

! Referentgranskad – accepterad
för publicering 2 september 2019.

Käkens benthäthet

– så påverkar den odontologiska behandlingar

Vanliga intraorala tandröntgenbilder innehåller mer information än vad tandläkare vanligen tar vara på. Benvävnadens trabekulära nätverk syns väl och avspeglar såväl alveolarutskottets som skelettets tillstånd. I denna artikel får du läsa om hur trabekelstrukturen enkelt kan klassificeras och hur den påverkar odontologiska behandlingar.

Foto: Anna Rut Fridholm



Författare

Grethe Jonasson

(bild), odont dr, docent, FoU-Centrum Södra Älvsborg, Borås; Avd för odontologisk psykologi och folkhälsa, Sahlgrenska akademien, Inst för odontologi, Göteborgs universitet, Göteborg. E-post: grethe.jonasson@gu.se

Charlotta Elleby, forskarstudent, sjukhustandläkare, Folk tandvården Stockholms län AB, Medicinsk tandvård Stockholms sjukhem; Sektionen för allmänmedicin och primärvård, Inst för neurobiologi, vårdvetenskap och samhälle, Karolinska Institutet, Huddinge.

Marianne Rythén, odont dr, ötdl, FoU-Centrum Södra Älvsborg, Borås; Specialistkliniken för pedodonti, Mölndal.

I en intervju i Tandläkartidningen nummer 3/2019 i samband med sin avhandling, sa Michele Stocchero att "tandläkare måste tänka mer biologiskt och mindre som snickare" och att "det är levande ben man sätter skruvar i". Så är det i allra högsta grad. Kirurgi, materialval och mekanisk konstruktion är så krävande vid implantatbehandling att det är lätt för en kliniker att glömma bort biologiska aktiviteter i benvävnaden under behandlingen. Därför kan en förenklad repetition vara på sin plats.

REMODELLERING

Alla kroppens celler förnyas ständigt. I remodeleringsprocessen repareras och förnyas benvävnaden, kalcium och fosfat frisätts och benvävnaden adapteras till den funktionella belastningen. Mekanismen är en koppling mellan många olika cellulära processer och regleringen av dessa är komplicerad. Osteocyter inuti det mineraliserade benet lokaliserar skador i benet och initierar bildning av osteoklaster som resorberar delar av den inre (endostala) benytan. Därefter bygger osteoblaster upp benvävnaden igen [1]. Hos en frisk individ beräknas remodeleringen pågå på 1–2 miljoner ställen i de 220 ben som utgör skelettet. Nedbrytningsprocessen beräknas ta tre till fyra veckor och den efterföljande nybildningen två till fyra månader [1].

Efter klimakteriet hos kvinnor och vid hög ålder hos många män bildas det mindre ny benvävnad än som resorberats och benmassan minskar. Om benmassan minskar under en viss nivå ställs diagnosen osteoporos, som är baserad på en benthäthetsmätning av höft och ländrygg [2]. Osteoporos är en stark riskfaktor för att drabbas av en så kallad lågennergifraktur.

Skelettet är uppbyggt av ett yttre lager av kompakt/kortikal benvävnad med en inre kärna av trabekulär

benvävnad. Benremodellering sker på de inre, endostala, ytorna i båda sorters benvävnad. Varje inre hårdvävnadsyta täcks av endostium, alltså även varje bentrabekel. Trots att den kortikala benvävnaden utgör 80 procent av skelettets benmassa innehåller den mycket färre tillgängliga ytor för benremodellering än den trabekulära benvävnaden. Den trabekulära benvävnadens nätverk av trabekler ger en total endostal yta som är mer än tio gånger den kortikala benvävnadens. Som konsekvens har den trabekulära benvävnaden också fler celler och här sker därför en mer omfattande remodelering. På de periapikala röntgenbilderna i figur I kan man se att benvävnaden med tät trabekelteckning (figur I c) bör ha större inre yta än benvävnaden med gles trabekelteckning (figur I a).

Hos människor har man i biopsier och i obduktionsmaterial studerat antalet ställen, foci, med nybildning och resorption av benvävnad [3] och funnit att underkåkens alveolarutskott sannolikt är den benvävnad i den vuxna kroppen som har snabbast remodeleringstakt [3–5]. Alveolarutskottets trabekulära benvävnad ombildas dubbelt så snabbt som den trabekulära benvävnaden runt mandibularkanalen och 3–5 gånger så snabbt som vid baskompaktan [4]. Dessa fynd överensstämmer med resultaten från andra undersökningar där högre nivåer av markörer för benvävnadsbildning fanns i mandibeln jämfört med skenbenet [5], och där bildningshastigheten för benvävnad hos vuxna hundar var 19 procent/år i överkåken och 37 procent/år i underkåken jämfört med 6,4 procent/år i lårbenet [6].

HORMONPÅVERKAN OCH BELASTNING

Hormonpåverkan och belastning är de två viktigaste faktorerna för reglering av benvävnadsomsättning. Bencellerna regleras av hormoner som

Figur I a–c



Figur II



Figur I a–c.

a) Exempel på gles trabekulärt benmönster enligt Lindhs index (stora mörgrum och tunna trabekler). b) Omväxlande tät och gles benvävnad, med tätare benvävnad koronalt, där alveolarutskottet är tunnare och mer utsatt för belastning, och glesare benvävnad apikalt där benet är tjockare och mindre belastat. c) Tät trabekulär benvävnad (små mörgrum och kraftiga trabekler) som inte ska förväxlas med sklerotisk benvävnad, där mörgrumen inte är synliga på samma sätt.

Figur II. Exempel på kraftig resorption av alveolarutskottet efter totalextraktion.

kalcitonin, parathyroideahormon, östrogen och testosteron. Under det naturliga åldrandet minskar mängden könshormoner och parallellt därmed också benmassan hos både män och kvinnor. Hos kvinnor sker detta i snabbare takt de närmaste åren efter klimakteriet. Testosteron är anabolt, det vill säga ökar benvävnadsbildningen, medan östrogen hämmar nedbrytningen av benvävnad, resorptionen. Minskad mängd östrogen leder till ett ökat antal osteoklaster och till fler remodeleringsställen än normalt [1]. Osteoblasterna blir också mindre aktiva och förmår inte längre att ersätta den resorberade benvävnaden. På grund av den ökade resorptionsaktiviteten och den minskade nybildningen av benvävnad förloras benmassa, bentrabeklerna blir tunnare och den kompakta benvävnaden porösare. Hos kvinnor kan bentrabeklerna ”mikrofrakturera” så att det blir brott i den tredimensionella benstrukturen. Brott i den trabekulära benstrukturen förekommer mera sällan hos män, där minskningen av benmassan med åldern sannolikt kan kopplas mer till minskad muskelmassa, det vill säga minskad belastning av skelettet, än till hormonella ändringar.

Fysisk aktivitet är nödvändig för att öka och behålla benmassan och om inte benet belastas sker

en benvävnadsförlust. Belastning av ben leder till breddtillväxt och detta fortsätter under åldrandet i högre grad hos män än hos kvinnor [7, 8]. Efter en höftfraktur minskar bentätheten i de obelastade benen (höften, benen och kotorna), den ändras inte i armarnas ben men ökar i kraniet [9]. En studie på tyngdlyftare visade att de hade signifikant mer benmassa i höfter och kotor jämfört med en kontrollgrupp, men mindre benmassa i kraniet [10]. Benmassan omfördelas alltså till de delar av skelettet som belastas och kraniet fungerar troligen som en depå.

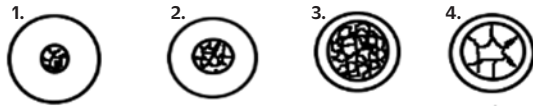
Efter tandextraktion leder den nedsatta belastningen av käkarna till benvävnadsförlust i varierande grad; det vill säga vissa individer förlorar lite benmassa medan andra får en kraftig förlust och en större resorption av alveolarutskottet som följd (figur II). Resorptionen av underkäkens alveolarutskott är fyra gånger större än resorptionen i överkäken [11]. En av orsakerna till detta är sannolikt att belastningen på alveolarutskottet fördelas på en liten yta i underkäken, men till hela kraniet i överkäken. I betandade käkar är den kompakta benvävnaden tunn vid kristatopparna, och ses inte alltid på introrala röntgenbilder. Alveolarutskottets höjdförlust vid totalextraktion (figur II) skulle teoretiskt kunna

”Efter tandextraktion leder den nedsatta belastningen av käkarna till benvävnadsförlust i varierande grad ...”



Figur III. Lekholms och Zarbs klassifikation.

