

VU Research Portal

The Application of Bone Histology for Species Identification in Archaeology; with a Photo Catalogue

Cuijpers, A.G.F.M.

2009

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Cuijpers, A. G. F. M. (2009). *The Application of Bone Histology for Species Identification in Archaeology; with a Photo Catalogue*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Dutch summary/Samenvatting

In dit proefschrift, getiteld “De toepassing van bothistologie voor soortidentificatie in de archeologie; met een fotocatalogus”, worden de mogelijkheden van histologische soortdeterminatie van kleine botfragmenten besproken. Werkend met archeologisch botmateriaal is het namelijk niet altijd mogelijk kleine botfragmenten als mens te identificeren of de diersoort ervan te bepalen. Dit geldt vooral voor verbrand materiaal. Bij het reconstrueren van de relaties tussen mens en dier en bij grafrituelen is dit echter wel van belang. Ook bij de besluitvorming ten aanzien van het behoud van vindplaatsen speelt het kunnen toewijzen van botmateriaal aan mens of dier een belangrijke rol.

In het geval van vrij complete botten is de bepaling van de zoogdiersoort, door middel van morfologische vergelijking met een referentieserie of door metingen, meestal mogelijk. Metrische methodes kunnen echter niet toegepast worden bij gefragmenteerd botmateriaal. Tevens levert morfologische determinatie van botfragmenten niet altijd een soort op, maar een categorie, bijvoorbeeld “grote zoogdieren”. Toch willen we graag weten of we te maken hebben met verbrand menselijk bot in crematiegraven of niet. Ook willen we graag weten welke diersoorten werden meegegeven als grafgift of welke dierenbotten zijn gebruikt voor het maken van artefacten.

Er zijn andere methodes beschikbaar om mens en dier te onderscheiden en de diersoort te bepalen. Biomoleculaire methodieken gebruiken DNA en proteïnen om de diersoort te bepalen. Er zijn vele technieken beschikbaar voor DNA en proteïne extractie. Maar de toepassing van deze technieken op archeologisch materiaal levert problemen op. Hun toepasbaarheid wordt beperkt door degradatie en verbranding, waardoor DNA en eiwitten grotendeels of zelfs geheel zijn verdwenen.

Een alternatief vormt het histologisch onderzoek. Hierbij worden cellen en weefsels van planten en dieren in dunne doorsneden onder de microscoop onderzocht. Zo heeft kennis van de histologie van bot bijgedragen aan meerdere vakgebieden: biologie, diergeneeskunde, medicijnen, paleontologie, fysische antropologie, paleopathologie en forensische wetenschap. Meer specifiek is aangetoond dat het ook bij archeologisch materiaal gebruikt kan worden, bijvoorbeeld voor de leeftijdsbepaling van menselijk bot, onverbrand en verbrand, waarbij het histologisch onderzoek dus een waardevolle aanvulling is op het standaard archeozoologisch onderzoek. Het blijft daarnaast een waardevol alternatief voor de biomoleculaire methoden t.a.v. de soortdeterminatie bij archeologisch botmateriaal, hoewel ook de histologische botstructuur kan worden beïnvloed door degradatie en verbranding. Maar ofschoon verbranding de structuren minder zichtbaar maakt, blijft over het algemeen de botstructuur aanwezig, zelfs bij hoge temperaturen. De veranderingen in de chemische samenstelling van het bot beschermen de structuur zelfs tegen degradatieinvloeden.

Doel van het proefschrift is te onderzoeken in hoeverre bothistologie gebruikt kan worden voor soortdeterminatie in de archeologie. De botstructuur kan namelijk een indicator zijn voor de soort. Allereerst is getracht verschillen te vinden tussen menselijk en dierlijk bot. Vervolgens werd er naar verschillen tussen diersoorten gezocht. Problemen met soortdeterminatie in de archeozoologie hebben betrekking op vrij kleine onverbrande of verbrande botfragmenten. De methode moest daarom toepasbaar zijn ondanks fragmentatie, degradatie en verbranding van het bot.

Er is gekozen voor een kwalitatieve beoordeling van de botstructuur omdat bijvoorbeeld krimp voor problemen zorgt bij metrische histologische methoden. Ook is gekozen voor een nieuwe aanpak van de problematiek. Eerdere studies onderzochten de botstructuur in verschillende botcategorieën van meerdere diersoorten. Bot is echter zeer variabel. Verschillen kunnen optreden tussen soorten, tussen skeletcategorieën, tussen individuen van dezelfde soort en zelfs binnen één bot.

Dit onderzoek concentreert zich daarom op één botcategorie binnen mens, paard, rund, varken, schaap, en geit. Zo kan ten volle de variatie in deze botcategorie voor elke soort apart onderzocht worden en kunnen eventuele verschillen aangetoond worden. Daar diafysefragmenten vaak voorkomen in het archeologisch vondstmateriaal en bij fragmentatie identificatieproblemen kunnen veroorzaken, is gekozen voor deze botcategorie. De vijf diersoorten zijn relevant binnen de archeologie van Noordwest Europa. Botfragmenten van laat-juvenielen en adulten kunnen worden verwisseld met paard en rund. De botfragmenten van kinderen zijn op hun beurt moeilijk te onderscheiden van die van varkens, schapen en geiten. Ook onderling leveren de diersoorten problemen op bij de soortbepaling. Als het onderzoek verschillen oplevert kan de referentieserie uitgebreid worden met meer dieren en botcategorieën, afhankelijk van andere vraagstellingen en archeologische periodes.

Om de botstructuur te kunnen beschrijven is een botclassificatiesysteem nodig (hoofdstuk 2). Gekozen is voor het systeem van de Ricqlès. Dit is een open systeem waarin meerdere onderzoekscriteria gecombineerd worden. Het oorspronkelijke systeem, dat ook botweefsel classificeert, is vereenvoudigd. Alleen het gedeelte welk betrekking heeft op de botcompacta voor zoogdieren is gebruikt in dit proefschrift. Tijdens het onderzoek is dit aangepaste systeem aangevuld met botstructuren en botkenmerken om eventuele verschillen tussen de diersoorten te kunnen achterhalen. Het systeem verdeelt de botstructuur onder in twee categorieën, primair en secundair bot. De twee categorieën binnen primair bot zijn lamellair en vezelachtig bot. Deze twee worden op hun beurt onderverdeeld op basis van de vascularisatie. Secundair bot kent twee categorieën, afhankelijk van het aantal secundaire osteonen. Om diersoortbepaling d.m.v. de ontwikkelde histologische methodiek te bevorderen, is de gehanteerde terminologie vergeleken met andere studies t.a.v. histologische soortdeterminaties. Tevens zijn alle waargenomen botstructuren en botkenmerken afgebeeld in een catalogus (hoofdstuk 7).

Het proefschrift bestaat voorts uit vier deelonderzoeken. In het eerste deelonderzoek wordt de botstructuur van de mens, laat-juvenielen en adulten, vergeleken met paard en rund (hoofdstuk 3). Qua grootte worden ongeïdentificeerde botfragmenten van deze soorten bij elkaar gevoegd in de categorie “grote zoogdieren”. De botstructuur van de mens blijkt af te wijken van paard en rund. De primaire botstructuur bij de mens bestaat namelijk uit lamellaire bottypen. Bij paard en rund komt voornamelijk fibro-lamellair bot, een subtype van vezelachtig bot, voor. Een uitzondering hierop vormen de groeizones. Deze afgegrensde zones in de botstructuur vertonen een ander bottype dan de rest van het bot door een tijdelijke verandering van de groeisnelheid. Het verschil in primaire botstructuur tussen mens en dier is terug te voeren op een verschil in groeisnelheid. Deze snelheid bepaalt namelijk het bottype. Lamellair bot is langzaam groeiend bot en vezelachtig bot groeit snel. De epifysen van de lange beenderen in het menselijke skelet sluiten tussen 13 en 19 jaar. Bij paard en rund is dit veel eerder, namelijk tussen de 2 en 3 jaar. Omdat de uiteindelijke schofthoogte dan bereikt moet zijn, groeien de botten sneller dan bij de mens en vertonen dus een snelgroeiend bottype. Er is ook een verschil gevonden in de secundaire botstructuur. Door omvorming tot secundair bot en/of degradatie kan de primaire botstructuur niet meer zichtbaar zijn. Een verschil in de secundaire botstructuur is dan noodzakelijk. Dierlijk bot vertoont kanalen van Havers met extra schuine verbindingskanaaltjes. Dit geeft de secundaire botstructuur een reticulair aanzicht. Daarnaast komen ook longitudinale kanalen van Havers voor in de secundaire osteonen van paard en rund. Deze zijn bij de mens gebruikelijk. Een reticulair beeld van de secundaire botstructuur is bij de mens zeldzaam en bestaat dan uit een enkel osteon met meerdere (schuine) verbindingskanalen. Deze twee soortverschillen zijn blind getest op 15 botfragmenten uit geïdentificeerde botten van archeologische opgravingen. Bij vier sterk gedegradeerde botfragmenten kon geen identificatie plaatsvinden. Bij alle andere botfragmenten kon het onderscheid tussen mens en dier gemaakt worden. Ook verbrand bot vertoont deze verschillen in de botstructuur. Door middel van de aangetoonde verschillen tussen mens enerzijds en paard en rund anderzijds kunnen kleine botfragmenten gedetermineerd worden en kan de aan- of afwezigheid van menselijk bot aangetoond worden.

In het tweede deelonderzoek is de botstructuur tussen paard en rund onderling vergeleken (hoofdstuk 4). Hoewel ze dezelfde botstructuurtypen vertonen, is de opbouw van het fibro-lamellair bot anders.

Deze primaire botstructuur is opgebouwd uit twee componenten, vezelachtig en lamellair bot. Bij het rund neemt de vezelachtige component meer dan 50% in binnen een lamina, bij een paard is dat de lamellaire component. Er zijn geen verschillen in de secundaire botstructuur.

De toepasbaarheid van dit kenmerk van de primaire botstructuur is blind getest op 14 botfragmenten. Ten gevolge van degradatie en omvorming naar secundair bot konden drie botfragmenten niet geïdentificeerd worden. De overigen werden met één uitzondering correct toegewezen. De ene uitzondering bevatte vrij veel fibro-lamellaire botstructuur met een overheersende lamellaire component. Maar een klein gebiedje vertoonde fibro-lamellair bot met een voornamelijk vezelachtige component. Dit bot werd als paard ingedeeld. Toch ging het om een botfragment van een rund. Blijkbaar komt dus naast een overheersende fibreuze component ook een overheersende lamellaire component voor in runderbot. Een tweede blinde test werd uitgevoerd om dit verder te testen. Hierbij zijn nog eens 15 botfragmenten uit archeologische context blind getest. Maar 4 fragmenten konden niet gedetermineerd worden door degradatie of remodelling, waarbij er geen primaire botstructuur meer zichtbaar was. Alle andere botfragmenten konden correct ingedeeld worden. Meer onderzoek is nodig om paarden te kunnen identificeren. Echter in botstructuur, waarbij in de fibro-lamellaire bottypes de vezelachtige component overheerst, is er sprake van rund. Dit botkenmerk is ook zichtbaar in verbrand bot.

Onderscheid tussen kleine botfragmenten van paard en rund kan meer informatie verschaffen over de voedsleconomie, het grafritueel en de vervaardiging van artefacten.

Het derde deelonderzoek vloeide voort uit het tweede. In de referentieserie van paard en rund zaten ook zes metapodia van gecastreerde moderne runderen. Hun botstructuur is vergeleken met die van een koe en een stier (hoofdstuk 5). Ook zijn metapodia van vier koeien afkomstig van archeologische vindplaatsen bekeken, waarvan het geslacht metrisch was bepaald. In de coupes van de ossen komt onder het periost een dikke laag lamellair bot voor. Deze zone neemt ook procentueel een groot deel van de coupe in. Dit is niet waargenomen bij de andere runderen. Hier komen wel groeizones onder het periost voor, maar die zijn veel dunner. Alleen bij één metrisch geslachtsbepaalde koe valt de dikte van de groeizone onder het periost binnen de variatiebreedte van de ossen. Het is heel goed mogelijk dat deze koe verkeerd gedetermineerd is. Castratie veroorzaakt een langere groeitijd omdat de epifysen later sluiten. De metapodia van ossen zijn daardoor langer dan die van een stier. Ze zijn echter niet dikker. Dit impliceert dat de groei van de omtrek niet gelijke tred houdt met de lengtegroei. Een groeizone met langzaam groeiend bot kan daarvan het gevolg zijn. Meer onderzoek aan metapodia van ossen, stieren en koeien is nodig om vast te stellen of dit kenmerk gebruikt kan worden om de aanwezigheid van ossen in een archeologische context aan te tonen en daarmee het gebruik van runderen als trekdiër.

In het laatste deelonderzoek is de botstructuur van kinderen vergeleken met enkele diersoorten met botten van gelijke grootte, namelijk varkens, schapen en geiten (hoofdstuk 6). Ook hier wijkt de menselijke primaire botstructuur af van die bij dieren. Kinderen ouder dan één jaar vertonen lamellaire bottypen, terwijl dierlijk bot alleen vezelachtige bottypen vertoont. Ook hier vormen groeizones een uitzondering. Kinderen jonger dan een jaar vertonen echter ook vezelachtige bot. Dit is echter anders opgebouwd dan het dierlijk bot. Bij kinderen overheerst in de fibro-lamellaire bottypen, namelijk de lamellaire component. Bij dierlijk bot is dat de vezelachtige component. Ook de secundaire botstructuur vertoont verschillen. Een rij osteonen komt bij dieren voor, maar niet bij kinderen. Ook het reticulare aspect van de Haverssche kanalen is uitsluitend bij dieren te zien. Een blind uitgevoerde test op 14 botfragmenten toonde de toepasbaarheid aan van de gevonden verschillen. Alle fragmenten konden ondanks degradatie geïdentificeerd worden. Ook bij verbrand bot kunnen de verschillen worden gebruikt om mens en dier te onderscheiden; d.m.v. de aangetoonde histologische verschillen tussen kinderen en de drie diersoorten kan de aanwezig- of afwezigheid van menselijk bot aangetoond worden.

Dit proefschrift bevat ook een uitgebreide fotocatalogus (hoofdstuk 7). Hierin zijn alle waargenomen botstructuren en botkenmerken terug te vinden. Ook specifieke kenmerken van de diafyseale botstructuur zijn afgebeeld om de kwalitatieve beoordeling te vergemakkelijken.

Deze fotocatalogus heeft tot doel de toepassing van de ontwikkelde histologische identificatie methode mogelijk te maken voor fysisch antropologen en archeozoologen. Tevens voorziet de fotocatalogus in de behoefte aan een duidelijke terminologie in de bothistologie. In de literatuur worden namelijk onderling verschillende terminologieën en classificatiesystemen gebruikt, vaak zonder voldoende illustraties. Dit leidt tot verwarring en het niet kunnen interpreteren van resultaten. De foto's van de botstructuurtypen maken vergelijking met andere terminologieën mogelijk en zullen de toepasbaarheid van de identificatie methode bevorderen.

Samenvattend kan gezegd worden dat de dissertatie bijdraagt aan twee vakgebieden: archeologie en histologie. De ontwikkelde histologische methodiek maakt onderscheid mogelijk tussen enerzijds de mens en anderzijds paard, rund, varken, schaap en geit. Kleine fragmenten van de lange beenderen kunnen zo gedetermineerd worden. Dit levert belangrijke informatie op voor het wel of niet behouden van sites en het grafitueel. Bovendien kan rund van paard onderscheiden worden. Dit zal bijdragen aan meer inzicht in de voedsleconomie en het maken van benen artefacten. Tenslotte zal het histologisch kunnen onderscheiden van ossen bijdragen aan de kennis over de het gebruik van runderen als trek- of lastdier. Omdat de histologische soortverschillen zelfs zichtbaar zijn in gedegradieerd bot (vanaf 1 in de internationaal gehanteerd Histological Index van 0 tot 5, met 5 als perfect geconserveerd bot) en in verbrande botten, is de ontwikkelde methodiek bruikbaar dan DNA- en proteïne-extractie. Het onderzoek heeft ook meer informatie opgeleverd over de botstructuurtypen bij de bestudeerde diersoorten en inzicht in groeisnelheid. De bijgeleverde fotocatalogus zal de toepassing van histologische beoordeling volgens het classificatiesysteem bovendien vergemakkelijken.

Omdat het onderzoek noodzakelijkerwijs beperkt werd tot de mens en vijf diersoorten, wordt aanbevolen, afhankelijk van de archeologische vraagstelling, de referentieserie uit te breiden. Gedacht wordt aan hond, beer en hert. Ook zou paleolithische en mesolithische fauna onderzocht kunnen worden om zo voor die periodes ook de aanwezigheid van menselijk bot te kunnen achterhalen. Niet alleen diafysefragmenten leveren problemen op bij determinatie. Ook rib en schedelbotten zijn niet altijd te identificeren als mens. Er zou onderzocht kunnen worden of deze botcategorieën ook soortverschillen in de botstructuur vertonen.

Aanbevolen wordt verder onderzoek te doen naar het eventuele voorkomen van lamellair als overheersende component van het fibro-lamellair bot bij runderen, om zo de identificatie van paardenbot te verduidelijken. Ook het samenstellen van een grotere referentieserie van ossen en andere gelachtsbekende runderen zou aan te bevelen zijn, om het verschil in botstructuur van ossen verder te kunnen uitdiepen.

Als laatste wordt aanbevolen histologisch soortonderzoek op te nemen in de programma's van eisen (PvE's) van archeologisch contractonderzoek wanneer bepaalde vraagstellingen ten aanzien van botfragmenten die niet door traditioneel archeozoologisch onderzoek opgelost kunnen worden, maar waar enkele histologische monsters belangrijke informatie op kunnen leveren.