

Distorsion af caput mandibulae på røntgenoptagelser af kæbeleddet

Ib Sewerin og Anne Bøgelund Jensen

Ved røntgenoptagelse af kæbeleddet opstår som ved alle røntgenoptagelser en projektionsbetinget forstørrelse. Som følge af den komplicerede morfologi af caput mandibulae og en begrænsning i et frit valg af projektionsretninger gengives caput endvidere med distorsion. Formålet med arbejdet var at undersøge graden af distorsion ved tre hyppigt anvendte konventionelle røntgenoptagelser af caput: 1) transmaksillær optagelse, 2) transfaryngeal optagelse og 3) panoramaoptagelse. Fjorten tilfældigt udvalgte mandibler røntgenfotograferedes under vilkår der gælder ved patientoptagelser. Dimensionerne af caput på røntgenbillederne sammenlignedes med de virkelige mål.

Caput fremstilledes med distorsion på alle tre typer af optagelser. Den mest udtalte distorsion sås på panoramaoptagelsen hvor caput's dorsoventrale dimension var forøget med gennemsnitlig ca. 45% ud over den projektionsbetingede forstørrelse.

Kæbeleddets ledkomponenter er vanskelige at fremstille radiologisk. Kæbeleddet er omgivet af ossøse strukturer som vanskeliggør friprojektion af leddet, og desuden har caput mandibulae en kompliceret morfologi.

Ideelt burde caput fremstilles i et lateralt, et frontalt og et aksialt aspekt for at opnå fuldt overblik over caputs morfologi i tre dimensioner. Det er muligt at opnå fremstilling i aksial retning, men i lateral og frontal retning må der af hensyn til omgivende strukturer projiceres i vinkler som ikke er optimale i forhold til caput's morfologi. Resultatet er at caput mandibulae gengives med distorsion.

Formålet med nærværende arbejde var, gennem en sammenligning af målinger på kæber og på røntgenbilleder, at undersøge graden af distorsion ved gengivelse af caput mandibulae ved tre hyppigt anvendte røntgenoptagelser af kæbeleddet: 1) transmaksillær optagelse, 2) transfaryngeal optagelse og 3) panoramaoptagelse.

Materiale og metoder

Materialet omfattede 14 nutidige mandibler fra voksne individer, tilfældigt udvalgt og udlånt fra Retsodontologisk-antropologisk Enhed, Københavns Universitet. Alle mandibler var helt eller delvis betandet. Capita var ud fra en klinisk vurdering normale af størrelse og form og frembød ikke makroskopiske tegn på artrotiske forandringer.

Målinger på kæberne

Med skydelære målte 1) caput's transverselle dimension (pol til pol) og 2) caput's dorsoventrale dimension. Sidstnævnte målte som afstanden fra en linje der tangerede det mest dorsale punkt på caput, i forhold til caput's transverselle akse, til en linje der tilsvarende tangerede det mest ventrale punkt på caput. Ved målingen orienteredes mandiblen med okklusplanet horisontalt. Målene aflæstes i mm med én decimal.

Hver måling foretoges tre gange, og der anvendtes et gennemsnit af de tre mål.

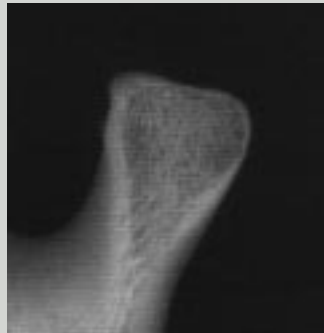
Målinger på røntgenbillederne

De 28 capita røntgenfotograferedes med en positionering der svarer til betingelserne ved kliniske optagelser. Caput's dimensioner på røntgenbillederne målte med lineal (i mm til nærmeste halve mm). Caput blev på hvert billede målt tre gange, og gennemsnittet af de tre mål blev benyttet.