- Kvalitet 1: Nästan hela käken består av homogen kompakt benvävnad.
- Kvalitet 2: Ett tjockt lager av kompakt benvävnad omger en inre kärna av tät trabekulär benvävnad.
- Kvalitet 3: Ett tunt lager av kompakt benvävnad och en inre kärna av tät trabekulär benvävnad.
- Kvalitet 4: Ett tunt lager av kompakt benvävnad som omger en inre kärna av gles trabekulär benvävnad.



medföra en ökad risk för käkfraktur, men i stället sker en kompensatorisk ökning av kristans kompakta benvävnad i de tandlösa områdena.

BENKVALITET

Det finns ingen klar definition av benvävnadskvalitet men den bestäms av många faktorer; på mikronivå till exempel av kristallstorlek, kollagena fibrer, osteoner, lameller et cetera, och på makronivå av trabeklernas tredimensionella struktur och orientering, benmassan och bentätheten. Benvävnadens styrka är i hög grad beroende på dess storlek och mäns bredare ben är huvudförklaringen till att de bara får hälften så många frakturer som kvinnor [8]. Även modellering och remodeleringsprocesserna har betydelse [12].

Lekholms och Zarbs klassifikation används frekvent före implantatbehandling (figur III). Den är ett förslag på hur man kan dela in käkarnas benvävnad i olika typer efter dess kvalitet och kvantitet [13]. Klassifikationen kan inte användas på vanliga intraoral tandröntgenbilder eftersom baskompaktan inte avbildas på dessa. Figur III illustrerar de fyra kvalitetskategorier som ingår. Kvalitet 1 innebär att nästan hela käken består av homogen kompakt benvävnad; kvalitet 2 innebär att ett tjockt lager av kompakt benvävnad omger en inre kärna av tät trabekulär benvävnad; kvalitet 3 innebär ett tunt lager av kompakt benvävnad och en inre kärna av tät trabekulär benvävnad; kvalitet 4 innebär ett tunt lager av kompakt benvävnad som omger en inre kärna av gles trabekulär benvävnad.

Den kompakta benvävnadens tillstånd, kristans och baskompaktans, är väsentlig för implantatbehandling, speciellt i helt eller delvis tandlösa käkar med resorberade alveolarutskott. Vid mindre resorberade käkar är den trabekulära benvävnadskvaliteten viktig, till exempel vid singelimplantat. Därför föreslog Lindh et al ett klassifikationssystem för det trabekulära benmönstret. Det är ett enkelt visuellt index som kan användas av alla tandläkare och hygienister i kliniken. Det har tre kategorier (figur I):

- a) har gles trabekulär benvävnad (stora mörgrum och tunna trabekler)
- b) har omväxlande tät och gles trabekulär benvävnad
- c) har tät trabekulär benvävnad (små mörgrum och tjocka trabekler) [13].

Detta visuella index skulle kunna användas i samband med ortodontibehandling, implantatbehandling, vid bedömning av risk för osteoporos och fraktur, i viss mån vid parodontalbehandling, andra former för kirurgi och tandextraktion.

VAD BETYDER DET FÖR OSS I PRAKTIKEN?

Tuggning och parafunktion utsätter käkbenet för mekanisk belastning som överförs till benvävnaden via parodontalspalten. Benvävnaden anpassar sig till detta genom benremodellering. Anpassningsförmågan är en förutsättning för att tänderna ska kunna förflyttas ortodontiskt. Benremodelleringen och krafterna som används vid tandreglering står i proportion till varandra. Den applicerade kraften ska vara tillräckligt stor för att stimulera cellaktivering, men är den för stor bildas det mer ben på trycksidan och förflyttningen stoppas.

Det uppstår alltid en viss inflammation i vävnaderna runt tänderna under tandförflyttning, och oönskade rotresorptioner i samband med ortodontisk behandling är vanliga. En systematisk översikt utförd av SBU visade att måttliga apikala rotresorptioner på upp till en tredjedel av rotlängden förekommer på minst en tand i bettet hos 11–28 procent av behandlade patienter [14]. Lateral resorptioner blir störst där belastningen är störst, det vill säga på trycksidan. Vid tät trabekulär benstruktur kan reaktionen antas bli starkare än vanligt, eftersom det har noterats att laterala rotresorptioner blir störst vid kristans kompakta benvävnad [15]. I en studie av råttor med låg bentäthet fann man en snabbare ortodontisk förflyttning av molarer samt mindre rotresorptioner än vid motsvarande behandling på råttor med normal bentäthet [16].

