

Osteologia

<http://www.imagingonline.com.br/>

Esse capítulo desenvolve os conceitos gerais em osteologia. O estudo das partes do esqueleto será realizado em capítulos a parte (capítulo 3 – esqueleto axial; capítulo 4 – esqueleto apendicular).



Figura - Ilustração do anatomista holandês Frederik Ruysch (1638-1731). Foi pioneiro na técnica de conservação de órgãos, recebeu autorização para realizar exposições de corpos humanos. Artista, realizava desenhos ditos como "macabros", pois utilizava nas ilustrações esqueletos fetais se envolvendo com diferentes paisagens.



2.1 OSTEOLOGIA (estudo dos ossos)

Na cidade de Glasgow (Escócia) está localizado um dos maiores museus de ossos, *The Hunterian Museum*. Contem a coleção de ossos do anatomista John Hunter (1728-1793) (fig.01). Hunter era um colecionador fanático, perseguiu Charles Byrne, um irlandês extremamente alto. Ficou fascinado pela estatura do gigante, que queria a qualquer custo seu esqueleto após sua morte, para fazer parte de sua coleção. Byrne, que não possuía uma boa saúde e apavorado deixou relatado que após sua morte seu caixão deveria ser lacrado e jogado ao mar. Mas, com um pouco de dinheiro John Hunter adquiriu o esqueleto do gigante após sua morte e esse está exposto em seu museu.

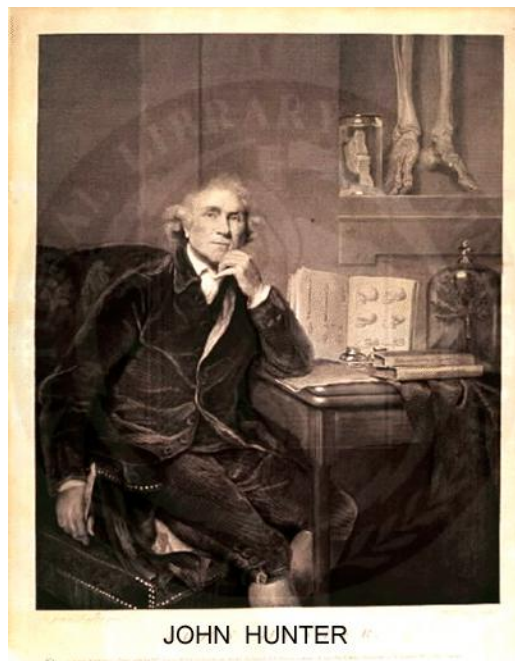


Fig. 01 - Figura de John Hunter (retirada de: <http://usuarios.cultura.com.br/jmrezende/hunter.htm>)

Ossos são estruturas esbranquiçadas do nosso corpo. São rígidos (característica conferida pela substância óssea compacta), e flexíveis (conferido pela substância óssea esponjosa). Os ossos são vascularizados, o sangue transporta uma grande quantidade de cálcio para o osso (o que o difere da cartilagem), tornando-o calcificado (mineralizado). São revestidos internamente e externamente por membranas de tecido conjuntivo, especializadas, denominadas respectivamente de endóstio e perióstio. Essas membranas participam de diversas funções, como: conferir sensibilidade, vascularização e inserção muscular (essa última válida para o perióstio).

O conjunto de ossos e cartilagens unidos (articulados) forma o esqueleto. O esqueleto possui diversas funções, entre elas:

- conformidade ao corpo;
- proteção de órgãos vitais;
- sustentação do corpo;
- armazenamento de íons como cálcio e fósforo;
- atua como alavancas, movimentada pelos músculos, deslocando segmentos do corpo;
- hematopoiese, formação de células do sangue, por meio da medula óssea (vermelha).

2.2 TECIDO ÓSSEO

O osso é formado por tecido conjuntivo especializado (tecido conjuntivo calcificado). A parte orgânica do tecido constitui 30% do tecido ósseo, formada por células (2%) e matriz orgânica (98%, sendo 95% de fibras colágenas tipo I). A parte inorgânica (mineral) constitui 70%, formada praticamente por cristais de hidroxiapatita. Esse arranjo torna o tecido ósseo extremamente resistente, suportando força de tração similar ao ferro, com um terço do peso e a metade da flexibilidade do aço.

