

Radioanatomiske variationer af knoglestrukturer i theca cranii

Ib Sewerin

Børnetandlæger og ortodontister ser et stort antal kranierøntgenbilleder af børn, idet næsten alle børn som får udført tandregulering, bliver røntgenfotograferet mhp. cefalometrisk analyse. Tandlægerne har herved mulighed for undertiden at diagnosticere eller medvirke til diagnostik af patologiske tilstande som manifesterer sig ved radiologiske forandringer i kraniet hos klinisk symptomfrie individer. En forudsætning herfor er fortrolighed med den normale radioanatomisk, og især med de anatomiske variationer af de normale strukturer.

I artiklen gennemgås variationer af en række radiolucente strukturer i theca cranii på kranierøntgenbilleder.

Røntgenbilleder af kraniet udgør et vigtigt grundlag for ortodontisk diagnostik og behandlingsplanlægning, og de fleste børn som får udført tandregulering, får røntgenfotograferet kraniet i en lateral og evt. frontal projektion. De behandlende tandlæger ser derfor et stort antal kranierøntgenbilleder med mulighed for supplerende diagnostik.

Formålet med nærværende artikel er at beskrive og vise eksempler på radiolucente normalanatomiske variationer af knoglerne i theca cranii, med hovedvægt på forekomst hos børn og unge.

Suturrelle strukturer

Neurokraniets suturer er brede ved fødslen og kan have en bredde på op til 10 mm. De indsnævres hurtigt, og når barnet er ca. to år, har de oftest nået en bredde som består i resten af barndommen. Lukningen påbegyndes i puberteten og afsluttes i 30-40-årsalderen.

I laterale projektioner ses sutura coronalis, sutura lambdoidea og sutura occipitomastoidea almindeligvis tydeligt på kranierøntgenbilleder hos børn. Sutura sphenofrontalis, sphenoparietalis, sphenosquamosa og squamosa ses derimod kun på billeder med kraftig sværtning.

Suturerne er i lamina interna retlinjede og uden takker, mens de i lamina externa er takkede (1,2). Denne kombination af retlinjede og takkede suturlinjer kan undertiden erkendes radiologisk.

Persisterende suturer

Sutura metopica – Denne sutur adskiller oprindelig højre og venstre halvdel af os frontale, men lukker i den tidlige barnealder. Lukningstidspunktet angives fra to til syv år (3-6). I visse tilfælde persisterer suturen og kan hos voksne iagttages på frontalt optagne kranierøntgenbilleder. En persisterende sutura metopica ses hos ca. 10% af alle voksne (5,7).

Sutura mendosa – I den tidlige barndom separerer denne sutur en øvre og nedre del af squama occipitalis. Den kan lige som sutura metopica persistere hos voksne og kan ses på lateralt optagne kranierøntgenbilleder.

Ossa suturalia

Den anteriore fontanelleknogle – Barnets seks fontaneller lukker almindeligvis i alderen 1½-2 år (2).

Undertiden optræder en accessorisk knogle, der benævnes den anteriore fontanelleknogle, i fonticulus anterior (5,8). Persisterende fontaneller kan ses i voksen alder, men er sjældne.

Worm'ske knogler

I suturerne i theca cranii kan træffes små, separate knogler, der benævnes Worm'ske knogler efter den danske anatom Ole Worm (Olaus Wormius, 1588-1654) (9). De optræder hyppigst i sutura lambdoidea. På lateralt optagne røntgenbilleder ses de mellem udløbere fra de normale suturer (Fig. 1). Worm'ske knogler repræsenterer en variation uden klinisk betydning, men de ses dog med øget hyppighed i forbindelse med forskellige sygdomme, fx osteogenesis imperfecta, dysplasia cleidocranialis, hypothyroidismus og hypophosphatasia (3).



Fig. 1 Worm'ske knogler (pil) i sutura lambdoidea hos en 14-årig pige. (Lateral projektion).

Fig. 1. Wormian bones (arrow) in the lambdoidal suture in a 14-year-old girl. (Lateral view).



Fig. 2. Os interparietalia (os incae) (pile) hos en 10-årig, hvid pige. (Frontal projektion).

Fig. 2. Interparietal bones (os incae) (arrows) in a 10-year-old Caucasian girl. (Frontal view).