Transmaksillær optagelse – Ved denne optagelse fremstilles caput mandibulae i et tilnærmet frontalt aspekt. Optagelserne foretoges i et Siemens Orbix-apparat. Der vinkledes 40° fra modsatte side i forhold til medianplanet og 10° oppefra i forhold til Camperplanet (a.m. Moffett). Kæberne placeredes



A



B

Fig. 1. Sammenligning af *caput mandibulae* klinisk og i transmaksillær projektion. Forstørrelse 1:1. A: *Caput* fotograferet vinkelret på den transverselle akse. Klinisk transversel dimension 19,3 mm. B: Samme *caput* røntgenfotograferet i transmaksillær projektion medførende 28% forstørrelse (= forventet mål 24,7 mm). Radiografisk transversel dimension 19,3 mm.

Fig. 1. Comparison of mandibular condyle clinically and in transmaxillary radiographic projection. Magnification 1:1. A: Condyle photographed perpendicularly to its transversal axis. Clinical transversal dimension 19.3 mm. B: Same condyle radiographed in transmaxillary projection resulting in 28% magnification (= expected measure 24.7 mm). Radiographic transversal dimension 19.3 mm.



A



B

Fig. 2. Sammenligning af *caput mandibulae* klinisk og i transfaryngeal projektion. Forstørrelse 1:1. A: *Caput* fotograferet i forlængelse af den transverselle akse. Klinisk dorsoventral dimension 8,8 mm. B: Samme *caput* (pil) røntgenfotograferet i transfaryngeal projektion medførende 15% forstørrelse (= forventet mål 10,1 mm). Radiografisk dorsoventral dimension 15,0 mm.

Fig. 2. Comparison of mandibular condyle clinically and in transpharyngeal projection. Magnification 1:1. A: Condyle photographed along the transversal axis. Clinical dorsoventral dimension 8.8 mm. B: Same condyle (arrow) radiographed in transpharyngeal projection resulting in 15% magnification (= expected measure 10.1 mm). Radiographic dorsoventral dimension 15.0 mm.



A



B

Fig. 3. Sammenligning af *caput mandibulae* klinisk og på panoramoptagelse. Forstørrelse 1:1. A: *Caput* fotograferet i forlængelse af den transverselle akse. Klinisk dorsoventral dimension 9,4 mm. B: Samme *caput* røntgenfotograferet med panoramateknik medførende 23% forstørrelse (= forventet mål 11,6 mm). Radiografisk dorsoventral dimension 22,2 mm.

Fig. 3. Comparison of mandibular condyle clinically and on panoramic radiograph. Magnification 1:1. A: Condyle photographed along the transversal axis. Clinical dorsoventral dimension 9.4 mm. B: Same condyle radiographed with panoramic technique resulting in 23% magnification (= expected measure 11.6 mm). Radiographic dorsoventral dimension 22.2 mm.

symmetrisk omkring medianplanet og med okklusplanet horisontalt. Fokus-objekt-afstanden var 82,5 cm, og svarende til typiske vilkår ved patientoptagelser valgtes en fokus-film-afstand på 105,5 cm, hvilket medfører en objektforstørrelse på 28%.

Transfaryngeal optagelse – Ved denne optagelse fremstilles *caput* i et tilnærmet lateralt aspekt. Optagelserne skete i et Siemens Orbix-apparat med horisontal strålegang og en vinkling af centralstrålen på 7° forfra. Kæberne placeredes symmetrisk omkring medianplanet og med okklusionsplanet horisontalt. Fokus-objekt-afstanden i apparatet er 82,5 cm, og svarende til typiske vilkår ved patientoptagelser valgtes en

fokus-film-afstand på 94,5 cm, hvilket medfører en objektforstørrelse på 15%.