São quatro tipos celulares: as células osteoprogenitoras, provenientes da lâmina profunda do periósteo. Essas células são formadas de acordo com o estímulo oferecido ao periósteo, como forças de tração e compressão (induzidas pela contração muscular), esse tipo celular se diferencia rapidamente, formando os osteoblastos. Os osteoblastos são células jovens do tecido ósseo, produzem a parte orgânica da matriz óssea (composta por colágeno tipo I, proteoglicanas e glicoproteínas). A matriz recém formada pelo osteoblasto é denominada de osteóide. Cerca de 20 dias após sua formação, ocorre a concentração de fosfato de cálcio e outros elementos (bicarbonato, magnésio, potássio, sódio e citrato), formando cristais de hidroxiapatita (parte inorgânica da matriz). Os cristais de hidroxiapatita se associam com as fibras colágenas, conferido rigidez e flexibilidade ao osso. Após a calcificação da matriz, o osteoblasto passa a ser denominado de osteócito. O osteócito é uma célula velha, que promovem a manutenção da matriz óssea.

Os osteoclastos são células que se originam de monócidos e macrófagos teciduais. São produtores de enzimas lisossomais, capazes de reabsorver a matriz calcificada, participando do processo de remodelação óssea. O hormônio da glândula paratireóide (parato-hormônio – PTH) estimula a atividade osteoclástica, aumentando o processo de absorção da matriz calcificada, liberando o cálcio na corrente sanguínea. O estrógeno reduz a formação de osteoclastos e seu recrutamento, alguns estudos sugerem que o estrógeno participa no processo de apoptose dos osteoclastos.

2.3 DIVISÃO DO ESQUELETO

O esqueleto humano adulto é formado em média por 206 ossos. Didaticamente o esqueleto é dividido em: esqueleto axial e esqueleto apendicular.

O esqueleto axial (do latim *axis* = eixo) é formado pelos ossos que estão no eixo do corpo. São eles: ossos do crânio (28 ossos); ossos da coluna vertebral (26 ossos); costelas (24 ossos), esterno (1 osso) e hióide (1 osso). No esqueleto axial totalizamos 80 ossos (fig. 02).



Fig. 02 – Esqueleto axial (ossos do crânio, hióide, coluna vertebral, costelas e esterno). Fonte: <http://chestofbooks.com/health/anatomy/Human-Body-Construction/The-Upper-Extremity.html>

O esqueleto apendicular (apêndice, do latim *appendix* = o que pende), forma o esqueleto dos membros superiores e inferiores.

Os ossos dos esqueletos apendiculares superiores são: nos braços - úmero (2), nos antebraços – rádio (2) e ulna (2), nas mãos e dedos – carpo (16), metacarpo (10) e falanges (28) (fig.03).



Fig. 03 – Esqueleto apendicular superior (úmero, rádio, ulna, ossos carpais, ossos metacarpais e falanges) e cingulo superior (clavícula e escápula). Fonte: <http://chestofbooks.com/health/anatomy/Human-Body-Construction/The-Upper-Extremity.html>

Os ossos dos esqueletos apendiculares inferiores são: nas coxas – fêmur (2), nas pernas – tibia (2) e fíbula (2), nos joelhos – patelas (2), nos pés e dedos – tarso (14), metatarso (10) e falanges (28) (fig.04).



Fig. 04 – Esqueleto apendicular inferior (fêmur, patela, tibia, fíbula, ossos tarsais, ossos metatarsais e falanges) e cingulo inferior (ossos do quadril). Fonte: <http://chestofbooks.com/health/anatomy/Human-Body-Construction/The-Upper-Extremity.html>

O esqueleto axial é unido com os esqueletos apendiculares pelos cingulos. Os cingulos são constituídos por ossos que estabelecem esta ligação, além de outras estruturas como músculos e ligamentos. São eles: o cingulo do membro superior, formado pelas escápulas (2) e clavículas (2); e o cingulo do membro inferior, formado pelos ossos do quadril (2).