Ossa interparietalia

Kaudalt for sutura lambdoidea kan optræde én eller to større, separate knogler, der benævnes os/ossa interparietale/-ia. De er adskilt fra hovedparten af os parietale af sutura interparietalia. En anden betegnelse er os/ossa incae efter en tidlig beskrivelse på peruvianske kranier. Hyppigheden angives at være ca. 1% (5,10), men der er rapporteret om hyppigheder på op til 10% i visse populationer (11). I henhold til Schuster (3) repræsenterer de en fylogenetisk variation. I Fig. 2 er vist et eksempel på forekomst af ossa interparietalia hos en 10-årig dansk pige.

Variationer i knogletykkelse

Tykkelsen af theca's knogler varierer betydeligt, og der kan ses udtalte lokale udtyndinger (6). I Fig. 3 ses et tilfælde af ekstrem udtynding af os occipitale hos en 11-årig, normal pige.

Pneumatiseringer

Processus mastoideus udvikles først efter fødslen. I andet leveår påbegyndes en gradvis pneumatisering. Graden af pneumatisering og udstrækningen af den mastoidale pneumatisering varierer stærkt. Fig. 4 viser et tilfælde af udtalt og omfattende pneumatisering af os temporale hos en 10-årig dreng.

Impressiones digitatae

Betegnelsen impressiones digitatae (gyrorum) anvendes om de impressioner som træffes på den indvendige side af theca cranii, og som modsvarer hjernevindingernes konveksiteter.



Fig. 3. Ekstrem udtynding af os occipitale hos en 11-årig pige. (Lateral projektion).

Fig. 3. Extreme thinness of the occipital bone in an 11-year-old girl. (Lateral view).

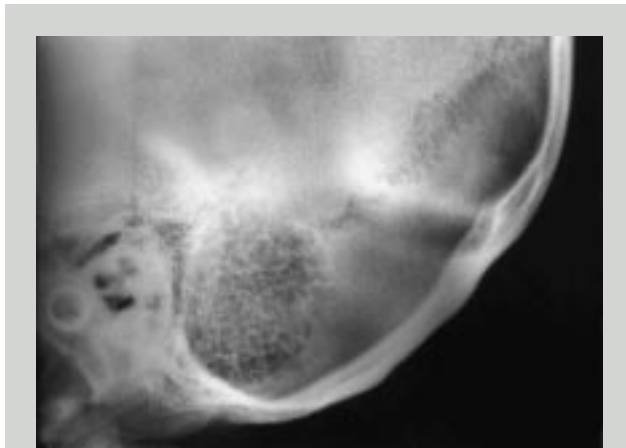


Fig. 4. Udtalt pneumatisering af pars mastoidea ossis temporalis hos en 10-årig dreng. (Lateral projektion).

Fig. 4. Pronounced pneumatization of mastoid part of the temporal bone in a 10-year-old boy. (Lateral view).

De er blevet sammenlignet med »fingeraftryk i ler« og på røntgenbilleder med mærkerne i »hamret sølv«.

Strukturerne er ikke til stede ved fødslen. De opstår i løbet af det første leveår, og på røntgenbilleder øges deres antal og tydelighed gennem de tidlige barneår. Forekomsten og tydeligheden kulminerer i 5-6-års-alderen, hvorefter de bliver mindre fremtrædende (6,7). Deres opståen forklares som resultatet af hjernens ekspansive vækst, hvilket underbygges af det forhold at de er mere udtalte på røntgenbilleder af patienter med fx kranie synostoser (12).

Impressiones digitatae ses i laterale projektioner som spredte, diffust afgrænsede, pletvise radiolucenser (Fig. 5A). I frontale projektioner fremstår de mest udtalt i de laterale områder af theca, hvor de træffes tangentielt (Fig. 5B).

Foveolae granulares

I litteraturen betegnes disse strukturer også araknoidale impressioner eller pacchioniske gruber (efter Antonio Pacchioni (1665-1726), som beskrev dem i 1705).

Foveolae granulares ses som irregulære impressioner i kraniets indre overflade. De forekommer i os frontale, os parietale og os occipitale (13-15). Hyppigst ses de tæt på sulcus sinus sagittalis superioris i den anteriore del af os parietale (16). Men de kan også forekomme så langt posterior som kaudalt for sinus transversus i os occipitale (6,17). Antallet kan variere mellem 10 og 20. De er oftest koncentreret omkring midtlinjen. De udvikles fra ca. 12-års-alderen (3), og deres antal og størrelse øges med alderen (13).

