

Tafonomiska aspekter på osteologisk och odontologisk åldersbedömning

Ebba M During och Sigrid I Kvaal

■ ■ ■ Tafonomiska¹ förändringar kan ha inverkan på osteologiska och odontologiska åldersbedömningar. Det humana skelettmaterialet från regalskeppet *Vasa* representerar 25 individer vars lämningar har varit föremål för varjehanda aktiviteter, vilka i viss mån kan ha påverkat åldersbedömningen och dess tillförlitlighet. De skelettdelar som togs tillvara inuti skeppsskrovet begravdes 1963. I samband med att en förnyad undersökning av skelettmaterialet bestämdes öppnades Vasagraven 1989. Det visade sig att flera skelett befann sig i dåligt skick med utbredda mögelangrepp. Man hade även tidigt konstaterat att järnfosfat, vivianit, penetrerat ben och tänder. Oberoende av den osteologiska åldersbedömningen utfördes olika odontologiska åldersberäkningar 1989–90 och 1995.

Tandmaterialet har postmortala förändringar som kan indelas i yttre och inre påverkan. Efter mer än 300 år på sjöbotten och återbegravning under 26 år visade sig lämningarna dock förhållandevis väl bevarade. De postmortala förändringarna har i några tillfällen påverkat de odontologiska åldersberäkningarna, men genom att använda flera metoder kan en sannolik ålder anges. Det finns i dag ingen perfekt metod som kan ge individer i ett arkeologiskt material en korrekt kronologisk ålder. Sannolikt uppnås de bästa resultaten genom att, oberoende av varandra, använda osteologiska och odontologiska kriterier och sedan jämföra resultaten. De tafonomiska faktorerna måste också beaktas. Fördelarna med vetenskapliga undersökningar och frågan om bevaring eller återbegravning diskuteras.

Nyckelord: *Vasa*, osteologi, odontologi, tandmaterial, tafonomi, röntgen, åldersbedömning

¹ Tafonomi är benämning på de faktorer som drabbar ett skelettmaterial både före och efter döden.

Författare

Ebba M During är docent och verksam vid Arkeoosteologiska forskningslaboratoriet, Stockholms universitet, Ulriksdals Kungsgård, Solna, Sverige.

Sigrid I Kvaal är dr odont och verksam vid avdelningen för oral kirurgi och oral medicin, Den odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo, Blindern, Oslo, Norge.

Regalskeppet *Vasa* skulle bli den svenska flottans stolthet och sjösattes under stora festligheter den 10 augusti 1628. Efter endast 1 300 meters seglats kantrade skeppet och sjönk mitt i Stockholms hamn och inför ögonen på talrika åskådare [1–3]. Regalskeppet blev lokaliserat på sjöbotten 1956 men först den 24 april 1961 var det dags att lyfta skeppet ur djupet. Redan dagen efter startade den arkeologiska utgrävningen.

Bakgrund

I samband med bärgning och utgrävning tillvaratogs ombord på skeppet mer än 2 000, ofta kringströdda, skelettdelar av människa. Ytterligare skelettdelar tillvaratogs av dykare som mellan 1963–67 undersökte botten kring förlisningsplatsen. I princip fick varje skelettdel inifrån skeppet ett fyndnummer. Fyndplatsen angavs genom att däcksbalkarna numrerades utgående från fören. Inom området mellan balkarna skildes på fynd funna styrbords om mittlinjen och sådana funna på babords sida. Förhållandena som rådde under utgrävningen var emellertid mycket speciella och arkeologerna hade att följa olika krav från bärgningsledningen. De fick till exempel under hela utgrävningen arbeta i ”regn och dimma” då ett sprinklersystem för vattenbesprutning installerats inombords för att hindra uttorkning. För att hindra slagsida under bogseringen in till dockan på Beckholmen en dryg vecka efter det att utgrävningen startat måste tung lera spolats bort från babords däck. Olyckligtvis rubbades då fynden inom detta område. Utgrävningen gjordes också under stor tidspress för att klaras av innan vinterkylan. De vanligtvis så noggranna lägesbeskrivningarna fick därför i vissa fall utelämnas [4].

Stor aktivitet rådde runt vraket redan årtiondena efter förlisningen. De första bärgarna infann sig snabbt och med dem följde en mängd äkta och falska vrakbärgare som slet, drog och sågade i balkar, skrov och däck. Med hjälp av en primitiv dykarklocka bärgades huvuddelen av kanonerna under 1660-talet [5]. Genom seklen fortsatte förstörelsen då exempelvis ankare fastnade i skrovet och sedan kunde ryckas loss. När *Vasa* bärgades satt fortfarande ett 30-tal ankare och draggar fast i skeppet. Men även arbetet med bärgningen innebar ingrepp, då till exempel vertikala schakt spolades upp inombords för att få bort lera och sten och minska skeppets tyngd inför lyftet. Bortsett från naturlig upplösning och andra diagenetiska (nedbrytande) processer [6–8] påverkade säkert alla dessa händelser skelettdelarnas lägen [4, 9]. Att de skelett som anträffades inuti skeppet verkligen rubbats visar ett icke ringa antal skelettdelar insamlade från den så

kallade ”rännan” längst ned i skeppet, och vilka endast förts in i utgrävningsböckerna under beteckningen ”inuti *Vasa*”, samt de vars lägesangivelse angivits med ett frågetecken. Tillsammans utgör dessa dryga 6 procent av de till specifikt skelettelement identifierade skelettdelarna.

Redan en vecka efter bärgningen 1961 diskuterade Wasanämnden, som hade ansvar för bärgningen och omhändertagandet av *Vasa*, vad som skulle ske med de skelett som anträffades ombord. Det beslöts att en jordfästning av katastroffören skulle ske på Galärvarvskyrkogården utan längre dröjsmål. Nils-Gustaf Gejvall, professor i osteologi, genomförde under stark tidspress en preliminär undersökning av skeletten 1963. Från vetenskaplig och osteologisk synpunkt är valet mellan återbegravning och tillgänglighet, förvaring och bevarande alltid ett problem [10, 11]. Bedömer man att en återbegravning skall ske måste denna göras på ett sådant sätt att materialet inte förstörs genom exempelvis fukt, mögel- och svampangrepp samt att förvaringen kan ske på ett sådant sätt att ingen sammanblandning görs av skelettdelarna.

Åtgärder vidtogs med Vasamaterialet för att förhindra sådan förstörelse. Varje skelett som bedömts vara en individ inneslöts, med ibland sina mindre skelettdelar i separata tunna plastpåsar, i en kraftig svart påse av nylonarmerad plastfolie vilken svetsades igen. Inuti lades en plastbokstav samt en kopparbricka med det aktuella skelettets märkbokstav. Rostfria metallbrickor bar de fyndnummer delarna fått vid utgrävningen. De långa rörbenen var ofta sammanbuntade med ståltråd. Sedan lades skeletten som hittats ombord, och som skulle återbegravas, i fem cementkistor. Fyra mindre kistor innehöll vardera två individer och i en större lades fyra individer. Gravsättningen skedde den 10 augusti 1963, på dagen 335 år efter Vasas förlisning, och kistorna sattes ned drygt två meter under markytan [4, 9].

I samband med att det nya Vasamuseet uppfördes öppnades Vasagraven på Galärvarvskyrkogården 1989 för att en mer komplett osteologisk analys med bland annat hjälp av modern teknik skulle kunna göras. Dessvärre visade det sig vid genomgången att de åtgärder som vidtagits för att skeletten inte skulle fara illa varit otillräckliga. Vatten hade sipprat in i de svarta plastpåsarerna; i vissa påsar var benen endast fuktiga medan de i andra låg och flöt i vatten. De som var fuktiga hade angripits av mögelsvampar, ibland mycket kraftigt. De som låg i vatten hade klarat sig bättre.

Innan någon analys kunde ta sin början måste benen rengöras. Benen tvättades först i vanligt vatten och därefter rengjordes de möjliga skelettdelarna med 95-procentig etanol och lades att torka i ett svalt och väl ventilerat rum. Under arbetets

gång hölls individerna noggrant åtskilda på olika brickor, men det visade sig att några skelettdelar, tidigare identifierade till specifika individer, sammanblandats vid återbegravningen. Det påträffades även flera benelement som tidigare ej dokumenterats. Fem av skeletten hade kraftiga mögelangrepp med många delar i vissa fall mycket dåligt bevarade, speciellt delar som har den porösaste benuppbyggnaden i skelettet, till exempel bröstben, kotor, revben och höftben. Ytterligare ett skelett var hårt mögelangripet men själva skelettet var bättre bevarat. Något krav på att de skelettdelar som påträffats på botten utanför skeppet skulle återbegravas framfördes aldrig. Dessa förvarades i stället fram till analysen i träbackar på Vasamuseets vind och var okulärt långt bättre bevarade. På vinden återfanns även ett fyrtiotal skelettdelar, bland annat ett kranium och några underkäkar, protokollförda som funna ombord samt tillhörande de begravda individerna. Varför dessa delar undgått återbegravning har inte kunnat klargöras [4, 9].

Syfte

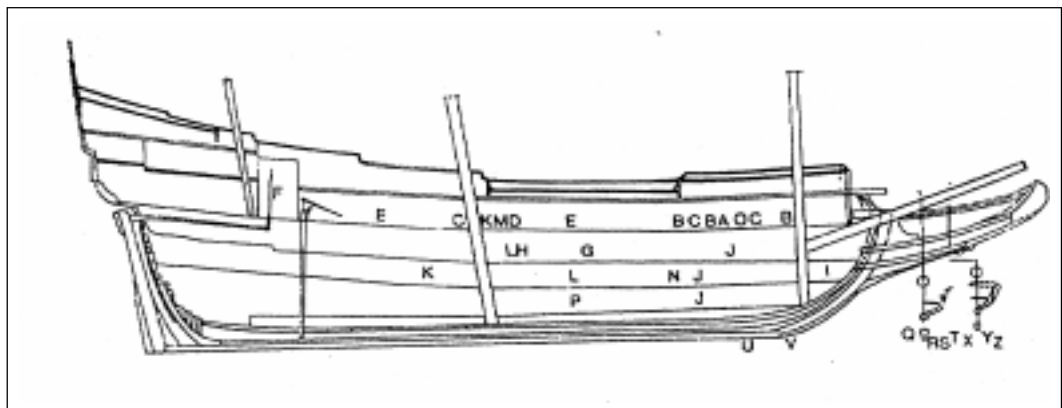
I vår undersökning var det av stort intresse att studera vilka konsekvenser postmortala förändringar haft på åldersrelaterade osteologiska och odontologiska faktorer. Redan vid den första analysen av skelettmaterialet, noterade Nils-Gustaf Gejvall att många ben uppvisade partier med en starkt blå färg, vilket förklarades med att det vattenhaltiga mineralämnet vivianit inlagrats (inkrusterats) i benen. Vivianit består till 95 procent av järnfosfat och ombord på *Vasa* fanns många föremål och detaljer av järn. Detta järn har oxiderat och färgat benen blå men också bidragit till söndervittring. Även tandmaterialet har påverkats av vivianit som trängt in i pulpan och dentinet, vilket konstaterades vid en tidig odontologisk analys av professor Gunnar Johanson 1970 [12].

Material och metoder

Ombord på skeppet befann sig vid katastroftillfället besättningen med familjemedlemmar och andra gäster som fått tillåtelse att följa med skeppet under början av seglatsen fram till Vaxholm längre ut i skärgården. Där skulle soldaterna komma ombord och alla icke tillhörande besättningen skulle lämna skeppet. Det totala antal som omkom är osäkert men olika källor nämner mellan 30 och 50 personer [4, 9].

Skelettmaterialets totala vikt är drygt 33 kg. Den största delen, cirka 26 kg, är funnen ombord; 1 553 skelettdelar har identifierats närmare. Att materialet visar en så ringa vikt beror dels på att få skelett tillhörande enskilda individer är kompletta, dels på olika tafonomiska effekter beskrivna ovan. Samtliga ¹⁴C-dateringar som utförts ger resultat som utesluter att skeletten kan komma från förhistoriskt eller modernt material [4, 9].

Vid analyser av skelettmaterialet 1963 och 1967 identifierade Nils-Gustaf Gejvall 18 individer, såväl unga som gamla, 12 från själva skeppet och 6 utanför (opublicerade anteckningar). En åldersbedömning baserad på odontologiskt material utfördes kort därefter även av Gunnar Johanson på fem kranier och åtta underkäkar (ej publicerat). Vid de senare analyserna [4, 9] kunde Nils-Gustaf Gejvalls resultat revideras något. Troligtvis rör det sig om minst 25 personer betecknade med bokstäverna A–Z i olika åldrar varav två är kvinnor. Sexton av dessa är funna ombord medan resten, 9 individer, är funna utanför skrovet (fig 1). Av det totala antalet har 17 individer lämningar efter käkar och tänder. Efter upptagningen av skeletten 1989 skedde den osteologiska åldersbedömningen med hjälp av så många olika skelettelement som möjligt från en individ. De anatomiska element som användes var framför allt bäckenet, kraniet,



Figur 1. Regalskeppet *Vasa* i genomskärning. Bokstavs-beteckningarna (A-Z) anger de ungefärliga fyndplatserna för identifierade individer. Teckning: Vasamuseet.

Tabell 1. Identifierade individer till kön och ålder; efter During 1997 [9] samt Kvaal och During 1999 [17]

	Kön	Odontologisk undersökning ¹	Osteologi ²	Tandslitage ³	Apikal translucens ⁴	Intakt tand ⁵	Röntgen ⁶	Uppskattad ålder
A	M	~ 25	20–26	25–35	45–51	36–41	42–45	~ 40
B	K	20–25	19–28	17–25	20–25	32–50	26 (käke ⁷)	~ 25
C	M	30–40	34–43	35–45	30–41	49–56	45 (käke ⁷)	~ 45
D	M	25–30	21–26	25–35	–	30–55	41	~ 35
E	M	25–35	32–50	25–35	46–59	29–47	36–38	~ 40
F	M	20–22	26–32	17–35	20–34	28–35	32–38	~ 30
G	M	25	20–26	25–35	42–48	37–51	40–48	~ 45
H	M	30–40	30–36	25–35	–	12–55	31–46	~ 35
I	M	30–40	37–61	35–45	40–49	60–76	65–70	~ 60
J	M	40–50	54–60	35–45	41–51	36–56	42–44	~ 45
K	M	–	53–68	–	39	–	–	~ 55
L	M?	–	37–46	–	–	–	–	~ 40
M	M	25–35	–	25–35	42	28–57	49	~ 40
N	?	25–30	–	25–35	–	–	–	~ 30
O	M	–	50–61	–	–	–	–	~ 55
P	?	–	13–19	–	–	–	–	~ 15
Q	M	–	25–30	–	–	–	–	~ 30
R	M	25	19–28	17–25	20	22–25	22–25	~ 25
S	M	20–25	20–26	17–25	25–27	22–44	18	~ 25
T	M	18–19	17–20	17–25	–	25	14	~ 20
U	M	–	> 30	–	–	–	–	> 30
V	M	–	> 30	–	–	–	–	> 30
X	?	–	15–20	–	–	–	–	~ 17
Y	K	16–17	15–18	17–25	–	18–37	22 (käke ⁷)	~ 18
Z	?	–	13–19	–	–	–	–	~ 15

¹Efter odontologisk undersökning av Johanson (1989–90)²Efter osteologiska kriterier (During 1989–90)³Efter tandslitage (During 1989–90)⁴Efter längden av apikal translucens⁵Efter mätningar på tänder och röntgenbilder⁶Efter mätningar på röntgenbilder⁷Beräkning efter tre tänder i en käke

tänderna, de långa rörbenen samt även nyckelbenet (tabell 1). Här ingår både unga pojkar och äldre män. Båda kvinnorna var unga. Oberoende av den osteologiska åldersbedömningen utfördes en förnyad odontologisk bedömning av Gunnar Johanson, nu på det totala tandmaterialet och med komplettering av röntgenbilder. Den slutliga åldersdiagnosen för varje individ redovisas i tabell 1. Röntgenmaterialet användes också för värdering av anatomiska variationer och patologiska processer [4, 9] samt vid den här presenterade utvärderingen.

En ny odontologisk undersökning och supplement till röntgenundersökningen gjordes 1995. Samtliga käkar undersöktes; antal tänder och tandstatus registrerades. Tre icke destruktiva odontologiska metoder baserade på mätningar av åldersrelaterade förändringar utfördes [13]. Åldern beräknades först genom en mätning av längden hos den apikala translucensen hos intakta tänder, baserad på tabeller utarbetade av Bang et al

[14]. I ett arkeologiskt skelettmaterial kan tänderna tas ut ur alveolen, längden mäts och tanden placeras tillbaka i alveolen. Den andra och tredje metoden är baserad på indirekta mätningar av sekundärt dentin. Med hjälp av röntgenbilderna utfördes mätningar av tandens, pulpans och rotens längd samt också av bredden hos tanden och pulpan på tre skilda nivåer. Den andra metoden inkluderar mätningar direkt på tanden [15] medan den tredje metoden endast använder mätningar från röntgenbilder [16]. Utvärderingen av resultaten från denna undersökning [17] är inkluderade i tabell 1.

Resultat

Det osteologiska materialet från *Vasa* uppvisar en hel del egenskaper som har påverkat möjligheten till åldersbedömning och hur pålitlig bedömningen i sig kan vara. Visserligen finns i det totala materialet nästan alla de delar som ingår i ett



Figur 2. Lämningar efter skelettet med beteckningen H efter återbegravningen. Skelettdelarna är mycket dåligt bevarade med sönderflagnande ytor och med svåra mögelangrepp. Foto: Björn Hedin, Vasamuseet.

mänskligt skelett men flera individer representeras endast av enstaka skelettelement. Det uppskattade minsta säkerställda individantalet har beräknats genom att förutom köns- och åldersbedömning också ta hänsyn till fyndplats, morfologi, storlek, sida hos olika skelettdelar för att kunna matcha så många tillvaratagna delar som möjligt till separata individer. Detta innebär naturligtvis i sig en viss osäkerhet beträffande individtillhörighet och därmed en åldersbedömning. Individerna M, N, O, U, V består av enstaka delar. De har dock kunnat bedömas som vuxna. Osäkerheten vid en bedömning av vuxna med hjälp av endast enstaka skelettelement anges med ibland stora åldersintervall. Individerna P, X och Z består även de av enstaka delar, men i gengäld är de unga och kan därför få en säkrare åldersbedömning [4, 9].

Tafonomiska effekter i samband med återbegravningen har skadat flera ömtåliga delar som till exempel symfys- och ledytor, viktiga för en multifaktuell åldersbedömning. Svårast mögelangripna och med många dåligt bevarade postkraniala skelettdelar var individerna A, B, C, D och H. I synnerhet skelettet H befann sig i ett starkt sönderfallande skick (fig 2). Dessa skelett var samtliga enligt Nils-Gustaf Gejvalls tidigare anteckningar bättre bevarade och bättre mätbara före återbegravningen. Emellertid hade samtliga individer relativt många olika delar av skelettet bevarade, vilket möjliggjorde en åldersbedömning utgående från fler än ett skelettelement. Med undantag av H:s skalle och underkäke var de övrigas kraniedelar i ett relativt gott skick. Också inkrusteringen av

vivianit och andra järnsalter har bidragit till söndervittring och försvårat åldersanalysen.

Postmortala förändringar på tänder kan indelas i yttre och inre skador. De yttre skadorna i materialet visade sig som bruna dekalcineringar på tändernas yttre ytor. Speciellt angripen var ytan hos dentinet, vilken utsatts för yttre påverkan. Utseendet hos dessa ytor kunde påminna om kariesangrepp. Emellertid observerades angreppen på ytor som vanligen inte är utsatta för karies hos en befolkning. Markerade postmortala förändringar observerades hos två individer (D och H). De inre förändringarna var de mest anmärkningsvärda. Järnfosfat, vivianit, hade trängt in i pulpakanalen på ett sätt som tydligt visade ett röntgentätt material på röntgenbilderna. Enskilda tänder såg ut som om de var rotfyllda. Som tidigare påpekats observerades vivianit i tänderna hos fem individer (B, C, D, H och Y) redan vid den första undersökningen [12].

Individ H var det skelett som var hårdast angripen av både yttre och inre destruktion av tänderna. Båda käkarna hade ett rostigt, avflagnande utseende. Röntgenbilderna visar att vivianiten trängt in i nästan alla tänderna. För två individer, B och D, med markerade yttre postmortala skador, kunde graden av translucens mätas i några tänder, i andra inte. Det är sannolikt att skadorna påverkat translucensen hos dentinet.

Ingen av individerna hade ett så fullständigt tandset bevarat att beräkningarna för åldersbedömning kunde utföras på både över- och underkäke, och endast tre individer hade de nödvändiga

tre tänderna för den här tillämpade åldersvärderingen baserad på käkar. Dock, vivianiten i pulpan gjorde det lättare att avläsa pulpans avgränsning och var således inte till hinder för en odontologisk åldersvärdering. För dessa tänder överensstämmer den odontologiska åldersbedömningen med den som gjorts med hjälp av andra kriterier. Med undantag för den apikala translucensen visade sig de åldersvärderingar som utfördes med hjälp av röntgenbilder ha signifikanta skillnader jämfört med de som gjorts med andra metoder.

Diskussion

Efter mer än 330 år på sjöbotten och en återbegravning i 26 år kan man konstatera att skeletten trots allt var förhållandevis väl bevarade. Detta har säkert delvis berott på att flertalet under lång tid legat dolda av slam och lera i en syrefattig miljö innan de togs tillvara. Andra har legat mer fritt och därför utsatts för större vittring/erosion. Postmortala förändringar har på ett tidigt stadium drabbat detta marinarkeologiska skelettmaterial i form av bärgningsförsök kort efter förlisningen men också olika åtgärder i samband med lyft och utgrävningar i modern tid. All denna aktivitet har rubbat de från början hela skeletten och gjort att de inte kunde återfinnas samlade på ett ställe. I synnerhet kan detta ha drabbat en stor del av tandmaterialet, speciellt tänder med endast en rot kan ha fallit ur käkarna och gått förlorade. Omrörningen drabbade inte alla skelett. Ett exempel är det välbevarade skelettet, individ F, som hittades i styrhytten vid kollerstocken. Det går under benämningen rorsman och visar spektakulära skelettförändringar [18]. Glädjande nog har de ibland okulärt så tydliga postmortala förändringarna inte urlakat benen och gjort det omöjligt att genomföra kemiska analyser och dietrekonstruktioner [4, 9].

Återbegravningen åstadkom en hel del förstörelse av såväl ben- som tandmaterial. Vad gäller tänderna har detta framför allt drabbat dentinet och gett effekter som liknar karies, men det ser inte ut att ha haft annan än en viss inverkan på åldersbedömningarna. Vad gäller benmaterialet har ömtåliga ytor, som exempelvis symfyser, ytterligare förstörts och gjort dem omöjliga att använda vid en åldersbedömning. Också kotor, huvudsakligen uppbyggda av porös benvävnad, har drabbats och försvårat studien av patologiska och andra skelettförändringar. Från forskningssynpunkt kan man därför inte nog understryka vikten av att återbegravning sker på ett så betryggande sätt som möjligt för att undvika framtida förstörelse av unika skelettmaterial.

Nedbrytningen av dentinet har också reducerat mineralinnehållet i det peritubulära dentinet på så

sätt att den sklerotiska delen i dentinet, som ger den translucenta effekten, försvinner. Undersökningen visar att längden av apikal translucens kan mätas på de flesta tänder. Man vet dock inte om den korrekt återger den translucenta effekt som kunnat påvisas vid dödstillfället. I de tänder där translucensen inte kunde mätas var det inte möjligt att med säkerhet uttala sig om de var så unga att apikal translucens ännu icke påbörjats eller om orsaken var postmortala förändringar.

Vivianit i tänderna visar att mycket små molekyler penetrerar in i tändernas rotkanaler. Det kan därför inte uteslutas att det högt mineraliserade sekundärdentinet kan lösas upp. Detta ger en större diameter i röntgenbilden och därför en lägre ålder. Skeletten från *Vasa* är speciella i det hänseendet att järnsulfat kan ha lagt sig som en invändig kapp i rotkanalen och på så sätt förhindrat eller reducerat möjligheten för dentinet att upplösas. Denna teori förutsätter att järnfosfatet penetrerar före upplösningen av sekundärdentinet. I andra fynd där det finns en tydlig upplösning av dentinet på utsidan kan man förmoda att sekundärdentinet också var helt eller delvis upplöst. Vid sådana tillfällen kan åldersvärderingar inte baseras på indirekta mätningar av sekundärt dentin, vilket gjorts i fallet *Vasa*.

Konklusion

Det finns ännu inte någon metod som man vet ger en med säkerhet korrekt ålder hos individerna i ett arkeologiskt humant skelettmaterial. Närmast en riktig åldersbedömning kommer man om man brukar så många kriterier som möjligt, både osteologiska och odontologiska, och de bör helst vara oberoende av varandra. I tillägg måste effekterna av tafonomisk påverkan tas med vid en slutgiltig värdering av beräkningarna.

English summary

Taphonomic aspects of osteological and odontological age estimation

Ebba M During, Sigrid I Kvaal

Tandläkartidningen 2000; 92 (10): 48-56

Taphonomic changes may influence osteological and odontological age estimation. Human skeletal remains from the Swedish 17th century warship *Vasa* represent 25 individuals whose remains have been variously treated, which may have influenced the age assessment and its reliability. In 1963 the skeletal remains recovered from inside the hull were reburied. In connection with the renewed examination of the skeletons the *Vasa* grave was opened in 1989. Some remains were in rather poor

condition, with mould fungus growing on them. It had earlier been noted that an extensive incrustation of iron phosphate (vivianite) had penetrated both bones and teeth. Independently of the osteological age assessment, various odontological age calculations were carried out in 1989-90 and 1995. Post mortem changes in the teeth may be divided into external and internal damage. After more than 300 years on the seabed and a 26-year reburial, the remains were relatively well preserved. The post mortem changes have in some cases influenced the calculations but with the application of different methods a reasonably accurate estimate may be made. There is at present no perfect method of estimating the age of archaeological material, but the best results are obtained by applying several independent osteological and odontological methods and comparing the results. The taphonomic factors have to be taken into consideration. The merits of scientific studies and the question of preservation or reburial are discussed.

Key words: Vasa, osteology, odontology, dental material, taphonomy, radiology, age assessment

Referenser

1. Franzén A. The warship Vasa. Stockholm: Nordstedts Förlag, 1974.
2. Borgenstam C, Sandström A. Why Vasa capsized. Stockholm: The Vasa Museum, 1984.
3. Landström B. The royal warship Vasa. Örebro: Interpublishing, 1988.
4. During E. De dog på Vasa. Skelettfynden och vad de berättar. Stockholm: Vasastudier 16, 1994.
5. Skenbäck U. Sjöfolk och knektar på Vasa. Stockholm: Sjöhistoriska Museet, 1983.
6. Henderson J. Factors determining the state of preservation of human remains. In: Death, decay and reconstruction: approaches to archaeology and forensic science. Boddington A, Garland AN, Janway RC (eds). Manchester: Manchester University Press, 1987: pp 43-55.
7. Kerr RA. Old bones aren't so bad after all. Science 1991; 252: 32-3.
8. Rothschild BM, Martin LD. Paleopathology. Disease in the fossil record. Boca Raton...: CRC Press Inc, 1993.
9. During EM. The skeletal remains from the Swedish man-of-war Vasa – a survey. HOMO 1997; 48 (2): 135-60.
10. Iregren E. Konsekvenserna av 90 ton icke analyserade ben; utökad forskning eller ben i magasin, i krypta eller återbegravda. Stockholm: Riksantikvarieämbetet och Statens Historiska Museum. Rapport 3, 1985.
11. Ubelaker DH, Grant GL. Human skeletal remains: preservation or reburial? Yearbook of Physical Anthropology 1989; 32: 249-87.
12. Johanson G. Iron from cannon balls in teeth and jaws. Odontological identification of findings from the warship Vasa 1628. Ossa 1976/1977; 3/4: 183-7.
13. Kvaal SI. Rapport om undersökelsen av tenner og kjever på skjelettene fra regalskibet Vasa – utført juli 1995. Stockholm: Vasamuseet, 1991.
14. Bang G, Ramm E. Determination of age in humans from root dentine transparency. Acta Odontol Scand 1970; 28: 3-35.
15. Kvaal SI, Solheim TA. A non-destructive dental method for age estimation. Journal of Forensic Odontostomatology 1994; 12: 6-11.
16. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim, T. Age estimation of adults from dental radiographs. Forensic Science International 1995; 74: 175-85.
17. Kvaal SI, During EM. A dental study comparing age estimations of the human remains from the Swedish warship Vasa. International Journal of Osteoarchaeology 1999; 9: 170-81.
18. During EM. Helmsman's elbow: an occupational disease of the 17th century. Journal of Paleopathology 1994; 6 (1): 19-27.

Vi vill rikta ett speciellt tack till professor Gunnar Johanson för att vi fått använda resultaten från hans odontologiska undersökningar och åldersbedömningar av Vasaskeletten.

Adresser:

Ebba M During, Arkeosteologiska forskningslaboratoriet, Stockholms universitet, Ulriksdals Kungsgård, SE-170 79 Solna, Sverige
 e-post: ebba.during@ofl.su.se
 Sigrid I Kvaal, Avd for oral kirurgi og oral medicin, Den odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo, Postboks 1109, Blindern, NO-0317 Oslo, Norge.
 e-post: skvaal@odont.uio.no