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS OSSOS

Podemos estabelecer critérios para classificar os ossos de acordo com sua forma, levando em consideração suas dimensões (comprimento, largura e espessura). A classificação quanto à forma segue abaixo:

- **Ossos longos:** possuem o comprimento maior que a largura e espessura. Ex: úmero, rádio, ulna, fêmur, metacarpos, falanges. Os ossos longos apresentam características anatômicas específicas. Observa-se nesses ossos duas extremidades, unidas por uma haste central. As extremidades são denominadas de epífises (proximal e distal), e a haste é denominada de diáfise ou corpo do osso. Entre a epífise e diáfise está localizado a metáfise do osso, que durante a infância e até o fim da adolescência abriga a cartilagem epifisial (crescimento em comprimento).

No interior das epífises encontra-se substância óssea esponjosa, enquanto que na diáfise, essa substância é escassa, formando um canal, denominado de canal medular, canal este que abriga a medula óssea (fig. 05).

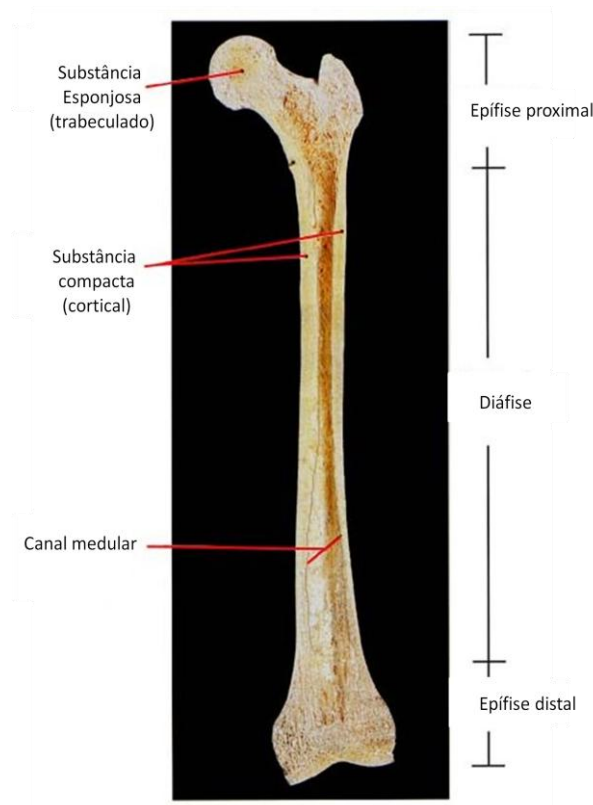


Fig. 05 – Osso longo: http://www.daviddarling.info/encyclopedia/L/long_bone.html

- **Ossos curtos:** nenhum das dimensões é predominante, o comprimento, a largura e a espessura são semelhantes. Ex: ossos do carpo (fig. 06) e do tarso.

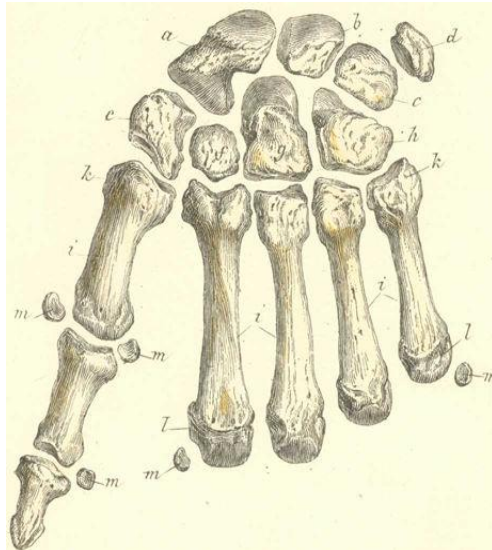


Fig. 06 – Ossos carpais (ossos curtos), de A até H (na figura).

Fonte: <http://www.anatomyatlases.org/atlasofanatomy/plate05/13carpaldorsal.shtml>

- **Ossos laminares:** apresentam o comprimento e largura equivalente e predominante sobre a espessura. Ex: escápula (fig.07) e osso do quadril.