Foveolae granulares repræsenterer aftryk af udposninger, de såkaldte granulationes (villi) arachnoideales eller pacchioniske granulationer, fra en af de bløde hjernehirner, arachnoidea mater (1). De danner ofte invaginationer ind i dura mater og penetrerer denne. Visse bliver herved beliggende i sinus sagittalis og i tilhørende lacunae laterales (se senere), mens andre ligger i kontakt med lamina interna og kan forårsage impressioner i denne.

De ossøse impressioner antages at være resultatet af erosion. De kan opnå en sådan udstrækning at knogledækket til kraniets overflade bliver ganske tyndt, og villi arachnoideales kan oven i købet medføre opdrivninger af den ydre knoglelamel (6,16). De medfører dog aldrig perforationer af substantia compacta i theca cranii (17).

I laterale projektioner viser foveolae granulares sig som radiolucente pletter eller mindre cirkulære områder. I Fig. 6 ses et eksempel på udtalt forekomst af foveolae granulares hos en 39-årig kvinde. Hos børn er de almindeligvis vanskelige at identificere på røntgenbilleder.

Vaskulært betingede strukturer

Foraminae venarum emissariarum

I theca cranii findes en tilfældig forekomst af perforationer som forbinder de intra- og ekstrakranielle venesystemer. De forekommer hyppigst i området omkring protuberantia occipitalis og parasagittalt i os parietale.

Fire emissariевener er så konstante at de er navngivet (vena

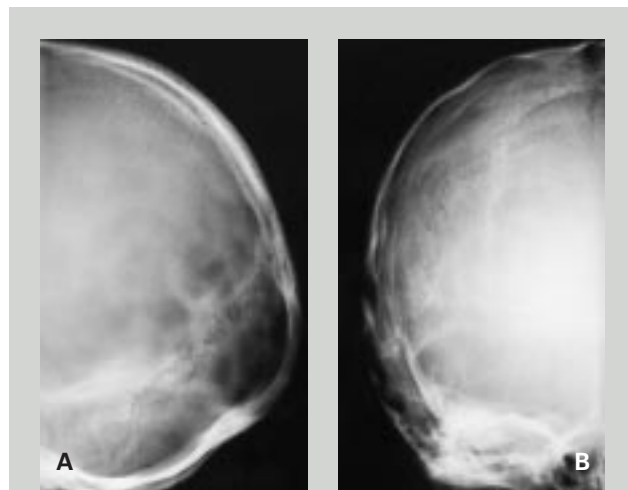


Fig. 5. Impressiones digitatae hos en syvårig pige. A: Lateral projektion. B: Frontal projektion.

Fig. 5. Convolutional (digital) markings in a 7-year-old girl. A: Lateral view. B: Frontal view.

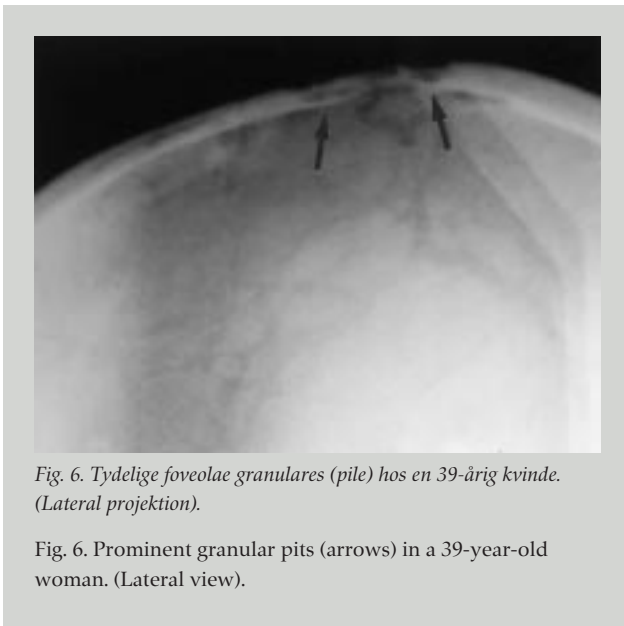


Fig. 6. Tydelige foveolae granulares (pile) hos en 39-årig kvinde. (Lateral projektion).