Panoramoptagelse – Ved standardoptagelser af kæber og tandsæt fremstilles *caput* i et tilnærmet lateralt aspekt. Optagelsen fandt sted i et Philips/Gendex OrthOralix-panoramaapparat. Mandiblen positioneredes symmetrisk, med okklusplanet horisontalt og med incisiverne placeret i skarp-hedsplanet. Til brug ved de følgende beregninger fastsattes forstørrelsesfaktoren til 1,23.

Kontrol af *caput's* vinkling

Vinklingen af *caput's* transverselle akse i forhold til fron-

Distorsion af caput mandibulae

Tabel 1. Gennemsnitlige dimensioner af caput mandibulae på kæber (n=14), projektionsbetingede forstørrelser samt dimensionerne målt på transmaksillære og transfaryngeale projektioner samt på panorambilleder. Alle mål i mm.

	Mål	Kæber			Røntgenbilleder		
		+15%	+23%	+28%	Transmaks.	Transfar.	Panorama
<i>Transversel dimension</i>							
Højre	20,6			26,4	23,9		
Venstre	20,4			26,1	23,9		
<i>Dorsoventral dimension</i>							
Højre	9,5	10,9	11,7		15,6		16,9
Venstre	9,4	10,8	11,5		15,7		16,5

talplanet har afgørende indflydelse på distorsionen ved de tre anvendte optagelser af caput. For at undersøge om kæbematerialet var repræsentativt, kontrolleredes vinklingen på aksiale optagelser.

I h.s. varierede vinklingen mellem 9° og 34° (gennemsnit 18,3°) og i v.s. mellem 0° og 27° (gennemsnit 19,2°).

Resultater

Målinger på kæberne

Caput's transverselle dimension androg i gennemsnit 20,6 mm i h.s. (variation 17,3-24,9 mm) og i gennemsnit 20,4 mm i v.s. (variation 16,7-24,0 mm).

Den dorsoventrale dimension androg i gennemsnit 9,5 mm i h.s. (variation 7,8-11,8 mm) og i gennemsnit 9,4 mm i v.s. (variation 7,7-12,7 mm).

Målene er anført i Tabel 1 sammen med de korrigerede mål efter beregning af den projektionsbetingede forstørrelse. I Fig. 1-3 er vist kliniske optagelser af forskellige capita med tilhørende røntgenbilleder.

Målinger på røntgenbillederne

Transmaksillær optagelse – Caput's transverselle dimension androg i gennemsnit 23,9 mm i både h. og v.s. (variation 17,3-30,0 mm) (Tabel 1).

Hvis målene korrigeres med en faktor 1,28 som følge af den projektionsbetingede forstørrelse, skulle de radiologiske mål andrage henholdsvis 26,4 mm og 26,1 mm.

I samtlige tilfælde var det radiologiske mål imidlertid *mindre*. Den gennemsnitlige reduktion var 2,5 mm i h.s. (= ÷9,5%) og 2,2 mm i v.s. (= ÷8,4%).

Transfaryngeal optagelse – Caput's dorsoventrale dimension androg i gennemsnit 15,6 mm i h.s. (variation 9,5-19,8 mm) og 15,7 mm i v.s. (variation 10,0-19,3 mm) (Tabel 1).

Hvis målene korrigeres med en faktor 1,15 som følge af den projektionsbetingede forstørrelse, skulle de radiologiske mål andrage henholdsvis 10,9 mm og 10,8 mm.

I samtlige tilfælde var det radiologiske mål imidlertid *større*. Den gennemsnitlige forøgelse var 4,7 mm (= 43%) i h.s. og 4,9 mm (= 45%) i v.s.

Panoramaoptagelse – Caput's dorsoventrale dimension androg i gennemsnit 16,9 mm i h.s. (variation 9,3-22,2 mm) og 16,5 mm i v.s. (variation 11,0-22,2 mm) (Tabel 1).

Hvis målene korrigeres med en faktor på 1,23 som følge af den projektionsbetingede forstørrelse, skulle de radiologiske mål andrage henholdsvis 11,7 mm og 11,5 mm.