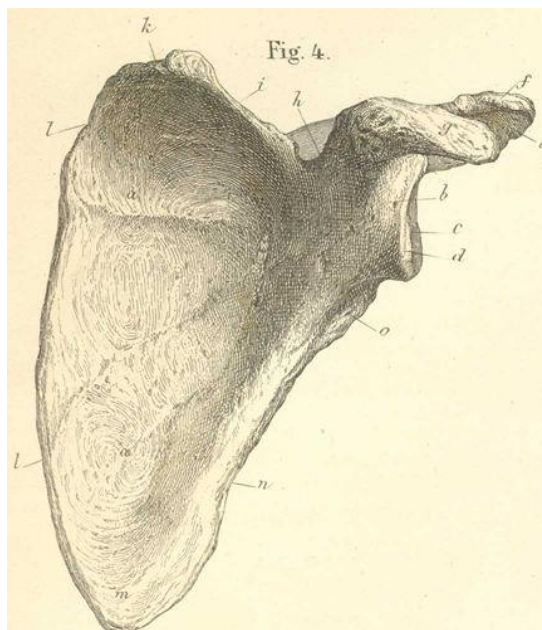


Fig. 07 – Escápula (osso laminar). Fonte: <http://www.anatomyatlases.org/atlasofanatomy/plate05/04lscapulaant.shtml>

- **Ossos alongados:** possuem o comprimento maior que a largura e espessura, são semelhantes aos ossos longos, porém não possuem canal medular. Ex: clavículas (fig. 08) e costelas.



Fig. 08 – Clavícula (osso alongado). Fonte: <http://www.anatomyatlases.org/atlasofanatomy/plate05/01claviclefa.shtml>

Alguns ossos apresentam características particulares, não se encaixando no tipo de classificação quando sua forma. São eles:

- **Ossos irregulares:** apresentam forma complexa, com diversas projeções, não possuindo uma forma geométrica bem definida. Ex: vértebras (fig. 09), maxila, temporal, mandíbula.

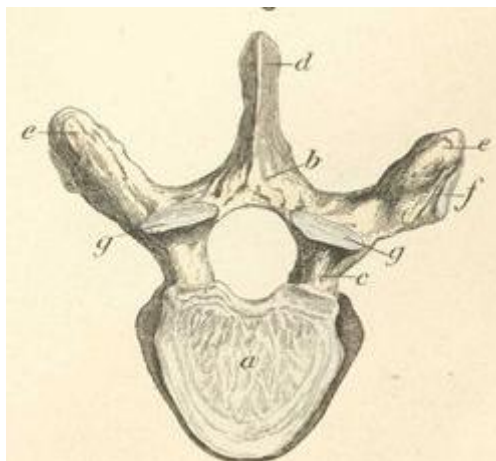


Fig. 09 – Vértebra torácica, vista superior (osso irregular).

Fonte: <http://www.anatomyatlases.org/atlasofanatomy/plate04/08and09thoraciclumbarv.shtml>

- **Ossos pneumáticos:** são ossos que apresentam em seu interior uma cavidade, que é preenchida por ar. Essas cavidades são revestidas por mucosa, recebendo o nome de seios (do latim *sinus* = bolso). Os ossos pneumáticos são: frontal (fig. 10), maxila, esfenóide, etmóide e temporal (não forma seio).

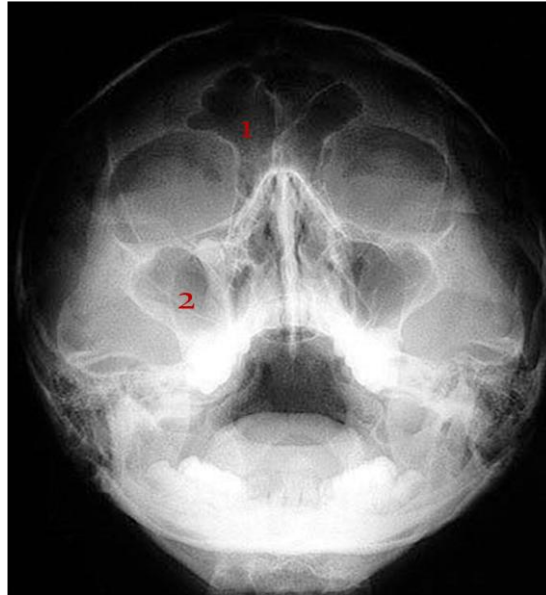


Fig. 10 – Ossos pneumáticos, 1- frontal; 2- maxila. Incidência de Water's.
Fonte: <http://www.marconradiologia.com.br/servicosextra5.html>

- **Ossos sesamóides** (do grego *sesamen* = semente): desenvolvem-se entre tendões e ligamentos. Ex: patela.

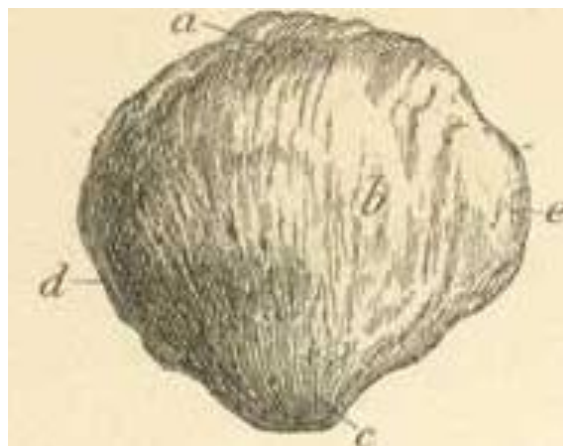


Fig. 11 – Patela (osso sesamóide, também classificado como curto).
Fonte: <http://www.anatomyatlases.org/atlasofanatomy/plate06/03lpatellavolar.shtml>

- **Ossos supranumerários:** variações anatômicas no número de ossos, ossos que aparecem a mais no esqueleto. Ex: fabela (fig. 12) – osso sesamóide supranumerário, localizado no tendão do músculo gastrocêmio lateral (posterior ao joelho).



Fig. 12 – Fabela (osso supranumerário - sesamóide, localizado no joelho em cerca de 3% da população).

Fonte: <http://insidesurgery.com/2009/05/fabella-bone/>

2.4 TIPOS DE SUBSTÂNCIAS ÓSSEAS

O tecido ósseo se dispõe de uma maneira particular, para garantir a rigidez e a flexibilidade. Desta forma, os ossos são capazes de suportar forças de tração, compressão e cisalhamento. Esse arranjo é conferido pelas substâncias ósseas que formam os ossos: substância compacta e esponjosa. A substância compacta (figs.05 e 13) é externa, o tecido ósseo forma lamelas concêntricas fortemente unidas. A substância compacta, se observada atentamente, apresenta diversos orifícios (forames nutritícios), que servem de passagem para os vasos sanguíneos. As lamelas ósseas concêntricas avançam na mesma direção, formando o ósteon (“sistema de Havers”). Os ósteons (fig. 13) são pilares com orientação paralela às forças (sustentação) aplicadas ao osso, promovendo a rigidez necessária aos ossos. No interior do ósteon há um canal, percorrido por vasos sanguíneos (dispondo-se no sentido do maior eixo ósseo). Canais paralelos (transversais) se formam da superfície interna para a

externa, comunicando-se com os canais existentes no ósteon e com o canal medular, esses canais são denominados de canais de Volkmann.

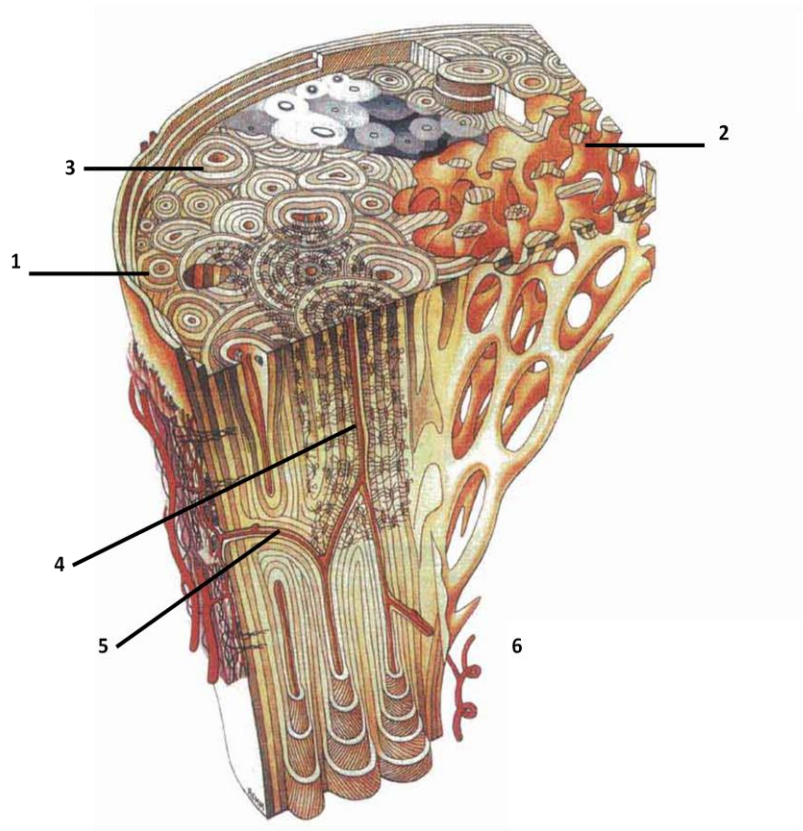


Fig. 13 – Disposição das substâncias ósseas. 1- substância óssea compacta; 2- substância óssea esponjosa; 3 – lamelas concêntricas; 4- ósteon (sistema de Havers); 5- sistema de Volkmann; 6- canal medular. Fonte: <http://www.rms-gs.de/repetitorium/index-Dateien/anatomie/a254.htm>.

Na substância óssea esponjosa (trabéculas) (figs.05 e 13), o tecido ósseo se organiza formando espaços entre suas lâminas (criando o aspecto de esponja, treliça). As trabéculas ósseas se dispõem na direção da carga imposta, promovendo resistência. Na substância óssea esponjosa encontramos a medula óssea vermelha, produtora das células do sangue. Nos ossos longos a substância óssea esponjosa é predominante no interior das epífises, enquanto que na diáfise predomina a substância compacta. Nos ossos curtos a substância compacta forma a camada externa e, internamente o osso é preenchido por substância esponjosa.

Nos ossos laminares do crânio, encontramos duas lâminas de substância óssea compacta (lâmina interna e lâmina externa), e entre essas lâminas a substância óssea esponjosa, denominada de díploe (fig.14).

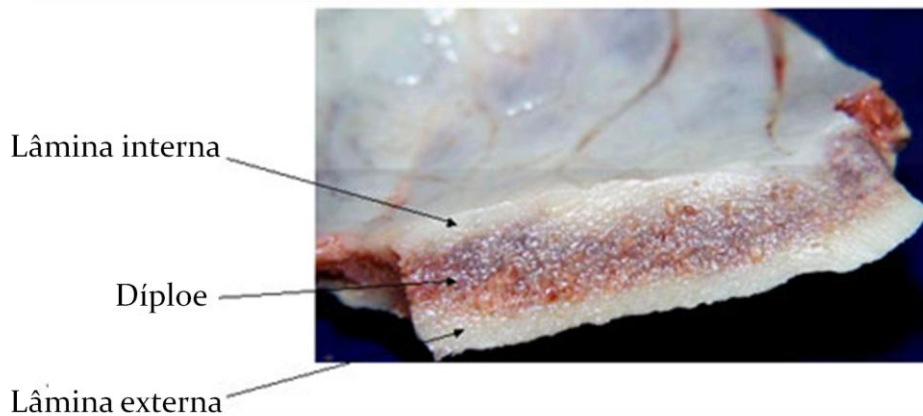


Fig. 14 – Disposição das substâncias ósseas na calvária (calota craniana).

Fonte: http://www.sistemanervoso.com/pagina.php?secao=1&materia_id=353&materiaver=1

2.5 MEDULA ÓSSEA

A medula óssea pode ser: vermelha (ou rubra), encontrada na substância esponjosa dos ossos, essa medula é produtora das células do sangue (após o nascimento); ou amarela (flava), encontrada apenas no canal medular dos ossos longos (no interior da diáfise).

A formação de sangue durante a vida intra-uterina é dividida em períodos: período megaloblástico iniciando no tecido conjuntivo extra-embriônico, do saco vitelínico (2 semanas após a concepção), as células são grandes (eritrócitos), não há leucócitos; período hepatolienal, ao final da oitava semana a formação de sangue é proveniente do fígado e do baço, em pequenas porções, nessa fase aparecem os linfócitos; período medular, a partir da vigésima semana a medula óssea vermelha se torna ativa.

2.6 CRESCIMENTO ÓSSEO

O crescimento do osso ocorre em comprimento e em espessura. Os ossos começam a se formar na vida fetal, primeiramente são moldes de cartilagens. Com a chegada do vaso sanguíneo, esse molde de cartilagem começa a receber cálcio e a se ossificar (centro de

ossificação). No nascimento, durante a infância e até o final da puberdade, os ossos mantêm áreas com cartilagem (formada no embrião). Essa cartilagem é denominada de cartilagem epifisial, que promove o crescimento em comprimento dos ossos. Para que a cartilagem epifisial seja estimulada é necessária a produção de hormônio específico. A adenohipófise (parte anterior da hipófise) secreta o hormônio do crescimento (GH). Esse hormônio é levado até o fígado, que sintetiza outro hormônio, denominado de somatomedina. A somatomedina circulando, atua na zona germinativa da cartilagem epifisial, promovendo o crescimento ósseo em comprimento.

O crescimento em espessura e largura é realizado pelo periósteeo, uma membrana que reveste a face externa dos ossos. O periósteeo possui duas lâminas, uma profunda e outra superficial.

A lâmina profunda do periósteeo é denominada de osteoprogenitora (formadora de osso). As células ósseas criadas pela lâmina profunda do periósteeo são incorporadas na superfície do osso, provocando seu espessamento e alargamento. Ocorre uma constante produção e absorção do tecido ósseo (atividade dos osteoblastos e osteoclastos), estima-se que cerca de 10% do esqueleto sofre o processo de renovação celular durante o período de um ano.

2.7 OSSIFICAÇÃO

No embrião membranas conjuntivas ou modelos de cartilagem dos futuros ossos encontram-se em desenvolvimento. Com a chegada de sangue, esses modelos de cartilagem iniciam o processo denominado de ossificação óssea. O processo de ossificação dos ossos ocorre no início da idade fetal (começo do terceiro mês de gestação). O primeiro osso a iniciar o processo de ossificação é a clavícula. Podemos classificar o processo de ossificação dos ossos em dois tipos: ossificação intramembranácea e ossificação endocondral.

- **ossificação intramembranácea:** denominada desta maneira por surgir no interior de membranas de tecido conjuntivo. Os ossos: frontal, parietal, parte do occipital, temporal, maxila e mandíbula sofrem o processo de ossificação intramembranácea. A região destes ossos que contém o tecido conjuntivo é denominada de centro de ossificação primária e, neste local as células se diferenciam em osteoblastos, que sintetizam o osteóide. No crânio do recém-nascido as regiões de tecido conjuntivo constituem os fontículos (fontanelas).

- **ossificação endocondral:** modelos de cartilagem hialina sofrem esse processo de ossificação, com a chegada dos vasos sanguíneos (centros de ossificações), dividida em duas etapas. A ossificação endocondral é um processo complexo, faremos apenas uma descrição sucinta do assunto. Na primeira etapa os condrócitos (células cartilagíneas) hipertrofiam e sua matriz cartilagínea é reduzida, levando a apoptose. Na segunda etapa ocorre invasão por capilares e células osteoprogenitoras nos espaços deixados pelos condrócitos. As células osteoprogenitoras se diferenciam em osteoblasto, depositando posteriormente o osteóide. Desta maneira, o tecido ósseo é formado onde havia tecido cartilagíneo.

2.8 INFLUXO E AFLUXO DE CÁLCIO NOS OSSOS

O cálcio é um íon fundamental para a manutenção da resistência óssea. Um osso com pouca quantidade de cálcio em sua matriz se torna extremamente frágil, como ocorre na osteoporose. Para que o cálcio, ingerido na alimentação, seja transportado para o osso, diversos mecanismos precisam atuar no processo. Faremos uma descrição sucinta do assunto, para maiores detalhes consulte livros de fisiologia.