Fig. 6. Prominent granular pits (arrows) in a 39-year-old woman. (Lateral view).

emissaria parietalis (Santorini), mastoidea, condylaris og occipitalis (18)). De fungerer som afløbsvener for knoglemarven i diploë (se senere). Til hver vene hører et foramen.

Undertiden kan flere foramina konfluere og danne en bredere forbindelse (sinus pericranii) mellem indre og ydre venekomplekser (17,19).

Foramen parietale

Navnet foramen parietale reserveres et systematisk optrædende, ofte parret foramen i os parietale, som rummer vena emissaria parietalis. Det ses hos 40-60% af alle individer (13,19). Hyppigst ses en symmetrisk lokalisation på hver side af midtlinjen, ca. 3,5 cm over sutura lambdoidea og tæt på sutura sagittalis.

Små foramina parietalia kan ses i frontale projektioner, hvor de viser sig som punktformede radiolucenser, som i udtalte tilfælde er omgivet af en radiopak zone af kompakt knogle. De kan også ses i laterale projektioner (Fig. 7).

Undertiden ses forstørrede foramina parietalia som medfødte defekter (5,19), og de kan da antage en diameter på 1-2 cm. De optræder oftest parvis på hver side af midtlinjen, men der forekommer også unilaterale og multiple varianter (3,5,6,20). Forstørrede foramina parietalia kan ses i såvel frontale som laterale projektioner.

I området omkring foramina parietalia ses undertiden udtalte udtyndinger af theca. De ses karakteristisk hos ældre, men er også rapporteret hos yngre (17).

Arteria meningea media

Denne arterie afgår fra arteria maxillaris og passerer gennem foramen spinosum ind i kraniet. Her deler den sig i en anterior gren, der løber overvejende opad og fremad, og i en posterior gren, der forløber skråt opad og dorsalt. Karrene danner fordybninger i knogleoverfladen, de såkaldte sulci arteriosi (17), som i laterale projektioner ses som forgrenede tynde radiolucente linjer, som gradvis bliver tyndere i perifer retning.

Venae meningeales

Fordybningerne som udfyldes af arteria meningea media, rummer også talrige små, navnløse vener.

Undertiden ses dog et større, distinkt venespor, som strækker sig superiort og langs sutura coronalis, og som rummer en større vene med det uofficielle navn: vena bregmatica. I Fig. 8 ses forekomst af en unilateral vena bregmatica hos en otteårig pige.

Venesporene er karakteriseret ved at have en ensartet bredde i hele deres forløb, i modsætning til de arterielle spor.

Venae diploicae

Mellem theca's lamina externa og interna findes et lag spongiøs knogle, diploë, som rummer et forgrenet net af vener, venae diploicae. De større og systematisk forekommende vener har navne (vena diploica frontalis, temporalis anterior, temporalis posterior og occipitalis (18)). De fleste er små og irregulært forløbende og benævnes ofte Brechets diploiske vener (16,21).

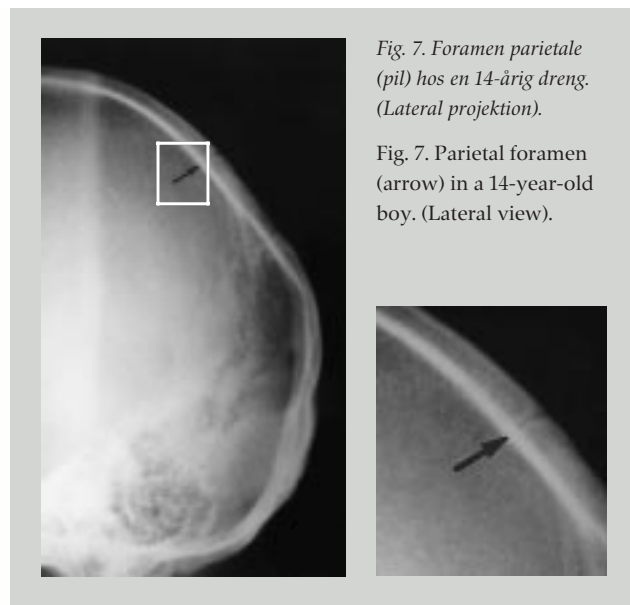


Fig. 7. Foramen parietale (pil) hos en 14-årig dreng. (Lateral projektion).