I samtlige tilfælde på nær ét var det radiologiske mål imidlertid *større*. Den gennemsnitlige forøgelse var 5,2 mm (= 44%) i h.s. og 5,0 mm (= 47%) i v.s.

Diskussion

Kæbematerialet

I tidligere undersøgelser er fundet en gennemsnitlig transversel dimension af caput mandibulae på 18,1-22,6 mm (1-5). Nærværende resultat (20,5 mm) er i god overensstemmelse med disse fund.

Den gennemsnitlige dorsoventrale dimension er i tidligere undersøgelser målt til 9,8-10,4 mm (1,5). Den i nærværende undersøgelse målte dimension (9,4 mm) er også i god overensstemmelse hermed.

Den gennemsnitlige vinkling af den transverselle akse af caput i forhold til frontalplanet er i tidligere undersøgelser (2, 3, 6) bestemt til 24-25° med en betydelig variation på 0-48° (7). I nærværende materiale androg den gennemsnitlige vinkling 18,3° i h.s. og 19,2° i v.s. (variation 0°-34°).

Materialet kan som helhed betegnes som repræsentativt.

Hvad angår caput's vinkling er værdierne dog lidt under gennemsnittet. De påviste distorsioner repræsenterer derfor formentlig minimumsafvigelse.

Projektionsteknikken

Transmaksillær optagelse – Der er anbefalet vinklinger af centralstrålen i forhold til frontalplanet på 35-40° (8, 9). *Petersson* (9) fandt en vinkling på gennemsnitlig 40° i forhold til sagittalplanet og en vinkling på +10° i forhold til Camperplanet mest gunstig. Sidstnævnte vinklinger danner grundlaget for afdelingens standardoptagelser og for den valgte vinkling i undersøgelsen.

Transfaryngeal optagelse – Der anbefales en vinkling på 5-7° i forhold til sagittalplanet. I henhold til afdelingens standardteknik anvendtes 7° (10) og horisontal strålegang.

Panoramaoptagelse – I en analyse af syv panoramaapparater fandt *Tronje et al.* (11) at i en afstand af 12-13 cm fra midtlinjen ramte centralstrålen objektet, in casu caput, i en vinkel i forhold til skarphedsplanet på 40-70°. For *OrthOralix's* vedkommende var vinklen ca. 45°.

Den nøjagtige forstørrelsesfaktor kendes ikke for det anvendte apparat, men ud fra specifikationer for beslægtede apparater fastsattes denne til 1,23.

Resultaterne

Undersøgelsen viste at caput mandibulae gengives med betydelig distorsion ved såvel transmaksillære som transfaryngeale optagelser og – mest udtalt – ved konventionelle panoramaoptagelser. Caput's sande morfologi lader sig derfor ikke aflæse på disse optagelser.

Distorsionsgraden afhænger af en række faktorer og er uforudsigelig i det enkelte tilfælde.

Transmaksillær optagelse – Caput mandibulae blev ved den transmaksillære optagelse gengivet *smallere* i forhold til højden end svarende til virkeligheden. Under de i nærværende undersøgelse valgte projektiionsvilkår reduceredes den projektiionsbetingede transverselle forstørrelse på 28% således til 11-12%. Hvis den øvre afgrænsning af caput eksempelvis er krummet i opad konveks retning, vil afgrænsningen fremstå mere krummet end svarende til virkeligheden.

Graden af distorsion er særligt afhængig af to faktorer: 1) vinklingen af caput's transverselle akse (som viser store variationer) og 2) caput's form. Øget vinkling (henimod projektiionsvinklen på 40° i forhold til frontalplanet) betyder reduceret distorsion. Samtidig vil caput's form influere. En tænkt kugleformet caput vil således ikke vise distorsion, men af-

bildes ens ved alle vinklinger af centralstrålen i forhold til caput's akse, mens en caput med en kort dorsoventral dimension vil vise en øget distorsion hvis centralstrålen rammer den transverselle akse i vinkler der afviger fra 90°.