O cálcio, após o processo da digestão, é absorvido no intestino delgado mediante a presença do colecalciferol (substrato da vitamina D, processado no fígado). Após sua absorção, ocorre o aumento da quantidade de cálcio no sangue. O hormônio calcitonina (produzido pela glândula tireóide) transporta o cálcio presente no sangue para os ossos.

Fatores como: dieta rica em cálcio, luz solar (importante para a produção de vitamina D); atividade normal da glândula tireóide; e estímulos mecânicos; mantêm a saúde dos ossos.

Em situações que os níveis de cálcio no sangue diminuem, mecanismos fisiológicos entram em ação para retirar o cálcio armazenado nos ossos. Para isso ocorre à liberação do paratormônio (PTH ou hormônio da paratireóide), que por estimulação indireta, aumentam a atividade dos osteoclastos, provocando reabsorção óssea e desprendimento do cálcio para o sangue, elevando novamente os níveis de cálcio.

2.9 TERMINOLOGIA UTILIZADA NO ESTUDO DA OSTEOLOGIA

O estudo dos detalhes anatômicos de cada osso requer tempo e paciência. Muitas estruturas se relacionam com o esqueleto. A musculatura esquelética fixa-se nos ossos; vasos e nervos transitam próximos de sua superfície; ligamentos prendem-se nas extremidades ósseas; algumas vísceras usam os ossos como ponto de apoio. Devido a isso os ossos apresentam marcações, elevações, protuberâncias, áreas abertas para passagens de feixes vasculonervosos, sendo denominado de acidentes ósseos. Para facilitar o estudo e a compreensão dos acidentes ósseos, abaixo temos uma lista com os principais termos utilizados em osteologia:

- Linha – margem óssea suave;
- Crista – margem óssea proeminente;
- Tubérculo – pequena saliência arredondada;
- Tuberosidade – média saliência arredondada;
- Trocanter – grande saliência arredondada;
- Maléolo – saliência óssea semelhante à cabeça de um martelo;
- Espinha – projeção óssea afilada;
- Processo – projeção óssea;
- Ramo – processo alongado;
- Faceta – superfície articular lisa e tendendo a plana;
- Fissura – abertura óssea em forma de fenda;
- Forame – abertura óssea arredondada;
- Fossa – pequena depressão óssea;
- Cavidade – grande depressão óssea;
- Sulco – depressão óssea estreita e alongada;
- Meato – canal ósseo;
- Côndilo – proeminência elíptica que se articula com outro osso;
- Epicôndilo – pequena proeminência óssea situada acima do côndilo;
- Cabeça – extremidade arredondada de um osso longo, geralmente separada do corpo do osso por meio de uma região estreitada, denominada colo.

2.10 REFERÊNCIAS

DI DIO, John Alphonse Liberato. Tratado de Anatomia Sistêmica Aplicada. São Paulo: Atheneu, 2002.

DRAKE, Richard L; VOGL, Wayne; MITCHELL, Adam W. M. Gray: anatomia para estudantes. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

FERNANDES, Geraldo José Medeiros. Eponímia: glossários de termos epônimos em anatomia. Etimologia: dicionário etimológico da nomenclatura anatômica. São Paulo: Plêiade, 1999.

JUNQUEIRA, Luiz C.; CARNEIRO, José. Histologia básica. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

GARDNER, Ernest; GRAY, Donald J; O'RAHILLY, Ronan. Anatomia: estudo regional do corpo humano. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

GOSS, Charles Mayo. Gray Anatomia. 29.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

HAMILL, Joseph; KNUTZEN, Kathleen. Bases biomecânicas do movimento humano. 2.ed. São Paulo: Manole, 2008.

KHALE, Werner; LEONHARDT, Helmut; PLATZER, Werner. Atlas de anatomia humana com texto comentado e aplicações em clínica médica e em cirurgia. 3.ed. v.2. São Paulo: Atheneu, 1988.

MOORE, Keith L; DALLEY, Arthur F. Clinically Oriented Anatomy. 5.ed. Toronto: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

AUTOR



Prof. Me. Leandro Nobeschi

Fisioterapeuta – Universidade do Grande ABC (UniABC)
Tecnólogo em Radiologia – Centro Universitário Anhanguera de Santo André (UniA)
Mestre em Morfologia – Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)
E-mail: nobeschi@institutocimas.com.br