Fig. 7. Parietal foramen (arrow) in a 14-year-old boy. (Lateral view).

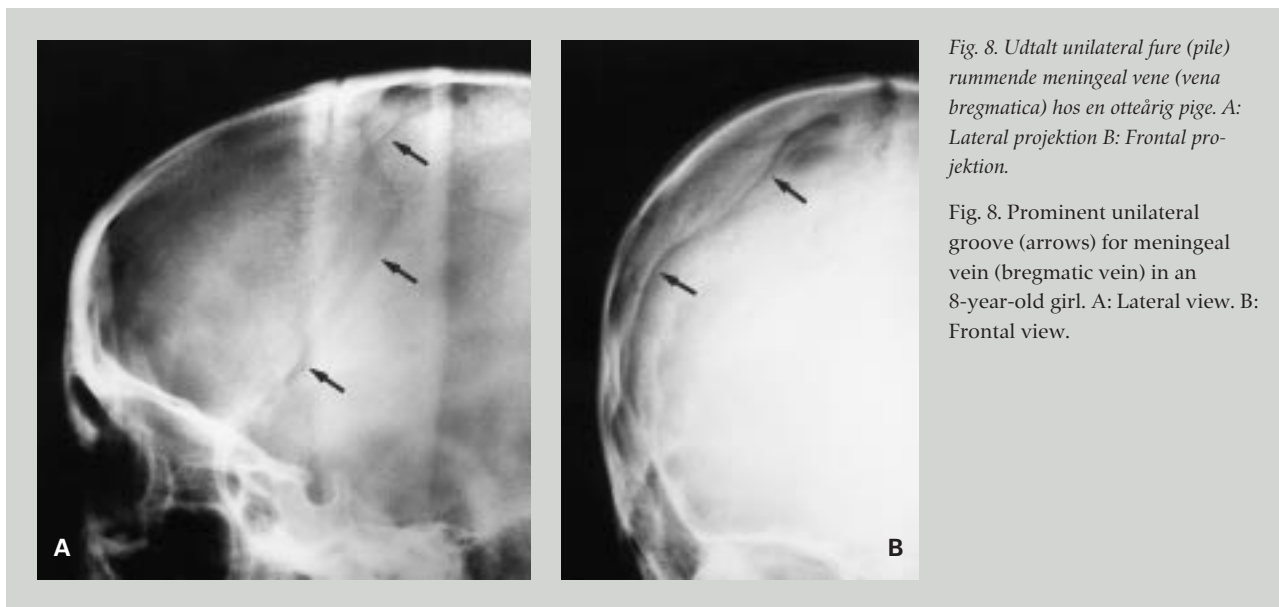


Fig. 8. Udtalt unilateral fure (pile) rummende meningeal vene (vena bregmatica) hos en otteårig pige. A: Lateral projektion B: Frontal projektion.

Fig. 8. Prominent unilateral groove (arrows) for meningeal vein (bregmatic vein) in an 8-year-old girl. A: Lateral view. B: Frontal view.

Det er fremført at venae diploicae sjældent ses før ca. 10-års-alderen (16), men nærværende forfatter har ofte iagttaget dem hos børn, og i Fig. 9 vises et eksempel hos en otteårig dreng.

Udseendet af venae diploicae på røntgenbilleder kan variere. De kan mangle totalt, og i visse tilfælde giver diploë anledning til en ensartet, kornet struktur af theca. Karkanalerne kan dog også fremtræde som forgrenede, »edderkopagtige« aftegninger, ofte dannende mosaikmønstre. De kan yderligere konfluere til »søer« med en diameter på op til ca. 2 cm (Fig. 9). Denne variation ses oftest i os parietale.

Sinus durae matris

Sinus sagittalis superior – Denne venøse sinus forløber i sagittalplanet fra os frontale til os occipitale, hvor den deles i en højre og venstre gren som sinus transversus. Lateralt for sinus sagittalis superior ses ofte talrige, uregelmæssige ekstensioner (lacunae laterales).