Detta innebär att de ortodontiska krafterna bör anpassas till benvävnadens täthet och trabekelstruktur. Benvävnaden blir tätare från puberteten till vuxen ålder och man kan inte förvänta sig att samma ortodontiska kraft ger samma resultat i olika åldrar. Vid vuxenortodonti kan benvävnaden vara tät och problem som ökad bennekros och rotresorption kan uppstå. Vid gles trabekelstruktur, som hos äldre kvinnor, kan det vara önskvärt att använda mindre kraft än hos yngre patienter för att förflyttningen av tänder inte ska gå så fort att bennybildningen inte hinner med. När tanden förflyttats är bentätheten lägre runt tanden men ökar efter hand för att i de flesta fall ha normaliserats efter ett par år [17].

Implantatstudier visar att ökat tryck vid borming i benväv medför ökad risk för temperaturökning och bennekros runt fixturer [18]. Underdimensionerade borrhål har ibland rekommenderats för patienter med ”mjuk” benkvalitet (kvalitet 4 enligt Lekholms och Zarbs klassifikation, figur III, vilket borde motsvaras av gles trabekelstruktur enligt Lindh et al 1996 i figur I a) för att få högre initial fixturstabilitet. Det finns dock ingen evidens för att underdimensionerade borrhål är en fördel vid tät benvävnad. En underpreparerad osteotomi ger vid tät benvävnad upphov till mer nekrotisk vävnad runt fixturen under den tidiga fasen av läkningen. En för liten borrhålsdimension vid preparation i den kortikala och i den täta trabekulära benvävnaden bör därför undvikas och en preklinisk evaluering av benkvaliteten rekommenderas [18].

”... de ortodontiska krafterna bör anpassas till benvävnadens täthet och trabekelstruktur.”

Studier har visat att en gles benvävnad med stora mörgrum ger sämre fixturstabilitet initialt och kräver därmed längre fixturer och fixationstid [19].

När det gäller sambandet mellan trabekulär benthät i käkarna och vertikal benförlust visade en implantatsstudie att den vertikala förlusten av benvävnad var större med ökad benthät vid efterkontrollen [18]. En liknande slutsats kom man fram till i två longitudinella observationsstudier av kvinnor med bra munhygien och utan parodontala problem, där de med tät trabekulär benvävnad i underkäkens premolarområde hade signifikant större vertikal förlust av benvävnad än de med glesare benvävnad i käkarna [20, 21]. Den hypotetiska förklaringen som presenterades var att det i tät trabekulär benvävnad finns fler trabekler med mer endostal yta och därmed större tillgänglig yta för remodelering än i glesare trabekulär benvävnad [20, 21]. Vid åldrande och östrogenbrist då det är obalans i remodeleringen blir förlusten av benvävnad störst där den endostala ytan är som störst [20, 21]. Däremot skiljde sig inte den marginala benvävnadsförlusten hos individer med osteoporos från dem med högre benthät [20]. Andra studier har visat att osteoporospatienter kan ha mer gingivareaktioner än de med högre benthät [22].

Vi har inte lyckats hitta några studier angående extraktion av tänder hos patienter med varierande trabekulär benstruktur. Dock är det en klinisk erfarenhet att det är betydligt lättare att extrahera tänder när den trabekulära benvävnaden är gles än när den är tät. Svårigheterna ökar avsevärt när benvävnaden är tät och då kan det dessutom vara svårare att uppnå fullgod anestesi.

OSTEOPOROS OCH FRAKTURRISK

Benskörhetsfrakturer är frakturer som inträffar efter så kallat lågenergitrauma, till exempel fall i samma plan vid snubbling eller kotfrakturer orsakade av tunga lyft. De drabbar framför allt höft, ryggkotor, underarm och axel. Skandinavien har den högsta förekomsten av benskörhetsfrakturer i världen och man räknar med att varannan kvinna och var femte man kommer att drabbas under sin livstid [23]. Män har bredare ben än kvinnor, och ju större benets dimensioner är, desto starkare är benet och desto mindre är frakturrisken. Bidragande orsaker till att benskörhetsfrakturer är så vanliga i Skandinavien är ökad fallrisk – dels på grund av det kalla klimatet som ökar risken för halka, dels på grund av befolkningens höga medellängd och medellivslängd – men även risk för D-vitaminbrist på grund av för lite solljus. Detta förklarar dock inte hela skillnaden. Man har hittat genetiska faktorer som kan kopplas till benskörhetsfrakturer, men sambanden är komplicerade. Frakturfrekvensen ökar också kraftigt med stigande ålder [23].

Förebyggande behandling finns och omfattar fysisk träning, balansträning, läkemedelsbehandling och åtgärder i omgivningen för att minska fallrisk.

