen al cartilajului articulant. Pe radiograme putem detecta puncte de osificare, pe baza cărora putem determina vârsta, și urmări substituirea cartilajului epifizar prin țesut osos, conștientizarea fragmentelor osoase (aparitia sinostozei).

DEZVOLTAREA OASELOR

În dezvoltarea scheletului vertebratelor putem distinge trei stadii: membranoasă, cartilaginoasă și osoasă. Pentru prima dată scheletul membranos sub aspectul unei coarde dorsale (*chorda dorsalis*) apare și rămâne pentru toată viața la amfiox. La organisme superioare — la peștii cartilaginoși, pe lângă coarda dorsală, apar și vertebre cartilaginoase, care corespund segmentelor corpului (stadiul II cartilagos de dezvoltare a scheletu-

lui). În filogeneza ulterioară scheletul cartilaginos e substituit de cel osos (stadiul III), mai puțin flexibil, însă mai durabil, capabil să reziste la sollicitații mari. Eșirea animalelor pe uscat a pus în fața scheletului cerințe noi. La unele animale țesutul osos se dezvoltă nemijlocit din masa scheletului membranos, evitând stadiul cartilaginos. Coarda dorsală, care se fondează la om în perioada embrionară, se supune involuției. Reminiscentele ei se păstrează sub formă de nucleu pulpos, *nucleus pulpósus*, al discurilor intervertebrale aflate între corpurile vertebrelor. Procesul de evoluție a scheletului, fondarea scheletului membranos, substituția lui cu cel cartilaginos, iar apoi cu cel osos în seria animalelor vertebrate se manifestă ca un prototip al evoluției scheletului în ontogeneza umană.

La om țesutul osos apare în a 6-a — a 8-a săptămână de viață intrauterină. Oasele se formează fie nemijlocit din țesutul conjunctiv embrionar, din mezenchim (*osteogeneza membranoasă*), fie pe baza modelului cartilaginos al osului (*osteogeneza cartilagineasă*). Are loc substituția unui țesut de suport puțin diferențiat cu alt țesut dotat cu caracteristici mecanice mai înalte. În locul țesutului conjunctiv embrionar cu funcții de suport (*osteogeneza membranoasă*), evitând stadiul de cartilaj, se dezvoltă oasele boltii craniene, oasele craniului facial și o parte din claviculă. Astfel de oase se numesc primare, tegumentare.

Când osul se dezvoltă din mezenchim, în țesutul cartilaginos tânăr (cam pe la centrul osului viitor) apare unul sau câteva puncte de osificare (*punctum ossificationis*). Punctul de osificare este alcătuit din celule osoase tinere — osteoblaști, situați sub formă de traveuri. Treptat el crește în dimensiuni, traveurile osoase proliferază radial și în profunzime, formînd o rețea osoasă, în ochiurile căreia sînt încorporate vase și celule ale măduvei oaselor. Osteoblaștii produc substanță intercelulară, în care mai apoi se depozitează sărurile de calciu. Osteoblaștii se transformă apoi în celule osoase (osteocite) și rămîn captive în substanța osoasă. În partea internă și externă a modelului conjunctiv al osului viitor se formează o substanță osoasă compactă, iar

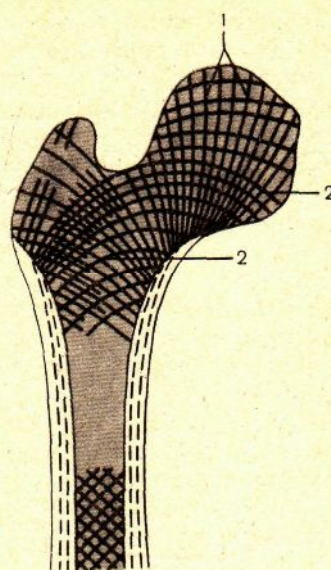


Fig. 18. Schema amplasării traveurilor osoase în substanța spongioasă. Secțiune a extremității superioare a femurului în plan frontal.

1 — linia de comprimare; 2 — linia de întindere.

între paletetele osoase dure sînt situate traveurile substanței spongioase. Straturile superficiale de țesut conjunctiv se transformă în periost.

Oasele trunchiului, membrilor, bazei craniului se dezvoltă pe bază de cartilaj, care prin forma lui amintește un os de adult în miniatură. Pe suprafața cartilajului este acoperit de pericondru. Stratul interior al pericondrului adiacent la țesutul cartilaginos se numește de creștere, iar cel exterior conține un număr mare de vase sanguine.

Formarea oaselor, mai ales a celor tubulare (lungi), începe din câteva puncte de osificare. Primul punct apare în partea medie a cartilajului (în viitoarea diafiză) la a 8-a săptămână de embriogeneza și treptat proliferază în direcția epifizelor pînă cuprinde osul în întregime. La început stratul intern al pericondrului (*perichondrium*) produce celule osoase tinere (osteoblaști), care se fixează pe suprafața cartilajului (*osificare pericondrală*). Însuși pericondruul se transformă treptat în periost, iar celulele osoase tinere formate se stratifică peste cele precedente prin apoziție, formînd pe suprafața cartilajului o placă osoasă. În jurul vaselor