Transfaryngeal optagelse – Ved den transfaryngeale optagelse betragtes caput skråt forfra. Da caput sjældent er symmetrisk opbygget, vil caput derfor ofte fremstå med vidt forskellig morfologi på en transfaryngeal optagelse og en panoramaoptagelse, idet caput fremstilles med distorsion »fra to forskellige sider«. Også for denne optagelses vedkommende er distorsionsgraden afhængig af vinklingen af den transverselle akse og af caput's form.

Panoramaoptagelser – Det er en udbredt opfattelse at caput mandibulae gengives i et »lateralt« aspekt på en panoramaoptagelse af kæber og tandsæt (12). Ved optagelsen rammes caput imidlertid af centralstrålen skråt forfra. Ved betragtning af billedet (modsat stråleretningen) svarer dette til at caput betragtes skråt bagfra. Den laterale pol er forskudt i ventral retning i forhold til den mediale. En projektiionsbetinget forstørrelse i panoramaapparater på 20-30% er almindelig. Ud over denne (som i nærværende undersøgelse sattes til 23%) konstateredes en yderligere dorsoventral dimensionsforøgelse på gennemsnitlig ca. 45% (variation ±3%-112%).

Forøgelsen af den dorsoventrale dimension på konventionelle panoramaoptagelser bygger på et samspil mellem flere forskellige faktorer: 1) vinklingen af caput's transverselle akse i forhold til frontalplanet, 2) caput's dorsoventrale dimension, 3) caput's form, 4) caput's afstand fra midsagittalplanet (den interkaputære afstand), samt 5) caput's afstand fra hagen (mandiblens totale anteroposteriore dimension). Desuden spiller den geometriske gengivelse i det pågældende fabrikat af apparat en betydelig rolle (11).

Det skal understreges at undersøgelsen har omfattet konventionelle panoramaoptagelser af kæberne og tandsættet. For netop at reducere distorsionen under disse vilkår er en ændret positionering, hvor patienten placeres asymmetrisk og fremad forskudt, foreslået (13, 14). Tilsvarende ændringer af projektiionsvinklerne er indbygget i specialprogrammerne til kæbeledsoptagelser i nyere apparattyper.

Betydningen for diagnostik

Fra radiologisk side er der enighed om at de konventionelle projektiioner til fremstilling af kæbeledet, herunder også specielt den transkraniale projektiion, har ringe diagnostisk værdi, og at røntgenundersøgelse hos patienter med kæbeledssymptomer har en begrænset indikation (15-21). Tomografi og CT-skanning indebærer betydeligt flere informatio-

ner, og mht. bløddelsfremstilling anses MR-skanning for fremtidens billeddannende undersøgelse af kæbeledet (22).

Ikke desto mindre udføres stadig mange konventionelle røntgenundersøgelser af kæbeledene. I tolkningen af billederne fra disse undersøgelser er kendskab til distorsionen ved fremstillingen af caput mandibulae en forudsætning.

English summary

Distorsion of radiographic images of the mandibular condyle

Radiography of the temporomandibular joint results in magnification because of projection distances. Due to the complicated anatomy of the mandibular condyle and limitations in the free choice of projection angles, the condyle is also depicted with distorsion. The purpose of the present investigation was to analyze the degree of distorsion in three common radiographic examinations: 1) transmaxillary projection, 2) transpharyngeal projection, and 3) conventional panoramic technique. Fourteen mandibles were radiographed under circumstances simulating the clinical situation. Transversal and dorsoventral dimensions of the condyle were measured and compared to radiographic measures.

The condyle was reproduced with distorsion in all projections. The most severe distorsion was seen on panoramic radiographs where the dorsoventral dimension was increased by approximately 45%.