Det finns effektiva läkemedel mot benskörhetsfraktur, men i en nyligen utförd svensk studie fann man att endast 22 procent av de äldre svenska kvinnor som borde behandlas enligt de nationella riktlinjerna fick någon form av behandling [24]. Orsaken till att så få behandlas är främst att riskpatienterna inte identifieras, men också att den medicinska behandlingen kan ge biverkningar som mag- och tarmbesvär och i sällsynta fall nekros av käkens benvävnad och atypisk lårbensfraktur [24].

För att kunna identifiera individer med låg benthät och därmed ökad frakturrisik har Lindhs index använts på både intraorala röntgenbilder och panoramaröntgen. I en multicenterstudie användes Lindhs index för att studera sambandet mellan den trabekulära benvävnaden på intraorala periapikala röntgenbilder och skelettets benthät (BMD = Bone Mineral Density) hos kvinnor mellan 45 och 70 år [25]. Metoden har validerats i flera studier [26, 27]. Ser man en tät trabekulär benstruktur på periapikala röntgenbilder i underkäkens premolarområde (figur 1c) är det tecken på normal benthät i skelettet [25–27] och att frakturrisken är minimal [28, 29]. En gles benstruktur (figur 1a) indikerar däremot nedsatt benmassa, osteopeni eller osteoporos [26, 27] och en betydligt större framtida frakturrisik [28, 29]. Ett gles trabekulärt benmönster kan ses tidigt och kan prediktera hög frakturrisik redan i 40-årsåldern, långt innan den första frakturen uppstår [28]. Ju äldre individen är, desto bättre fungerar gles trabekulärt benmönster som frakturrisikindikator. Observera att det inte är frakturer av käkbenet utan frakturer av höft, kotor, underarm och axel som avses.

FRAX, Fracture Assessment Tool [30], är ett digitalt verktyg för att beräkna sannolikheten att inom tio år drabbas av en benskörhetsfraktur och baseras på kända riskfaktorer som ålder, kön, vikt, tidigare frakturer, kortisonmedicinering med mera. Socialstyrelsen och Svenska Osteoporossällskapet rekommenderar att en FRAX-risk på > 15 procent ska leda till benthätsmätning och en FRAX-risk på > 30 procent till medicinering.

I en studie av äldre kvinnor med gles trabekulärt benmönster på dentala röntgenbilder och FRAX på > 15 procent som två oberoende riskfaktorer för fraktur [31], fann man att i gruppen med de äldsta deltagarna, 62–78 år gamla, var frakturfrekvensen hos kvinnorna utan riskfaktorer 1,5 procent. I gruppen med en riskfaktor var frakturfrekvensen 23 procent och med båda riskfaktorerna 34 procent. Detta visar att bedömning av trabekelstruktur på intraorala röntgenbilder kan bidra till att identifiera individer med risk för att få benskörhetsfrakturer.

KLINISK RELEVANS

Efter genomgång av litteraturen kan följande slutsatser dras om klinisk relevans:

- En gles trabekulär benstruktur på tandröntgen innebär att ortodontibehandling går snabbare

”Man har hittat genetiska faktorer som kan kopplas till benskörhetsfrakturer, men sambanden är komplicerade.”



”Ju äldre individen är, desto bättre fungerar gles trabekulärt benmönster som frakturrisik-indikator.”

och medför mindre risk för lateral rotresorption. Mindre ortodontisk kraft bör användas när benvävnaden är tät.

- Ett gles trabekulärt benmönster med stora mörgrum ger sämre fixturstabilitet initialt och kräver därmed längre fixturer och längre fixeringstid. En tät trabekulär benstruktur innebär en större temperaturutveckling vid borring i benvävnad och större nekrosrisk. Man bör därför inte använda för liten borrh dimension vid fixturinstallation i tät benvävnad.
- En gles trabekulär benstruktur på tandröntgen innebär ökad risk för osteoporos och benskörhetsfrakturer.

ENGLISH SUMMARY

Bone density in jaws, clinical implications

Grethe Jonasson, Charlotta Elleby and Marianne Rythén

Tandläkartidningen 2019; 111 (11): 104-8

The trabecular bone with its network of trabeculae and varying sizes of intertrabecular "marrow" spa-

ces is well imaged in periapical radiographs. Lindh's index has three categories: sparse, alternating sparse and dense, and dense trabeculation, which can be used to evaluate the quality of the alveolar process before implant treatment, orthodontic procedures, tooth extraction and bone surgery. Furthermore, the index can be used to evaluate risk of low bone mass and increased fracture risk. Bone turnover rate in the mandibular alveolar process is probably the fastest in the body, therefore the first signs of osteoporosis and increased fracture risk may be apparent here. Bone remodeling takes place on endosteal surfaces where the osteoclasts and osteoblasts are situated. Dense trabecular bone has more surface area than sparser trabecular bone that equates to higher numbers of cells and more bone remodeling. Dense trabeculation is usually beneficial for bone strength, albeit leaves the individual susceptible to faster bone loss if there is an imbalance in the remodeling process. Bone adapts to functional loading by increasing bone mass in weight bearing bones and decreasing in unloaded bones. ●

Referenser*

1. Lerner UH, Ljunggren O. Benvävnadens omsättning. *Läkartidningen* 2006; 103: 2972–5.
2. Marx RE, Cillo JE Jr, Ulloa JJ. Oral bisphosphonate-induced osteonecrosis: Risk factors, prediction of risk using serum CTX testing, prevention, and treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 2397–410. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.08.003>.
3. Huja SS, Fernandez SA, Hill KJ, Li Y. Remodeling dynamics in the alveolar process in skeletally mature dogs. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol* 2006; 288: 1243–9.
4. Seeman E. During aging, men lose less bone than women because they gain more periosteal bone, not because they resorb less endosteal bone. *Calcif Tissue Int* 2001; 69: 205–8.
5. Magnusson HI, Linden C, Obrant KJ et al. Bone mass changes in weight-loaded and unloaded skeletal regions following a fracture of the hip. *Calcif Tissue Int* 2001; 69: 78–83.
6. Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ. Bone mineral density in weight lifters. *Calcif Tissue Int* 1993; 52: 212–5.
7. Lindh C, Petersson A, Rohlin M. Assessment of the trabecular pattern before endosseous implant treatment: diagnostic outcome of periapical radiography in the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82: 335–43.
8. Toia M, Stocchero M, Cecchinato F et al. Clinical considerations of adapted drilling protocol by bone quality perception. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32: 1288–95.
9. Friberg B, Ekestubbe A, Mellstrom D et al. Branemark implants and osteoporosis: a clinical exploratory study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001; 3: 50–6.
10. Jonasson G. Five-year alveolar bone level changes in women of varying skeletal bone mineral density and bone trabeculation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2015; 120: 86–93.
11. Jonasson G, Ahlqwist M. Marginal bone levels and trabecular bone structure: a longitudinal population study of women. *J Ageing Res Health* 2016; 1 (3): 1–7. DOI: 10.14302/issn.2474-7785.jarh-16-1275.
12. Mohammad AR, Brunsvold M, Bauer R. The strength of association between pausal osteoporosis and periodontal disease. *Int J Prosthodont* 1996; 9: 479–83.
13. SBU Rapport nr 165/1, 2003. Osteoporos – prevention, diagnostik och behandling.
14. Lindh C, Horner K, Jonasson G, Olsson P, Rohlin M, Jacobs R et al. The use of visual assessment of dental radiographs for identifying women at risk of having osteoporosis: the OSTEODENT project. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 106: 285–93.
15. Jonasson G, Bankvall G, Kiliaridis S. Estimation of skeletal bone mineral density by means of the trabecular pattern of the alveolar bone, its interdental thickness, and the bone mass of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 92: 346–52.
16. Jonasson G, Jonasson L, Kiliaridis S. Changes in the radiographic characteristics of the mandibular alveolar process in dentate women with varying bone mineral density: a 5-year prospective study. *Bone* 2006; 38: 714–21.
17. Jonasson G, Sundh V, Ahlqwist M et al. A prospective study of mandibular trabecular bone to predict fracture incidence in women: a low-cost screening tool in the dental clinic. *Bone* 2011; 49: 873–9.
18. Jonasson G, Sundh V, Hakeberg M, Hassani-Nejad A, Lissner L, Ahlqwist M. Mandibular bone changes in 24 years and skeletal fracture prediction. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 565–72.
19. Centre for Metabolic Bone Diseases, University of Sheffield, UK. <https://www.sheffield.ac.uk/FRAX/tool.aspx?country=5> [access 2019-06-10]
20. Sundh V, Hange D, Ahlqwist M, Hakeberg M, Lissner L, Jonasson G. FRAX and mandibular sparse trabeculation as fracture predictors: a longitudinal study from 1980 to 2002. *Eur J Oral Sci* 2017; 125: 135–40.

*Fullständig referenslista finns tillgänglig hos korresponderande författare.