I os frontale er sinus sagittalis superior beliggende i den ossøse sulcus sinus sagittalis superioris, og i sit videre forløb dorsalt ligger den i sulcus mellem de to samstødende ossa parietalia. I frontale projektioner, hvor sulcus rammes tangentielt, tegner den sig tydeligt i theca's øverste mediane del. Aftegningen varierer imidlertid med theca's kurvatur og med projektiionsretningen. Hverken selve sinus sagittalis eller lacunae laterales, som jo ikke involverer knogle, ses radiologisk.

Sinus transversus – Denne sinus giver anledning til en dyb, symmetrisk og horisontalt forløbende fure på indsidens af os

occipitale, sulcus sinus transversus. I laterale projektioner afbildes den mediane del af sulcus i tværsnit, og sinus giver ofte anledning til en lokal, kraftig udtynding af knoglen. I udtalte tilfælde kan det videre forløb af sinus transversus følges radiologisk som en bred, båndformet radiolucent zone, der forløber horisontalt i anterior retning (Fig. 10). Hvis pneumatismen omkring processus mastoideus ikke er for kraftig, kan aftegningen følges i det videre forløb, hvor sinus ændrer retning og som sinus sigmoideus forløber vertikalt med retning mod foramen jugulare (Fig. 10).

Ekstrakranielle karfurer

På theca's ydre overflade kan ses spor efter arterier der er så dybe at de aftegnes på kranierøntgenbilleder. En typisk aftegning stammer fra arteria temporalis media, som forløber vertikalt i området omkring kæbeledet.

En anden karakteristisk aftegning skyldes arteria supraorbitalis, som forløber vertikalt i os frontale fra foramen supraorbitale (22). Fig. 11 viser et eksempel på et tydeligt karspor efter arteria supraorbitalis hos en otteårig pige.

Diskussion

De beskrevne radiologiske variationer kan volde differentialdiagnostiske problemer. En række patologiske tilstande lokaliseret til theca's knogler kan radiologisk have lighedspunkter med disse variationer. Eksempler er myelomer, metastaser, osteomyelitis og eosinofile granulomer, samt kolestatomer (23). Persisterende suturer, fx sutura metopica, og små canales diploici kan forveksles med frakturlinjer.



Fig. 9. Tydelige canales diploici (pile) med venøse søer (stor pil) i os frontale hos en otteårig dreng. (Lateral projektion).

Fig. 9. Prominent diploic vascular grooves (arrows) with venous lakes (big arrow) in the frontal bone in an 8-year-old boy. (Lateral view).



Fig. 10. Sulcus sinus transversi (pile) og sulcus sinus sigmoidei (stor pil) hos en otteårig dreng. (Lateral projektion).

Fig. 10. Groove for transverse sinus (arrows) and groove for sigmoid sinus (big arrow) in an 8-year-old boy. (Lateral view).

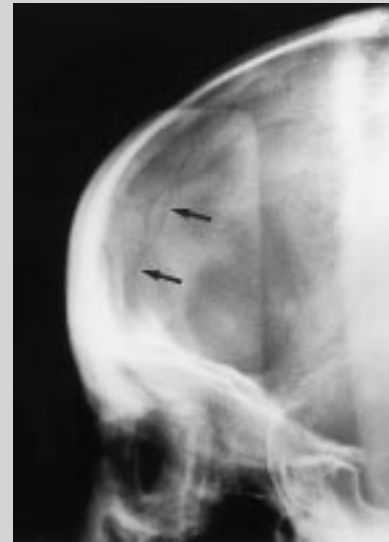


Fig. 11. Fure rummende arteria supraorbitalis (pile) hos en otteårig pige. (Lateral projektion).

Fig. 11. Groove for supraorbital artery (arrows) in an 8-year-old girl. (Lateral view).

Da visse rareficerende patologiske processer i theca starter intraossøst (fx metastaser) og andre ekstraossøst (fx meningeomer), er tangentielle og vinklede projektioner vigtige elementer i den radiologiske undersøgelse.

Det er hos børnepatienter vigtigt at være opmærksom på usædvanlige røntgenfund på kraniebilleder. Ekspanderede suturer og accentuerede impressiones digitatae kan være udtryk for øget intrakranielt tryk eller kraniestenoser (4,13). Omvendt kan fravær af impressiones digitatae være et tegn på standset vækst af hjernen (5,16). Unilateral forekomst af impressiones digitatae kan være en følge af lokalt standset vækst af hjernen eller væskeansamliger (16).