Litteratur

1. Öberg T, Carlsson GE, Fajers C-M. The temporomandibular joint. A morphologic study on a human autopsy material. *Acta Odontol Scand* 1971; 29: 349-84.
2. Taylor RC, Ware WH, Fowler D, Kobayashi J. A study of temporomandibular joint morphology and its relationship to the dentition. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 33: 1002-13.
3. Christiansen EL, Chan TT, Thompson JR, Hasso AN, Hinshaw DB, Kopp S. Computed tomography of the normal temporomandibular joint. *Scand J Dent Res* 1987; 95: 499-509.
4. Christiansen EL, Thompson JR, editors. *Temporomandibular joint imaging*. St. Louis: Mosby; 1990.
5. Ishibashi H, Takenoshita Y, Ishibashi K, Oka M. Age-related changes in the human mandibular condyle: A morphologic, radiologic, and histologic study. *J Oral Maxillofac Surg* 1995; 53: 1016-23.
6. Westesson P-L, Liedberg J. Horizontal condylar angle in relation to internal derangement of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 64: 391-4.
7. Williamson EH, Wilson CW. Use of a submental-vertex analysis for producing quality temporomandibular joint laminographs. *Am J Orthod* 1976; 70: 200-7.
8. Tveito L. Kjeveledet i nytt røntgenologisk perspektiv. *Odontol Tidskr* 1969; 77: 437-49.
9. Petersson A. Radiography of the temporomandibular joint. A

comparison of information obtained from different radiographic techniques (Thesis). Malmö, Sweden: School of Dentistry, University of Lund; 1976.

10. Hansson L-G, Petersson A. Radiography of the temporomandibular joint using the transpharyngeal projection. A comparison study of information obtained with different radiographic techniques. *Dentomaxillofac Radiol* 1978; 2: 69-78.
11. Tronje G, Welander U, McDavid WD, Morris CR. Projection angle. In: McDavid WD, Tronje G, Welander U, Morris CR, Nummikoski P. *Imaging characteristics of seven panoramic x-ray units*. *Dentomaxillofac Radiol* 1968 (Suppl 8).
12. Treasure P, Chandler NP, Wilson CG. Image shift of intracoronal pins viewed on bite-wing and panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 80-5.
13. Chilvarquer I, McDavid WD, Langlais RP, Chilvarquer LW, Nummikoski PV. A new technique for imaging the temporomandibular joint with a panoramic x-ray machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988; 65: 626-31.
14. Koeck B, Lückerrath W. Das Kiefergelenk in der bildgebenden Darstellung. In: Hupfauf L, editor. *Funktionsstörungen des Kauorgans*. München: Urban Schwarzenberg; 1989.
15. Hansson L-G, Hansson T, Petersson A. A comparison between clinical and radiologic findings in 259 temporomandibular joint patients. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 89-94.
16. Muir CB, Goss AN. The radiologic morphology of asymptomatic temporomandibular joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 70: 349-54.
17. Muir CB, Goss AN. The radiologic morphology of painful temporomandibular joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 70: 355-9.
18. Hollender L. Imaging the temporomandibular joint: The value of conventional radiography – standard views and tomograms. In: Worthington P, Evans Jr, editors. *Controversies in oral and maxillofacial surgery*. Philadelphia: Saunders; 1994.
19. Dahlström L, Lindvall A-M. Assessment of temporomandibular joint disease by panoramic radiography: reliability and validity in relation to tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25: 197-201.
20. Brooks SL, Brand JW, Gibbs SJ, Hollender L, Lurie AG, Omnell K-Å, et al. Imaging of the temporomandibular joint. A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83: 609-18.
21. White SC, Pullinger AG. Impact of TMJ radiographs on clinician decision making. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 79: 375-81.
22. Larheim TO. Current trends in temporomandibular joint imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80: 555-76.

Forfattere

Ib Sewerin, docent, dr.odont., og *Anne Bøgelund Jensen*, tandplejer
Afdeling for Radiologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet