

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie

Jahrgang
Volume 19

Heft
Fascicule 2



2013

Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie

Herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA). Publiziert seit 1995.

Unterstützt von der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT).

Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie

Edité par la Société Suisse d'Anthropologie (SSA). Publié depuis 1995.

Supporté par l'académie suisse des sciences naturelles (SCNAT).

Redaktion/Rédaction

Christine Cooper, Bern (Chefredaktorin)

Christina Papageorgopoulou, Komotini

Scientific Board

Kurt W. Alt, Mainz

Jesper Boldsen, Odense

Thomas Böni, Zürich

David Bulbeck, Canberra

Joachim Burger, Mainz

Rethy Chhem, London, Ontario

Georges Descœudres, Zürich

Alexander Fabig, Rostock

Paolo Francalacci, Sassari

Birgit Großkopf, Göttingen

Gisela Grupe, München

Miriam Noël Haidle, Tübingen

Winfried Henke, Mainz

Estelle Herrscher, Marseille

Israel HersHKovitz, Tel Aviv

Ariane Kemkes, Scottsdale

Christiane Kramar, Genève

Sandra Lösch, Bern

Christian Lanz, Zürich

François Mariéthoz, Sion

Wolfgang Müller, London

Geneviève Perréard Lopreno, Genève

Brigitte Röder, Basel

Hartmut Rothe, Göttingen

Bruce M. Rothschild, Youngstown

Carel van Schaik, Zürich

Elisabeth Stephan, Konstanz

Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Ursula Wittwer-Backofen, Freiburg i. Br.

Erscheinungsweise/Fréquence de parution:

Das Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheint in der Regel zweimal pro Jahr (Frühjahr, Herbst). Beide Hefte bilden zusammen einen Band.

Le Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie paraît deux fois par an (printemps et automne). Deux cahiers constituent un volume.

Bezugsort/Abonnement:

Kassier SGA/Comptable SSA: Martin Häusler, Zürich. E-mail: mfh@aim.uzh.ch

Für Mitglieder der SGA ist das Bulletin im Jahresbeitrag inbegriffen.

Les membres de la SSA reçoivent gratuitement le bulletin.

Umschlag/Couverture:

Fotografie von/Photographie de: Matthieu Honegger (Tombe d'une femme portant plusieurs bracelets en ivoire d'hippopotame, cimetière néolithique d'El-Barga (6000–5500 av. J.-C.).

Herstellung/Impression:

Books4you, Brno, CZ

Jahrgang/Volume 19, Heft/Fascicule 2, 2013

Erscheinungsdatum/Parution: Dezember/Decembre 2013

ISSN 1420-4835

Inhaltsverzeichnis / Table of contents

Workshop “Preservation and representation of human bones and its importance for anthropological analysis” am 31. Mai 2013 / Abstracts of lectures at the Workshop “Preservation and representation of human bones and its importance for anthropological analysis” on 31 May 2013

CHRISTINE COOPER, SANDRA LÖSCH

Preservation and Representation of Human Bones and its Importance for Anthropological Analysis – An Introduction 5

CHRISTINA PAPAGEORGIOPOULOU

Standardised Osteological Assessment of Inhumations: Skeletal Preservation, Databases and Variables 9

FRANK SIEGMUND

Hinweise für die Informationserfassung und -verwaltung und die statistische Auswertung von menschlichem Skelettmaterial 17

CHRISTIAAN HENDRIKUS VAN DER MEIJDEN, GISELA GRUPE, MICHAELA HARBECK, GEORGE MCGLYNN, KRISTIN VON HEYKING

Software development for standardized anthropological data acquisition 23

GUOYAN ZHENG, SANDRA LÖSCH

Volumetric Morphometrics (VMM) for Physical Anthropology: Preliminary Results 25

Zusammenfassungen von Vorträgen an der SGA-Jahrestagung 2013 am 16. November / Abstracts of lectures at the SGA annual meeting on 16 November 2013

MATTHIEU HONEGGER

Aux origines des pharaons noirs: la préhistoire a Kerma et en Nubie 33

ISABELLE CREVECOEUR

Diversité biologique et comportement des populations de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène en Nubie 35

CAMILLE FALLET

Peuplement et traditions funéraires dans la civilisation de Kerma (Soudan, 2500-1500 av. J.-C.): Anthropologie biologique des populations inhumées dans la nécropole royale, derniers résultats 37

STEFANIE BRUNNER

Das spätrömische Gräberfeld “Höll” in Kaiseraugst (AG) – Eine archäologische und anthropologische Auswertung 39

SABINE LANDIS, MARTIN HAEUSLER

The pathology of the proximal femur MLD 46 (*Australopithecus africanus*) 41

CHRISTELE BAILLIF-DUCROS, GEORGE MCGLYNN

Stirrups and archaeological populations: Bio-anthropological considerations for determining their use based on the skeletons of two Steppe riders 43

DARIO PIOMBINO-MASCALI, ORLANDO V. ABINION, ANALYN SALVADOR-AMORES, RONALD G. BECKETT

Human Mummification Practices among the Igorot of North Luzon 45

Preservation and representation of human bones and its importance for anthropological analysis – an introduction

CHRISTINE COOPER¹, SANDRA LÖSCH²

¹Archäologie, Amt für Kultur, Fürstentum Liechtenstein

²Department of Physical Anthropology, Institute of Forensic Medicine, University of Bern, Switzerland

Abstract

This paper presents problems arising from the lack of standardized methods for recording skeletal remains. Using practical examples it is shown how preservation and representation of bones can distort observations and how this can be reduced by systematic data acquisition.

Keywords: preservation, representation, prevalence, bone counts, data management

Introduction

Osteoarchaeology, a discipline within physical anthropology, deals with the analysis of human remains that are recovered during archaeological excavations. In the Canton Berne (Switzerland) alone around 5000 skeletons have been excavated in the past decades (Hug 1956, Schoch and Ulrich-Bochsler 1987, Ulrich-Bochsler 2010). Even in the diminutive Principality of Liechtenstein about 1500 skeletons have been found until now (Cooper and Lörcher 2011). These human remains are studied in anthropological research projects at universities or at cantonal/state-run archaeological institutions. The field itself is undergoing profound changes. Improvements of the classical morphological methods and the rapid development and improvement of new methods like imaging technologies and analysis of stable isotopes or ancient DNA have not only broadened the spectrum of topics but have also led to new interdisciplinary liaisons. This is accompanied by a proliferation of peer-reviewed publications and rapid international dissemination of publications through the internet and consequently an increase of available reference data.

Proper comparison and interpretation of osteoarchaeological data however is often prevented by the lack of standardized methods for recording skeletal remains. This problem exists within Switzerland too, and data comparability for regional skeletal samples is far from ideal. Based on this idea the workshop “Preservation and representation of human bones and its

importance for anthropological analysis” was brought into being in May 2013 with the support of the Swiss anthropological society (Schweizerische Gesellschaft für Anthropologie SGA) and the University of Berne. A total of 27 researchers, mostly from Switzerland but also from Germany, Greece and Italy, participated in the workshop. In the morning the following presentations were held:

- “Preservation and representation of human bones and its importance for anthropological analysis”, Welcome talk, Sandra Lösch (University of Berne, Switzerland)
- “Introduction to the topic”, Christine Cooper (AKU, Principality of Liechtenstein)
- “Standardised osteological assessment of inhumations: skeletal preservation, databases and variables”, Christina Papageorgopoulou (DUTH Komotini, Greece)
- “Guidelines for data management in skeletal biology for optimisation of statistical analysis”, Frank Siegmund (HHU Düsseldorf, Germany)
- “Software development for standardised anthropological data acquisition”, Kristin von Heyking (LMU Munich, Germany)
- “Volumetric Morphometrics for Physical Anthropology: Preliminary Results”, Guoyan Zheng (University of Berne, Switzerland)

The afternoon was dedicated to an open discussion among the participants.

Preservation and representation

Usually the term “preservation” is used to summarize how much of a skeleton or bone is present and in which condition it is. For more precision this term should be split up in order to separate qualitative and quantitative aspects. Thus below “representation” expresses the quantitative aspect (how many are present) while “preservation” refers to the qualitative aspect (in which condition they are) of the preservation of bones. For example a bone can be fully represented but very poorly preserved due to weathering or other damage to the bone surface. While a fracture may be visible on such a bone, periostitis may not be. Both aspects can lead to massive distortions of results and their interpretation if they are not dealt with properly (see below). For this reason representation and preservation should be recorded along with other basic information about every individual.

Effects on analysis and interpretation

Prevalence of various traits and pathologies is a main interest in the study of ancient populations. Only comparisons with other populations give anthropological data a reference point without which meaningful interpretations are nearly impossible. The main emphasis and methods of anthropological studies have increasingly shifted towards palaeopathological questions over the past decades. Today the focus often lies on the reconstruction of lifestyles and living conditions of past populations by means of palaeopathological (and other) research. However the lack of comparable data is often a major problem. This is even true for pathologies that are mentioned in nearly every paper. For this reason very little is known about the variation of health and disease over time – as far as it can be reconstructed using palaeopathology – in past populations from Switzerland.

Often prevalence is calculated using the entire number of individuals in the sample rather than the number of individuals in which the relevant anatomical part is observable. But results obtained from such calculations reflect the state of preservation and especially representation more than the actual prevalence. In an early medieval cemetery from the Principality of Liechtenstein (Cooper, work in progress) only about half of all bones were present. There were significant differences between skeletal elements and in addition to this, between sexes. For example *Cribra orbitalia* could only be observed in slightly more than

half of all individuals. If the prevalence is calculated with the total number of individuals it is roughly half of what it would be if it were calculated with the number of observable individuals. In Tomils the skeletons were generally preserved and represented very well, but even in this case only about 80% of all bones were present (Papageorgopoulou 2008). Such practical examples show that the effect of preservation and representation on the results of an analysis is massive and by no means negligible.

Some studies follow a purely descriptive approach with no attempt to obtain quantitative results. Meaningful inter-population comparisons on this basis are not possible, and even less so are statistical analyses. If osteoarchaeological researches are meant to comply with basic scientific requirements and to actually increase our knowledge about past populations, comparable data are required to supplement descriptive approaches. Consequently systematic data acquisition and presentation must be a priority, and the state of preservation must be eliminated as a source of distortion. As Roksandic (2003) put it concisely “the importance of recording the state of preservation of skeletal remains cannot be overstated, since preservation influences our ability to make inferences about demography, pathology, population affinities, or mortuary rituals associated with the dead. Accordingly, if our ultimate goal is to compare different archaeological groups, it is crucial to understand to what extent our observations are biased by the state of skeletal preservation.”

Existing Guidelines

Since this is not a new concern among anthropologists several guidelines for coding human remains including representation/preservation exist already (eg. Brickley and McKinley 2004, Powers 2008, Roksandic 2003, Steckel et al. 2006), but up to present they are rarely applied and/or cited in our region of the world. Furthermore the different standards do not necessarily lead to comparable data. In Switzerland many different recording systems with varying degrees of detail and evaluability are used. In Anglophone countries counting bones is already more of a standard procedure but so far only very few skeletal series from Switzerland have been studied using bone counts (e.g. Papageorgopoulou 2008, Studer 2012). Counting bones is not as trivial as it may sound though, and various methods have been developed (summarized in Cooper 2010).

Aim of the workshop

This workshop aimed at drawing attention to the topic and initiating a self-critical debate among Swiss anthropologists as a first step. As a second step, ideally a communal effort will be made to agree on certain standards for systematic data acquisition and processing which could serve as guidelines for those who rely on comparable data. A similar attempt was made earlier by Roland Menk (1979a, b) with regard to the introduction of standardized data collection and the use of data banks in historical anthropology. While the promotion of interdisciplinarity and management of morphometrical data were the main points of interest back then, the emphasis of this workshop lies on preservation and representation and their importance for anthropological analysis, particularly for palaeopathology. The call for standardization and joint efforts however remains as relevant as it was 35 years ago. Menk also pointed out that the methods of data acquisition have not kept pace with the development of evaluation methods (Menk 1979a). The same is true today albeit in a different context.

Apart from this other points need to be taken into consideration too. Due to financial and time limitations to most anthropological studies, the ideal methods should not be unnecessarily complicated and should be applicable by researchers working under different conditions and with different requirements (universities, public services, freelancers). Furthermore attention must be paid to the frequent problem of data availability or rather the lack thereof. It is not always possible to publish data sets in the desired extent, and alternative ways of making them available to other researchers should be discussed.

References

- Brickley M, McKinley JI (eds.) 2004. *Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. IFA Paper No. 7. BABAO, Department of Archaeology, University of Southampton. <http://www.babao.org.uk/Humanremains-FINAL.pdf>
- Cooper C, Lörcher M 2011. *30 Jahre historische Anthropologie in Liechtenstein. Denkmalpflege und Archäologie im Fürstentum Liechtenstein*. Fund- und Forschungsbericht 2010: 126–143.
- Cooper C 2010. *Forensisch-anthropologische und traumato-logische Untersuchungen an den menschlichen Skeletten aus der spätmittelalterlichen Schlacht von Dornach (1499 n. Chr.)*. Dissertation. Mainz.

- Hug E 1956. *Die Anthropologische Sammlung im Naturhistorischen Museum Bern*. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern 13, Sonderabdruck.
- Menk R 1979a. *Datenbanken für die historische Anthropologie: ein Votum für ein gemeinsames Vorgehen bei der Datenbeschaffung*. Archives suisses d'anthropologie générale 43 (1): 21–25.
- Menk R 1979b. *Data Banks in Historical Anthropology – the Material Infrastructure for Interdisciplinarity*. Archives suisses d'anthropologie générale 43 (2): 331–342.
- Papageorgopoulou C 2008. *The medieval population of Tomils/Sogn Murezi – an Archaeoanthropological approach*. Dissertation. Basel.
- Powers N (ed.) 2008. *Human osteology method statement*. Museum of London. <http://www.museumoflondon.org.uk/NR/rdonlyres/2D513AFA-EB45-43C2-AEAC-30B256245FD6/0/MicrosoftWordOsteologyMethodStatementMarch2008.pdf>
- Roksandic M 2003. *New Standardised Visual Forms for Recording the Presence of Human Skeletal Elements in Archaeological and Forensic Contexts*. Internet Archaeology 13. <http://intarch.ac.uk/journal/issue13/3/new.html>
- Schoch W, Ulrich-Bochsler S 1987. *Die Anthropologische Sammlung des Naturhistorischen Museums Bern: Katalog der Neueingänge 1956–1985*. Jahrbuch des Naturhistorischen Museums Bern 9: 267–350.
- Steckel RH, Larsen CS, Sciulli PW, Walker PL 2006. *The Global History of Health Project Data Collection Codebook*. http://global.sbs.ohio-state.edu/new_docs/Codebook_05_17_06.pdf
- Studer C 2012. *Der mittelalterliche Friedhof beim Kloster Disentis. Eine archäologische, anthropologische Untersuchung*. Master thesis. Neuchâtel.
- Ulrich-Bochsler S 2010. *Die Anthropologische Sammlung des Naturhistorischen Museums Bern: Katalog der Neueingänge 1985 bis 2005*. Jahrbuch des Naturhistorischen Museums Bern 15. Vorabdruck.

Addresses:

Christine Cooper
Archäologie, Amt für Kultur
Messinastr. 5
9495 Triesen
Principality of Liechtenstein
E-mail: Christine.Cooper@llv.li

Sandra Lösch
Abteilung Anthropologie, Institut für Rechtsmedizin
Universität Bern
Sulgenauweg 40
3007 Bern
Switzerland
E-mail: sandra.loesch@irm.unibe.ch

Standardised Osteological Assessment of Inhumations: Skeletal Preservation, Databases and Variables

CHRISTINA PAPAGEORGOPOULOU

Laboratory of Anthropology, Department of History and Ethnology, Demokritus University of Thrace, Greece

Abstract

This brief report summarises the presentation given at the workshop entitled “Preservation and representation of human bones and its importance for anthropological analysis”, held at the University of Bern on the 31st of May 2013. The main aim of the workshop was the presentation and management of the various ways to collect skeletal data in order to create standard protocols and guidelines for the Swiss Anthropological Society. The paper presents briefly an example of data recording used on a large number of European skeletons with its potentials and its limitations. The aim is to raise fruitful discussions on the development of the guidelines.

Keywords: data recording, skeletal representation, guidelines, osteological methods

Standards of skeletal recording

This brief report summarises the presentation given at the workshop entitled “Preservation and representation of human bones and its importance for anthropological analysis”, held at the University of Bern on the 31st of May 2013. The main aim of the workshop was the presentation and management of the various ways to collect skeletal data in order to create standard protocols and guidelines for the Swiss Anthropological Society. Standardisation of skeletal recording is the first step of every scientific workflow in anthropology whether this is preliminary research e.g. Bachelor, Master, PhD thesis or basic research, postdoc project, university excavation, standardised commercial work in archaeological and forensic services or as a freelancer anthropologist. But the most important is the ability to collect data in a coherent and standardised way. This enables researchers to compare their own datasets, but also to compare their variables with those of other researchers in order to proceed to any form of interpretation and inference.

Today one can find in the literature a list of published guidelines which offer both complete datasheets and detailed recommendations (e.g. Buikstra and Ubelaker 1994; Brickley and McKinley 2004). There are many advantages of using such guidelines: comprehensive standards, worldwide use and recognition, wide-reaching comparability of results. Nevertheless, many scholars, depending on their projects, require diverse data and methods. Therefore they tend to adapt the

published datasheets or create new ones according to their individual needs and the required methodology.

Most of the published guidelines have been created under the need for a responsible, efficient and effective data collection. This was urged in some cases, like in the USA, after the commencement of *Public Law for the Native American Graves Protection and Repatriation Act*. The repatriation law had forced many museums to study and communicate their results to the tribes and eventually return them for reburial. This immediately created a great concern to scholars who had to transfer and rebury collections without scientific study or with limited analysis of qualified physical anthropologists (Buikstra and Ubelaker 1994). Following a workshop held at the Field Museum charged with developing standards for collection of osteological data, the very well-known *American standards* were formulated after extensive group discussion. Although repatriation in the USA was the basic force for such an organised publication similar repatriation problems have been noted in many museums worldwide. Moreover, initiatives like the Global History of Health Project have also created the need for a standardised Data Collection Codebook (Steckel *et al.* 2006). In similar ways and under the same needs many local associations have created official guidelines and technical papers e.g. British Association for Biological Anthropology and Osteoarchaeology (Brickley and McKinley 2004).

In Switzerland since the beginning of the 20th century there was a great interest in osteological and especially paleopathological collections (e.g. Galler

Reference Series, Rühli *et al.* 2003) and large numbers of skeletons have been studied by different institutions e.g. the Anthropological Research Institute and the IAG (Interkantonale Arbeitsgemeinschaft) in Aesch, the Universities of Bern, Zürich, Basel and Geneva as well as many Archaeological Services. However, there are still no official guidelines of the Swiss Anthropological Association, especially concerning the preservation and the representation of the skeletons (Cooper and Lösch 2013).

Preservation and representation

Preservation and representation of the skeletal material is one of the main issues when forming a datasheet for skeletal material. This enables a complete and reliable comparison between skeletal material both qualitative and quantitative. In order to do this efficiently one has to count bones and eventually different parts of the bones such as the diaphysis, the epiphysis and the articulations. This is essential when making statistics on teeth or bone pathologies. Although this could be easily assumed as routine in anthropological analysis, the lack of it in many published works is unpleasantly astonishing and was also one of the main outcomes during the workshop.

Figure 1 presents a datasheet used on more than 1500 skeletons from Switzerland. The present datasheet makes a suggestion on bone counting and enables statistical analysis. It includes the typical skeleton sketch but also a list with presence/absence for every tooth, bone and skeletal articulation. This enables bone and tooth counting as individual units but also in terms of a skeleton. Arthritic changes are only present on articulations therefore it is rather unorthodox to count arthritic changes using the presence or absence of bone elements without noticing the presence or absence of each epiphysis. Although the exact calculation of arthritic lesions on a population is beyond the aim of the present report and could be done using various methods (e.g. knee: distal femur and proximal tibia or by using only the distal femur or the proximal tibia), it remains essential to record each part of the bone. The same applies for the diaphysis if one is counting the periosteal changes, the orbits for Cribra Orbitalia, the frontal bone for Hyperostosis Frontalis Interna and so on. Although such a bone counting is simple and trivial, it is of great importance since all reported frequencies on bone representation or pathologies are based on the correct quantification of the skeletal material.

At this point the need for the incorporation of taphonomic information e.g. weathering should be

mentioned. This issue was suitably brought up during the workshop by Christine Cooper and Sandra Lösch and together with the presence or absence of bone elements cover the two issues of preservation (qualitative) and representation (quantitative) of a skeleton (Cooper and Lösch 2013).

Variables and research methods

The methodology used for the sex and the age determination could vary among researchers however a datasheet with complete description of the markers offers repeatability and comparability of the results. There are many standard sex determination methods used in Central and German-speaking Europe (Ferembach *et al.* 1979; Ferembach *et al.* 1980; Workshops of European Anthropologist 1980) whereas many researchers prefer to use more widely known methods such as the ones presented on the *American Standards* (Buikstra and Ubelaker 1994). Nowadays many new methods offer more possibilities for sex and age determination. Although the use of new methods is mostly welcome and promotes the scientific research scholars should consider the use of at least one standard methodology in order to be able to compare their observation with that of other researches. One point to consider is the reproduction of the age and sex estimation data. This could be achieved in two ways: either directly inserting the sex and the age as an individual case or code to the electronic database or by inserting all discrete variables e.g. *processus mastoideus* or *pubic symphysis* stadia for age estimation. Although the second option is more time-consuming it offers many advantages such as an automatisisation of the calculations and further options for statistical analysis.

Long bone metrics are necessary for stature estimation, therefore the researcher should select in advance the appropriate method in order to make the precise measurements. Many handbooks and articles exist in order to decide for the most suitable stature estimation method (for a review see Siegmund 2010). The long bone metrics are associated to certain bones, usually the humerus, the radius, the ulna, the femur and the tibia, therefore one could associate the general database with the presence and absence of every bone to the metrics. Craniometrics, the “golden standard” for every anthropological work in previous decades, have lost their significance over the last years. They have either been substituted by new technologies like geometric morphometrics or newly volumetric morphometrics (Zheng and Lösch 2013) and specialized researches, or they have been reduced for the sake of

time and cost. Nevertheless they are still included in all aforementioned standards and guidelines and since they still offer valuable information in terms of kinship, biological history, sex dimorphism, forensic identification and pathologies it may be of interest to include a minimum number of craniometric data.

Considering the pathological conditions, it is rather challenging to include a full list of potential pathologies present in skeletal material; a list of the most common conditions such as arthritis, periostitis, traumata/fractures, dental pathologies, Cribra Orbitalia, button osteoma and eventually enthesopathies could offer a useful dataset. A fixed list provides the researcher with a standardization of the observations and assures a precise examination of all involved bones. In this case the observer obtains a routine of examining the bones on a regular mode and avoids overlooking certain traits. A repetitive and standard form to record pathologies also allows the estimation of prevalence which is the proportion of a population found to show a condition. In skeletal studies this is usually expressed with percentages and frequencies.

The extent of the list and the variables taken depends mainly on time and funding. Although these two factors can be decisive for the development of datasheets and guidelines some important issues should be mentioned. Information taken usually as notes or sketches without the use of a proper datasheet may prove of limited scientific value and more time-consuming. A description of one case study outside the general context of a cemetery or grave offers very little information. Often researchers have to re-examine many skeletons in order to control something that was not clearly described. The frequency of a condition e.g. fracture or arthritis without the precise information on the number of bone elements present is also of limited scientific value, as the researcher at the end is unable to provide a valid statistical frequency and statistical tests. The filling in of datasheets and lists seems time-consuming however it provides reliable results. As it is also seen in Fig.1 most common pathologies could be noted only with a brief "tick" or code number. This saves valuable time and offers a great amount of information with the use of simple digits. Even the detailed and time-consuming description of a pathologic condition can be simplified by the use of scales and codes.

The most important advantage of using simple scales and codes to note the presence, the absence, the missing values and the degree and extent of a pathology is the efficacy to copy the data into a statistical program like SPSS, PAST, Excel or Access and to proceed on statistical analysis. The present datasheet has the form of a list where every row is a case e.g. a tooth or a part of

a bone and every new cell on the same row a variable corresponding and describing this bone or tooth unit. The number of new columns and subsequently cells depends on the amount of variables collected. It could be increased or decreased depending on the purpose of the study and the researcher. Each unit is linked to the skeleton or grave in order to generate the statistics either as units e.g. 2300 teeth were present and 300 exhibit caries, or as skeletons e.g. 100 individuals exhibited at least one carious lesion. The aforementioned statistical packages and software offer the possibility for simple (t-tests, crosstabs with chi-square test) and more complicated statistical analysis (correspondence analysis, regressions, multivariate and discriminant analysis) depending on the data as long as the data are properly inserted into a database (Siegmund 2013).

Conclusions

By summarizing I would underline three simple recommendations that we inevitably have to consider when planning standards and guidelines.

- Preservation and representation should be clearly recorded both quantitatively in terms of single bones and teeth and qualitatively in terms of taphonomic appearance.
- All variables of preservation and representation should be manageable statistically implicating the use of lists and not only sketches or notes.
- Codes and scales are convenient and time-saving ways to describe both preservation and representation but also many frequent pathological conditions.

Although there are many more issues to consider and there is a huge body of literature on standards, protocols and guidelines, the present report is restricted to the discussion held during the workshop. This short report by no means attempts to induce a specific form of datasheet and set of variables. The aim is to present an example of data recording in order to raise a fruitful discussion. The intense use of the present datasheet with small variations on more than 3000 European skeletons and the publication of most of this material indicates its encouraging potential. Despite plausible weakness it offers an efficient way to record a skeleton quantitatively and qualitatively together with the most important metric, non-metric and pathological set of variables. The form is simple, the data recording can be effectively made both on paper and computer and the statistical analysis is easily manageable.

Acknowledgments

I would like to thank Sandra Lösch (University of Berne, Switzerland) and Christine Cooper (Amt für Kultur, Principality of Liechtenstein) for the organization of the workshop and the invitation, and all participants for the fruitful discussion.

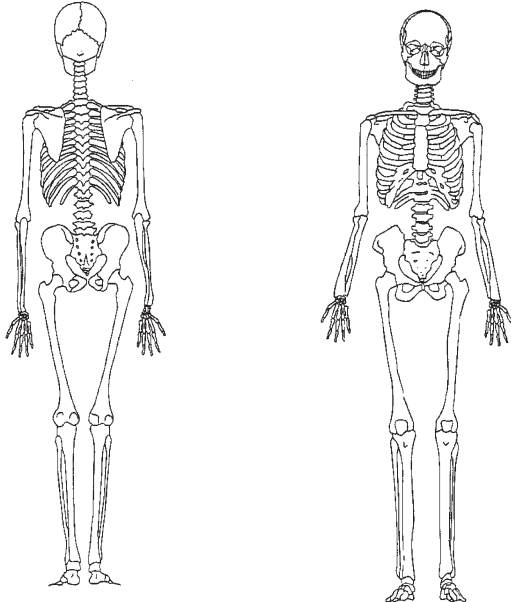
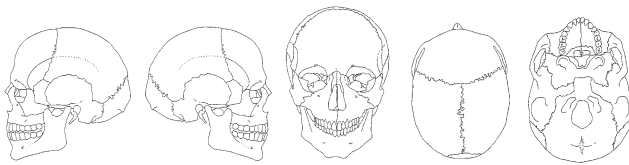
Address:

Christina Papageorgopoulou
Laboratory of Anthropology
Department of History and Ethnology
Demokritos University of Thrace
P. Tsaldari 1, 69100-Komotini
Greece
Tel.: +30 25310 39996
E-mail: cpapage@he.duth.gr

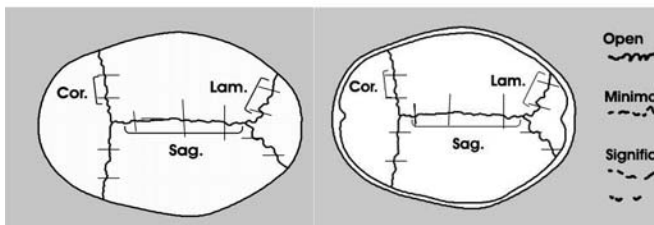
References

- Brickley M, McKinley JI (Eds.) 2004. *Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. IFA Paper No. 7. BABAO, Department of Archaeology, University of Southampton. <http://www.babao.org.uk/Humanremains-FINAL.pdf>
- Buikstra JE, Ubelaker DH (Eds.) 1994. *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44. Fayetteville.
- Cooper C, Lösch S 2013. *Preservation and representation of human bones and its importance for anthropological analysis – an introduction*. Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie 19 (2).
- Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M 1979. *Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett*. Homo 30: 1–25.
- Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M 1980. *Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons*. Journal of Human Evolution 9: 517–549.
- Rühli FJ, Hotz G, Böni T 2003. *Brief communication: the Galler Collection: a little-known historic Swiss bone pathology reference series*. American Journal of Physical Anthropology 121: 15–8.
- Siegmund F 2010. *Die Körpergrösse der Menschen in der Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas und ein Vergleich ihrer anthropologischen Schätzmethoden*. Norderstedt.
- Siegmund F 2013. *Hinweise für die Informationserfassung und -verwaltung und die statistische Auswertung von menschlichem Skelettmateriale*. Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie 19 (2).
- Steckel RH, Larsen CS, Sciulli PW, Walker PL 2006. *The Global History of Health Project Data Collection Codebook*. http://global.sbs.ohio-state.edu/new_docs/Codebook_05_17_06.pdf
- Workshops of European Anthropologist 1980. *Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons*. Journal of Human Evolution 9: 517–549.
- Zheng G, Lösch S 2013. *Volumetric Morphometrics for Physical Anthropology: Preliminary Results*. Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie 19 (2).

Grab Nr.: FdNr.:2009



Grab Nr.: FdNr.:2009



Schädelnähte:

Ferembach, Schädelnähte: Humerus: Femur: Pubis =

Schmitt, facies auric. = organis. Transv. : modif. surf. :

modif.apex : modif. tuber. :

Geschlechtsbestimmung

(total 25) Ferembach et al. 1979

Schädel	
Glabella.....	3
Processus Mastoideus.....	3
Relief planum nuchale.....	3
Processus Zygomaticus.....	3
Arcus superciliaris.....	2
Tubera Frontalia/parietalia.....	2
Protuberantia occipitalis externa.....	2
Os zygomaticum.....	2
Crista supramastoidea.....	2
Margo supraorbitalis.....	1
Form der Orbitae.....	1
Inclinatio frontalis.....	1
Mandibula	
Gesamtaspekt.....	3
Mentum.....	2
Angulus Mandibulae.....	1
Margo inferior.....	1
Processus Condylaris.....	1
Hüftbein	
Sulcus praearcicus.....	3
Inc. Ischiadica maior.....	3
Schambeinwinkel.....	2
Arcus compositus.....	2
Foramen obturatum.....	2
Corpus / spina isch.....	2
Crista iliaca.....	1
Os coxae, all. form.....	2

Bemerkungen:

Grab Nr.: FdNr.:2009

Erhaltungszustand/Pathologien Zähne:

Zähne	Status	Milch- zähne	Karies (1-3)	Parodontose (1-3)	Zahnstein (1-3)	Abkantung (1-5)	Schmelz- hypoplasie	Abszess
11 (I1)								
12 (I2)								
13 (C)								
14 (PM1)								
15 (PM2)								
16 (M1)								
17 (M2)								
18 (M3)								
21 (I1)								
22 (I2)								
23 (C)								
24 (PM1)								
25 (PM2)								
26 (M1)								
27 (M2)								
28 (M3)								
31 (I1)								
32 (I2)								
33 (C)								
34 (PM1)								
35 (PM2)								
36 (M1)								
37 (M2)								
38 (M3)								
41 (I1)								
42 (I2)								
43 (C)								
44 (PM1)								
45 (PM2)								
46 (M1)								
47 (M2)								
48 (M3)								

Status: 1=vorhanden, 9=nicht beurteilbar, A=AMTL, P=PMTL, D=durchbruch

Altersbestimmung

Gebiss:

Grab Nr.: FdNr.:2009

Schädelmasse

1	Größte Hirnschädelänge
2	Glabello-Inionlänge
5	Schädelbasislänge
6	Länge der Pars basilaris des Hinterhauptbeines
7	Länge des Foramen magnum
8	Größte Hirnschädelbreite
9	Kleinste Stirnbreite
10	Größte Stirnbreite
11	Biauricularbreite
12	Größte Hinterhauptbreite
13	Mastoidealbreite
16	Breite des Foramen magnum
17	Basion-Bregma-Höhe
19a	Mastoidhöhe
20	Ohr-Bregma-Höhe
23	Horizontalumfang des Schädels über die Glabella
24	Transversalbogen
25	Mediansagittalbogen
26	Mediansagittaler Frontalbogen
27	Mediansagittaler Parietalbogen
28	Mediansagittaler Occipitalbogen
29	Mediansagittale Frontalsehne
30	Mediansagittale Parietalsehne
31	Mediansagittale Occipitalsehne
40	Gesichtslänge
42	Untere Gesichtslänge
44	Biorbitalebreite
45	Jochbogenbreite
46	Mittelgesichtsweite
47	Gesichtshöhe
48	Obergesichtshöhe
51	Orbitalbreite
52	Orbitalhöhe
54	Nasenbreite
55	Nasenhöhe
60	Maxilloalveolarlänge
61	Maxilloalveolarbreite
62	Gaumenlänge
63	Gaumenbreite
65	Kondylenbreite des Unterkiefers
66	Unterkieferwinkelbreite
68	Länge des Unterkiefers
69	Kinnhöhe
70	Asthöhe
71	Astbreite
79	Astwinkel des Unterkiefers

Grab Nr: FdNr:2009

Anatomische Varianten (Schädel)

Sutura metopica	
Sutura metopica partialis	
Sutura supranasalis	
Foramen supraorbitale	
Sulcus supraorbitalis	
Incisura frontalis	
Foramen frontale	
Frontal grooves	
Ossicula coronalia	
Os Bregmaticum	
Ossicula sagittalia	
Foramina parietalia	
Os parietale partitum	
Os lambdae apices	
Sutura mendosa (partialis)	
Ossicula lambdoidea	
Os astericum	
Ossiculum occipito* mastoideum	
Canalis condylaris	
Canalis hypoglossi partitum	
Tuberculum praecondylare	
Condylar facet double	
Pharyngeal tubercle	
Fossa pharyngea	
Proc. paramastoideus	
Foramen ovale partitum	
Foramen ovale apertum	
Foramen spinosum partitum	
Foramen spinosum apertum	
Foramen Vesalii	
Pons ossea	
F. mastoideum intrasuturale	
F. mastoideum extrasuturale	
Os incisurae parietalis	
Sutura mastoideosquamosa ext.	
Foramen Huschke	
Auditory torus	
Ossicula squamoparietalia	
Parietal proc. temporal squama	
Os squamosum	
Ossicula squamosphenoidalia	
Os epiptericum	
Sutura frontotemporalis	
Os zygomaticum partitum	
Marginal tubercle (os zygomaticum)	
Foramina zygomaticofacialia	
Foramina ethmoidale anter. ext.	
Foramina ethmoidale poster. ext.	
Sutura infraorbitalis	
Foramen infraorbitale partitum	

Mandibula

Sutura incisiva pers.	
Torus palatinus	
Torus maxillaris	
Torus mandibularis	
Foramen mentale partitum	
Canalis medianus menti	

Assymetrische

1= Vorhanden

0= Fehlt

9= Nicht beurteilbar

Symmetrische

Kombination z.B.

R=1 and L=0 } 10

Grab Nr: FdNr:2009

Masse postkr. Skelett

1	Grösste Länge
5	Grösster Durchmesser Mitte
6	Kleinsten Durchmesser Mitte
7	Kleinsten Umfang
	Radius
1	Grösste Länge
1b	Parallele Länge
3	Kleinsten Umfang (dist.)
4	Durchmesser dorsovolar
5	Durchmesser transversal
	Ulna
1	Grösste Länge
3	Umfang. Dist.
11	Durchmesser dorsovolar
12	Durchmesser transversal
	Femur
1	Grösste Länge
8	Umfang Schaftmitte
9	Trans. Durchmesser oben
10	Sagit. Durchmesser oben
20	Kopfumfang
	Femurkopf durchmesser
	Acetabulum durchmesser
	Tibia
1	Grösste Länge
1b	Mediale Länge
8	Grösster Durchmesser Mitte
8a	Foramensagit.
9	Transversaldurchmesser Mitte
9a	Foramentransversal
10b	Schaftumfang

Grab Nr: FdNr:2009

Grab Nr: FdNr:2009

Skull	Degree / size	Location
Cibra Orbitalia		
Porot. Hyperost.		
HFI		
Osteoid Osteoma		
Vertiefung		
Compres. Fracture		
Trauma		

	Periostitis	Osteomyelitis
Femur_r		
Femur_l		
Tibia_r		
Tibia_l		
Fibula_r		
Fibula_l		

Fractures Traumas	Location	Type	Healing

Arthritis**Enthesopathien**

	Proximal	Distal	Ossification	Ausgeprägt
Clavicula_r	☐	☐		
Clavicula_l	☐	☐		
	Glenoid f.	acromioclav.	cor.pr.	
Scapula_r	☐	☐		
Scapula_l	☐	☐		
Ribs_r	☐	☐		
Ribs_l	☐	☐		
Manubrium	Clav.end	Sternal	Ribs	
Sternum	☐	☐		
Humerus_r	☐	☐		
Humerus_l	☐	☐		
Ulna_r	☐	☐		
Ulna_l	☐	☐		
Radius_r	☐	☐		
Radius_l	☐	☐		
	Acetab.	Aur.sur.	Pubis p.	
Os Coxae_r	☐	☐		
Os Coxae_l	☐	☐		
Femur_r	☐	☐		
Femur_l	☐	☐		
Patella_r	☐	☐		
Patella_l	☐	☐		
Tibia_r	☐	☐		
Tibia_l	☐	☐		
Fibula_r	☐	☐		
Fibula_l	☐	☐		
Talus_r	☐	☐		
Talus_l	☐	☐		
Calcaneus_r	☐	☐		
Calcaneus_l	☐	☐		

Grab Nr: FdNr:2009

	Exist	Corpus	Proc. Art. sup.	Proc. Art. inf
C1				
C2				
C3				
C4				
C5				
C6				
C7				
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				
L1				
L2				
L3				
L4				
L5				

Hinweise für die Informationserfassung und -verwaltung und die statistische Auswertung von menschlichem Skelettmaterial

FRANK SIEGMUND

Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Institut für Geschichtswissenschaften III

Zusammenfassung

Der Beitrag entwickelt Empfehlungen für die Datenerfassung an menschlichem Skelettmaterial und die anschliessende Auswertung der Daten. Es werden einige einfache Regeln in Erinnerung gerufen und einfache Wege und Werkzeuge für die Auswertung skizziert. Der Beitrag möchte eine Grundlage für die eingehende Diskussion dieses Themas in der Arbeitsgruppe bieten, damit im Ergebnis ein gemeinsamer Leitfaden entstehen kann. Dieser künftige Leitfaden kann allen zur Orientierung dienen, einen gemeinsam vereinbarten Mindeststandard formulieren und helfen, vergleichendes Arbeiten und den Austausch von Daten zu erleichtern. Der Beitrag versucht, wenige und einfache Regeln und Instrumente als Minimalstandard vorzuschlagen, ohne weiter gehende und aufwendigere Projekte auszuschliessen.

Schlüsselwörter: Empfehlungen, gute Praxis, Datenerfassung, Datenverwaltung, statistische Auswertung

Abstract

The article develops recommendations for the data collection of human skeletal material and the subsequent analysis of it. Simple tips and tools will be outlined for the analysis and the evaluation of the data. The paper aims to provide to the working group a basis for the development of specific guidelines. These future guidelines could assist the researchers to formulate standards in order to compare and share their data. The paper attempts to propose few and simple rules and tools as a minimum standard, without excluding further and more complex projects.

Key words: guidelines, best practice, data acquisition, data management, statistical analysis

Einleitung

Der folgende Text möchte das mit dem Workshop *“Preservation and representation of human bones and its importance for anthropological analysis”* am 31. Mai 2013 im IRM Bern begonnene, umfassendere Projekt in Richtung auf eine optimale und standardisierte Auswertbarkeit der Informationen begleiten. Der Text ist nicht als Feststellung gültigen Wissens oder als Lehrbuch gedacht, sondern enthält Hinweise und formuliert Thesen, damit die aktive Gruppe über die hier angeführten Aspekte frühzeitig diskutieren und die nötigen Entscheidungen treffen kann. Denn ein Erfassungskonzept, dass die spätere Nutzung der Informationen bis ans Ende der üblichen Auswertungen mitdenkt, hat eine höhere Chance, sich langfristig zu bewähren. Nach den nötigen Diskussionen, Verbesserungen und Ergänzungen könnte der folgende Text die Grundlage für einen Teil des

resultierenden gemeinsamen Erhebungs- und Auswertungsleitfadens bilden.

Datenerfassung eher konventionell denn technikgestützt

Die im Mai 2013 im IRM Bern zusammengekommene Arbeitsgruppe diskutiert die nähere Definition eines Aufnahmesystems für menschliches Skelettmaterial, damit Einzelprojekte effizienter arbeiten können und eine hohe Vergleichbarkeit von Informationen und ein unkomplizierter Austausch von Daten möglich sind. In diesem Zusammenhang liegt es nahe, zugleich auch an eine computergestützte Datenerfassung zu denken, d.h. an eine komplexe Datenbank samt Eingabemaske. Ohne ein solches Vorhaben grundsätzlich anzulehnen, sei davor gewarnt, es in den

Mittelpunkt des Vorhabens dieser Gruppe zu stellen. Denn die anhaltend schnelle Entwicklung auf dem Feld der IT zwingt dazu, ein solches bereits in der Erstellung aufwändige System anschliessend dauerhaft zu pflegen. Die dafür notwendige langfristig verfügbare Kapazität von IT-Spezialisten kann in Projektgruppen wie der jetzt Zusammengekommenen nur selten garantiert werden. Daher sollte man erwägen, ob nicht die Erfassung der Informationen bei der Arbeit am Knochen weiterhin mit "Papier und Bleistift" erfolgt, d.h. auf wohlüberlegten und standardisierten Formblättern, die anschliessend in eine einfache Tabellenkalkulation wie z.B. LibreOffice Calc oder Microsoft Excel übertragen werden. Es ist ein sicheres und m.E. letztlich effizienteres Vorgehen. Denn eine vergleichsweise einfache Datentechnik erfordert einen geringen Aufwand bei ihrer ersten Erstellung und ist bei den von aussen hereinkommenden Weiterentwicklungen der Betriebssysteme und Programme erfahrungsgemäss weniger anpassungsbedürftig. Gelänge es, sich gemeinsam auf geeignete leere Tabellen in einfachen und weit verbreiteten Standardformaten wie z.B. *.ods, *.xls oder *.csv zu einigen, wäre ein Austausch der normierten Informationen und deren Einlesen in Datenbanken und auswertende Programme leicht und auch in absehbarer Zukunft ohne Aufwand möglich.

Für das Anlegen solcher Tabellen sei kurz an einige bewährte Regeln erinnert:

- Jeder Fall bildet eine Zeile.
- Jeder Fall benötigt eine eindeutige Identifizierung ähnlich einer Inventarnummer. Anhand dieser Identifizierungsnummer können später mehrere unterschiedliche Tabellen, die Informationen zu einem Individuum oder einem archäologischen Befund enthalten (z.B. Langknochenmasse, Schädelmasse, Zähne), zusammengefasst werden.
- Jede Spalte enthält Information entweder als Zahl oder als Buchstabe. Dabei sind Zahlen technisch stets vorzuziehen. Erscheint eine Kombination von Zahlen und Buchstaben notwendig, ist es in der Regel besser, für die Zahl eine Spalte und den Buchstaben eine separierte weitere Spalte vorzusehen. Beispiel: Wird eine Strecke gemessen als 43 mm, wird die Zahl "43" in der entsprechenden Spalte notiert. Soll vermerkt werden, dass der Wert nur ungenau beobachtet werden konnte, ist die Notation als "43?" oder "c. 43" technisch ungeschickt. Besser ist es, zwei Spalten vorzusehen, die erste mit der Zahl "43" und als zweite eine Textspalte z.B. mit der Bedeutung "circa".
- "Beobachtet Null" und "keine Beobachtung" sind unterschiedliche Informationen. Wenn das

Leerlassen einer Zelle bedeutet, dass eine Beobachtung nicht gemacht werden konnte, muss im anderen Fall die Beobachtung "null" ausdrücklich als Zahl Null eingegeben werden. Alternativ ist die Definition eines realiter nie vorkommenden Wertes wie z.B. "999" als Kodierung für "nicht beobachtet / nicht vorhanden" sinnvoll.

- Kommas oder Punkte für die Erfassung von Zehnteln erhöhen den Eingabeaufwand. Ein 43,5 cm langer Femur kostet bei der Erfassung vier Anschläge, der 435 mm lange Femur nur drei Anschläge.
- Das Ablegen von Informationen in kodierter Form ist weitaus effizienter als ausgeschriebene Texte. Kaum Jemand wird in eine Spalte "nicht vorhanden" schreiben, eine gleich bedeutende Kodenummer "9" ist schneller getippt als der Text "n.v."

Früh im Verlauf von Studien ist festzulegen, was im jeweiligen Datensatz eigentlich ein Fall ist. In vielen Fällen bildet das Skelettindividuum einen Fall. Bei der Erfassung anderer Informationen wie z.B. der Zähne hat es sich bewährt, jeden einzelnen Zahn oder Knochen als Fall aufzunehmen und in eine Tabelle zu übertragen. Beim Entwurf solcher Tabellen ist es wesentlich, von Anfang an alle Wünsche zur späteren Zusammenfassung und Zusammenführung der Daten mitzudenken und den einzelnen Fällen entsprechende Fallkennzeichen mit zu geben. Nur so können z.B. die zahnweise erhobenen Informationen später zu einem ganzen Gebiss zusammengefasst werden und die Kennzahlen das ganze Gebisses wiederum anderen Informationen vom gleichen Skelett gegenübergestellt werden.

Für die spätere Auswertung ist es wesentlich, zu allen Merkmalen, die erhoben werden, festzuhalten, ob sie an dem betreffenden Individuum überhaupt beobachtbar waren. Da dies im Workshop eingehend insbesondere von Chr. Papageorgopoulou ausgeführt wurde, kann hier auf ihren Beitrag verwiesen werden. Aus Sicht des Statistikers sind die beliebten farbig ausgemalten Skelettschemata, in denen die noch vorhandenen Reste eines Individuums markiert werden, zwar anschaulich, aber für die weitere Auswertung bedarf es zusätzlich einer elektronisch lesbaren Erfassung dieser Informationen.

Pilotstudie

Jedes grössere Erfassungsvorhaben sollte mit einer Pilotstudie beginnen, d.h. mit einer Erfassung einer

kleinen Untermenge an Fällen, die anschliessend wie in der geplanten Studie auch in der EDV erfasst und statistisch ausgewertet wird. Inhaltliche Ergebnisse werden dabei nicht abgestrebt, sondern Erfahrungen mit den Formblättern, Tabellen und Auswertungsprogrammen sowie zum benötigten Zeitaufwand. Am Ende einer Pilotstudie können Schwächen des Versuchsdesigns bereinigt werden, bevor Korrekturen angesichts der bereits erfassten Daten sehr aufwendig werden.

Dokumentation

Die Datenerhebung mit allen Merkmalsdefinitionen, Konventionen und Kodierungen und die Übertragung in ein EDV-System sollten frühzeitig und fortlaufend protokolliert werden. Gerade ad-hoc-Ergänzungen an einem Erfassungssystem während der Datenerfassung, die nicht notiert werden, da sie in diesem Stadium eines Projekts auswendig gewusst sind, neigen dazu, nach dem vorläufigen Abschluss eines Projekts überraschend schnell vergessen zu werden. Nur eine frühe und fortwährende Dokumentation bewahrt davor.

Wer ein bewährtes Erfassungssystem von Dritten übernehmen kann, spart viele schon gemachte und nunmehr ausgemerzte Fehler, kann auf eine Pilotstudie verzichten und die nötige Dokumentation übernehmen. Unabhängig von der Frage eines elaborierten gemeinsamen EDV-Systems liegt bereits hierin ein spürbarer Gewinn der angestrebten gemeinsamen Konvention zur Datenerfassung.

Beobachterfehler

In vernünftigem Rahmen, d.h. begrenzt auf den Fokus der späteren Studie, sollte eine Datenerhebung auch die Ermittlung des Beobachterfehlers ermöglichen. Je nach Studie und Fragestellung müssen dazu Stichproben wiederholt aufgenommen werden. Den eigenen Erhebungsfehler (*“intra-observer error”*) sollte jeder Wissenschaftler von Zeit zu Zeit selbst erfassen und dokumentieren. Bei Routineuntersuchungen müssen Beobachterfehler nicht an jeder Serie erhoben werden, sondern es genügt, sie im jeweiligen Labor einmal und dann in grösseren Abständen gelegentlich zu erheben. Nehmen mehrere Wissenschaftler an der Primärerhebung von Daten teil oder werden gepoolte Daten gemeinsam ausgewertet, sollte auch eine gezielte Studie zum möglichen Fehler zwischen unterschiedlichen Erfassern erfolgen (*“inter-observer*

error”). Bei der Ermittlung des Intra- oder Inter-observer Errors ist die Güte der erreichten Aussage nicht abhängig vom relativen Anteil an Wiederholungsmessungen an der gesamten Serie, sondern von der absoluten Anzahl an Wiederholungsmessungen.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass sich eine wirksame Qualitätskontrolle bei den 14C-Labors etabliert hat, deren Vorgehen als Modell genutzt werden kann. Dort haben sich mit dem Aufkommen einiger ausnehmend preiswert datierender Labors – der Begriff Dumpingpreise lief um – viele qualitätsbewusste Labors weltweit zusammengeschlossen zu einer Gruppe, die sich gegenseitig kontrolliert. Blindproben identischen Ausgangsmaterials werden verschickt, gemessen und die Ergebnisse zusammengeführt, ausgewertet und veröffentlicht. Ähnliches wäre auch mit menschlichen Skeletten denkbar und anzustreben. Im Nebeneffekt würde man wertvolle Informationen über den üblichen *Inter-observer error* gewinnen. Es wird angeregt, in der zusammengekommenen Gruppe parallel zum gemeinsam akkordierten Erfassungsschema auch eine gemeinsame Qualitätskontrolle zu planen.

Fehlerprüfung und Datensicherheit

Die Prüfung auf Erfassungs- und Eingabefehler ist notwendiger Bestandteil jeder Datenerfassung. Sie muss zeitnah unmittelbar nach der Erfassung erfolgen. Eine einfache und zugleich effiziente Form der Datenprüfung ist es, die Daten einer einfachen statistischen Auswertung zu unterziehen. Tippfehler, die bei Textvariablen vorkommen, fallen bei einer Auszählung nach Häufigkeit als Einzelfälle auf. Typische Fehler bei der Eingabe von Zahlen fallen später oft als deutlich zu kleine oder zu große Werte auf, mit Histogrammen lässt sich das Vorhandensein solcher Fehler schnell aufdecken. An diese erste Prüfung sollte sich eine weitere, etwas tiefergehende Überprüfung anschließen, die auf dem Zusammenhang zwischen den verschiedenen Informationen eines Skelettes beruht. Eine relativ lange Tibia sollte mit einer relativ langen Ulna kombiniert sein, ein relativ kurzer Femur lässt eine relativ kurze Tibia erwarten usw. Wenn sich die Gruppe auf gemeinsame elektronische Erfassungsblätter einigt, lassen sich mit vertretbarem Aufwand Skripte anlegen, die solche Fehlerprüfungen weitgehend automatisch durchführen und in den Datensätzen die betreffenden Zahlen als erneut zu prüfen markieren.

Die erfassten Daten sind kostbar, sie sollten regelmäßig auf externen Medien gespeichert werden. Wird statt einer Sicherungskopie, die stets die ältere Sicherung überschreibt, ein System mit zwei externen

Medien gewählt und zwar so, dass nie die letzte, sondern stets nur die vorletzte Sicherung von der aktuell durchgeführten Sicherung überschrieben wird, entsteht eine hohe Sicherheit gegen Ausfälle der Technik. Ein besonders sensibler Moment in der Datensicherheit stellt das Ende von Projekten dar, da schon bald danach erfahrungsgemäss die Sorge um die Datensicherheit deutlich nachlässt. Da die Daten aber für Folgeprojekte, Überprüfungen oder Kooperationen wichtig bleiben, sollte rechtzeitig über deren weitere Aufbewahrung und Pflege über das Ende des aktuellen Vorhabens hinaus nachgedacht werden. Die sicherste Form der Nachhaltigkeit ist dann die Publikation der Daten, die zugleich im Gegensatz zur beliebten Weitergabe auf Nachfrage ihre Zitierfähigkeit herstellt.

Programme für die statistische Auswertung

Die weit verbreiteten Tabellenkalkulationsprogramme eignen sich für die Datenerfassung und auch für deren Verwaltung. Die meisten Tabellenkalkulationen beinhalten die Möglichkeit, zu sortieren und Filter zu setzen, d.h. fragestellungsorientiert Untermengen eines Datensatzes zu bilden, und einfache Kennzahlen zu errechnen wie z.B. Mittelwert und Standardabweichung. Bei umfassenderen statistischen Auswertungen geraten Tabellenkalkulationsprogramme jedoch schnell an die Grenzen ihrer Möglichkeiten beziehungsweise das Arbeiten mit Ihnen wird zunehmend ineffizient. Die Anwendung von Statistikpaketen wie z.B. SPSS oder dem Open-Source-Programm R ist empfehlenswert, der Anfangsaufwand des Erlernens zahlt sich schnell aus. Wenn das mächtige und relativ leicht erlernbare, aber teure Bezahlprogramm SPSS aus finanziellen Gründen unerreichbar ist und der Lernaufwand für das kostenlos verfügbare, sehr leistungsfähige Programm R – kombiniert z.B. mit dem R-Commander – zu hoch erscheint, sollte man kostenfreie Programme wie PAST, Gnumeric oder PSPP evaluieren; sie leisten auf jeden Fall mehr als das weit verbreitete Excel.

Statistische Auswertung: gemessene Werte

Die grundlegenden statistischen Auswertungen sind nicht schwierig. Da immer die gleichen oder ähnliche Informationen an einander ähnlichen Objekten und Serien erhoben werden, lässt sich ein klarer Kanon von statistischen Parametern und Methoden benennen, der zu Anwendung kommen sollte. Bei gemessenen Werten

wie z.B. den Längen oder Durchmessern von Knochen sollten folgende zusammenfassende Kennzahlen ermittelt werden: Anzahl der Beobachtungen, Mittelwert und Standardabweichung. Oft werden noch das beobachtete Minimum und Maximum einer Serie hinzugefügt, doch ist dies letztlich eine weitgehend wertlose Information, da sie vor allem von den Ausreissern bestimmt wird. Sollte sich die Datenreihe bei einem entsprechenden Test, z.B. dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung, als nicht normalverteilt erweisen, sind statt Mittelwert und Standardabweichung oder ergänzend der Median als Zentralmass und der Interquartilabstand als Streuungsmass angemessen. Ob eine untersuchte normalverteilte Datenreihe in ihren Kennzahlen signifikant von anderen Datenreihen abweicht, oder ob sie aus der gleichen Grundgesamtheit stammt, testet man mit dem t-Test. Liegt keine Normalverteilung vor, was auch bei biologischen Daten häufig der Fall ist, dienen parameterfreie Tests zur Prüfung auf signifikante Unterschiede; hier bietet sich der Kruskal-Wallis-Test an.

Statistische Auswertung: multivariate Verfahren

Erst nach der Basisauswertung einer Serie sollten komplexere Verfahren angewendet werden. Deren Wahl hängt von den vorhandenen Informationen und vor allem von der Fragestellung ab. Als Einstieg in die Überlegungen zum Vorgehen können zwei Fragen dienen: (1) Erwartet man das Vorliegen von Gruppen oder von Populationen? (2) Folgen die Beobachtungen einem linearen Modell oder einem unimodalen Modell?

Ein gutes Beispiel für die Erwartung von Gruppen wäre das biologische Geschlecht, bei dem man von zwei einander unterscheidenden Gruppen ausgeht, ohne dass es regelhaft eine stark besetzte fließende Übergangszone zwischen diesen Gruppen gibt. Erwartet man hingegen zwischen Serien von Individuen eher fließende Übergänge bei deren Unterschieden, die sich z.B. durch unterschiedliche Umwelteinflüsse, Arbeitsbelastungen o.ä. ergeben haben, sollte man dem Populationskonzept folgen und entsprechende Verfahren wählen.

Ein gutes Beispiel für lineare Zusammenhänge ist die Körperhöhe. Für alle Langknochen erwarten wir einen weitgehend linearen Zusammenhang zwischen der Länge des Knochens und der Körperhöhe. Je kürzer der Knochen, desto geringer die Körperhöhe und umgekehrt. Ein einprägsames Beispiel für ein uni-

modales Modell ist das Körpergewicht in Bezug zum Lebensalter von Individuen. Wie die Alltagserfahrung zeigt, wächst das Körpergewicht eines Individuums nach der Geburt mit dem Lebensalter an; die meisten Menschen erreichen irgendwann in ihrem Erwachsenenleben ein maximales Körpergewicht und werden danach mit weiter zunehmendem Alter wieder etwas leichter. In Bezug zum Lebensalter folgt das Körpergewicht dem unimodalen Modell.

Möchte man Populationen untersuchen und erwartet vorwiegend lineare Zusammenhänge, sind Faktorenanalysen geeignete Verfahren. Sie ordnen Fälle und Merkmale und zeigen multifaktorielle Zusammenhänge auf. Möchte man Populationen untersuchen und erwartet vorwiegend unimodale Zusammenhänge, ist die Korrespondenzanalyse das geeignete multivariate Verfahren.

Bei der Untersuchung von biologischen Gruppen werden normalerweise zwei unterschiedlich gerichtete Fragestellungen verfolgt: Im einen Fall sollen bereits bekannte Gruppen reproduziert werden, in anderen Fall sollen noch nicht bekannte Gruppen gefunden werden. Ein in der Anthropologie geläufiger Fall für das Reproduzieren bereits bekannter Gruppen ist die Geschlechtsbestimmung. Das geeignete statistische Verfahren ist dann eine Diskriminanzanalyse: An einer Referenzserie geschlechtsbekannter Individuen wird untersucht, ob ein oder meist mehrere gemessene Werte tauglich sind, diese vorab bekannte Gruppierung nachzuvollziehen. Ist dies aufgrund der eingegebenen Informationen mit brauchbarer Trennschärfe der Fall, kann die gewonnene Formel auch auf andere Serien übertragen und zur Geschlechtsbestimmung genutzt werden. Sollen in einem Material noch unbekannte Gruppen nachgezeichnet werden, sind Clusteranalysen die Verfahren der Wahl. Sie fügen einzelne Fälle zu Gruppen einander ähnlicher Individuen zusammen. Es steht eine grosse Anzahl unterschiedlicher Clusterverfahren zur Auswahl. Normalerweise sind hierarchische Clusterverfahren für anthropologische Daten und Fragestellungen eine gute Wahl. Unter ihnen ergibt ein Single-Linkage-Clustering meist weniger überzeugende Ergebnisse. Andere hierarchische Clusterverfahren wie Complete-Linkage, Average-Linkage oder Ward's Method sollten jeweils Ergebnisse erbringen, die zu denen der Alternativen sehr ähnlich sind, weshalb die Wahl des speziellen Verfahrens innerhalb dieser Familie nicht sehr wesentlich ist. Insgesamt ist bei allen multivariaten Verfahren die Fragestellung und Modellbildung ein wesentlicher Schritt, und meist ist die gut begründete Auswahl der in die Berechnungen eingehenden Fälle und Merkmale weitaus entscheidender als manches statistische Detail.

Statistische Auswertung: gezählte Häufigkeiten

Viele Beobachtungen in der Anthropologie sind jedoch keine Messwerte, sondern Ja-Nein-Beobachtungen (Knochenbruch vorhanden / nicht vorhanden) oder Beobachtungen, bei denen nach wenigen Kategorien klassifiziert wird, z.B. die Nahtverschlüsse am Schädel in die Zustände Null bis Vier oder die Altersbestimmung Erwachsener in die üblichen Klassen adult, matur und senil. Solche Informationen resultieren bei der Auswertung auf Populationsniveau in gezählten Häufigkeiten. Um einen schnelleren Überblick zu gewinnen und Zahlen besser vergleichen zu können, werden zu diesen beobachteten Häufigkeiten normalerweise die Prozentwerte berechnet, um die untersuchte Population mit den Werten anderer Populationen vergleichen zu können.

Aus statistischer Sicht ist hierbei wesentlich, dass stets auch die tatsächlich beobachteten Häufigkeiten nachgewiesen und publiziert werden, nie nur die Prozentwerte allein. Da aus taphonomischen und anthropologischen Gründen die Bezugssumme von Prozentangaben häufig wechselt, muss diese jeweils auch klar ausgewiesen werden – was wiederum bereits bei der Befunderhebung am Skelett zu berücksichtigen ist. Das mag mühsam sein, aber nur so ergeben sich solide Grundlage für eine saubere Statistik und tragfähige wissenschaftliche Aussagen. Ist das Problem der Grundgesamtheit bedacht und gelöst, sind Prozentwerte einfach zu berechnen und sehr anschaulich. Jeder Bearbeiter wird ein gewisses Gefühl für die Belastbarkeit von Aussagen in Prozentwerten haben. Beruhen sie auf vielen Beobachtungen, erscheint der Prozentwert als verlässlich und aussagekräftig, beruht der Prozentwert auf wenigen Beobachtungen, ist er zwar rechnerisch richtig, aber erscheint als nur unsichere Basis von weitergehenden Aussagen. Für dieses Problem der gefühlten Aussagekraft von Prozentzahlen bietet die Statistik eine objektive Hilfe, nämlich Konfidenzintervalle. Das Konfidenzintervall besagt, innerhalb welcher Spanne mit hoher Wahrscheinlichkeit der wahre Prozentwert in einer Population liegt, wenn die beobachtete (meist kleine) Serie als Stichprobe aus dieser Population gesehen wird. Drei kariöse Zähne bei zehn beobachtbaren Zähnen ergeben einen Anteil von 30 %, ebenso ergibt sich ein Anteil von 30 % bei sechzig kariösen Zähnen aus 200 beobachtbaren Zähnen. Im Fall 3 aus 10 beträgt das Konfidenzintervall 6,67 bis 65,25, d.h. die Hintergrundpopulation weist eine Kariesfrequenz zwischen etwa 7 % und 65 % auf. Im Fall 60 aus 200 beträgt das Konfidenzintervall 23,73 bis 36,86, d.h. die Hintergrundpopulation weist eine Kariesfrequenz

zwischen etwa 24 % und 37 % auf. Solche Konfidenzintervalle lassen sich in gedruckten Tabellenwerken schnell nachschlagen oder mit Hilfe einer Tabellenkalkulation leicht errechnen. Sie veranschaulichen eindrucksvoll, wie unsicher die aus kleinen Stichproben resultierenden Werte sind. Da wirklich grosse Serien, die zu spürbar engeren Konfidenzintervallen führen, in der Anthropologie selten sind, machen die Intervalle zugleich deutlich, dass das Argumentieren mit Prozentwerten zwar anschaulich ist, aber meist keine verlässliche Grundlage für wissenschaftlich tragfähige Aussagen bietet.

Ein angemesseneres Vorgehen ist in solchen Fällen die Analyse der tatsächlich beobachteten Häufigkeiten, nicht der Prozentwerte, und ihr Vergleich mit einer Referenz- oder Vergleichspopulation mit Hilfe des Chi-Quadrat-Verfahrens und des Chi-Quadrat-Tests. Dieses Vorgehen erbringt verlässliche Aussagen darüber, ob sich die untersuchte Population statistisch signifikant von einer anderen Serie unterscheidet oder ob die beobachteten Unterschiede noch im Rahmen der üblichen Zufallsstreuung liegen. Das Chi-Quadrat-Verfahren ist in seiner Umsetzung nicht kompliziert und kann mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms schnell und zuverlässig durchgeführt werden. Daher kann der möglicherweise schwierige Zugriff auf Statistikprogramme auch nicht als Begründung dienen, auf Tests und Signifikanzangaben bei Populationsvergleichen zu verzichten. Obwohl solche Tests letztlich leicht umzusetzen sind und Statistik heutzutage im Rahmen eines wissenschaftlichen Studiums normalerweise Bestandteil der Ausbildung ist, steht es jedem sich unsicher Fühlenden frei, zusätzlich externen Rat und Expertise einzuholen.

Ausblick

Die gemeinsame Entwicklung einer standardisierten Datenerfassung kann in der Folgezeit viel Arbeit sparen, da dann getestete und in der Praxis bewährte Formulare zur Verfügung stehen und die Menge der sonst anzuschliessenden Überprüfungen, Korrekturen und Dokumentationen deutlich reduziert wird. Dabei ist die Erhaltung und Beobachtbarkeit von Merkmalen stets mit zu erfassen, da deren Kenntnis für jede Auswertung wesentlich ist. Die Einigung auf einen gemeinsamen Datenstandard würde es erlauben, Fehlerprüfungen zumindest teilweise zu automatisieren und Daten zu Vergleichszwecken leichter auszutauschen oder im Sinne von *Open data* zitierfähig zu publizieren.

Da Studien ohne eine saubere statistische Auswertung kaum noch eine Chance auf eine gut

platzierte Publikation haben, bietet es sich an, das angestrebte Standardprotokoll um eine Standardauswertung zu ergänzen. Eine mit dem neuen Protokoll erfasste, reale und typische Serie könnte modellhaft mit geeigneten statistischen Verfahren ausgewertet werden, um ergänzend zum Protokoll als Vorlage und Referenz auch für einen statistischen Mindeststandard zu dienen.

Dank

Ich danke den Organisatorinnen des Workshops für die Einladung und für die perfekte Organisation des Treffens, und allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern für die anregenden Diskussionen in kollegialer Atmosphäre. Christina Papageorgopoulou danke ich für wertvolle fachliche Hinweise zur Endfassung dieses Textes.

Adresse:

PD Dr. Frank Siegmund
Heinrich Heine Universität Düsseldorf
Institut für Geschichtswissenschaften III
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Deutschland
E-mail: mail@frank-siegmund.de

Software development for standardized anthropological data acquisition

CHRISTIAAN HENDRIKUS VAN DER MEIJDEN¹, GISELA GRUPE¹, MICHAELA HARBECK¹,
GEORGE MCGLYNN¹, KRISTIN VON HEYKING¹

¹ *Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie, 80333 München, Germany*

The State Collection for Anthropology and Palaeoanatomy Munich (SAPM) is developing a software program named “Anthrobook” in order to organise and process standardised anthropological data acquired during osteological examinations.

This standardised recording will permit better comparability between individuals or populations from different sites, thereby making it possible to carry out a statistical evaluation and manage large data sets. Another aim is to connect publications to primary data in order to comprehend anthropological results and their interpretation.

The Anthrobook software was initially developed as an internal database for the SAPM. In comparison to other software available, certain types of information needed to be included that were important and could be tailored to the collection’s needs.

The software for Anthrobook is presently being developed by ICT specialists at the LMU Munich. The data are translated into a SQL-Database language stored. The structure is similar to the precursor SAPM software “Ossobook” which was developed by the same ICT specialists to code and store archaeozoological data. Like Ossobook, the data are stored in a local database and subsequently synchronized with a database located at a global server. This provides the opportunity of worldwide data sharing, allowing other researchers to conduct comparative investigations and perform complex analyses. Each user has the rights to his or her project but can give permission to other users to read or use their data. Registration is necessary in order to utilize the program.

Address:

Michaela Harbeck
Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie
Karolinenplatz 2a
80333 München
Germany
E-mail: michaelaharbeck@gmx.de

Volumetric Morphometrics (VMM) for Physical Anthropology: Preliminary Results

GUOYAN ZHENG¹, SANDRA LÖSCH²

¹*Institute for Surgical Technology and Biomechanics, University of Bern, Switzerland*

²*Institute of Forensic Medicine, University of Bern, Switzerland*

Abstract

Geometric morphometrics (GMM) methods are very popular in physical anthropology. One disadvantage common to the existing GMM methods is that despite significant advancements in computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) technology, these methods still depend on landmarks or features that are either digitized directly from subject surface or extracted from surface models or outlines derived from a laser surface scan or from a CT or MRI scan. All the rest image contents contained in a CT or MRI scan are ignored by these methods. In this paper, we present a complementary solution called Volumetric Morphometrics (VMM). With VMM, we are aiming for a paradigm shift from landmarks and surfaces used in existing GMM approaches to displacements and volumes in the new VMM approaches, taking the full advantage of modern CT and MRI technology. Preliminary validation results on ancient human skulls are presented.

Keywords: Geometric morphometrics, physical anthropology, volume morphometrics

Introduction

Geometric morphometrics (GMM) approaches are very popular in physical anthropology (Corti 1993, Adams *et al.* 2004, Slice 2007, Mitteroecker 2009, Weber 2001). GMM employs two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) coordinates of anatomical landmarks and semi-landmarks (points along homologous surfaces, curves or outlines) to capture the geometry of the morphological structure. Landmarks were defined as loci that have names as well as Cartesian coordinates (Bookstein 1991). The names are intended to imply correspondence (biological homology) among forms, i.e., landmark points not only have their own locations but also have the “same” locations in every other form of the sample and in the average of all the forms. The use of landmarks become increasingly widespread because landmarks are repeatable, because they provide geometric information in terms of the relative location of points, because a variety of methods have been developed to analyze such data (Bookstein 1991, Bookstein 1996, Small 1996, Dryden and Mardia 1998) and more importantly, because various freely-available software tools are released for conducting such an analysis. However, the preferred use of landmark-based methods over coordinate-free methods (e.g., the Euclidean distance

matrix analysis (Lele and Richtsmeier 1991, Lele and Richtsmeier 2001)) has been criticized for reasons such as: (1) salient features of morphology are overlooked when landmark are used exclusively; and (2) landmarks do not contain information on the spaces, curves, or surfaces between them (Lele and Richtsmeier 2001). Thus, when the collected data don't contain the regions between landmarks, one cannot expect to obtain verifiable information regards the aspects of form or form change occurring between landmarks. This has motivated the introduction of the semi-landmark concept (Bookstein 1991, Bookstein 1997) in order to extend landmark-based statistics to smooth curves and surfaces. The semi-landmark concept was first applied to 2D outliers (Bookstein 1997) and then was extended to curves and surfaces in 3D (Gunz 2001, Gunz 2005, Frost *et al.* 2003, Reddy *et al.* 2005). Though successful in many applications (Gunz 2001, Gunz 2005, Frost *et al.* 2003, Reddy *et al.* 2005, Frelat *et al.* 2012, McCane 2013, Garvin and Ruff 2012) the semi-landmark concept has its own problem. Due to the elimination the requirement of a unique corresponding location, measurement at these locations must be augmented by a constraint, such as bending energy of the thin-plate spline between each specimen and the same mean shape (Bookstein 1997, Gunz 2001, Gunz 2005) or the Procrustes distances (Frost *et al.* 2003, Reddy *et al.*



Fig. 1: Surface model examples of the ancient human skulls. The left and the middle models: complete skull examples; the rightest model: an incomplete skull example.

2005), in order to recover the information missing due to the nature of local structure. However, it has been pointed by Ragheb and Thacker (Ragheb and Thacker 2011) that it is easy to construct examples where such resolution of corresponding locations is not biologically meaningful.

One disadvantage common to all previous work on sex determination of ancient human skulls is that despite significant improvements in computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) technology, increasing both contrast and resolution, these methods still depend on landmarks or semi-landmarks that are either digitized directly from a human skull surface or extracted from surface models or outlines derived from a laser surface scan (Shearer *et al.* 2012) or a CT or MRI scan (Franklin *et al.* 2012, Morgan *et al.* 2013). All the rest image contents contained in a CT or MRI scan are ignored by these methods.

In recent years, significant progress has been made in other fields in identifying quantitative structural changes in a cohort study using volumetric morphometrics (VMM) (Ashburner and Friston 2000, Kim *et al.* 2013, Ashburner *et al.* 1998, Gase *et al.* 2012, Ashburner 2000). With MRI imaging and VMM, Sex differences and asymmetry have been identified in human brain (Nopoulos *et al.* 2000), cerebral cortex (Raz *et al.* 2004), and human cerebellum (Fan *et al.*

2010). Among these methods, we are particularly interested in the so-called deformation-based morphometry (DBM) (Ashburner *et al.* 1998, Gase *et al.* 2012, Ashburner 2000), which is a method for identifying macroscopic anatomical differences in different shapes. DBM uses displacement fields to describe global or gross differences across different shapes. These displacement fields are the vector fields used to spatially normalize a series of image volumes to a template that usually conforms to some standard anatomical space. After spatial normalization, what each displacement field contains is a mapping from each voxel in the template volume to its corresponding voxel in other volumes, which then allows statistical analysis or machine learning methods to be applied for comparing structure changes in different positions (Ashburner 2000) or for drawing meaningful conclusions (Raz *et al.* 2004, Fan *et al.* 2010).

In this paper, we will present the preliminary results of the application of the VMM approaches for physical anthropology. We will apply the VMM approaches to construct a statistical shape model of a population of ancient human skulls, to propagate landmarks across skulls, and to reconstruct a complete shape model of an incomplete skull. Further potential applications of VMM approaches for other tasks of physical anthropology are discussed.

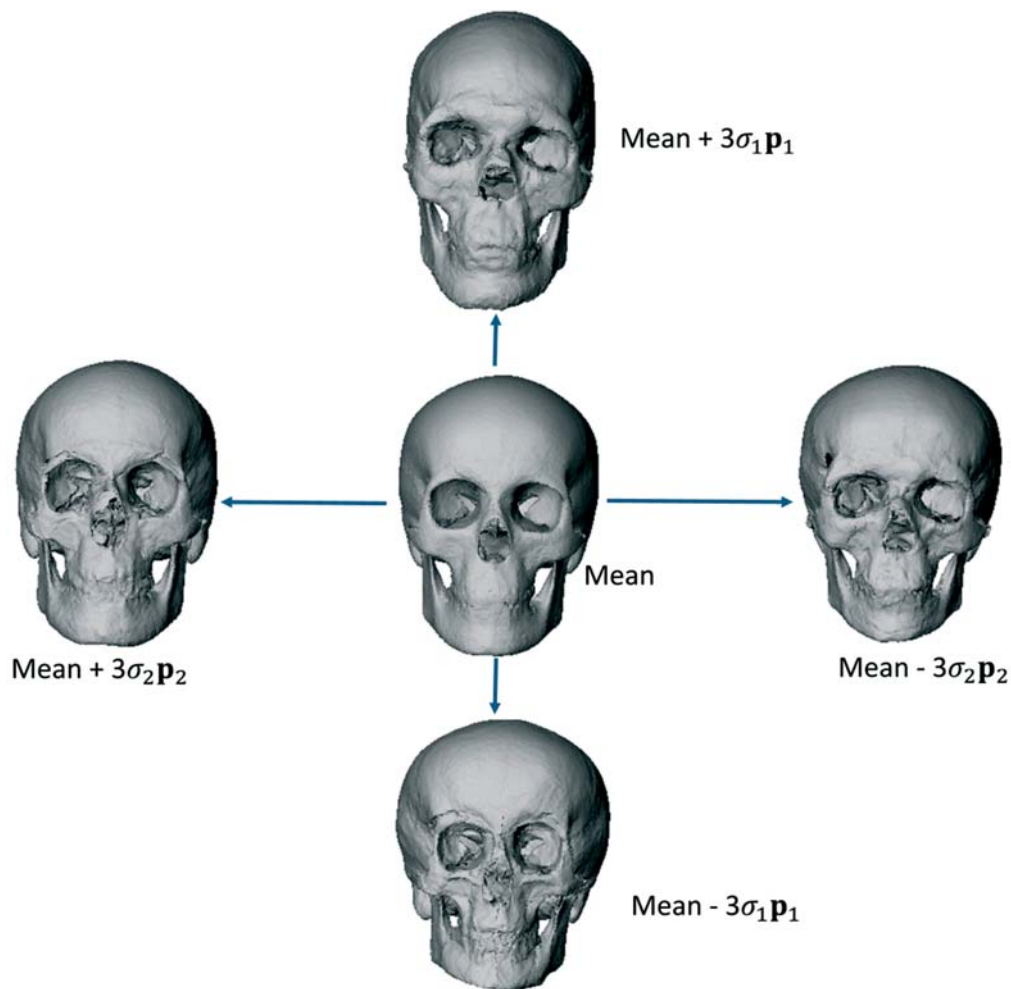


Fig. 2: The front view of the mean model and the variations along the first two principal models of the statistical shape model constructed from the 29 ancient human skulls.

Technical Approaches

Volumetric morphometrics (VMM) approaches

In the past years, we have developed an automated pipeline to conduct volumetric morphometrics. At the heart of our pipeline is the application of the non-parametric diffeomorphic Demons algorithm (Vercauteren *et al.* 2007) to compute the deformation fields across training volumes in a cohort study, which then allows a voxel-by-voxel correspondence between different volumes. Not only can such a correspondence be used to locate consistently homologous landmarks in all individuals in the analysis but also allows developing sophisticated machine learning algorithms on the aligned volumes. Below we will present three different

tasks that we have done with this newly developed VMM pipeline.

Constructing a statistical shape model (SSM) of ancient human skulls

For this purpose, in total 33 ancient human skulls, collected from the Institute of Forensic Medicine, University of Bern, are used in this study. Due to the preservation conditions, 4 out of the 33 ancient human skulls are incomplete. All skulls are under CT scan (Siemens Syngo CT, Erlangen, Germany) with a voxel resolution of 0.346 mm by 0.346 mm by 1.25 mm. For visualization purpose, all acquired CT data are semi-automatically segmented with a commercial program

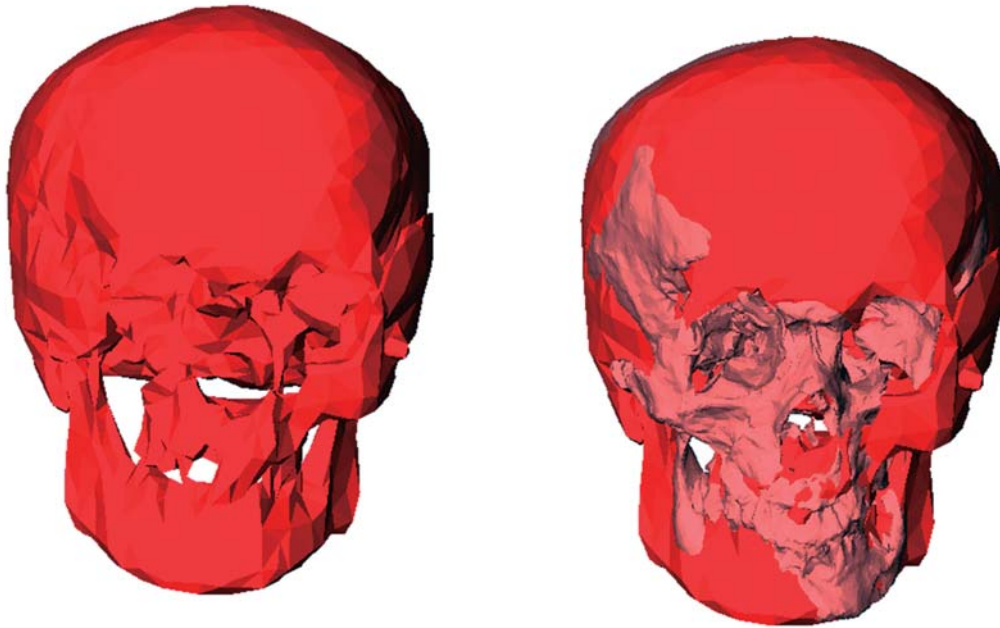


Fig. 3: Preliminary result of reconstructing a complete skull model (right, pink color) from incomplete skull data (left and right, red color).

(Amira, Vsg3D, France). Fig. 1 shows part of the skull models used in this paper.

From the CT scans of the 29 ancient human skulls with complete shape, we randomly choose one of the CT scans as the reference volume and all other CT scans as floating volume. The non-parametric diffeomorphic Demons algorithm (Vercauteren *et al.* 2007) is used to compute the deformation fields between the reference and all other floating volumes. Each estimated deformation field is then used to displace vertices on a surface model that is segmented from the reference volume, to the associated target volume, resulting in 29 skull surface models with established correspondences. Principal component analysis (PCA) (Jolliffe 2002) is then applied to compute a statistical shape model (SSM) of the ancient human skulls. Figure 2 shows the mean model as well as the variations along the first two principal modes of the (SSM)

Reconstruction of a complete shape model of an incomplete ancient skull

After the SSM of the ancient human skulls is constructed, previously developed methods (Rajamani *et al.* 2007, Zheng *et al.* 2007) are used to reconstruct a complete shape model of an incomplete ancient skull.

The basic idea behind these methods is to formulate the problem as a least squares error minimization with additional regularization terms computing the Mahalanobis distance of the predicted model. The shape parameters are solved by minimizing the residual errors between the reconstructed model and the incomplete data. Fig.3 shows an example of reconstructing a complete shape model of an incomplete skull.

Propagation of landmarks across different subjects

The last example is on the propagation of landmarks across different subjects. It is known that manual placement landmarks are a tedious and time consuming job. With VMM, voxel to voxel correspondences are established, which allows on to propagate landmarks placed in one subject to all other subjects in the population. Fig. 4 shows an example of propagation of landmarks on across two different skulls.

Outlook

The successful applications of the VMM approaches in identifying quantitative structural changes in cohorts' study in other fields (Ashburner and Friston 2000, Kim

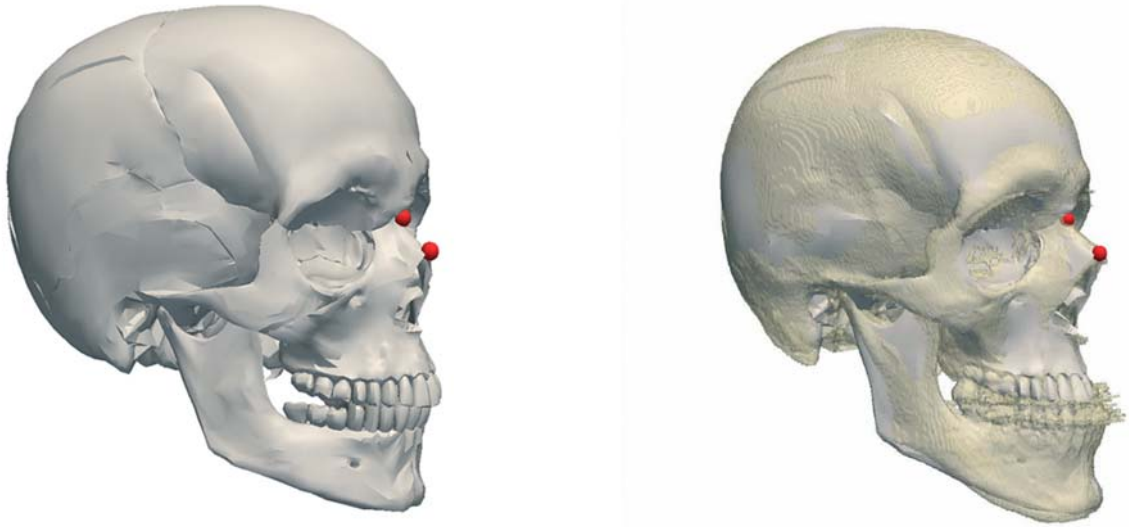


Fig. 4: Preliminary result of propagating landmarks across skulls. The two landmarks (red spheres) placed on the left skull are propagated to the corresponding homologous locations of the right skull via VMM.

et al. 2013, Ashburner *et al.* 1998, Gase *et al.* 2012, Ashburner 2000) demonstrate that anthropological research may also profit substantially from these methods enabling views into not only landmarks and surfaces but also corresponding voxels (described by displacements) and volumes. Deformation-based morphometry – a method uses displacement fields to describe global or gross differences across different shapes – allows for the development of efficient computational techniques such as statistical displacement analysis or volumetric feature-based machine learning methods for a specific anthropologic task. Additional advantage of VMM approaches over the existing GMM approaches is that they can offer anthropologists the full advantages of the technical advancement of modern imaging modalities. One example is that with the enhancement of resolution using micro-CT or peripheral quantitative computed tomography (pQCT), anthropologists can now access trabecular bone microstructure of any skeletal element under consideration, which may provide insightful information in determining age and sex of an unknown individual. The existing landmark or semi-landmark based GMM approaches may have difficulty in analyzing these types of data while the VMM approaches will not. However, we should also keep it in mind that with VMM approaches we have only developed a plethora of new tools and their application

to physical anthropologic problems does not guarantee meaningful results. Thus, correct interpretation and validation of the results generated from VMM approaches are still the paramount obligation of a responsible anthropologist.

In summary, physical anthropology has played a central role in both the development and the early adoption of existing GMM methods. The paradigm shift from landmarks and surfaces used in the existing GMM methods to displacements and volumes in the new VMM methods also requires a major contribution from the field of physical anthropology through its provision of compelling questions and through its adoption and dissemination of novel VMM methodologies. In return, because the amount of information generated by VMM approaches has enormously increased when compared with those provided by the existing GMM approaches, prospects for novel insights are offered by these novel approaches.

Acknowledgement

The CT data of all ancient human skulls were acquired by Nicole Schwendener from The Institute of Forensic Medicine, University of Bern.

References

- Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE 2004. *Geometric morphometrics: ten years of progress following the "revolution"*. Italian Journal of Zoology 72: 5–16.
- Ashburner J, Hutton C, Frackowiak R *et al.* 1998. *Identifying global anatomical differences: deformation-based morphometry*. Human Brain Mapping 6: 348–357.
- Ashburner J 2000. *Computational Neuroanatomy*. PhD Thesis. University College London.
- Ashburner J, Friston KJ 2000. *Voxel-based morphometry-the methods*. Neuroimage 11:805–821.
- Bookstein FL 1991. *Morphometric tools for landmark data: geometry and biology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Bookstein FL 1996. *Biometrics, biomathematics and the morphometric synthesis*. Bulletin of Mathematical Biology 58 (2): 313–365.
- Bookstein FL 1997. *Landmark methods for forms without landmarks: localizing group differences in outline shape*. Medical Image Analysis 1: 225–243.
- Corti M 1993. *Geometric morphometrics: an extension of the revolution*. Trends in Ecology & Evolution 8: 302–303.
- Dryden IL, Mardia KV 1998. *Statistical shape analysis*. New York.
- Edgewarp, <http://brainmap.stat.washington.edu/edgewarp> (23. 8. 2013).
- Fan L, Tang Y, Sun B *et al.* 2010. *Sexual dimorphism and asymmetry in human cerebellum: An MRI-based morphometric study*. Brain Research 1353: 60–73.
- Franklin D, Cardini A, Flavel A, Kuliukas A 2012. *The application of traditional and geometric morphometric analyses for forensic quantification of sexual dimorphism: preliminary investigation in a Western Austrian population*. International Journal of Legal Medicine 126: 549–558.
- Frelat MA, Katina S, Weber GW, Bookstein FL 2012. *Technical note: a novel geometric morphometric approach to the study of long bone shape variation*. American Journal of Physical Anthropology 149: 628–638.
- Frost SR, Marcus LF, Bookstein FL *et al.* 2003. *Cranial allometry, phylogeography, and systematics of large-bodied papionins (Primates: cercopithecinae) inferred from geometric morphometric analysis of landmark data*. Anatomical Record A, 275: 1048–1072.
- Gase C, Schmidt S, Metzler M *et al.* 2012. *Deformation-based brain morphometry in rats*. Neuroimage 63: 47–53.
- Garvin HM, Ruff CB 2012. *Sexual dimorphism in skeletal browridge and chin morphologies determined using a new quantitative method*. American Journal of Physical Anthropology 147: 661–670.
- Gunz P 2001. *Using semilandmarks in three dimensions to model human neurocranial shape*. Master thesis. University of Vienna. Vienna.
- Gunz P, Mitteroecker P, Bookstein FL 2005. *Semilandmarks in three dimensions*. In: Slice DE (Ed.). *Modern morphometrics in physical anthropology*. New York, 73–98.
- Jolliffe IT 2002. *Principal Component Analysis*. Second edition. Springer.
- Kim JH, Kim JB, Seo WK *et al.* 2013. *Volumetric and shape analysis of thalamus in idiopathic generalized epilepsy*. Journal of Neurology, Epub ahead of print.
- Lele S, Richtsmeier JT 1991. *Euclidean distance matrix analysis: a coordinate free approach for comparing biological shapes using landmark data*. American Journal of Physical Anthropology 86: 415–428.
- Lele S, Richtsmeier JT 2001. *An invariant approach to statistical analysis of shape*. Boca Raton.
- McCane B 2013. *Shape variation in outline shapes*. Systematic Biology 62 (1): 134–146.
- Mitteroecker P, Gunz P 2009. *Advances in geometric morphometrics*. Evolutionary Biology 36: 235–247.
- Morgan J, Lynnerup N, Hoppa RD 2013. *The lateral angle revisited: a validation study of the reliability of the lateral angle method for sex determination using computed tomography*. Journal of Forensic Science 58: 443–447.
- Nopoulos P, Flaum M, O'Leary D, Andreasen NC 2000. *Sexual dimorphism in the human brain: evaluation of tissue volume, tissue composition and surface anatomy using magnetic resonance imaging*. Psychiatry Research: Neuroimaging Section 98: 1–13.
- Ragheb H, Thacker N 2011. *Morphometric shape analysis with measurement covariance estimate*. In: Proceedings of the British Machine Vision Conference, 131.1–131.11.
- Rajamani KT, Styner MA, Talib H, Zheng G *et al.* 2007. *Statistical deformable bone models for robust 3D surface extrapolation from sparse data*. Medical Image Analysis 11: 99–109.
- Raz N, Gunning-Dixon F, Head D *et al.* 2004. *Aging, sexual dimorphism, and hemispheric asymmetry of the cerebral cortex: replicability of regional differences in volume*. Neurobiology of Aging 25: 377–396.
- Reddy D, Harvati K, Kim J 2005. *An alternative approach to space curve analysis using the example of the neanderthal occipital bun*. In: Slice DE (Ed.). *Modern morphometrics in physical anthropology*. New York, 99–115.
- Richtsmeier JT, DeLeon VB, Lele SR 2002. *The promise of geometric morphometrics*. Yearbook of Physical Anthropology, 45: 64–91.
- Shearer BM, Sholts SB, Garvin HM *et al.* 2012. *Sexual dimorphism in human browridge volume measured from 3D models of dry crania: A new digital morphometrics approach*. Forensic Science International 222: 400.e1–400.e5.
- Slice DE 2007. *Geometric morphometrics*. Annual Review of Anthropology 36: 261–281.
- Small C 1996. *The statistical theory of shape*. New York.

- Vercauteren T, Pennec X, Perchant A *et al.* 2007. *Non-parametric diffeomorphic image registration with the demons algorithm*. In: Proc. MICCAI'07; LNCS 4792, 10 (Pt2): 319–326.
- Weber GW, Schäfer K, Prossinger H *et al.* 2001. *Virtual anthropology: the digital evolution in anthropological sciences*. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science* 20: 69–80.
- Zheng G, Dong X, Rajamani KT *et al.* 2007. *Accurate and robust reconstruction of a surface model of the proximal femur from sparse-point data and a dense-point distribution model for surgical navigation*. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 54: 2109–2122.

Address:

Guoyan Zheng
Institute for Surgical Technology and Biomechanics
University of Bern
Stauffacherstrasse 78
CH-3014 Bern
Switzerland
Tel.: +41 31 631 5956
Fax: +41 31 631 5960
E-mail: guoyan.zheng@istb.unibe.ch

Aux origines des pharaons noirs: la préhistoire à Kerma et en Nubie

MATTHIEU HONEGGER

Institut d'Archéologie, Université de Neuchâtel, Laténium, Espace Paul Vouga, 2068 Hauterive, Suisse, matthieu.honegger@unine.ch

Le site de Kerma, de par sa richesse, occupe une position centrale dans l'archéologie de la Nubie et du nord du Soudan. Rendu célèbre il y a 10 ans à l'occasion de la découverte de sept statues de pharaons noirs, il représente également un lieu important pour la préhistoire de la vallée du Nil et de l'Afrique. Depuis bientôt 20 ans, un programme de recherche s'est développé sur l'évolution de la société, depuis les premiers établissements sédentaires il y a 10'000 ans jusqu'à l'émergence du royaume de Kerma, il y a près de 5'000 ans. Entre Nil et Sahara, les variations environnementales ont eu de tout temps des conséquences importantes sur le peuplement et le mode de vie de ces sociétés humaines.



Fig. 1: Œuf d'autruche gravé découvert sur un habitat du Mésolithique, vers 7500 av. J.-C.

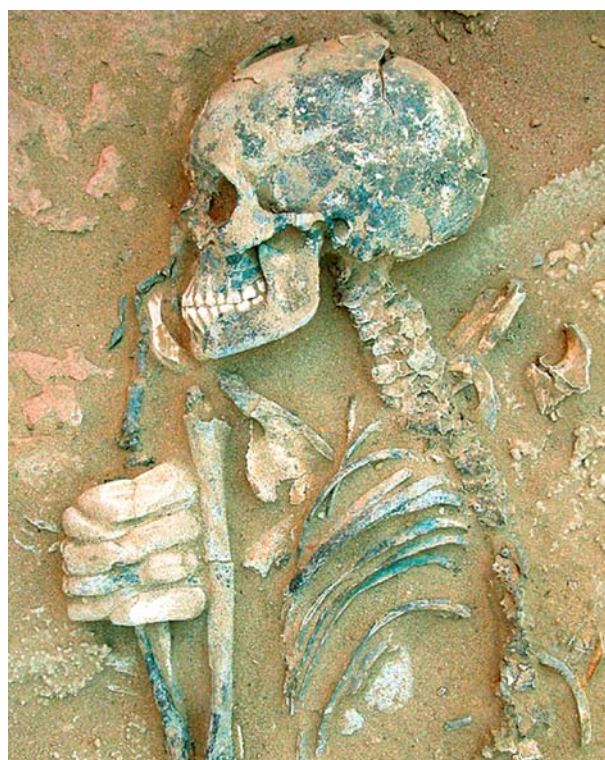


Fig. 2: Tombe d'une femme portant plusieurs bracelets en ivoire d'hippopotame, cimetière néolithique d'El-Barga (6000–5500 av. J.-C.).

Diversité biologique et comportement des populations de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène en Nubie

ISABELLE CREVECOEUR

UMR 5199, PACEA-A3P, Université Bordeaux I, Bâtiment B8, Av. des Facultés, 33405 Talence Cedex, France, i.crevecœur@pacea.u-bordeaux1.fr

La fin du Pléistocène et le début de l'Holocène sont marqués par des changements climatiques majeurs dont les effets sur les populations humaines sont mal connus. Dans la vallée du Nil, couloir géographique naturel, et probable zone de refuge durant les périodes de contraintes climatiques fortes, les conditions environnementales hyperarides en lien avec la dernière grande glaciation vont progressivement laisser place à une plus grande humidité (Kuper et Kröpelin 2006). Si l'impact de ces bouleversements sur la dynamique du peuplement de cette région d'Afrique est crucial à la compréhension de l'évolution culturelle et biologique des groupes humains de la fin de la préhistoire, peu d'approches intégrées ont jusqu'à présent été développées. Ce constat découle en partie de la faiblesse du registre fossile pour les périodes pré-néolithiques.

Le plus ancien fossile du stage isotopique de l'oxygène 2 (OIS 2) est celui de Wadi Kubbania. Daté par association aux alentours de 20 Ka, cet individu a été retrouvé en position ventrale avec des lamelles de silex dans la cavité abdominale et une blessure non cicatrisée sur l'humérus gauche (Angel et Kelley, 1986). Des traces de violences interpersonnelles similaires ont été observées sur la moitié des individus inhumés dans la plus ancienne nécropole de la vallée du Nil, celle du site 117 de Jebel Sahaba (c. 14–12 Ka; Wendorf 1968). Dans ce cimetière, 24 tombes sur 58 contiennent des microlithes en association directe avec les restes humains, à l'intérieur du volume du corps ou fichés dans les ossements. En outre, il semble que ces traces de violences soient indépendantes du sexe et de l'âge des individus du site (Anderson 1968; Wendorf et Schild 2004). Les premiers résultats du réexamen anthropologique de cet ensemble, en association avec l'étude du matériel lithique, confirment la spécificité de cet assemblage, et complètent la mise en évidence de stigmates balistiques sur les restes crâniens et intracrâniens. Si le site de Jebel Sahaba ne correspond probablement pas à un seul événement violent, ce type de comportement peut être mis en relation avec les conditions climatiques hyperarides de la vallée du Nil à cette période, qui ont pu engendrer de sévères rivalités dans cette zone de vie réduite, alors, à la plaine inondable.

L'intérêt des populations épipaléolithiques nubiennes ne se limite pas à cet aspect comportemental. Outre Jebel Sahaba, d'autres localités ont livrés des sépultures en Nubie (*i.e.* Tushka et Wadi Halfa), et les comparaisons morphologiques et métriques de ces populations nubiennes avec celles, péné-contemporaines, d'Afrique du Nord-ouest et du Proche-Orient ont souligné leur singularité et leur grande diversité phénotypique (*i.e.* Green et Armelagos 1972; Crevecœur *et al.* 2009). Ces caractéristiques ont notamment nourri les débats sur la continuité ou la discontinuité populationnelle dans la vallée du Nil durant l'Holocène (Carlson et Van Gerven, 1977; Irish 2005). La découverte du site d'El-Barga, près de Kerma, par la mission archéologique suisse au Soudan, et la mise au jour de deux ensembles sépulcraux mésolithique (~9,8–8,9 Ka) et néolithique (~8–7,5 Ka), séparés d'à peine un millénaire viennent enrichir notre compréhension des processus de peuplement dans la vallée du Nil durant cette période de transition culturelle (Honegger 2006). En effet, l'étude des deux assemblages révèle une forte proximité phénotypique crânienne et dentaire entre les individus mésolithiques d'El-Barga et les populations épipaléolithiques nubiennes. Ces mêmes caractéristiques différencient significativement le groupe mésolithique de la population néolithique lui succédant. Ces données externes ont été complétées par une étude par micro-tomographie aux rayons X (μ -CT) des proportions des tissus dentaires d'un échantillon d'incisives et de molaires supérieures provenant des deux occupations. Les résultats soulignent des variations de taille et de conformation qui vont dans le sens d'une différenciation biologique entre les deux populations difficilement attribuable, sur une période aussi courte, à l'amorce des changements de stratégie de subsistance. Sans exclure la possibilité d'une certaine continuité, le site d'El-Barga suggère une histoire plus complexe de peuplement de la vallée du Nil pour cette période encore peu documentée du début de l'Holocène.



Photographie d'une tombe néolithique d'El-Barga (N°65-68 et 69, copyright M. Honegger).

Références

- Angel JL, Kelley JO 1986. *Description and comparison of the skeleton*. In: Wendorf F, Schild R (eds). *The Prehistory of Wadi Kubbania*. Volume I. Dallas, 53–70.
- Carlson DS, Van Gerven DP 1977. *Masticatory Function and Post-Pleistocene Evolution in Nubia*. *American Journal of Physical Anthropology* 46: 495–506.
- Crevecoeur I, Rougier H, Grine F, Froment A 2009. *Modern Human Cranial Diversity in the Late Pleistocene of Africa and Eurasia: Evidence From Nazlet Khater, Pesteria cu Oase, and Hofmeyr*. *American Journal of Physical Anthropology* 140: 347–358.
- Greene DL, Armelagos GJ 1972. *The Wadi Halfa Mesolithic population*. University of Massachusetts, department of Anthropology Research report N°11. Amherst.
- Honegger M 2006. *El-Barga: un site clé pour la compréhension du Mésolithique et du début du Néolithique en Nubie*. *Revue de Paléobiologie, Hommage à Louis Chaix*, 10: 95–104.
- Irish J 2005. *Population Continuity vs. Discontinuity Revisited: Dental Affinities Among Late Paleolithic Through Christian-Era Nubians*. *American Journal of Physical Anthropology* 128: 520–535.
- Kuper R, Kröpelin S 2006. *Climate-Controlled Holocene Occupation in the Sahara: Motor of Africa's Evolution*. *Science* 313: 803–807.
- Wendorf F 1968. *Site 117: A nubian final paleolithic graveyard near Jebel Sahaba, Sudan*. In: Wendorf F (ed.). *The Prehistory of Nubia*. Dallas, 954–995.
- Wendorf F, Schild R 2004. *Late Paleolithic Warfare in Nubia: The Evidence and Causes*. *Adumatu* 10: 7–28.

Peuplement et traditions funéraires dans la civilisation de Kerma (Soudan, 2500–1500 av. J.-C.): Anthropologie biologique des populations inhumées dans la nécropole royale, derniers résultats

CAMILLE FALLET

Université de Neuchâtel et Mission archéologique suisse au Soudan, 2000 Neuchâtel, Suisse, camille.fallet@unine.ch

Kerma est la capitale d'un royaume qui se développe entre 2500 et 1500 av. J.-C. dans la vallée du Nil, entre les 2^{ème} et 4^{ème} cataractes. Elle se situe au bord du Nil, près de la 3^{ème} cataracte et sa nécropole est implantée à 4 km à l'est. Elle s'étend sur une superficie d'environ 70 hectares et regroupe et regroupe près de 40'000 sépultures. 40'000 sépultures. Des premières fouilles archéologiques y sont menées par l'égyptologue George Andrew Reisner, notamment dans les tombes royales de la fin du royaume, entre 1913 et 1916. Dès l'hiver 1977, la mission archéologique suisse au Soudan entreprend l'étude de la nécropole en ouvrant 27 sondages répartis sur l'ensemble du site pour comprendre la chronologie générale et documenter les pratiques funéraires. Depuis 2004, un nouveau programme de recherche s'intéresse aux secteurs les plus anciens (2500–2100 av. J.-C.) se rapportant aux origines du royaume (Honegger *et al.* 2009, 2010, 2011, 2012).

Dans le cadre des recherches menées par la mission archéologique suisse au Soudan, l'étude anthropologique s'est d'abord concentrée sur les secteurs anciens en cours de fouille. Le but de l'étude est de définir la composition de la population inhumée et d'étudier les pratiques funéraires en lien avec les caractéristiques biologiques des défunts. Dans un second temps, une étude métrique qui s'intéresse aux affinités biologiques des populations inhumées considère l'ensemble de la collection ostéologique. Le but de ce second volet est de caractériser la diversité morphologique des individus inhumés dans la nécropole.

Le corpus ostéologique se compose actuellement de plus de 560 individus. La moitié de ce corpus est conservée dans les locaux de la maison de fouille à Kerma et l'autre se trouve au département d'anthropologie de l'Université de Genève. Tous les individus conservés ont pu être examinés et les méthodes de détermination du sexe et de l'âge, ainsi que la récolte des données métriques ont pu être effectuées en suivant les standards actuels. Les dernières données ayant été récoltées au cours de l'été 2013, nous présentons ici les premiers résultats obtenus par l'étude anthropologique. Nous focalisons notre discours sur les trois secteurs les plus anciens qui regroupent 284 individus. Nous en définissons les pratiques funéraires, avec les caractéristiques biologiques comme voie de questionnement principale et esquissons une première image de la diversité morphologique des populations qui sont à l'origine de la formation du royaume (Fallet 2013).



Nécropole orientale de Kerma: secteurs anciens en cours de fouille.
© Mission archéologique suisse au Soudan.

Références

- Fallet C 2013. *Bioarchaeological study of the ancient sectors, latest results*. In: Honegger M et al. *Archaeological excavations at Kerma (Sudan)*. Documents de la mission archéologique suisse au Soudan 5. Université de Neuchâtel, à paraître.
- Honegger M et al. 2009. *Archaeological excavations at Kerma (Sudan)*. Documents de la mission archéologique suisse au Soudan 1. Université de Neuchâtel.
- Honegger M et al. 2010. *Archaeological excavations at Kerma (Sudan)*. Documents de la mission archéologique suisse au Soudan (2). Université de Neuchâtel.
- Honegger M et al. 2011. *Archaeological excavations at Kerma (Sudan)*. Documents de la mission archéologique suisse au Soudan (3). Université de Neuchâtel.
- Honegger M et al. 2012. *Archaeological excavations at Kerma (Sudan)*. Documents de la mission archéologique suisse au Soudan (4). Université de Neuchâtel.

Das spätrömische Gräberfeld “Höll” in Kaiseraugst (AG) – Eine archäologische und anthropologische Auswertung

STEFANIE BRUNNER

5600 Lenzburg, Schweiz, stefi.brunner@gmail.com

Im Jahre 2004 wurde im Nordwesten von Kaiseraugst eine Fläche von rund 210 m² archäologisch untersucht. Dabei wurden – durch rezente Baumassnahmen und landwirtschaftliche Aktivitäten teilweise stark beeinträchtigte – 39 Gräber und maximal drei mutmassliche Ossuarien dokumentiert. Die Gräber waren einfach angelegt: Särge konnten mit Sicherheit nur in drei Gräbern nachgewiesen werden, Grabeinbauten aus Ziegeln, die sonst für die spätantiken Gräber in Kaiseraugst oft beobachtet werden können, fehlten. Es dürfte sich daher in den meisten Fällen um einfache Erdgräber gehandelt haben. Die beobachtete Beigabenarmut ist für die Zeit ab der zweiten Hälfte des 4. Jh. n. Chr. nicht untypisch. Gürtelzubehör war am häufigsten vertreten (fünf Gräber), weiter liegen zwei Fibeln (darunter eine Zwiebelknopffibel), drei Glasperlen, ein Fingerring sowie ein Faltenbecher vor. Die Funde datieren das Gräberfeld ab Mitte 4. Jh. bis ins frühe 5. Jh. n. Chr. Die durch S. Deschler-Erb durchgeführten archäozoologischen Analysen konnten keine Fleischbeigaben nachweisen.

Die Untersuchung der 40 Skelette führte zu erstaunlichen Ergebnissen: Ein Grossteil der Individuen sind männlichen Geschlechts und im Alter zwischen 20 und 30 Jahren verstorben. Auf fünf Männer konnte lediglich eine Frau festgestellt werden. Stark ausgeprägte Muskelmarken an den Extremitäten zeugen von grosser körperlicher Aktivität sowohl bei Männern als auch Frauen. Dem geringen Durchschnittsalter dürfte es zuzuschreiben sein, dass kaum degenerative Erkrankungen an den Gelenken festzustellen waren. Hinweise auf Pathologika sind vergleichsweise selten. Vereinzelt waren kleinere Entzündungsprozesse und mehrheitlich gut verheilte Traumata festzustellen. Zahnerkrankungen fanden sich vergleichsweise häufig – knapp 70% aller Gebisse waren von Karies betroffen. Das Skelett eines frühadulten männlichen Individuums zeigt deutliche Spuren – darunter Knochenauflagerungen an Rippen sowie entzündliche Prozesse an Wirbelkörpern – die auf eine Tuberkuloseerkrankung hinweisen könnten.

Die Spätantike in der Region Kaiseraugst/Augst ist stark durch die Anwesenheit des Militärs geprägt. Verschiedene Indizien deuten darauf hin, dass es sich beim Gräberfeld Höll um eine primär durch das Militär genutzte Nekropole handelt. So befindet sich der Bestattungsort in unmittelbarer Nähe zum *Castrum Rauracense*, welches um 300 n. Chr. errichtet wurde. Die Alters- und Geschlechterzusammensetzung der Population spricht gegen die Nutzung des Bestattungsortes durch eine “natürliche”, zivile Bevölkerung. Gürtelzubehör tritt zudem häufig in militärischen Fundzusammenhängen auf, Zwiebelknopffibeln werden gar als militärisches Rangabzeichen gedeutet. Eine eiserne Ringschnalle sowie eine Bernsteinperle könnten ausserdem Bezüge ins rechtsrheinische Gebiet aufzeigen. Da das spätrömische Heer Soldaten aus einem geografisch weiten Raum rekrutierte, ist nicht auszuschliessen, dass es sich bei einigen auf der Flur Höll bestatteten Individuen um Militärangehörige fremder, evtl. gar „barbarischer“ Herkunft handelt, zumal auf dem Gebiet um das Kastell herum weitere als “germanisch” gedeutete Funde nachgewiesen sind. Eine Sr-Isotopenanalyse könnte hier zu weiteren Einsichten führen.

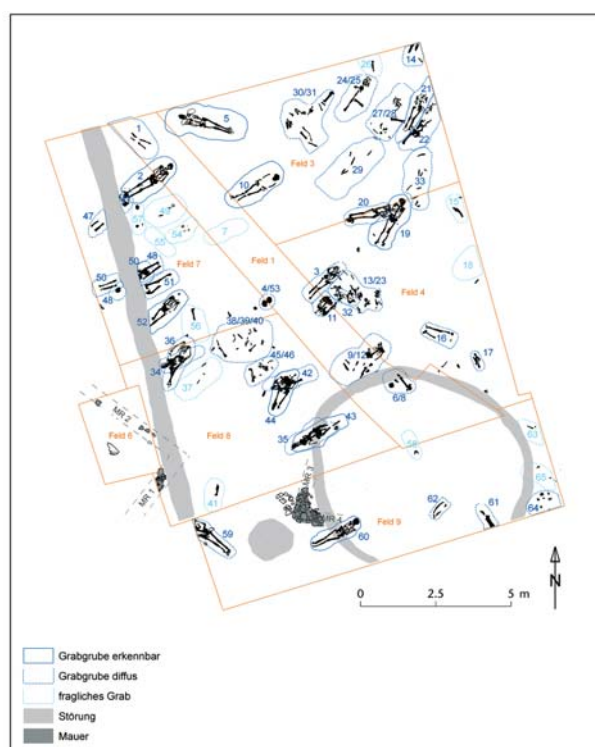




Abb. 1: Periostale Auflagerungen an Rippen sowie Läsionen auf der Facies intervertebralis des 4. und 5. Lendenwirbels am Skelett eines möglicherweise an Tuberkulose erkrankten Individuums.

The earliest case of possible osteoarthritis in the proximal femur MLD 46 (*Australopithecus africanus*)

SABINE LANDIS¹, MARTIN HAEUSLER²

¹Anthropological Institute and Museum, University of Zürich, Switzerland, sabine.landis@uzh.ch

²Centre for Evolutionary Medicine, Institute of Anatomy, University of Zürich, Switzerland

MLD 46 (*Australopithecus africanus*) from Makapansgat South Africa, is a partial proximal femur, which has the only example of a mushroom-like osteophytosis at the femoral head to neck junction in early hominids (Reed *et al.* 1993). Several diseases and deformations can have an impact on the hip joint and may cause similar pathological bone growth as seen in MLD 46. The differential diagnosis thus includes primary osteoarthritis (degenerative joint disease) of the hip joint and secondary osteoarthritis, such as hip dysplasia, Legg-Calvé-Perthes disease and infectious disease (Ortner 2003).

A comparison to modern human pathology collections, including the autopsy-based Galler collection (Rühli *et al.* 2003), shows that hip joint disorders as well as bacterial infections can lead to a marked deformity with flattening and destruction of the femoral head. In MLD 46, however, the head shape is minimally affected with no detectable evidence of deformity or destruction. Possible disorders with a pathological bone growth as displayed in MLD 46 include primary osteoarthritis as well as secondary osteoarthritis caused by *coxa vara*, impingement syndrome, rheumatoid arthritis, Paget's disease or a primary or secondary protrusion of the acetabulum.

Polyarthritis results from chronic idiopathic inflammation. The small joints are normally affected during the earlier stage of the pathology. Without modern treatment the patient would be highly unlikely to survive very long. Protrusion of the acetabulum could also occur as a special case of primary osteoarthritis. Primary osteoarthritis occurs under normal circumstances in older people.

Without the associated acetabulum a definitive diagnosis is not probable. However, resulting problems may have limited the functions of the joint. Pain, limping and a general limitation of mobility were probable symptoms in this individual.

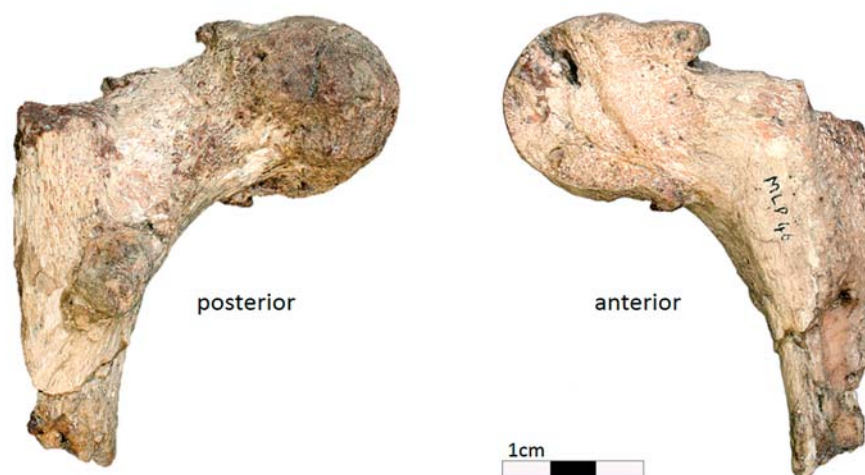


Fig. 1: Proximal femur MLD 46 (*Australopithecus africanus*).

References

- Ortner DJ 2003. *Identification of pathological conditions in human skeletal remains*. Academic Press. Amsterdam.
- Reed KE, Kitching JW, Grine FE, Jungers WL, Sokoloff L 1993. *Proximal femur of Australopithecus africanus from Member 4, Makapansgat, South Africa*. American Journal of Physical Anthropology 92: 1–15.
- Rühli FJ, Hotz G, Böni T 2003. *Brief communication: The Galler collection: A little-known historic Swiss bone pathology reference series*. American Journal of Physical Anthropology 121: 15–18.

Stirrups and archaeological populations: Bio-anthropological considerations for determining their use based on the skeletons of two Steppe riders

CHRISTÈLE BAILLIF-DUCROS¹, GEORGE MCGLYNN²

¹Université de Caen Basse-Normandie/Craha UMR 6273, France, cbaillifducros@yahoo.com

²State Collection for Anthropology and Palaeoanatomy (SAPM), Munich, Germany

The first textual source that mentions stirrups is the *Strategikon* (military treaty) of the Byzantine emperor Maurice (582–602). Reference to the artefact is made using the Greek term σκαλα (*scala* in latin). A pair of stirrups appears along with the remaining inventory of objects comprising the saddle used by the cavalrymen (Book I, chapter 2, p. 13, Translated by Dennis 1984). First evidence for the presence of stirrups in Western Europe was found in the eastern territories of the Rhine and dates to the end of the 6th Century AD (Nawroth 2005). The revolutionary character of this technical innovation was proposed in a thesis by Lynn White (1962). However, this theory was vigorously criticized. Details to the appearance and diffusion of this novel equipment amongst Western populations remain a point of contention within the scientific community.

Physical manifestations on the skeleton resulting from horseback riding are indicated by a group of osteological markers called “Horse Riding Syndrome” (Baillif-Ducros *et al.* 2012). Sport medicine examinations show the impact equestrian equipment has on the rider’s body (Quinn and Bird 1996; Lemaire 1985). The use of stirrups in horseback riding, in particular short-stirrups or suspended, directly influence the extent of microtrauma incurred in the femoral-patellar joint (Maistre 1995).

Skeletal analysis conducted on the Mongolian rider-archer (McGlynn *et al.* 2012) and Avarian rider (Von Freeden 1987) showed the presence of osteoarthritis on the upper outline of the patellar surface (Figs. 1 and 2). The use of the stirrups by these two young men (20–29 years) is evidenced by their inclusion as a grave good within each burial, both of which are dated to the 7th Century AD. The presence and the localization of this lesion clearly show the activity-equipment interaction (use of the stirrups and archery). This new osteological marker opens a new research orientation on the use of stirrups in archaeological populations and their diffusion amongst past societies.

References

- Baillif-Ducros C, Truc M-C, Paresys C, Villotte S 2012. *Approche méthodologique pour distinguer un ensemble lésionnel fiable de la pratique cavalière. Exemple du squelette de la tombe 11 du site de «La Tuilerie» à Saint-Dizier (Haute-Marne), VIe siècle.* Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris 24: 25–36.
- Dennis GT 1984. *Maurice's Strategikon: handbook of Byzantine military strategy.* University of Pennsylvania Press. Philadelphia.
- Lemaire M 1985. *Le genou du cavalier. Médecine et Sports Equestres.* Ve Congrès des Pays Francophones, Compte-rendus. Groupe d'Etude de la Médecine des Sports Equestres. Saumur, 214–220.
- Maistre B 1995. *Cheval et Sport.* Médecine du Sport, Hors série, Tome 69, 143–146.
- McGlynn G, Immler F, Zapf S 2012. *Anthropologische Untersuchung.* In: Bemann J (Hrsg.). *Begleitbuch zur Ausstellung Steppenkrieger, Reiternomaden des 7.–14. Jahrhunderts aus der Mongolei.* Landschaftsverband Rheinland/LVR-Landesmuseum. Bonn, 228–235.
- Nawroth M 2005. *Steigbügel.* In: Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 29: 547–551.
- Quinn S, Bird S 1996. *Influence of saddle type upon the incidence of lower back pain in equestrian riders.* British Journal Sports Medicine, 30 (2): 140–144.
- Von Freeden U 1987. *Das frühmittelalterliche Gräberfeld von Moos-Burgstall, Ldkrs. Deggendorf in Niederbayern.* Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 68: 493–638.
- White L Jr. 1962. *Medieval technology and social change.* Clarendon Press. Oxford.



Fig. 1: Osteoarthritis on the upper outline of the patellar surface (Mongolian rider-archer, left femur) (Photo: G. McGlynn/SAPM).



Fig. 2: Osteoarthritis on the upper outline of the patellar surface (Avarian rider, left femur) (Photo: C. Baillif-Ducros/UCBN-CRAHAM).

Human Mummification Practices among the Igorot of North Luzon

DARIO PIOMBINO-MASCALI^{1*}, ORLANDO V. ABINION²,
ANALYN SALVADOR-AMORES³, RONALD G. BECKETT⁴

¹Medical Faculty, University of Vilnius, Vilnius, Lithuania

²National Museum of the Philippines, Manila, the Philippines

³University of the Philippines, Baguio City, the Philippines

⁴Quinnipiac University, Hamden, USA

*Correspondence to: dario.piombino@mf.vu.lt

The province of Benguet, situated in North Luzon, the Philippines, holds a large number of ancient mummified remains, mostly located within the Municipality of Kabayan. The bodies are mainly associated with the Ibaloi tribe – one of the indigenous groups collectively known as Igorot – and are preserved within wooden coffins carved from hollowed pine tree segments (*Pinus benguetensis*) in natural shelters or rock caves. Very little information was available on the mummification process; however, oral tradition on funerary rituals performed in the area – and reserved for the upper social classes and the elderly – provides some clues. Furthermore, recent inspections of some of these corpses, carried out between 2002 and 2012, enabled the authors to state that desiccation was their principal method of mummification and that bodily preservation involved both sexes and all age classes. Evisceration was not evident in these mummies. According to accounts, a salt solution was introduced into the mouth of the person shortly before death or soon after, and, that the cadaver was subsequently washed. Secondly, the body was positioned as though seated on a “death chair” constructed using a ladder facing towards the front of the traditional stilt house. A scarf or blanket was used, both to secure the body and cover the head. Then, a low fire was lit beside the chair to enhance dehydration, and the fluids expressed from the body were collected in a jar. Once dripping of such fluids ceased, the body was exposed to the sun and the epidermis was peeled off by the community elders, while juice from the leaves of local plants, including guava (*Psidium guajava*), “diwdiw” (*Ficus septica*), “patani” (*Phaseolus lunatus*), “duming” (*Dolichos lablab*), and “besodak/sopedak” (*Eubelia philippinensis*) was applied. Additionally, reports suggest that tobacco smoke was blown into the mouth of the deceased. Once the process was completed, the body was taken into the mountains for entombment. While some of the information collected may be anecdotal such as the use of an expensive substance like salt and the possibility of ingesting the solution prior to death, some features reported in these accounts may, in fact, bring about mummification. The seated position, for instance, may have enhanced desiccation, as the enzyme-laden fluids of the small intestine would have drained out through the perineum, while the blanket often used to cover the cadaver may have increased the rate of water evaporation. Furthermore, the heat created by the associated fire must have also played a role in the process, due to the decreased humidity and the greater elevation in temperature. As far as the wood smoke is concerned, this may have encouraged the process of mummification, especially within a traditional house, where a preservative micro-environment may have been created. Also, the phenolic compounds released from the fire would have aided in the preservation of tissues, in that their antioxidant properties would have inhibited decay of fats, while their antimicrobial action would have prevented bacterial growth. Additionally, wood smoke often contains formaldehyde and acetic acid which would have created a hostile environment for bacteria, while cross-linking of collagen fibers would have expelled water from tissues, and, as a consequence, decreased the enzymatic action which occurs during decomposition. Finally, smoke may have created a physical barrier against insect infestation. On the contrary, some alleged practices must have played a very limited part in the process. The introduction of the salt solution into the mouth seems to have had no impact on organ preservation, as the cessation of the peristalsis in a deceased individual would prevent the fluid from traveling beyond the stomach. Similarly, tobacco smoke blown into the mouth would have caused only limited exposure of the internal tissues. This paper is aimed at investigating both historical sources and direct observations made *in situ*, as well as presenting significant ethnographic accounts of this mortuary behavior.

RICHTLINIEN FÜR AUTOREN

Die vorliegenden Autoren-Richtlinien sind als spezifische Ergänzung / Anpassung an die gängigen „Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals“ (siehe <http://www.icmje.org/>) gedacht, welche als Grundlage für eine Manuskripteinreichung beim *Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie* gelten.

Allgemeines

Artikel-Kategorien

Folgende Artikel-Kategorien können publiziert werden:

- **Originalarbeiten:** In der Regel max. 30 A4-Seiten (einschliesslich Tabellen, Abbildungen und Literaturverzeichnis).
- **Zusammenfassungen von Abschlussarbeiten / Vorträgen:** In der Regel max. 30 A4-Seiten (einschliesslich Tabellen, Abbildungen und Literaturverzeichnis).
- **Technical Notes:** In der Regel max. 15 A4-Seiten, methodisch ausgerichtet.
- **Buchbesprechungen:** Max. 2 A4-Seiten, nur Text, bibliographische Details.
- **Berichte:** Max. 5 A4-Seiten, nur Text.
- **Mitteilungen:** Max. 1 A4-Seite, Hinweise auf Veranstaltungen usw.
- **Reviews / Diskussionsforum:** Generell nur auf Einladung des Redaktionskomitees, ungefragte Einsendungen können jedoch evtl. berücksichtigt werden.

Sprache

Die Manuskripte können in deutscher, französischer, italienischer oder englischer Sprache abgefasst sein.

Manuskriptabfassung (Originalarbeiten)

Gestaltung

- Keine Worttrennungen. Keine Formatierungen (wie z.B. Tabulator, Textboxen, Blocksatz etc.), ausser lateinische Wörter resp. Speziesnamen *kursiv*.
- Keine Fussnoten, kein Inhaltsverzeichnis.

Aufbau

- **Titelseite:** Titel der Arbeit in Textsprache und in Englisch. Zusätzlich Kurztitel (max. 40 Zeichen) für Kopfzeile. Name und vollständige Anschrift des korrespondierenden Autors sowie Name, Institution und Ort weiterer Autoren. Angabe von allfälligen finanziellen Abhängigkeiten.
- **Zusammenfassung:** In der Textsprache und in Englisch mit jeweils max. 5 Schlüsselwörtern. Vollständige Sätze, Darstellung der wesentlichen Aspekte der Arbeit, max. 250 Wörter.
- **Text:** Überschrift 1: Fett markiert und zentriert.
Überschrift 2: Fett markiert und links ausgerichtet.
Überschrift 3: Normal markiert und links ausgerichtet.
- **Literaturverzeichnis.**
- **Abbildungsnachweis.**
- **Anschrift:** Name, Institution, Adresse, Land, Telefon, Fax, E-Mail. Korrespondierender Autor an erster Stelle, dann Autorenliste in alphabetischer Reihenfolge.
- **Liste der Tabellen- / Abbildungslegenden:** als Liste in untenstehender Art hinten anfügen:
Abbildungslegenden: Abb. X: iii.
Tabellenlegenden: Tab. X: iii.

Abbildungen und Tabellen

- Eingescannte Abbildungen: Scannen in Originalgrösse bei einer Minimalauflösung von 800 dpi im TIFF-Format (Schwarzweiss-Datei).
- Eingescannte Dias oder Negative müssen in einer Auflösung von 2400 dpi im TIFF-Format vorliegen.
- Digitalfotos müssen in höchstmöglicher Auflösung vorliegen.
- Abbildungen und Tabellen sind mit den fortlaufenden Abbildungs- bzw. Tabellennummern zu kennzeichnen und mit einer kurzen Legende zu versehen. Alle Abbildungen und Tabellen erscheinen als fortlaufend nummerierte Hinweise im Text, z.B. (Abb. 1) bzw. (Tab. 1).
- Die Redaktion geht davon aus, dass der Autor / die Autoren im Besitz der Abdruckrechte der Abbildungen für die vorgesehenen Zwecke sind.

Bibliographie

Persönliche Mitteilungen (Meier *persönl. Mitteilung*) oder eingereichte und nicht akzeptierte Arbeiten (Meier *submitted*) sollten im Text nicht zitiert werden. Der Autor / die Autoren sind für die Richtigkeit der Bibliographiezitate verantwortlich.

- **Zitierweise im Text:**

Ein Autor: (Schultz 1992), (Schultz 1992; Maier 1978a, 1978b).

Falls Seitenzahlen angegeben werden sollen:

Eine Seite: (Schultz 1992, p 13; Maier 1978; p 245).

Zwei Seiten: (Schultz 1992, p 13f.).

Mehr als zwei Seiten: (Schultz 1992, p13ff.).

Zwei Autoren: (Acsádi und Nemeskéri 1970).

Drei und mehr Autoren: (Herrmann *et al.* 1990).

- **Zitierweise im zusammenhängenden Text:**

Ein Autor: Schultz (1992, p 4), Schultz (1992, p 13f.) oder Schultz (1992, p 13ff.) weist auf...

Zwei Autoren: Müller und Maier (1979) weisen...

Drei und mehr Autoren: Herrmann *et al.* (1990, p 35) weisen...

- **Zitierweise im Literaturverzeichnis:**

Das Literaturverzeichnis am Ende des Textes soll alphabetisch (und innerhalb des Autors chronologisch absteigend) geordnet sein. Arbeiten in press (Meier *in press*) sind mit vollständigen Angaben (inkl. Journal) im Literaturverzeichnis aufzuführen.

Artikel in Zeitschriften:

Die Namen der Zeitschriften sind auszuschreiben.

Ein Autor: Bach H 1965. Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen weiblicher Skelette. *Anthropologischer Anzeiger* 29: 12-21.

Mehr als drei Autoren: Maier A, Müller HP, Schmidt C *et al.* 2000....

Falls mehrere Artikel vom gleichen Autor im selben Jahr erscheinen sind: mit a, b usw. bezeichnen (z.B. Meier 1999a, Meier 1999b).

Falls Jahrgang und Druckjahr unterschiedlich sind: Müller H 1906 (1907). Xyz...

Arbeiten in Büchern:

Arnold K 1986. Die Einstellung zum Kind im Mittelalter. In: Herrmann B (ed.). *Mensch und Umwelt im Mittelalter*. Springer. Stuttgart, 53-64.

Bücher:

Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H, Schutkowski H 1990. *Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden*. Springer. Berlin, Heidelberg, New York.

Hinweise auf Internetseiten:

Sind mit dem letzten Zugriffsdatum zu versehen: www.beispiel.de (14. 3. 2005).

Weitere Hinweise

- Kommende Veranstaltungen, auf welche im Bulletin hingewiesen werden sollen, bitte frühzeitig der Redaktion melden.
- Der korrespondierende Autor erhält ein elektronisches „Gut zum Druck“.
- Die Autoren erhalten eine pdf-Version.

Manuskripteinreichung

Form der Abgabe

Als MS Word-Datei via E-Mail oder als CD-ROM auf dem Postweg an Redaktionsadresse. Text sowie die einzelnen Abbildungen als jeweils separate Dateien (Abbildungen nicht im Text einfügen).

Redaktion

Dr. Christine Cooper
E-mail: bulletinsga@gmail.com

Dr. Christina Papageorgopoulou

AUTHOR GUIDELINES

These guidelines are intended as specific supplement / adaptation to the “Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals” (see <http://www.icmje.org/>) which apply to manuscripts submitted to the *Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie*.

General information

Article categories

Articles of the following categories can be published:

- **Original articles:** Generally no more than 30 A4-pages (including tables, illustrations and reference list).
- **Summaries of theses / presentations:** Generally no more than 30 A4-pages (including tables, illustrations and reference list).
- **Technical notes:** Max. 15 A4-pages, focused on methodological aspects.
- **Book reviews:** Max. 2 A4-pages, only text, bibliographical details.
- **Reports:** Max. 5 A4-pages, only text.
- **Communications:** Max. 1 A4-page, information on events etc.
- **Reviews / Discussion forum:** Generally only at the invitation of the editors; unasked contributions may be accepted under certain circumstances.

Language

The manuscripts can be written in German, French, Italian or English.

Composition of manuscripts (original articles)

Design

- No word divisions. No formatting (like tabulators, text boxes etc.) except Latin words respectively species names *italic*.
- No footnotes, no table of contents.

Structure

- **Title page:** Title in text language and in English. Give an additional short title (max. 40 characters). Complete name and address of corresponding author. Names, institutions, and places of further authors. Declaration of any financial dependencies.
- **Abstract:** In the language of the text and in English with max. 5 key words each. Complete sentences, summary of the work's essential aspects, max. 250 words.
- **Text:** Title 1: Bold, centered.
Title 2: Bold, aligned left.
Title 3: Normal, aligned left.
- **Reference list.**
- **Proof of illustrations.**
- **Address:** Name, institution, address, country, telephone, fax, e-mail. Corresponding author first, followed by other authors in alphabetical order.
- **List of table and illustration legends:** List of consecutively numbered legends at the end of the document in the following style:
Illustration legends: Fig. X: iii.
Table legends: Tab. X: iii.

Illustrations and tables

- Scanned images: Scan in original size with a minimal resolution of 800 dpi in TIFF-format (black-and-white file).
- Scanned slides or negatives must have a resolution of 2400 dpi in TIFF-format.
- Digital photos in the highest resolution possible (at least „fine“ or „high“).
- Figures and tables are to be marked with the consecutive figure / table number and a short legend. All figures and tables appear as consecutively numbered notes in the text, e.g. (Fig. 1) or (Tab. 1).
- The editors assume that the authors are in possession of the printing rights for all illustrations for the designated purpose.

Reference style

Personal communications (Meier *pers. comm.*) or submitted and not accepted work (Meier *submitted*) should not be quoted in the text. The authors are responsible for the accuracy of all references.

- **In the text:**

One author: (Schultz 1992), (Schultz 1992; Meier 1978a, 1978b).

When pages are mentioned:

One page: (Schultz 1992, p 13; Meier 1978, p 245).

Two pages: (Schultz 1992, p 13f.).

More than two pages: (Schultz 1992, p 13ff.).

Two authors: (Acsádi and Nemeskéri 1970).

Three or more authors: (Herrmann *et al.* 1990).

- **In the running text:**

One author: Schultz (1992, p 4) mentions...

Two authors: Müller and Meier (1979) mention...

Three or more authors: Herrmann *et al.* (1990, p 35ff.) mention...

- **In the reference list:**

The reference list should be in alphabetical order (and within one author in descending chronological order). Work in press (Meier *in press*) is to be listed with complete specifications (including journal).

Articles in journals:

The journals' names must be spelled out.

One author: Bach H 1965. Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknöchel weiblicher Skelette. *Anthropologischer Anzeiger* 29: 12-21.

More than three authors: Meier A, Müller HP, Schmidt C *et al.* 2000....

In case several articles by the same author were published in one year, indicate this with a, b etc.: (Meier 1999a, Meier 1999b).

When year and year of printing are different: Müller H 1906 (1907). Xyz....

Contributions in books:

Arnold K 1986. Die Einstellung zum Kind im Mittelalter. In: Herrmann B (ed.). *Mensch und Umwelt im Mittelalter*. Springer. Stuttgart, 53-64.

Books:

Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H, Schutkowski H 1990. *Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden*. Springer. Berlin, Heidelberg, New York.

Internet sites:

Must be listed with the date of last access: www.example.de (14. 3. 2005).

Further information

- Future events that should be mentioned in the bulletin need to be communicated to the editors as early as possible.
- The corresponding author will receive an electronic proof for checking.
- The authors will receive a pdf-version.

Submission of manuscript

Form of submission

As MS Word file by e-mail or text document on CD-ROM by mail to the editorial address. Text and illustrations as separate files (figures should not be pasted into the text file).

Editors

Dr. Christine Cooper
E-mail: bulletinsga@gmail.com

Dr. Christina Papageorgopoulou