

ABSTRACT

Undersøgelse af kæber og tandsæt indgik i de seneste tværdisciplinære videnskabelige undersøgelser af Grauballemanden, som blev gennemført 2001-2002. 20 tænder blev fundet ved moseliget, mens det kunne konstateres, at syv tænder var gået tabt enten i mosen eller i forbindelse med udgravningen i 1952. Ved de odontologiske undersøgelser blev også tandslid analyseret, hvilket er emnet for denne fokusartikel. I lighed med talrige andre arkæologiske kraniefund har Grauballemanden, der døde omkring 30-årsalderen, haft meget udtalt okklusalt tandslid. Det er antagelsen, at dette primært har været forårsaget af indtag af grov kost. Både makroskopiske og histologiske undersøgelser antyder, at reparative processer, herunder dannelse af sekundær og tertiær dentin samt reparativ rodcement, har været aktive som respons på tandsliddet.

EMNEORD Bog body | Grauballe Man | tooth wear



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
DORTE ARENHOLT BINDSLEV
dbindslev@forens.au.dk

Grauballemandens tandslid

DORTE ARENHOLT BINDSLEV, adjungeret professor, ph.d., specialtandlæge, Institut for Retsmedicin, Aarhus Universitet

KAJ JOSEPHSEN, lektor emeritus, tandlæge, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Aarhus Universitet

► Accepteret til publikation den 18. august 2023

[Online før print]

Grauballemanden er et af de bedst bevarede moselig i verden. Han blev fundet under tørvegravning i Nebelgaard Mose nær Grauballe ved Silkeborg i april 1952. Omstændighederne omkring fundet, håndteringen af moseliget, de efterfølgende undersøgelser, konserveringen og overvejelserne omkring udstilling af moseliget er velbeskrevet i adskillige kilder, bl.a. (1), som udgør en samlet oversigt over både forhistorien og de opdaterede seneste undersøgelser af Grauballemanden. Disse blev gennemført 2001-2002 af et stort tværdisciplinært hold af forskere i forbindelse med etableringen af nye tidssvarende udstillingsfaciliteter for Grauballemanden på Moesgaard Museum i Aarhus.

Grauballemandens tænder og kæber blev i 1952 på foranledning af udgravningsleder, professor P.V. Glob, undersøgt af to lokale tandlæger. Deres iagttagelser blev efterfølgende publiceret (2). Ved de første undersøgelser efter udgravningen beskrives Grauballemanden som læderagtig, blød og fleksibel. Tænderne var udtalt brunligt misfarvede, delvis opløste samt skrumpet efter over 2.000 år i tørvemosens sure miljø.

FAKTABOKS 1

- Grauballemanden levede omkring 300 f.Kr.
- Grauballemanden var godt 30 år, da han døde.
- Gennemsnitslevealderen i ældre jernalder (500 år f.Kr. - 400 år e.Kr.) var mellem 35 og 40 år.

14 tænder blev fundet *in situ*, meget løstsiddende i alveolerne (17,16,15,14; 23,24,25; 31,32,34,35,36,38; 42). Fem tænder (18,13,27; 45,46) samt to rodstumper (26) blev fundet *ex situ* liggende spredt i kæbeområdet, mens det senere kunne konstateres, at yderligere syv tænder (12,11; 21,22; 33; 43,44) havde været til stede på dødstidspunktet, men var gået tabt under henliggetiden i mosen eller i forbindelse med opgravningen. Alle 20 tilstedeværende tænder blev fjernet fra moselaget og anbragt i separate glasbeholdere, der siden har været opbevaret i Moesgaard Museums magasiner. Foruden indsamling og beskrivelse af tænderne tog tandlægerne aftryk af begge kæber med de tomme alveoler, så der i dag eksisterer tre sæt gipsmodeller, som tilsammen detaljeret dokumenterer Grauballemandens kæber på tidspunktet for fundet i 1952 (2,3).

Ved de gennemgribende opdaterede nye videnskabelige undersøgelser af Grauballemanden 2001-2002 kunne det konstateres, at Grauballemanden i den forløbne periode siden udgravningen var blevet kraftigt udtørret og meget fragil (sprød) i modsætning til hans relativt bløde, mere fleksible tilstand umiddelbart efter udgravningen. Tændernes konsistens ved de oprindelige undersøgelser i 1952 blev beskrevet som "viskelæderagtig".

Detaljerede undersøgelser af kæber og tænder var en integreret del af de omfattende nye undersøgelser, der helt overvejende kun tillod anvendelse af noninvasive metodikker. En oversigt over resultaterne af alle undersøgelserne, der også omfatter Grauballemandens generelle helbredstilstand, findes i (1); de odontologiske detailfund er beskrevet i (3), som bl.a. illustrerer tandtab som følge af traume samt mineraliseringsforstyrrelser forenelige med sygdom eller mistrivsel (underernæring?) omkring 2-3-årsalderen.

Temaet for Tandlægeforeningens forestående Symposium 2023 er "Det slidte tandsæt", hvilket har foranlediget denne fokusartikel, der delagtiggør Tandlægebladets læsere i, hvad der ved undersøgelserne af Grauballemandens tandforhold i 2001-2002 kunne udledes specifikt om tandslid hos dette nationale klenodie.

FAKTABOKS 2

- Grauballemanden blev senest undersøgt i 2001-2002 af et tværdisciplinært forskerhold.
- Grauballemanden kan ses på Moesgaard Museum ved Aarhus.

MAKRO- OG MIKROSKOPISKE UNDERSØGELSESRISULTATER

At moselaget fra Nebelgaards Mose blev konserveret i sin helhed med henblik på senere udstilling af hele kroppen, var i 1950'erne grænseoverskridende og nyskabende, idet der ikke var tradition for at udstille døde kroppe *in toto* (1). Med

Mund- og næseregion



Fig. 1. Grauballemanden. Nærbilleder af mund- og næseregion. Udfyldning af nares og tandalveoler med konserveringsmateriale ses tydeligt. (Foto: Lars Kruse, AU-foto, Aarhus Universitet).

Fig. 1. Grauballe Man. Perioral region and alveoli in the frontal region of the maxilla. Morphological adjustment of the nose as well as covering of the alveoli and nares with conservation material can be seen. (Photos: Lars Kruse, AU-foto, Aarhus University).

henblik på at normalisere indtrykket af det oprindeligt meget fladtrykte lig blev der derfor i forbindelse med konserveringen foretaget visse modifikationer af ligets oprindelige form, herunder udfyldninger i hovedområdet, bl.a. modellering af en næse (Fig. 1) (4). Også flere steder i kæbeområdet blev der ►

Grauballemandens tænder



Fig. 2. De 20 tænder fundet hos Grauballemanden. Yderligere 7 tænder (12,11; 21,22; 33; 43,44) skønnes tabt post mortem (Foto: Lars Kruse, AU-foto, Aarhus Universitet).

Fig. 2. Grauballe Man's teeth Twenty teeth were found with the Grauballe Man bog body. A further 7 teeth (12,11; 21,22; 33; 43,44) were lost post mortem. (Photos: Lars Kruse, AU-foto, Aarhus University).

Fire tænder



Fig. 3. Nærbillede af 16,15,14,13. Udtalt okklusalt tandslid. (Foto: Lars Kruse, AU-foto, Aarhus Universitet).

Fig. 3. Close-up 16,15,14,13. Severe occlusal wear. (Photos: Lars Kruse, AU-foto, Aarhus University).

placeret udfyldningsmateriale, som i et vist omfang medførte artefakter i forbindelse med nogle af de moderne undersøgelsesmetodikker. I modsætning til på udgravningstidspunktet, hvor kæberne kunne gengives detaljeret i aftryk/gipsmodeller, herunder alveolernes form, blev alveolerne i forbindelse med den oprindelige konservering også udfyldt og udglattet, hvilket fortsat er tilfældet (Fig. 1).

Grauballemandens tandsæt, som det fremstår i dag, ses i Fig. 2. Tænderne er helt demineraliserede efter det over 2.000 år lange ophold i det sure mosemiljø. Al emalje er således opløst og borte, og kun den dekalificerede dentin er bevaret. Denne er stærkt misfarvet pga. mosemiljøet og har reduceret volumen i forhold til den oprindelige form (3). Kort efter udgravningen blev tænderne i forbindelse med konserveringen lakeret med en relativt tyk lak, som ved indledende tests i forbindelse med de seneste undersøgelser viste sig så vanskelig at opløse, at den af hensyn til fremtidig bevaring af tænderne ikke er fjernet.

Af oversigtsbilledet (Fig. 2) fremgår umiddelbart, at hovedparten af de bevarede tænder udviser udtalt slid, idet incisal- og okklusalfalder, bortset fra 18 og 28, fremstår meget afladede.

Histologi - tand 16

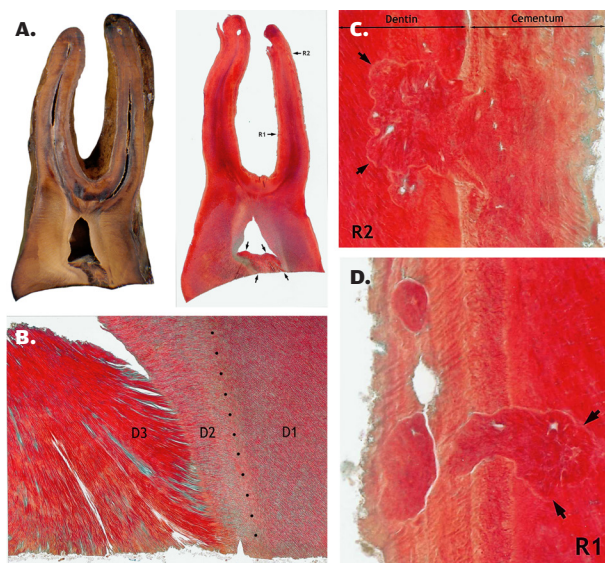


Fig. 4. Histologiske undersøgelser af første molar i højre side af overkæben.

A. Mesiodistalt snit 16, dels ufarvet, dels histologisk oversigtssnit (Farvning: Goldner Trichrome). Pile okklusalt angiver dannelse af tertiær (reparativ) dentin som reaktion på excessivt okklusalt slid. Området ses forstørret i Fig. 4B. Pile markeret R1 og R2 viser placering af udvalgte resorptionslakuner forstørret i Fig. 4C og Fig. 4D. **B.** Primær dentin (D1) samt sekundær (D2) og tertiær (D3) dentin-lakune okklusalt, som reparativt respons på markant tandslid. **C.** Resorptions-lakune R1 på mesiale rodoverflade af 16. Udfyldningen med reparativ rod cement angivet med pile. **D.** Resorptionslakune R2 interraddikulært på 16. Udfyldningen med reparativ rod cement angivet med pile. (Fotos Kaj Josephsen).

Fig. 4. Histologic examinations of the first molar in the right side of the maxilla.

A. Mesio-distal section 16; unstained and stained with Goldner Trichrome. Occlusal arrows indicate the formation of tertiary (reparative) dentine. A magnification of the area is shown in Fig. 4B. Arrows R1 and R2 indicate the location of selected superficial resorption lacunae magnified in Figs. 4C and 4D. **B.** Primary dentine (D1); reparative response to mechanical abrasion seen as secondary (D2) and tertiary (D3) dentine formation. **C.** Resorption lacuna R1 on the mesial root surface of 16; arrows indicate the extension of the cemental repair. **D.** Resorption lacuna R2 on the interraddicular root surface of 16; arrows indicate the extension of the cemental repair. (Photos: Kaj Josephsen).

For især præmolarernes og molarernes vedkommende indikerer dette, at sliddet har været så omfattende, at der generelt har været blottet, abraderet dentin i okklusalfaldernes fulde udstrækning. I Fig. 3 ses de helt planslidte okklusale flader af 16, 15, 14 og 13.

Detaljerede morfologiske undersøgelser af tænderne har, bortset fra hvad der formodes at være radices fra 26, ikke vist tegn på penetration af dentinen til pulpacavum. Dette er i overensstemmelse med, at der, udover svarende til venstre molar-region i overkæben, ikke har kunnet konstateres tegn på apikale inflammationsprocesser ved bl.a. CT- og MR-scanning (3).

Som nævnt ovenfor var det en forudsætning, at undersøgelserne af Grauballemanden blev foretaget med noninvasive, nondestruktive metoder. Der blev imidlertid givet særlig tilladelse til, at der fra første molar i højre side af overkæben blev udtaget et fragment af tanden med henblik på DNA-undersøgelser. I den forbindelse blev det endvidere tilladt, at der blev

Patologisk tandslid

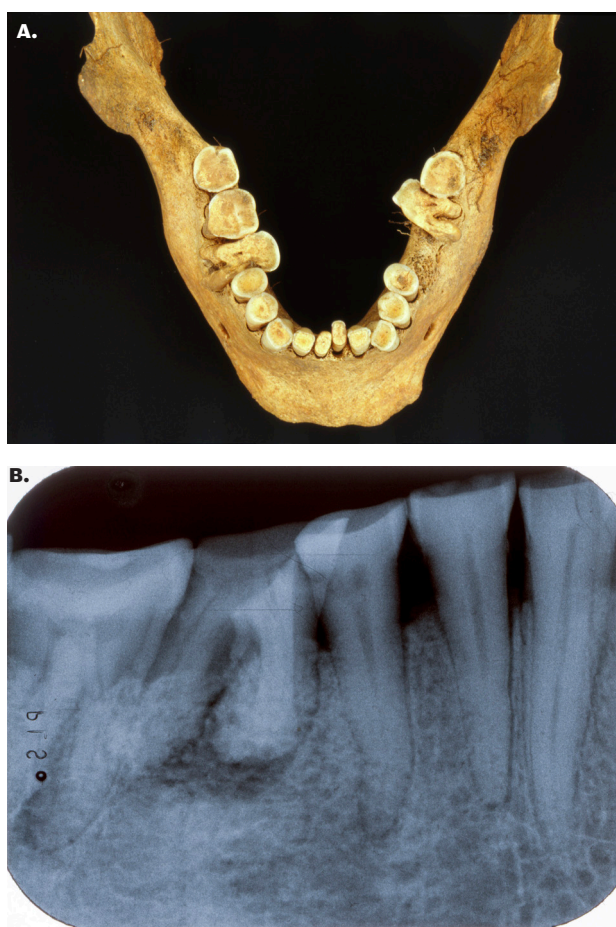


Fig. 5. Eksempel på udtalt patologisk tandslid med gennemslidning af dentinen. **A.** Mandibel med excessivt generelt patologisk okklusalt slid, herunder lingval dislokation ("tilting") af 36 og 46. **B.** Røntgenbilledet fra højre side viser apikale opklaringer 46 og 45. Fra Nordby middelalderkirkegård, Viby J. (ca. 1000-1250 e.Kr.). (Bindslev DA; upubliceret) (Fotograf: Lars Kruse, AU-foto, Aarhus Universitet).

Fig. 5. Example of extreme tooth wear causing penetration of the dentine. **A.** Mandible showing severe, pathological occlusal wear and lingual dislocation ("tilting") of 36 and 46. **B.** X-ray from the right molar region shows periapical lesions 46 and 45. From medieval cemetery (approx. 1000-1250 a.C. Nordby, Viby J, Denmark. (Bindslev DA; unpublished). (Photos: Lars Kruse, AU-foto, Aarhus University).

foretaget histologiske undersøgelser af en mesiodistal sektion af 16 (Fig. 4). Det fremgår tydeligt, at der er sket dannelse af tertiær dentin, formentlig udløst af det markante okklusale slid. På rodoverfladen kunne der konstateres relativt stor forekomst af overfladiske resorptionslakuner udfyldt med reparativ rodcement.

DISKUSSION OG KONKLUSION

Grauballemandens tandslid kan i henhold til moderne diagnostiske kriterier kategoriseres som "patologisk tandslid" for en godt 30-årig (5). Dog ikke i en grad, der i hans levetid forårsagede generel penetration af inflammationsudløsende mi-

klinisk relevans

Tidligere tiders grove kost betød, at udtalt tandslid har været et vilkår, som er beskrevet i talrige arkæologiske fund fra mange områder af verden helt tilbage til forfædrene for homo sapiens. Tandsættet hos vores meget velbevarede, verdensberømte moselig Grauballemanden viser, at også han, der var omkring 30 år, da han døde, havde voldsomt tandslid. Odontologiske undersøgelser har imidlertid vist, at reparative processer, både dentin og rodcement, søgte at imødegå følgerne af de mekaniske påvirkninger, tandsættet var udsat for som konsekvens af tygning af grov abraderende kost.

kroorganismer til pulpa. Apikale abscesser er ellers et velkendt fænomen i arkæologiske fund af tidligere populationer med så excessivt tandslid, at mikroorganismer har kunnet penetrere til pulpa og forårsage inflammation, ultimativt med pulpanekrose til følge (Fig. 5) (6). I forhistoriske og historiske populationer, hvor hverken medikamentering eller tandudtrækning var tilgængelig, kan sådanne tilstande i alvorlige tilfælde have ført til sepsis, evt. med fatal udgang.

De histologiske undersøgelser af Grauballemandens tand 16 bekræfter, at der på tidspunktet for hans død endnu har været balance mellem slid og reparative processer. Resorptionslakuner i rodoverfladen er velkendte i forbindelse med ortodontiske tandforskydninger, hvor sammenhæng mellem kraftpåvirkning og resorptionsprocesser har været indgående studeret i dyremodeller (7) og i mindre grad i humane studier (8). Humane studier har vist, at selv "light jiggling forces", dvs. intermitterende mekanisk påvirkning af tænder i forskellige retninger, forårsager resorptionslakuner på rodoverfladen. Resorptionernes størrelsesorden har sammenhæng med styrken af de mekaniske påvirkninger (8). Resorptionslakunerne observeret på Grauballemandens tand 16 er forenelige med "jiggling" forårsaget af de mekaniske påvirkninger, tandsættet må have været udsat for, og har resulteret i udtalt generelt slid af tænderne hos så relativt ung et individ. Der må nødvendigvis tages forbehold over for det faktum, at der kun har været mulighed for at foretage histologisk undersøgelse af én tand.

De makroskopiske og øvrige diagnostiske undersøgelser tyder på, at der har været en inflammatorisk proces i venstre overkæbe-molarregion (3). Hvorvidt årsagen til denne har været pulpanekrose og osteomyelitis pga. patologisk tandslid med mikrobiel penetration til pulpa, tandfraktur af traumatisk årsag eller anden årsag, kan ikke vurderes på det foreliggende. Det kan ej heller hverken bekræftes eller udelukkes, at processen har været smertevoldende, mens Grauballemanden var i live.

Det er velkendt, at der i mange arkæologiske skeletfund er konstateret betydeligt tandslid, fx blandt neandertalere, stenalderfolk, bronzealderfolk, vikinger og australske aboriginals. Også hos en række dyrearter (herunder primater) er der beskrevet udtalt tandslid, som overvejende har været tilskrevet grov kost. Det er imidlertid, ligesom i nutidig forskning i tandslid, ►

i adskillige arkæologiske fund konkluderet, at der formentlig har været tale om en kombination af mekanisk slid og erosioner forårsaget af indtag af sure fødemidler, som det fx er påvist hos islandske vikinger i relation til indtag af syreholdige mælke- og fermenterede fødemidler (9). Der er dertil en del beskrivelser af karakteristiske forekomster af atypisk, lokaliseret tandslid, som er blevet tilskrevet anvendelse af tænderne som ”en tredje hånd”, dvs. som værktøj i specielle arbejds- eller forarbejdningsprocesser (10). En række arkæologiske undersøgelser har vist sammenhæng mellem kostændringer, fx i forbindelse med skift mellem jæger- og agerbrugspraksis, og ændringer i graden af tandslid (11).

På Grauballemandens tid havde der været agerbrug længe, og det er velundersøgt, at forarbejdning af korn og frø, oftest

med sten, var udbredt. Maveindholdet hos Grauballemanden og andre moselig har været undersøgt nøje, og de nye undersøgelser af Grauballemandens sidste måltid har nøje beskrevet forekomst af mange typer frø (i vor tid helt overvejende betragtet som ukrudt), lidt korn samt forskellige blandede plantefibre (12). Småsten og sandpartikler udgjorde en del af maveindholdet, hvilket bekræfter indtag af abraderende partikler sammen med fødeemnerne.

Vores undersøgelser kan i relation til tandslid konkludere, at Grauballemanden havde et udtalt slidd tandsæt, men at der på tidspunktet, hvor han blev taget af dage i en alder af omkring 30 år (13), må skønnes at have været en fysiologisk balance mellem slid og de naturlige reparative processer. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

THE GRAUBALLE MAN'S TOOTH WEAR

Examinations of the teeth and jaws were part of the latest interdisciplinary scientific investigations of Grauballe Man performed in 2001-2002. Twenty teeth were found with the bog body while 7 were lost post mortem in the bog or during the excavation in 1952. As observed in many archaeological dental investigations of ancient populations the Grauballe

Man examinations revealed that the bog body had severe occlusal wear when he died at the age of about 30 years old. The dental wear was presumably caused by intake of abrasive food. Both macroscopic and histological examinations of the Grauballe Man dentition documented the formation of reparative secondary and tertiary dentine and cementum.

LITTERATUR

- Asingh P, Lynnerup N, eds. Grauballe Man. An Iron Age bog body revisited. Aarhus: Aarhus University Press, 2007;1-351.
- Warrer E, Leth H. En odontologisk undersøgelse af moseliget fra landsbyen Grauballe i Jylland. Tandlægebladet 1971;75:592-605.
- Arenholt-Bindslev D, Josephsen K, Jurik AG. Grauballe Man's teeth and jaws. In: Asingh P, Lynnerup N, eds. Grauballe Man. An Iron Age bog body revisited. Aarhus: Aarhus University Press, 2007;140-53.
- Strehle H. The conservation of Grauballe Man. In: Asingh P, Lynnerup N, eds. Grauballe Man. An Iron Age bog body revisited. Aarhus: Aarhus University Press, 2007;32-50.
- Loomans B, Opdam N, Attin T et al. Severe tooth wear: European consensus statement on management guidelines. J Adhes Dent 2017;19:111-9.
- Molnar P. Extramasticatory dental wear reflecting habitual behaviour and health in past populations. Clin Oral Investig 2011;15:681-9.
- Zhou J, Guo L, Yang Y et al. Mechanical force regulates root resorption in rats through RANKL and OPG. BMC Oral Health 2022;22:290.
- Eross E, Turk T, Elekdag-Turk S et al. Physical properties of root cementum: Extent of root resorption after the application of light and heavy buccopalatal jiggling forces for 12 weeks: A micro-computed tomography study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;147:738-46.
- Richter S, Eliasson SF. Erosive and mechanical tooth wear in medieval Icelanders. Acta Odont Scand 2016;74:186-93.
- Estalrich A, Rosas A. Division of labor by sex and age in Neandertals: an approach through the study of activity-related dental wear. J Hum Evol 2015;80:51-63.
- Deter CA. Gradients of occlusal wear in hunter-gatherers and agriculturalists. Am J Phys Anthropol 2009;138:247-54.
- Harild, JA, Robindson DE, Hudlebusch J. New analyses of Grauballe Man's gut contents. In: Asingh P, Lynnerup N, eds. Grauballe Man. An Iron Age bog body revisited. Aarhus: Aarhus University Press, 2007;154-87.
- Lynnerup N, Boldsen JL, Jurik AG. The biological anthropology of Grauballe Man. In: Asingh P, Lynnerup N, eds. Grauballe Man. An Iron Age bog body revisited. Aarhus: Aarhus University Press, 2007;227-33.