Der foreligger kun få rapporter om hyppigheden af de beskrevne variationer. De findes i mange overgangsformer, som gør dem vanskeligt klassificerbare, og yderligere fremtræder de med varierende forekomst i forskellige projektioner.

English summary

Radioanatomic variations of the bony structures of the cranial vault
Cephalometric analysis based on skull radiographs is a basic tool in orthodontic treatment planning, and orthodontists are

analysing great numbers of skull radiographs. Pedodontists and orthodontists have the opportunity to diagnose diseases and abnormalities without other signs at an early stage on radiographs taken for cephalometric purposes. This diagnostic process presupposes that the dentist is familiar with all radioanatomic images of cranial structures and with the wide range of variations.

The present paper gives a survey of the following structures seen on skull radiographs: Persisting sutures (metopic, mendosal), sutural bones (Wormian, interparietal (os incae), pneumatizations, convolitional (digital) markings, arachnoidal (Pacchionian) granulation impressions, foramina of emissary veins, vascular grooves (median meningeal artery, bregmatic vein, diploic veins, venous sinuses, median temporal artery, supraorbital artery).

Litteratur

1. Andreasen E, Bierring F, Rostgaard J. De indre organers anatomi. 9. udg. København: Munksgaard; 1998.
2. Keats TE, Smith TS. An atlas of normal developmental roentgen anatomy. 2nd ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1988.
3. Schuster W, editor. Kinderradiologie 1. Bildgebend Diagnostik. Berlin: Springer; 1990. p. 327-37.

4. Sutton D, editor. A textbook of radiology and imaging. Vol. 2. 4th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1987. p. 1443-83.
5. Silverman FN, Kuhn JP, editors. Caffey's pediatric x-ray diagnosis: an integrated imaging approach. Vol. 1. 9th ed. St. Louis: Mosby; 1993. p. 4-43.
6. Keats TE. Atlas of normal roentgen variants that may simulate disease. 4th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1988.
7. Tönnis W, Friedmann G. Das Röntgenbild des Schädels bei intrakranieller Drucksteigerung im Wachstumsalter. Berlin: Springer, 1964. p. 12-13.
8. Nguyen TV, Madsen LP. Anterior fontanel bone – a rare normal variant. Ugeskr Laeger 1994; 156: 7545-6.
9. Skinner HA. The origin of medical terms. Baltimore: Williams & Wilkins; 1961. p. 397.
10. Shapiro R, Robinson F. The os incae. Am J Roentgenol 1976; 127: 469-71.
11. Beluffi G. Os incae (l'osso dell'inca). Radiol Med 1981; 67: 135-40.
12. Kreiborg S. Crouzon syndrome. A clinical and roentgencephalometric study (thesis). Scand J Plast Reconstr Surg 1981 (Suppl 18).
13. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gray's anatomy. 37th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1989. p. 342, 360-1,
14. Fleckenstein P, Trantum-Jensen J. Anatomy of diagnostic imaging. Copenhagen: Munksgaard; 1993. p. 134-5.
15. Meschan I. Synopsis of radiologic anatomy with computed tomography. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 175-7.
16. Newton TH, Potts DG, editors. Radiology of the skull and brain. Saint Louis: Mosby; 1971. p. 162-6.
17. Du Boulay GH. Principles of x-ray diagnosis of the skull. London: Butterworths; 1965. p. 32:94.
18. Nomina Anatomica. 6th ed. Authorized by the Twelfth International Congress of Anatomists in London, 1985. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1989.
19. Kaplan SB, Kemp SS, Oh KS. Radiographic manifestations of congenital anomalies of the skull. Radiol Clin North Am 1991; 29: 195-218.
20. Goldsmith WM. Bilateral fenestrae in the parietal bones. More cases of the »catlin mark«. J Hered 1941; 32: 301-9.
21. DuBrul EL, editor. Sicher's oral anatomy. 7th ed. St. Louis: Mosby; 1980. p. 11.
22. Schunk H, Maruyama Y. Two vascular grooves of the external table of the skull which simulate fractures. Acta Radiol 1960; 54: 186-94.
23. Tillitt R, Wilner HI, Conner GH, Eyster WR. The large mastoid antrum. Radiol 1970; 94: 619-21.

Forfatter

Ib Sewerin, docent, dr.odont.

Afdeling for Radiologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet