



Ministero della Cultura
ICCD – Istituto Centrale per il Catalogo e la
Documentazione
ICA – Istituto Centrale per l'Archeologia

I resti scheletrici umani: dallo scavo, al laboratorio, al museo

*Né tutela né valorizzazione
senza conoscenza*





Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale

Pubblicato online dal Ministero della Cultura il 28 giugno 2022.

DOI: in corso di assegnazione

Foto di copertina: Basilica di S. Ippolito, Fiumicino – Foto d'Archivio Parco Archeologico di Ostia Antica (R6321).

Cura redazionale: Alessandro Riga

Impaginato con \LaTeX

Font: CrimsonPro

Citare come:

MiC 2022. *I resti scheletrici umani: dallo scavo, al laboratorio, al museo*. Ministero della Cultura.

Tutte le immagini del volume sono di proprietà dei singoli autori o delle Istituzioni competenti del MiC. Le immagini di cui è specificata la provenienza sono di pubblico dominio. L'editore resta a disposizione per eventuali problemi riguardanti i diritti di autore relativi a immagini o contenuti di questo documento.

Il gruppo di lavoro

Coordinatori: Paola Francesca Rossi, Alessandro Riga.

Componenti: Valeria Acconcia, Maria Giovanna Belcastro, Luca Bondioli, Maria Letizia Mancinelli, Giorgio Manzi, Mauro Rubini.

Valeria Acconcia (ICA - Istituto Centrale per l'Archeologia).

e-mail: valeria.acconcia@cultura.gov.it

Funzionario archeologo del MIC, è in servizio presso l'Istituto Centrale per l'Archeologia. Specializzata in Etruscologia e Archeologia dell'Italia antica, ha collaborato con l'Università "Sapienza" di Roma e ha lavorato come docente a contratto presso l'Università "G. d'Annunzio" di Chieti e Pescara, conducendo scavi e ricerche sul tema dell'archeologia funeraria delle popolazioni italiche.

Maria Giovanna Belcastro (Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Alma Mater Studiorum Università di Bologna).

e-mail: mariagiovanna.belcastro@unibo.it

Professore ordinario di Antropologia (SSD BIO/08), responsabile del Laboratorio di Antropologia fisica e delle collezioni museali antropologiche di UNIBO. Svolge ricerca, didattica e terza missione nell'ambito dello studio di resti scheletrici umani in chiave evolutiva, bioarcheologica, etica e museale, con applicazioni in ambito forense. Insegna in corsi di laurea di diverse Scuole (Scienze, Lettere e Beni culturali, Specializzazione in Beni Archeologici). Ha coordinato corsi di laurea nell'ambito della Conservazione e Restauro dei Beni culturali. Dal 2008 dirige il Master in 'Antropologia scheletrica, forense e Paleopatologia' (con UNIMI e UNIPI). Dal 2019 fa parte del Self Steering Committee di 'Cultural Heritage' per UNIBO e del gruppo ONE-Health nell'alleanza UNAEuropa.

Luca Bondioli (Dipartimento per i Beni Culturali, Università di Padova).

email: luca.bondioli@unipd.it

Già funzionario antropologo del MiC presso il Servizio di Bioarcheologia del Museo delle Civiltà (Roma), insegna Bioarcheologia presso l'Università di Padova. Attualmente svolge attività di ricerca in ambito paleoantropologico con particolare riguardo alle tematiche di modificazioni dello sviluppo, della mobilità e della dieta nelle transizioni bioculturali che hanno caratterizzato la storia evolutiva di *Homo*.

Maria Letizia Mancinelli (ICCD - Istituto centrale per il catalogo e la documentazione).

e-mail: marialetizia.mancinelli@cultura.gov.it

Dal 2000 funzionario archeologo presso il MiC - ICCD; all'interno dell'organizzazione dell'Istituto è responsabile del Servizio per la qualità degli standard, con compiti di coordinamento generale per la definizione e l'aggiornamento degli strumenti e delle metodologie per la catalogazione dei beni culturali e per la loro applicazione nel Sistema Informativo Generale del Catalogo (SIGECweb). Percorso formativo: laurea, specializzazione, dottorato in Archeologia e Topografia medievale; attività di ricerca per la Sapienza - Università di Roma in varie regioni d'Italia dal 1983 al 1999 (indagini stratigrafiche, analisi di strutture storiche in elevato, rilievo tecnico archeologico, studio e classificazione di materiali, ricognizioni sul territorio e studi di topografia storica). Dal 1997 al 2000 in servizio come istruttore direttivo archeologo presso il Comune di Roma - Sovrintendenza ai Beni Culturali, nell'ambito del progetto interregionale "POLIS".

Giorgio Manzi (Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Biologia Ambientale).

e-mail: giorgio.manzi@uniroma1.it

Paleoantropologo di rilievo internazionale, conduce ricerche su argomenti di evoluzione umana, morfologia ecologica e biologia di popolazioni umane antiche. Accademico dei Lincei. Professore ordinario (ssd BIO/08) e direttore del Museo di Antropologia G. Sergi alla Sapienza Università di Roma; è stato Segretario Generale dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana (1999-2006) e Direttore del Polo museale Sapienza (2012-2018). Noto anche come divulgatore, collabora con giornali, radio e TV; autore di una decina di libri editi da Il Mulino, Laterza ed Espera.

Alessandro Riga (Soprintendenza ABAP per le province di Firenze, Pistoia e Prato; Dipartimento di Biologia, Università di Firenze).

e-mail: alessandro.riga@unifi.it

Funzionario antropologo della Soprintendenza ABAP di Firenze, attualmente lavora come ricercatore presso il Dipartimento di Biologia dell'Università di Firenze. Il suo campo di interesse principale è la paleoantropologia e ha lavorato su resti fossili di ominini del Pleistocene in Africa e in Europa. Si occupa principalmente di antropologia dentaria e di morfologia funzionale, utilizzando tecniche di antropologia virtuale.

Paola Francesca Rossi (ICCD - Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione; Parco Archeologico di Ostia Antica).

e-mail: paolafrancesca.rossi@cultura.gov.it

Funzionario antropologo del MiC, lavora in due sedi: - ICCD dove è inserita nel Servizio per la Qualità degli Standard Catalografici e - Parco Archeologico di Ostia Antica dove è responsabile del Servizio di Antropologia. Ha lavorato nel settore della ricerca dedicato all'istologia dello smalto dentario e attualmente il suo campo di interesse principale è la biologia delle popolazioni umane antiche con particolare attenzione agli aspetti di tutela e di comunicazione legati all'antropologia.

Mauro Rubini (Soprintendenza ABAP-LAZIO - Soprintendenza ABAP-RM-MET).

e-mail: mauro.rubini@cultura.gov.it

Mauro Rubini è responsabile del Servizio di Antropologia della SABAP-LAZ e della SABAP-RM-MET e, fino al 2022, anche responsabile del Laboratorio di Antropologia presso il VA.VE ed è professore di Archeoantropologia presso l'Università di Foggia. È stato docente della Scuola di Specializzazione in Archeologia di Roma e, tra il 1994 e il 2008, Direttore del personale del Complesso Archeologico di Villa Adriana. I suoi campi di interesse sono salute e popolamento del Bacino Mediterraneo con particolare riguardo ai tratti non metrici (scheletrici e dentali) e alle malattie infettive, adattamento evolutivo e analisi digitale di immagine 3D.

Hanno contribuito

Francesca Alhaique (Servizio di Bioarcheologia, Museo delle Civiltà).

e-mail: francesca.alhaique@cultura.gov.it

Funzionario Antropologo del MiC, lavora presso il Servizio di Bioarcheologia del Museo delle Civiltà (Roma) dove è responsabile delle collezioni paleontologiche e archeozoologiche e del Servizio di Microscopia Analitica. Dal 2000 è professore a contratto di Archeozoologia (BIO/08) nel Corso di Laurea in Scienze del Beni Culturali dell'Università degli Studi della Tuscia (VT), dal 2003 al 2011 è stata docente della stessa materia presso la Facoltà di Scienze Umanistiche della Sapienza Università di Roma e dal 2008 è *Research Associate* presso il Department of Anthropology della Washington University in St. Louis (Missouri, USA). Da circa trenta anni svolge indagini archeozoologiche e tafonomiche su materiali faunistici provenienti da siti italiani e stranieri che vanno dal Paleolitico sino all'Età moderna.

Valeria Amoretti (Parco Archeologico di Pompei).

e-mail: valeria.amoretti@cultura.gov.it

Funzionario antropologo presso il Parco Archeologico di Pompei e Responsabile del Laboratorio di Ricerche Applicate interne al Parco, cura anche gli aspetti di educazione e formazione del personale, oltre ad essere responsabile dell'Ufficio Tutela dei Beni Demotnoantropologici. Curiosa verso le altre discipline, continua a praticare antropologia da campo ed effettuare le prime indagini in laboratorio, mentre si occupa di valorizzare la transdisciplinarietà applicata non solo all'antropologia ma a tutti gli ambiti scientifici applicati all'archeologia. Sin dall'epoca del suo secondo dottorato si occupa degli aspetti museologici e etici legati ai resti umani come materiale sensibile.

Francesca Candilio (Servizio di Bioarcheologia, Museo delle Civiltà).

e-mail: francesca.candilio@cultura.gov.it

Funzionario Antropologo del Ministero della Cultura e biologa di formazione, ha

lavorato a lungo alla Sapienza Università di Roma in qualità di Assegnista di Ricerca dove si è occupata dello scavo, recupero ed analisi di reperti scheletrici in Italia e all'estero. È stata *Consulting Scholar* alla *University of Pennsylvania Museum (Philadelphia, USA)* e *Research Assistant* alla *University College Dublin (Dublino, Irlanda)* dove si è occupata di analisi popolazionistiche mediante DNA antico con particolare interesse verso la ricerca e messa a punto di metodologie di campionamento sempre più conservative. Prima di prendere servizio al Museo delle Civiltà, è stata Funzionario Antropologo presso la Soprintendenza ABAP per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e Sud Sardegna come responsabile del Servizio di Antropologia, Paleontologia e Bioarcheologia.

David Caramelli (Dipartimento di Biologia, Università di Firenze).

e-mail: david.caramelli@unifi.it

Professore ordinario di Antropologia, è responsabile del Laboratorio di Antropologia Molecolare e Paleogenetica e Direttore del Dipartimento di Biologia. Coordina ricerche volte a studiare l'evoluzione e la storia genetica delle popolazioni umane attraverso approcci paleogenetici. Svolge consulenza per la caratterizzazione genetica di reperti biologici altamente degradati anche in ambito forense.

Claudio Cavazzuti (Istituto Centrale per la Demoetnoantropologia; Dipartimento di Storia Culture Civiltà – Alma Mater studiorum Università degli Studi di Bologna).

e-mail: claudio.cavazzuti@cultura.gov.it ; claudio.cavazzuti3@unibo.it

Funzionario Antropologo presso l'Istituto Centrale per la Demoetnoantropologia, Ricercatore a Tempo Determinato (RTDa) in Preistoria e Protostoria presso l'Università degli Studi di Bologna, Ricercatore Affiliato presso il CNR, *Research Fellow* all'Università di Durham (UK) e presso l'Accademia delle Scienze di Ungheria (Budapest). Recentemente ha diretto il progetto Marie Skłodowska-Curie "Ex-SPACE" (*Exploring Social Permeability in Ancient Communities of Europe*), mirato alla ricostruzione della mobilità tramite un approccio integrato fra bioarcheologia e analisi isotopiche dello stronzio e dell'ossigeno. Le sue ricerche in campo bioarcheologico si concentrano sulle fasi pre-protostoriche in un ambito geografico che copre dal Mediterraneo centrale all'area Danubiana.

Cristina Cilli (Sistema Museale dell'Università di Torino).

e-mail: cristina.cilli@unito.it

Conservatrice del Museo di Anatomia umana "Luigi Rolando", del Museo di Antropologia criminale "Cesare Lombroso" del Sistema Museale dell'Università di Torino e responsabile dei due archivi afferenti ai musei, attualmente si occupa di conservazione, digitalizzazione e valorizzazione delle collezioni museali e dei fondi archivistici. È autrice di oltre 30 pubblicazioni in ambito di museologia scientifica.

Elena Dellù (Istituto Villa Adriana e Villa d'Este, in collaborazione con Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Bari).

e-mail: elena.dellu@cultura.gov.it

Funzionario antropologo responsabile dei Laboratori di Antropologia Fisica dell'Istituto Villa Adriana e Villa d'Este, della SABAP per la città metropolitana di Bari e del Servizio di Antropologia di quest'ultima; membro antropologo della Commissione di Verifica del DM 244/2019 della Direzione Generale Educazione, ricerca e istituti culturali del MiC in materia degli Elenchi dei Professionisti dei beni culturali. Svolge inoltre incarichi relativi alla conservazione, ricerca e valorizzazione di resti umani per conto del Segretariato Regionale della Puglia, della SABAP per le province di Brindisi, Lecce e Taranto e della SABAP per le province di Barletta, Andria Trani e Foggia. Le linee di interesse riguardano approcci interdisciplinari applicati ai contesti funerari e ai resti umani, la biologia delle popolazioni antiche, l'applicazione di metodologie innovative per la gestione dei resti umani (dallo scavo alle sedi espositive), lo sviluppo di nuovi approcci conservativi fisico-chimici, la creazione di banche dati documentali e tridimensionali, studi paleopatologici. Ha diretto e co-diretto scavi in concessione ministeriale a carattere archeoantropologico e studi biologici delle popolazioni antiche in ambito nazionale per conto dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, del Pontificio Istituto di Archeologia Cristiana, dell'Université Aix-Marseille LA3M. È cultore della materia in bioarcheologia presso l'Università Cattolica di Milano.

Irene Dori (Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Verona, Rovigo e Vicenza).

e-mail: irene.dori@cultura.gov.it

Funzionario antropologo della Soprintendenza ABAP di Verona, dove coordina il Servizio di Antropologia. È responsabile della tutela dei reperti scheletrici umani archeologici e paleontologici delle tre province di competenza. Si occupa principalmente di antropologia dentaria e di disturbi dello sviluppo nelle popolazioni umane antiche di epoca preistorica e protostorica. Ha lavorato nel campo della ricerca in Italia e all'estero partecipando a missioni archeologiche internazionali.

Maria Grazia Fichera (DG-ABAP, Servizio II – Scavi e tutela del patrimonio archeologico).

e-mail: mariagrazia.fichera@cultura.gov.it

Funzionario archeologo presso il Servizio II della Direzione Generale Archeologia, Belle Arti e Paesaggio del MiC, partecipa in collaborazione con ICA e ICCD a diversi progetti in via di realizzazione, fra i quali il Geoportale per l'archeologia e la definizione delle Linee guida per l'archeologia preventiva. È responsabile per la Direzione generale ABAP del Servizio di gestione documentale. Specializzazione e dottorato di ricerca in Archeologia Medievale; ha collaborato con la cattedra di Archeologia medievale della Sapienza - Università di Roma dal 1987 al 1996. Vincitrice di concorso per un contratto a termine presso l'ITABC del CNR, ha partecipato tra l'altro a studi relativi alla classificazione dei materiali mediante analisi archeometriche. Presso le ex Direzioni Generali Beni archeologici, Antichità e Archeologia ha svolto funzioni di capo segreteria tecnica del Direttore Generale, collaborando fra l'altro a diversi progetti, con particolare riguardo all'elaborazione di standard e strumenti

metodologici relativi alle procedure finalizzate alla tutela dei beni archeologici.

Giacomo Giacobini (Sistema Museale dell'Università di Torino).

e-mail: giacomo.giacobini@unito.it

Professore emerito di Anatomia umana all'Università di Torino, è stato Direttore del Museo di Anatomia e Presidente del Sistema Museale di Ateneo. È stato Presidente dell'Associazione Nazionale Musei Scientifici (2005-2012) e Segretario Generale dell'International Association for the Study of Human Paleontology (1987-2000). È membro del *Comité Scientifique dell'Institut de Paléontologie Humaine* di Parigi e membro corrispondente del *Comité des Travaux Historiques et Scientifiques*. Ha fatto parte di vari comitati per il riallestimento del *Musée de l'Homme* (2004-2011). È Rappresentante dell'Università di Torino nel Consiglio scientifico del *Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel* (dal 2012).

Martina Lari (Dipartimento di Biologia, Università di Firenze).

e-mail: martina.lari@unifi.it

Professore associato di Antropologia, la sua attività di ricerca è incentrata sull'antropologia molecolare e in particolare sulla paleogenetica. Si occupa della caratterizzazione genetica di reperti biologici antichi attraverso tecniche di antropologia molecolare tradizionali e di nuova generazione, applicate allo studio dell'evoluzione e alla ricostruzione della struttura biologica e dello stile di vita delle popolazioni umane del passato, con un focus sul territorio italiano.

Giancarla Malerba (Sistema Museale dell'Università di Torino).

e-mail: giancarla.malerba@unito.it

Laureata in Scienze Biologiche e dottore di ricerca in Antropologia, dal 2014 è responsabile del Sistema Museale dell'Università di Torino. Da anni è impegnata nella valorizzazione del patrimonio museale di Ateneo. È autrice di oltre 100 pubblicazioni su temi di archeozoologia, tafonomia e museologia scientifica.

Jacopo Moggi-Cecchi (Dipartimento di Biologia, Università di Firenze).

email: iacopo.moggicecchi@unifi.it

Jacopo Moggi Cecchi è Professore associato nel Dipartimento di Biologia, Università di Firenze. La sua attività didattica include i corsi di Antropologia, Evoluzione umana, Storia Naturale dei Primati. Dopo avere ottenuto il Dottorato nel 1989 ha completato la sua formazione nel corso di quasi 10 anni presso l'University of the Witwatersrand (Johannesburg, Sudafrica), dove ha condotto attività di ricerca in collaborazione con Phillip V. Tobias, concentrandosi sullo studio dei reperti fossili di Australopithecini Sudafricani. Dal 2006 al 2016 ha condotto attività di ricerca sul campo nel sito Pleistocenico di Drimolen, in Sudafrica. In Italia svolge ricerche sulle popolazioni preistoriche Italiane. È autore di oltre 80 pubblicazioni scientifiche indicizzate, e curatore di 5 libri.

Nico Radi (Soprintendenza ABAP per la città metropolitana di Genova e la provincia

di La Spezia).

e-mail: nico.radi@cultura.gov.it

Funzionario antropologo della Soprintendenza ABAP di Genova. È responsabile della tutela dei reperti scheletrici umani archeologici e paleontologici di tutto il territorio regionale. Ha un particolare interesse verso l'antropologia virtuale e le nuove tecnologie non invasive o microinvasive applicate allo studio e alla conservazione dei resti umani. In passato si è occupato principalmente di morfologia funzionale e biomeccanica. Dal 2021 è professore a contratto di Arche-antropologia (BIO/o8) per la Scuola di Specializzazione in Beni Archeologici dell'Università di Genova (DAFI-ST).

Fabrizio Rufo (Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Biologia Ambientale).

e-mail: fabrizio.rufo@uniroma1.it

Fabrizio Rufo è docente di 'Bioetica' dei corsi di Laurea in Scienze Biologiche e Biotecnologie Agro-industriali e di 'Alimentazione e processi culturali' del corso di Laurea in Scienze e tecnologie alimentari della Facoltà di Scienze M.F.N della Sapienza Università di Roma. Le sue ricerche riguardano prevalentemente i temi della bioetica, le trasformazioni del rapporto tra scienza e società e lo sviluppo della cittadinanza scientifica.

Alessandra Sperduti (Servizio di Bioarcheologia, Museo delle Civiltà).

e-mail: alessandra.sperduti@cultura.gov.it

Funzionario Antropologo, responsabile del Servizio di Bioarcheologia del Museo delle Civiltà di Roma. Insegna Antropologia presso l'Università degli Studi di Napoli "L'Orientale". Coordina, promuove e conduce ricerche scientifiche su campioni scheletrici umani, cremati e inumati, da contesti archeologici di vari orizzonti cronologici. È autrice di pubblicazioni sulle ritualità funerarie, paleodemografia, paleopatologia, indicatori scheletrici/dentali di attività occupazionali, paleogenetica, mobilità, paleodieta, sviluppo di metodi per la determinazione di sesso ed età alla morte. Si dedica alla diffusione della cultura scientifica attraverso conferenze, corsi, laboratori, mostre e progetti multimediali. Svolge attività di ricerca sul rapporto tra Scienza e Società, con particolare riferimento all'accettazione e comprensione dell'evoluzione biologica, alle visioni ed interpretazioni della variabilità umana e alle neuroscienze.

Mary Anne Tafuri (Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma).

e-mail: maryanne.tafuri@uniroma1.it

Ricercatore presso il Dipartimento di Biologia Ambientale dell'Università di Roma La Sapienza, si occupa di bioarcheologia con un interesse specifico nelle indagini isotopiche di resti scheletrici umani e animali. Lavora in Italia, nord Africa e Vicino Oriente con un focus sulla preistoria recente e le prime fasi storiche. Le sue ricerche si concentrano sulla ricostruzione dello stato di salute, la dieta e le dinamiche di mobilità delle popolazioni umane antiche.

Indice

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Antropologia | 5 |
| 1.1 | Verso una biologia delle popolazioni umane antiche | 5 |
| 1.2 | La variabilità dello scheletro umano nell'evoluzione | 9 |
| 1.3 | Antropologia e archeologia | 12 |
| 1.4 | Tafonomia: contesti e processi | 15 |
| 1.5 | La ricostruzione del profilo biologico | 19 |
| 1.6 | Analisi morfologiche e morfometriche | 22 |
| 1.7 | Analisi isotopiche | 28 |
| 1.8 | Analisi biomolecolari | 32 |
| 1.9 | Paleopatologia e indicatori su stato di salute e stili di vita | 36 |
| 1.10 | Aspetti di ordine etico nello studio dei resti scheletrici umani | 41 |
| 2 | Scavo e laboratorio | 44 |
| 2.1 | Documentare lo scavo: la scheda da campo | 44 |
| 2.2 | Documentare lo scavo: dal disegno alla fotogrammetria | 51 |
| 2.3 | Il recupero dei resti scheletrici umani: conservazione temporanea e trasporto | 56 |
| 2.4 | Interpretare le inumazioni: l'analisi tafonomica sullo scavo | 58 |
| 2.5 | Interpretare le inumazioni: l'analisi di laboratorio | 65 |
| 2.6 | Interpretare le cremazioni | 69 |
| 2.7 | Le sepolture anomale | 82 |
| 3 | Studiare, tutelare e valorizzare | 86 |
| 3.1 | Prima e dopo il laboratorio: gli ambienti di conservazione | 86 |
| 3.2 | Preparazione, pulitura e restauro | 90 |
| 3.3 | La schedatura in laboratorio, l'archiviazione e gestione dei dati | 95 |
| 3.4 | Prelievi su denti, ossa e sedimenti | 100 |
| 3.5 | Reperti umani di interesse archeologico nelle collezioni dei musei | 103 |
| 3.6 | I reperti antropologici nel catalogo del patrimonio culturale: prospettive per la tutela e la valorizzazione | 112 |

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4 | Norme, pratica e gestione | 115 |
| 4.1 | I resti antropologici nelle previsioni del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio | 115 |
| 4.2 | Aspetti operativi della tutela dei resti antropologici alla luce del loro valore per le comunità di riferimento | 118 |
| 4.3 | L'antropologo fisico nei ruoli del Ministero e nella regolamentazione delle professioni | 120 |
| 4.4 | Rapporti tra enti di tutela, istituti di ricerca italiani e laboratori stranieri | 122 |
| 4.5 | Contesti di intervento e soluzioni operative | 124 |
| 4.6 | Inventario e catalogo: linee generali e applicazioni ai resti umani di provenienza archeologica | 126 |
| | Bibliografia | 130 |

Prefazioni

I resti scheletrici umani: dallo scavo, al laboratorio, al museo

Per chi lavora nel settore della tutela e valorizzazione del Patrimonio Culturale è impossibile non imbattersi più volte nel delicato problema di gestire una sepoltura antica se non addirittura una situazione più complessa rappresentata da un ossario o da una intera necropoli. Molte emozioni accompagnano questo percorso in cui appare evidente che gli strumenti idonei per affrontare correttamente il problema in termini etici e pratici sono davvero scarsi, così come risulta difficoltoso avere a disposizione i professionisti, gli antropologi fisici, o bio-antropologi secondo la terminologia cara agli anglosassoni, in grado di interpretare e analizzare le informazioni bio-culturali di cui lo scheletro è unico e originale portatore. Il nostro scheletro infatti, assume la valenza di un archivio, un archivio biologico che intrappola nei suoi tessuti mineralizzati tutti i dati che riguardano il nostro percorso vitale e li conserva a tempo indeterminato. È proprio l'analisi dei resti scheletrici che consente di recuperare tutto quel *pool* di informazioni necessario per contribuire alla ricostruzione dei percorsi compiuti dai gruppi umani che nel passato hanno popolato il mondo (ma più in particolare i territori della nostra penisola per chi opera nel Ministero della Cultura italiano) fornendo importanti tasselli della mappa della conoscenza del nostro paese e della sua relazione con il resto del mondo.

Allo stesso modo è esperienza quotidiana la gestione di resti umani provenienti da scavi pregressi e raccolti nei depositi delle Soprintendenze e dei Musei. La documentazione e conservazione di questi reperti è complessa come anche la relazione con gli istituti di ricerca che sanno studiarli e leggerne i risultati, per non parlare di quell'insieme di questioni legate alla catalogazione e all'inventariazione dei resti umani che lungi dall'essere un mero adempimento burocratico, rappresentano la base della tutela e della conservazione ove pure è necessario coinvolgere esperti del settore. Vale la pena una volta di più, sottolineare come il confronto con storici ed archeologi sia sempre auspicabile per l'integrazione dei dati e permetta poi di ambire a raggiungere una visione olistica dell'umano.

Da queste considerazioni preliminari è nata l'esigenza di promuovere la costituzione di un tavolo di lavoro dedicato nello specifico a questa problematica, che abbia il duplice scopo di sottolineare l'importanza dei resti umani nell'ambito del Patrimonio

Culturale e di delineare e proporre un codice di comportamento comune cui attenersi nella loro gestione e studio. Si è cercato inoltre di creare una sinergia pluridisciplinare e interministeriale riunendo specialisti della ricerca antropologica e archeologica provenienti dal Ministero della Cultura e dal Ministero dell'Università e della Ricerca e si è cercato di toccare un ampio spettro di problematiche che vadano dalle "buone pratiche" da applicare nel corso dello studio, alle "buone pratiche" da applicare nei protocolli di tutela e conservazione.

Ci sembra utile sottolineare una volta di più come, lo sviluppo della tecnologia che si accompagna alla ricerca antropologica consenta oggi di sciogliere nodi e ottenere risposte sempre più puntuali e che solo fino a pochi anni fa erano impensabili. Riuscendo a penetrare nella struttura fine dei tessuti, ma conservando al contempo l'integrità dei materiali la ricerca oggi risponde inoltre alle esigenze di tutela senza nulla togliere alla conoscenza. Con questo documento ci inseriamo, inoltre, nel dibattito oggi così sentito che riguarda gli aspetti etici della ricerca antropologica e che in nulla intende confliggere con le sensibilità individuali. Per questo riteniamo che sia importante studiare, tutelare e conservare i resti scheletrici di coloro che ci hanno preceduto, in quanto non esiste modo migliore di salvaguardare la dignità dell'uomo se non quello di approfondire la conoscenza dei singoli individui che ci sono stati progenitori, delle popolazioni cui appartennero e di raccontare la loro storia.

Carlo Birrozzi

Direttore dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione
Giugno 2022

La tutela dei resti scheletrici umani

Le ragioni del volume, corale per la complessità dei temi e per la differenza tra le formazioni degli autori, si trovano nell'art. 3 del *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*, riguardante la tutela: la *conditio sine qua non* per una corretta tutela del patrimonio è infatti l' "adeguata attività conoscitiva", ed è questo il filo conduttore del testo nel suo intero sviluppo.

Esso scaturisce dall'esigenza generale di normalizzare e standardizzare le procedure e di catalogare i reperti, rispondendo alla missione dei due Istituti che lo promuovono. Le sezioni in cui il lavoro si articola, infatti, riflettono un disegno puntuale: la prima costituisce l'inquadramento teorico della disciplina antropologica, di cui fornisce le basi epistemologiche corredate delle necessarie definizioni, la seconda affronta l'attività pratica, sul campo e in laboratorio, dalla documentazione al recupero all'interpretazione, la terza illustra i profili di studio e di tutela con uno sguardo in prospettiva sulla valorizzazione, la quarta prende in considerazione gli aspetti normativi e gestionali in relazione a una tipologia di materiali sinora non organicamente trattata in ambito ministeriale, arrivando a comprendere una riflessione sulla figura professionale dell'antropologo fisico e sulla regolamentazione della professione stessa.

L'istanza metodologica sullo sfondo è esplicitata nella prima sezione, che al centro giustamente colloca la componente biologica, discriminante rispetto alle altre categorie di reperti: a chi indaga, recupera, documenta, spetta il compito di preservare correttamente l' "archivio biologico" che i resti scheletrici restituiscono, in modo da consegnarlo anche a ricerche future, con gli stessi obiettivi di ogni indagine di tipo archeologico. A ciò si deve la natura fondativa della sezione, che delinea prima di tutto la storia della disciplina, per poi definire la variabilità scheletrica umana nell'evoluzione e tracciare i rapporti tra l'antropologia e l'archeologia, analizzando la tafonomia (non sempre tenuta nella piena considerazione dagli archeologi) e arrivando alla ricostruzione del profilo biologico e ai vari tipi di analisi.

L'insistenza sulla parte metodologica iniziale è necessaria, in quanto il resto del volume si cimenta con percorsi più frequentati dagli archeologi, che vanno dalla documentazione al recupero, con le cautele necessarie legate alla tafonomia ma anche alle sepolture "anomale", che come tali devono essere riconosciute, rilevando correttamente tutte le informazioni, in modo da ricomporle e interpretarle anche successivamente; non meno attenta deve essere la successiva fase di conservazione, pulitura e restauro, per le quali solo gli ultimi decenni segnano una sensibilità nuova. Né deve sfuggire il valore patrimoniale della classe, che la equipara a tutte le altre classi di reperti regolarmente catalogate anche riguardo alla stima economica.

Le prassi via via illustrate sono esito di un affinamento sempre maggiore, esito certamente degli interrogativi degli ultimi anni - chi di noi, archeologo ma non antropologo, non ha trattato resti scheletrici, interrogandosi sulla correttezza del proprio operato e cercando di confrontarsi, dove possibile, con gli specialisti?

Rispondendo a queste esigenze, il volume offre il quadro delle conoscenze base per chi si accinga a lavorare sul campo, fornendo gli elementi per un *modus operandi* cor-

Prefazioni

retto, ma non solo: esso è infatti volto alla valorizzazione di tale specifico patrimonio, e per questo guarda a chi lavora nel settore museale e si confronta con l'esposizione di una categoria di reperti indubbiamente particolare, e, grazie alla convenzione di Faro, apre alle comunità, ora pienamente coinvolte nella gestione dell'eredità comune cui i resti, con i loro luoghi di deposizione e di giacitura, appartengono.

Nell'efficacia dei temi trattati, il testo rappresenta dunque uno strumento di facile consultazione per il pubblico degli operatori del settore, ed è al tempo stesso sia una sintesi per gli specialisti, aggiornata con la bibliografia più recente, sia soprattutto un prontuario per i non specialisti, ai quali offre un manuale articolato per una consultazione rapida.

Non manca infine la considerazione del delicato equilibrio tra i dettami della scienza e le istanze dell'etica, che conclude la sezione iniziale del volume, ma in realtà ne pervade ogni parte.

Elena Calandra

Direttore dell'Istituto Centrale per l'Archeologia

Giugno 2022

Sezione 1

Antropologia

1.1 Verso una biologia delle popolazioni umane antiche

G. Manzi, A. Sperduti

L'antropologia fisica – o bio-antropologia o, più semplicemente, antropologia (come si userà di frequente in questo testo) – è lo studio dell'evoluzione e della variabilità umana nel tempo e nello spazio, ovvero della "storia naturale dell'uomo".

L'antropologia indaga la biologia della nostra specie, *Homo sapiens*, delle forme umane e preumane estinte, ma anche degli esseri viventi che ci sono più prossimi, ossia le scimmie antropomorfe e i primati non-umani in genere. Si caratterizza come campo di studio fondato sul metodo scientifico, che procede attraverso la formulazione di ipotesi e la loro costante verifica, condotta con metodi perlopiù quantitativi e la validazione di dati riproducibili.

Come disciplina scientifica autonoma, l'antropologia si sviluppa nel corso dell'Ottocento e vede l'istituzione di cattedre in diverse università europee e statunitensi, in combinazione con l'etnologia (oggi più comunemente denominata "demo-etno-antropologia"), ossia con lo studio degli usi, dei costumi e delle tradizioni delle popolazioni umane. I primi antropologi provengono spesso dalle scuole mediche e hanno una solida formazione nei campi dell'anatomia e della fisiologia, ma anche delle scienze naturali. Sotto l'influenza della cultura positivista e delle concezioni scientifiche e filosofiche del tempo, gli studi antropologici si focalizzano sulla variabilità umana, allo scopo di frazionarla (erroneamente) attraverso "osservazioni oggettive" in categorie discrete e fisse: le razze. È in questo periodo che musei e laboratori si arricchiscono di collezioni osteologiche, composte da crani e da altri resti umani, raccolti nell'ambito di viaggi di esplorazione in terre lontane, oppure provenienti da ospedali, o ancora da contesti cimiteriali, antichi e moderni.

Prende così corpo l'antropometria e, con essa, la craniologia, ossia lo studio delle variazioni morfologiche e dimensionali del cranio (con ovvia attenzione al suo contenuto, il cervello). Allo scopo, vengono inventate decine di strumenti di misura e

introdotti punti antropometrici, misure codificate e indici morfometrici. Prende anche corpo la cosiddetta "antropologia razziale", che nel tempo si sposta da finalità e criteri meramente tassonomici verso la costruzione di gerarchie arbitrarie, basate su elementi morfologici, fisiologici, cognitivi e culturali, di fatto avallando il razzismo che si era diffuso capillarmente nelle società coloniali dell'era moderna, con le drammatiche aberrazioni di schiavismo e genocidi.

Si dovrà attendere il secondo dopoguerra per osservare un significativo cambiamento di rotta nei principi, nei metodi di studio e nelle finalità di questa scienza, quando l'antropologia delle popolazioni attuali perde i connotati dell'antropologia razziale e incorpora sempre più e sempre meglio le crescenti acquisizioni della genetica di popolazione, della genetica in genere e, dunque, della biologia molecolare; si interessa alla storia delle migrazioni, ai contatti e ai mescolamenti tra le popolazioni; esplora a fondo il complesso fenomeno dell'interazione uomo-ambiente, nei suoi vari aspetti e significati. Al tempo stesso, lo studio del passato più profondo della specie umana e della storia naturale dei nostri antenati e parenti estinti – la paleoantropologia (o paleontologia umana), che aveva mosso i suoi primi passi già a partire da metà Ottocento – si sviluppa notevolmente, grazie a una documentazione fossile sempre più abbondante e alla progressiva adozione di nuovi paradigmi interpretativi, criteri analitici e metodologie di studio, agganciandosi dapprima alla teoria sintetica dell'evoluzione e in seguito a visioni più estese e poliedriche.

Per il passato più recente – dalla tarda preistoria alle epoche protostoriche e a quelle storiche, nei diversi ambienti naturali e culturali – si sviluppano nuove modalità di studio dei resti umani che provengono da contesti archeologici, attribuendo ad essi il significato di vero e proprio "archivio biologico" delle popolazioni umane del passato, artefici delle evidenze archeologiche stesse (fig. 1.1). Viene coniato il termine "bioarcheologia umana", ma sono largamente in uso anche quelli di "biologia scheletrica" o di "biologia delle popolazioni umane antiche". Le finalità e i metodi sono almeno in parte distinti da quelli della paleoantropologia, avvicinandosi a un approccio microevolutivo, basato eminentemente sullo studio dei resti scheletrici (ma talvolta anche dei resti mummificati di tessuti molli), in combinazione con i dati archeologici e storici in un quadro interdisciplinare.

Questo campo d'indagine ha lo scopo di prendere in esame campioni scheletrici provenienti da differenti orizzonti storici e culturali, con l'obiettivo di ricostruire caratteristiche biologiche, dinamiche popolazionistiche, processi adattativi e disadattativi sia alle diverse condizioni ambientali sia nel corso del tempo. Anche in Italia, i tradizionali studi di stampo tipologico – caratterizzati da lunghe e dettagliate descrizioni dei singoli individui, con una quantità di dati morfometrici tabulati spesso di scarsa utilità euristica, affiancati da terminologie francamente astruse (come *dolicocefalo* o *brachicefalo*, *ipsiconco*, *camerrino* e così via) – vengono progressivamente sostituiti da indagini più propriamente interpretative, incentrate su nuove domande di ricerca.

Nei diversi contesti e attraverso casi-di-studio, l'attenzione viene rivolta alla ricostruzione di fenomeni complessi e di lunga durata, nonché ai loro effetti sulle comunità umane, attraverso comparazioni sincroniche e diacroniche di campioni po-



Figura 1.1: Lo studio dei resti umani che provengono da contesti archeologici attribuisce a essi il significato di vero e proprio "archivio biologico" degli esseri umani del passato, oggetto di studio della "biologia delle popolazioni umane antiche" o bioarcheologia umana".

polazionistici quanto più possibile significativi anche sotto il profilo statistico. Tra i temi di ricerca affrontati nel contesto della nostra penisola, citiamo i profondi cambiamenti biologici e microevolutivi che intervengono con la neolitizzazione, con il formarsi dei centri urbani, con la nascita di sistemi statali e imperiali, con processi migratori e di colonizzazione, come pure nei tanti momenti di crisi ambientale, di epidemie o di malattie croniche (come la malaria): basti pensare, a titolo esemplificativo alla nascita e al declino delle Terramare, alla formazione della Magna Grecia, alla caduta dell'Impero Romano, alle invasioni barbariche, alla diffusione della peste. Oggetto primario di questo campo di studi dell'antropologia è, dunque, la dimensione biologica delle antiche comunità umane, con analisi che si estendono a tutto lo scheletro (denti inclusi), a tessuti biologici mummificati e a tutto l'insieme dei dati recuperabili negli scavi archeologici. Punto di partenza è una solida conoscenza dell'anatomia e della variabilità morfologica, ma anche delle dinamiche di accrescimento e sviluppo e dei tanti cambiamenti che intervengono o possono intervenire nel corso della vita. In questa nuova luce teorica, le osservazioni e le misurazioni antropologiche di stampo tradizionale sono oggi affiancate da nuove metodologie di studio della morfologia (*geometric morphometrics*), da analisi virtuali dei resti rinvenuti (*digital imaging*), da indagini istologiche (quindi microscopiche), chimico-fisiche e biomolecolari (*ancient DNA*, paleogenomica e paleoproteomica), che contribuiscono alle diagnosi di sesso e alle stime di età alla morte, all'individuazione di parentele, alle condizioni patologiche e sub-patologiche, con la ricostruzione dello stato di salute degli individui e delle popolazioni, alla ricostruzione di attività prevalenti condotte in vita, ai tracciamenti della mobilità, alla dieta e a molto altro.

Non va infine dimenticato che l'antropologia, così definita nei propri obiettivi e modalità d'indagine, non opera in isolamento nei suoi processi conoscitivi, ma incorpora evidenze di altra natura nei suoi paradigmi interpretativi, caratterizzandosi come scienza "di confine" e "di sintesi". Questa vocazione "dialogante" è da intendersi sia nell'interazione tra comunità umane e ambiente naturale sia nei diversi contesti storici e socioeconomici, ovvero nell'integrazione con i dati archeologici e, in genere, di natura culturale. Da questo punto di vista, il concetto di "adattamento biologico" viene ridefinito in termini di "adattamento bio-culturale". Se è corretto cioè parlare di comunità umane che sono influenzate dai fattori limitanti di un dato ambiente, pur sfruttandone le risorse, è altrettanto vero che le comunità umane intervengono costantemente sugli ambienti naturali, innescando processi adattativi (*niche construction*) in una complessa serie di azioni e retroazioni.

Un'ultima considerazione riguarda il fatto che la gran parte dei resti umani proviene da sepolture. Nell'affrontare lo scavo di una necropoli e lo studio delle ritualità funerarie non si possono trascurare i loro veri protagonisti – i defunti e le persone che si sono occupate delle loro esequie – nella loro realtà biologica, oltre che in quella culturale.

Bibliografia essenziale

1. DiGangi e Moore 2012
2. Irish e Nelson 2008
3. Katzenberg e Saunders 2008
4. Manzi 2018
5. Minozzi e Canci 2015
6. Larsen 2010
7. Stanford et al. 2008
8. T. D. White 2011

1.2 La variabilità dello scheletro umano nell'evoluzione

M. G. Belcastro, G. Manzi, M. Rubini

Descrivere la variabilità scheletrica umana significa contribuire a definire la biologia e l'ecologia di *Homo sapiens* e di altre specie (estinte), a descriverne l'ipodigma¹, a interpretarne il significato evolutivo, a identificare gli effetti dell'interazione di individui e popolazioni con l'ambiente, naturale e/o sociale, come pure a ricostruirne la storia.

Lo scheletro e i denti, in quanto costituiti da tessuti mineralizzati, sono la componente biologica umana che maggiormente si conserva in contesti archeologici, paleontologici e forensi. In vita, il tessuto osseo è un elemento biologico dinamico e svolge numerose funzioni, quali quelle di sostegno, di protezione delle parti molli, di movimento (in combinazione con l'apparato muscolare), di riserva di calcio e di tessuto adiposo, di funzioni emopoietiche. La sua variabilità è funzione di un complesso insieme di geni che, interagendo con l'ambiente durante lo sviluppo, ne regola la morfologia e la crescita e riflette la complessa storia evolutiva del nostro genere. A partire dalla comparsa del genere *Homo*, tra 3 e 2 milioni di anni fa, sono state descritte e proposte molte specie di *Homo*, oltre 40, di cui solo alcune sono sopravvissute al rasoio delle ricerca scientifica e dell'avanzamento delle conoscenze sul nostro passato. Alcune sono note dal secolo scorso (*H. habilis*, *H. rudolfensis*, *H. ergaster*, *H. erectus*, *H. antecessor*, *H. heidelbergensis*, *H. neanderthalensis*), altre sono di più recente scoperta (*H. floresiensis*, *H. naledi*, *H. luzonensis*) e ancora dibattute, altre (i cosiddetti Denisoviani) non sono ancora state formalizzate.

Le differenze tra le specie (variabilità **interspecifica**) sono prevalentemente morfologiche e di accrescimento e le variazioni più evidenti sono quelle a carico delle dimensioni e della forma del cranio e dei denti. Oltre che morfologicamente, alcune specie sono anche descritte su base genetica (Neanderthal), mentre dei Denisoviani si conosce quasi solo il genoma. Le variazioni morfologiche sono frutto di fattori adattativi, individuali e di popolazione, in relazione a cambiamenti della nicchia ecologica nel tempo e nelle varie aree geografiche, fattori demografici (es. dimensioni della popolazione), fattori casuali (deriva genetica). La scoperta di nuovi reperti che modificano l'ipodigma di ciascuna specie, la revisione di dati già noti, nuovi metodi di studio e nuove frontiere di ricerca (genomica e proteomica) applicate allo studio delle popolazioni del passato sia fossili che archeologiche, contribuiscono continuamente a ridefinire la variabilità di *Homo*, a livello sia interspecifico che intraspecifico, come anche a meglio comprenderne le complesse dinamiche evolutive.

Per quanto riguarda *Homo sapiens*, modificazioni a carico dello scheletro craniale e facciale attribuibili alla nostra specie compaiono nel Pleistocene medio in Africa tra 300 e 150 mila anni fa. Successivamente, *H. sapiens* diventa l'unica specie umana nella maggior parte delle aree continentali e dalla fine del Pleistocene (circa 45 mila anni fa) è l'unica, o praticamente unica, forma umana presente sul pianeta. È da questo

¹L'ipodigma è l'insieme che comprende tutti i fossili assegnati ad una determinata specie

momento che parliamo solo di variabilità **intraspecifica**, perché non esistono altre specie umane viventi, come neanche sottospecie di *H. sapiens*.

Pochissime sono le differenze rilevabili dall'analisi morfologica condotta su serie di scheletri moderni. Diversi tipi di fattori, che si possono individuare a partire dalla transizione olocenica (circa 12 mila anni fa) e anche più anticamente, che hanno agito anche in tempi storici e attuali, hanno comportato un aumento demografico e sempre più frequenti scambi, incroci e commistione tra popolazioni diverse e anche molto lontane tra loro, contribuendo ad una riduzione della variabilità dello scheletro. Se però si osserva più attentamente, si nota che gli scheletri presi in esame sono diversi uno dall'altro per una varietà di aspetti morfologici e morfometrici. Individui che hanno la stessa età, appartengono allo stesso sesso e fanno parte della medesima popolazione non saranno mai uguali, nemmeno nel caso di gemelli monozigoti.

In condizioni non patologiche si riconoscono diversi fattori di variazione, che sono in rapporto all'**età**, al **sesso**, alla **popolazione di appartenenza (o di provenienza)** e a fattori squisitamente **individuali**. L'ontogenesi, processo di accrescimento e sviluppo che porta dal feto all'adulto, comporta un aumento delle dimensioni e cambiamenti di forma delle ossa. Le differenze dello scheletro tra sessi (**dimorfismo sessuale**), sebbene moderate nell'uomo moderno e di grado diverso nelle diverse popolazioni, sono leggibili in diversi distretti (minore taglia nello scheletro femminile rispetto a quello maschile, assenza/presenza o diverso grado di espressione di alcuni indicatori). Variazioni individuabili tra popolazioni riflettono differenze ambientali, climatiche e geografiche, storiche e/o relative a diversi comportamenti e stili di vita. La variabilità scheletrica, e più in generale il **fenotipo**, è quindi frutto di una complessa interazione tra fattori di ordine endogeno (che include fattori propriamente genetici, il **genotipo**, come di accrescimento e sviluppo) ed esogeno (ambientale, nel senso più ampio: dalla vita intrauterina al contesto naturale e sociale di vita).

La variabilità scheletrica può essere osservata a diversi livelli e rilevata con strumenti e approcci metodologici diversi. Dal punto di vista macroscopico, si possono rilevare caratteri (o marcatori o indicatori) ossei e dentari attraverso l'osservazione (approccio **morfologico**) e/o le misurazioni (approccio **morfometrico**). Dagli anni '90 l'introduzione della morfometria geometrica e l'uso della scansione laser e della tomografia computerizzata, hanno consentito di ampliare l'osservazione fornendo gli strumenti per "catturare" la forma di un osso (o di un dente) in termini quantitativi, eliminando il fattore taglia e rendendo così più efficace il confronto tra reperti.

La variabilità morfometrica è per lo più **continua**. Ad esempio: i marcatori di sesso possono chiaramente indicare che uno scheletro appartenga ad un individuo di sesso maschile oppure ad uno femminile (agli estremi opposti della distribuzione), o anche mostrare una grande variabilità intermedia, tanto da rendere talvolta difficile la ricostruzione del profilo biologico. L'esercizio di mettere in "seriazione" diversi esemplari di uno stesso elemento osseo (per lunghezza, robustezza, o altra variabile) mette empiricamente in evidenza il concetto di variabile continua e il suo intervallo di variazione. Indicatori ossei e dentari a variabilità **discontinua** (o discreti, non metrici, talvolta detti "epigenetici") vengono talvolta utilizzati alla stregua di "marcatori genetici", in quanto possono fornire indicazioni, anche se non perfette, circa la

genealogia, i rapporti di parentela, e le distanze biologiche nelle e tra le popolazioni del passato.

Lo studio della variabilità dello scheletro può apparire come un esercizio a basso livello di difficoltà, ma se i caratteri e i metodi di rilevazione non sono correttamente scelti e/o se i dati ottenuti non sono opportunamente esaminati, il rischio di errori e derive interpretative è molto elevato, producendo scarsa attendibilità dei risultati. Per studiare correttamente la variabilità scheletrica, occorrono: formazione in biologia e, in particolare, in antropologia fisica, conoscenze di anatomia, fisiologia, biomeccanica e biometria (con conoscenze di statistica descrittiva e inferenziale), elementi di paleopatologia, pratica di laboratorio (manipolazione e osservazione di reperti in diverso grado di conservazione), competenze nella rappresentazione e nelle lettura integrata dei dati, anche nel caso si utilizzino analisi molecolari, biochimiche o chimico-fisiche. L'organizzazione della fase sperimentale è fondamentale e deve essere tenuta rigorosamente distinta da quella interpretativa. Inoltre, nella grandissima maggioranza dei casi, si lavora con reperti ossei e dentali umani provenienti da contesti archeologici, che si presentano spesso in cattivo stato di conservazione. Per molti degli aspetti sopra descritti, l'uso delle serie scheletriche moderne documentate (per età, sesso, causa di morte, attività svolte in vita) è estremamente utile in chiave comparativa nello studio della variabilità scheletrica umana. In Europa ve ne sono diverse, ad esempio: Spitalfields (Londra), Coimbra, Lisbona, Granada, Bologna, Firenze, Halstatt. Il loro studio consente di:

- **leggere** la variabilità dello scheletro dell'uomo moderno per età e sesso, in condizioni normali e patologiche, e quella di altri marcatori, essendo noti due dei principali fattori di variazione (età e sesso);
- **testare** metodi già in uso e **metterne** a punto di nuovi;
- **definire** l'intervallo di variabilità scheletrica dell'umanità attuale per effettuare confronti con il record fossile.

Queste osservazioni consentono di rilevare e interpretare con maggiore affidabilità le osservazioni su campioni ignoti (in ambito paleontologico, archeologico e forense), per i quali l'antropologo è chiamato a ricostruire il profilo biologico, l'inquadramento evolutivo, popolazionistico e paleoepidemiologico.

Bibliografia essenziale

1. Bass 2005
2. Buikstra e Ubelaker 1994
3. Finnegan 1978
4. Hillson 2014
5. Manzi 2017
6. Schaefer et al. 2009
7. T. D. White 2011

1.3 Antropologia e archeologia

L. Bondioli, V. Acconcia

L'interazione tra la ricerca archeologica e l'antropologia fisica, potenzialmente proficua, si concretizza di frequente in un percorso accidentato, per la difficoltà delle due discipline a coordinarsi in termini di obiettivi e strumenti.

L'archeologia, infatti, sviluppa una prospettiva essenzialmente finalizzata alla ricostruzione storica, su piccola o grande scala, basata su fonti quali la cultura materiale, le produzioni artistiche, l'epigrafia e le testimonianze letterarie, utilizzando spesso il dato antropologico come un elemento di mero supporto, interpretato senza considerarne la complessità implicita, se non anche sovrainterpretandolo.

Tale criticità si manifesta soprattutto nel campo delle ricerche archeologiche sui contesti funerari, dai quali si è sviluppata una specifica branca della disciplina, applicata allo studio delle necropoli e definita "archeologia della morte". Al contempo, questi contesti rappresentano la sorgente primaria di informazioni per la ricerca bioantropologica. L'archeologia della morte ha adottato approcci metodologici diversi, fortemente influenzati dalla demoeoantropologia, interpretando le relazioni tra evidenze biologiche e cultura materiale per ricostruire gli assetti interni delle comunità antiche.

In questa prospettiva la corrente di pensiero della cd. *New Archaeology*, influenzata dagli studi processuali di matrice anglosassone negli anni '70 e '80 del secolo scorso, ha ipotizzato una relazione diretta tra il record funerario (comprensivo delle modalità di sepoltura, composizione e distribuzione dei sepolcreti, definizione delle classi di età, genere e status) e la struttura delle comunità di riferimento. Al contrario, la corrente cd. "post-processualista", formatasi anch'essa in ambito anglosassone ma nutritasi dell'apporto degli studi di antropologia culturale di scuola francese e seguita anche in Italia, ha messo in dubbio tale paradigma, ponendo alla base della composizione di qualsiasi "comunità dei morti", processi di selezione e scelte di autorappresentazione dettate da ragioni definibili non solo attraverso l'analisi dei dati materiali e di quelli biologici.

Nell'ambito dello scavo archeologico e nella successiva fase di laboratorio, le informazioni che generalmente sono richieste dall'archeologo all'antropologo sono quelle cosiddette di base: il sesso degli individui e la loro età alla morte; la presenza di possibili patologie o di eventi traumatici; la demografia del contesto; la presenza di tracce di attività usuranti o meno. Menzione a parte riguardano lo studio dei processi tafonomici, cui l'antropologo può rispondere meglio se presente allo scavo.

Tutto ciò è alla base della raccolta dei dati antropologici, anche se va sottolineato come spesso alcune domande non possano essere di norma soddisfatte. Tra queste, le cause e la modalità di morte, nonché l'appartenenza popolazionistica di singoli individui che appaiono morfologicamente "diversi".

Tanto quanto il contesto funerario è reso complesso dai fenomeni di processi di selezione e scelte di autorappresentazione, il contesto antropologico è costretto entro fattori limitanti, dato che le inferenze sulla popolazione di origine sono sempre in-

fluenzate da fenomeni di mortalità selettiva, suscettibilità individuale e stazionarietà o meno della popolazione. L'impossibilità o la difficoltà di stimare questi parametri, la scarsa reattività dell'osso alla malattia e la presenza di campioni spesso fortemente distribuiti nel tempo vengono a formare le basi del cosiddetto *Osteological Paradox*.

In aiuto, le tecnologie moderne quali le analisi chimico-fisiche e biomolecolari (DNA antico umano e di patogeni, analisi degli isotopi stabili, le analisi in istologia classica e virtuale e molto altro) effettuate sui resti antropologici consentono però di superare in parte queste limitazioni, costruendo osteobiografie individuali e ricostruzioni quasi-longitudinali della popolazione, andando a studiare fenomeni avvenuti prima della morte, anche di decenni.

Ragionando per obiettivi, le domande dell'archeologo si possono così riassumere e le risposte dell'antropologo saranno in funzione sia della qualità/quantità della rappresentazione dei reperti bioarcheologici *sensu lato* sia delle risorse economiche a disposizione per la ricerca:

- è possibile evidenziare la diversità di deposizione e la variabilità del trattamento funerario? (analisi tafonomica, analisi della struttura microscopica dell'osso);
- nell'analisi di cremazioni, è possibile definire modalità del rituale? (analisi tafonomica, analisi della struttura microscopica dell'osso);
- è il profilo demografico del campione una buona approssimazione del profilo di mortalità della popolazione di riferimento? (età alla morte e sesso per via morfologica o macromolecolare);
- è possibile evidenziare partizioni nel record funerario? (analisi della distribuzione delle età e dell'accesso alle risorse di cibo);
- è possibile valutare il profilo di mortalità infantile in presenza di resti scheletrici di subadulti? (età alla morte morfologica e istologica e sesso per via macromolecolare)
- è possibile una ricostruzione della dieta individuale? (analisi isotopi stabili, cfr. capitolo 1.7);
- è possibile ricostruire il quadro paleopatologico della popolazione? (analisi del DNA dei patogeni, analisi morfologica della patologie ossee – analisi specifica – analisi dei marcatori di stress – analisi aspecifica, vedi 1.9);
- è possibile valutare il tasso di individui nati in contesti geografici diversi? (analisi isotopi dello stronzio, cfr. capitolo 1.7);
- è possibile ricercare rapporti di parentela tra gli individui e/o tra i raggruppamenti sepolcrali, se presenti? (analisi morfologiche – bassa risoluzione– e del DNA antico – alta risoluzione);

- è possibile stimare i tassi di stress e le modalità di nutrizione (allattamento svezzamento) degli infanti? (analisi istologiche e chimiche ad alta risoluzione);
- è possibile definire le ascendenze degli individui ed eventualmente del gruppo? (analisi del DNA antico, cfr. capitolo 1.8);
- è possibile ricercare fenomeni sociali quali discriminazioni di genere o di età su base nutrizionistica, di mortalità o di stress? (la risultanza di tutte le analisi)

Bibliografia essenziale

1. Binford 1971
2. d'Agostino 1985
3. Duday 2006
4. Duday 2009
5. Earle et al. 1987
6. Hodder 2012
7. Morris e Ian 1992
8. Nizzo 2015
9. M. P. Pearson 1982
10. M. Pearson 1999

1.4 Tafonomia: contesti e processi

M. G. Belcastro, P. F. Rossi

La conoscenza dei processi tafonomici² è essenziale per la corretta interpretazione dei contesti paleontologici, archeologici e forensi. Al fine di ottenere una visione d'insieme completa ed esaustiva, è auspicabile e rilevante un approccio interdisciplinare tra Antropologia, Paleontologia, Archeologia, Medicina legale, e comparativo con discipline storiche ed etnografiche.

La tafonomia è una disciplina paleontologica nata per studiare quei processi che portano alla fossilizzazione di resti organici e oggi si estende allo studio di quali trasformazioni/modificazioni, naturali o intenzionali, abbia subito un corpo dopo la morte. In ambito antropologico, la conoscenza di questi processi aiuta a distinguere ciò che è legato a fattori naturali da ciò che è legato al rito funerario; ad esempio, segni rilevabili sulle ossa potrebbero essere di origine naturale (impronte di radici, segni di denti di roditore ecc.) oppure potrebbero essere indicativi di trattamenti secondari del cadavere (es. scarnificazione, smembramento). Inoltre, i processi tafonomici possono mimare condizioni patologiche e modificazioni culturali sulle ossa (fig. 1.2). Un'erosione dell'osso corticale dovuta alla percolazione di acqua o all'azione localizzata di microrganismi, potrebbe confondersi con le lesioni litiche conseguenti ad alcune patologie; la deformazione di una sepoltura dovuta alla pressione del terreno potrebbe essere scambiata per una deformazione rituale. Per questi motivi, chi si avvicina allo studio della tafonomia deve avere competenze interdisciplinari, in ambito antropologico, paleontologico, archeologico e di medicina legale, e deve avere conoscenze storiche ed etnografiche sui riti funerari delle popolazioni antiche e moderne.

I fattori che agiscono dopo la morte di un individuo possono essere così raggruppati:

- **Fattori naturali:**

- **Fattori fisico-chimici:** pH, permeabilità e temperatura del suolo, quantità e composizione dell'acqua, spessore, consistenza, pressione e movimenti del terreno, luogo di ricovero, esposizione agli agenti atmosferici;
- **Fattori biologici non umani:** azione di microrganismi, di carnivori e roditori, azione meccanica e chimica delle radici di piante.

- **Fattori antropici:**

- **Involontari:** attività di scavo, lavori edili o agricoli, ecc.;
- **Volontari:** interventi su cadavere e/o scheletro, (antichi o recenti).

Questi fattori interagiscono tra loro in modo complesso. Ad esempio, il pH di un terreno dipenderà sia dai fattori fisico-chimici del substrato, sia dalla microbiologia del

²Tafonomia (τάφος=sepoltura νόμος= legge): termine coniato da Efremov (1940) per definire la disciplina che studia il destino dei resti organici dopo la morte e dei processi che trasformano la biosfera in litosfera.



Figura 1.2: a) Frontale del cranio di un individuo adulto di sesso maschile in cui si osserva l'esito di fenomeni tafonomici: impronta di radici (*root etching*) su parte del tavolato esterno e discolorazione della regione glabellare per esposizione alla luce del sole; b) Cranio infantile (1 anno) con rimodellamento osseo (*woven bone*) di carattere patologico su porzione del parietale sinistro. Collezione scheletrica documentata UNIBO.

suolo; il processo di decomposizione di un cadavere dipende da fattori naturali e dal trattamento funerario riservato al defunto.

In ambito antropologico, l'interesse primario di chi studia la tafonomia, è quello di ricostruire il **rito** funerario, a partire dai **gesti** di chi ha trattato il defunto. Ma per poter capire quali alterazioni del cadavere siano riconducibili alla volontà umana e quindi collegate al gesto funerario, è necessario conoscere le dinamiche naturali a cui vanno incontro i corpi dopo la morte.

In alcune situazioni particolari, le condizioni ambientali possono favorire la conservazione dei tessuti molli. La combinazione di pH acido in ambienti umidi e non ossigenati (ad es. nelle torbiere) favorisce la conservazione dei corpi (*bog bodies*). Quando il clima è secco (molto freddo o molto caldo) o in ambienti in cui vi è una rapida evaporazione o assorbimento dei liquidi, il corpo può naturalmente andare incontro a **mummificazione** nel giro di 6-12 mesi: si conservano i tessuti molli disidratati ed essiccati (pelle, muscoli e cellule integre ma prive d'acqua). Un processo simile è la **corificazione** che avviene invece in ambienti umidi e chiusi e che si completa nel giro di 1-2 anni. In questo caso, i tessuti molli assumono un aspetto simile al cuoio e non si conservano cellule.

A parte queste situazioni particolari, nella gran parte dei casi con cui un antropologo avrà a che fare, il cadavere è andato incontro a scheletrizzazione³.

I tempi di scheletrizzazione dipendono da molti fattori: se il corpo è esposto all'aria, questa può avvenire tra 2 (nel periodo estivo) e 10 (nel periodo invernale) mesi; se invece il corpo è interrato, il processo è più lento (2-5 anni). L'ambiente e la stagione sono molto importanti: in ambienti caldi e umidi, dove è favorita l'attività di microorganismi e insetti, la scheletrizzazione può avvenire anche in poche settima-

³La scheletrizzazione è la fase finale del processo di putrefazione e consiste nella perdita di tutti i tessuti molli e nella riduzione a scheletro del cadavere.

ne. In climi temperati essa si verifica in 12-18 mesi e occorrono circa 3 anni perché uno scheletro sia libero da tessuti molli (periostio, tendini e legamenti). Le mani e piedi sono i primi distretti a disarticolarsi, pelvi e colonna vertebrale gli ultimi. Una volta esposto, lo scheletro a sua volta può subire successive modificazioni fino alla disintegrazione e dispersione dei resti.

Dopo la scheletrizzazione, la combinazione tra pH, temperatura e aerazione del suolo determina lo stato di conservazione dei resti scheletrici. Terreni ben drenati e ossigenati, con pH neutro o lievemente alcalino, in zone temperate, favoriscono la conservazione dello scheletro.

Ai processi che avvengono naturalmente sui cadaveri, si possono aggiungere i fattori antropici. Si parla di interventi *peri-mortem* (per esempio esiti di operazioni non andate a buon fine, cremazione del defunto, smembramento, interrimento ecc.), se questi fattori intervengono nei giorni vicini alla morte dell'individuo (poche settimane prima o dopo), o *post-mortem* se invece intervengono settimane dopo la morte, quando la decomposizione è già in fase avanzata (es. asportazioni di parti dello scheletro, rimaneggiamenti predeterminati e non).

La distinzione tra interventi *peri-mortem* e *post-mortem* è essenziale per cercare di ricostruire il rito funerario. Sia i dati raccolti sullo scavo che le osservazioni fatte sui reperti in laboratorio possono contribuire allo scopo. Gli interventi *peri-mortem* vengono effettuati quando i tessuti molli non sono completamente putrefatti e l'osso è ancora "fresco"; quelli *post-mortem* invece quando il processo di scheletrizzazione è completo e l'osso "secco". L'osservazione dello stato di connessione dei vari elementi dello scheletro permette quindi di capire se ci sono stati rimaneggiamenti successivi alla decomposizione di tendini e legamenti. Lo studio microscopico delle lesioni sulle ossa invece permette di comprendere, attraverso il tipo di reazione più e meno elastica del tessuto, se l'intervento è avvenuto su osso "secco" o "fresco" (fig. 1.3).

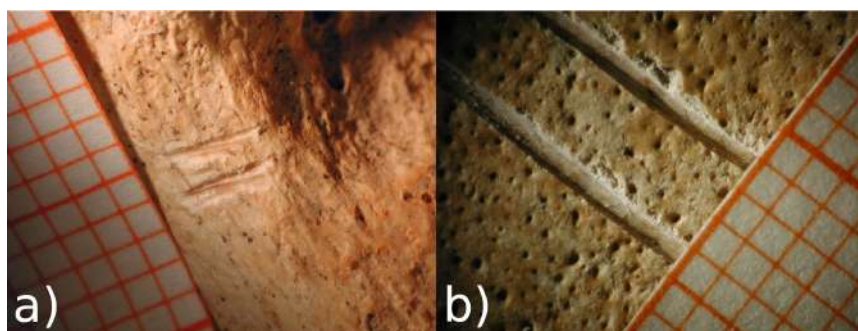


Figura 1.3: Esito di lesioni da taglio su osso fresco (a) e su osso secco (b) sul tavolato esterno di cranio umano. Il bordo della lesione sull'osso secco (b) è irregolare per il distacco di piccole schegge.

La valutazione tafonomica di un contesto con resti umani quindi richiede di riconoscere le caratteristiche legate a fenomeni naturali vs. quelle riconducibili ad interventi intenzionali e deve essere fatta a partire dallo scavo, registrando ogni informa-

zione relativa al contesto di rinvenimento, superando quella che Duday (2011) definisce “l’aberrazione epistemologica per cui il defunto viene trattato come elemento estraneo ed escluso da una valutazione globale della sepoltura” e convogliando “l’attenzione verso il morto che rappresenta la ragion d’essere della stessa”.

Occorre porre attenzione anche alla terminologia per disambiguare gli esiti di agenti tafonomici naturali da quelli di interventi intenzionali. Termini quali “scheletri manomessi, scomposti, decapitati, sacrificio umano...”, che possono venire utilizzati per descrivere ciò che emerge in fase di scavo, racchiudono già un’interpretazione che precede la rilevazione del dato in laboratorio che consente di attestare se effettivamente quelle osservazioni si riferiscano ad azioni intenzionali o siano frutto di eventi naturali. Questo è un errore metodologico, non casuale o accidentale, e che pertanto può comportare accumulo e reiterazione di informazione errata. Occorre sempre separare rigorosamente il carattere osservato (dato) (es. una lesione alla base del cranio) dall’azione che lo ha procurato (es. decapitazione) che fa parte, come la motivazione di quell’azione, di un piano interpretativo successivo a cui possono contribuire a scopo comparativo altre discipline, storiche ed etnografiche.

Bibliografia essenziale

1. Behrensmeyer et al. 2000
2. Borgognini Tarli e Pacciani 1993
3. Duday 2009
4. Gowland e Knüsel 2006
5. Knüsel e Robb 2016
6. Schotsmans et al. 2017

1.5 La ricostruzione del profilo biologico

L. Bondioli, P. F. Rossi

La vita dell'individuo è ricostruibile attraverso le caratteristiche morfologiche del suo scheletro e quelle della composizione dei suoi tessuti mineralizzati. Tale ricostruzione costituisce il punto di partenza per la conoscenza della popolazione archeologica e delle interazioni con l'ambiente e con le popolazioni limitrofe.

Lo studio delle dinamiche (paleo)antropologiche assume diverse rilevanze a seconda che si studi un campione con adeguata numerosità di individui da una popolazione (nella assoluta maggioranza dei casi scheletrica) o si intervenga su singoli reperti, generalmente fossili o comunque pre-olocenici.

In entrambi i casi l'obiettivo è la ricostruzione individuale di parametri caratterizzanti l'intera o gran parte della vita dell'individuo (sesso, accrescimento, morfologie e morfometrie, dieta, patologie croniche e degenerative, *taxon*⁴ di appartenenza, discendenze, rapporti parentali) o momenti fondamentali della storia biologica individuale (età alla morte, nascita, svezzamento, mobilità territoriale, patologie acute anche infettive).

Allorquando si riesca a includere le ricostruzioni individuali entro un contesto storico-archeologico consistente sarà possibile delineare le principali caratteristiche della popolazione di origine, sempre tenendo conto del filtro imposto dalla natura di campione di mortalità che per sua natura non rappresenta la porzione vivente di un gruppo ma il quanto rimane di essa una volta filtrato dalla mortalità che è spesso selettiva.

Le osteobiografie

Ogni sistema scheletrico custodisce i dati del percorso in vita dell'individuo e l'individuo è il punto di partenza per la ricostruzione della vita all'interno di una comunità.

L'analisi antropologica individuale, con la rilevazione di quelle caratteristiche morfologiche che segnalano la presenza di alterazioni più o meno importanti del normale bioritmo, fino a evidenziare la presenza di patologie vere e proprie, è da considerarsi quindi imprescindibile per lo studio di qualsiasi gruppo umano, e nel contempo propedeutica per la comprensione delle dinamiche della popolazione e dei suoi rapporti con l'ambiente.

Negli ultimi decenni lo sviluppo di raffinate tecnologie e la loro applicazione in bioarcheologia, ha permesso all'archeoantropologia di avvalersi di metodologie e strumentazioni di ricerca con il vantaggio di rendere l'analisi più quantitativa e di produrre un dato altamente riproducibile, rendendo minimo il margine di errore dovuto alla interpretazione del singolo ricercatore.

⁴*Taxon* (pl. *taxa*) è il nome con cui si indica una qualsiasi categoria sistematica; specie, genere, famiglia ecc. sono *taxa*.

Metodologie di analisi morfologica quali la *Geometric Morphometrics* permettono di analizzare la forma dei distretti scheletrici contribuendo alla ricostruzione delle morfologie complessive o a fornire importanti contributi nel campo della filogenesi della nostra specie, ma anche, considerando segmenti temporali a noi più vicini, a definire le eventuali eterogeneità morfologiche (per sesso, ad esempio) della serie scheletrica in studio.

Le nuove frontiere della ricerca, offrono inoltre l'opportunità di entrare nella struttura fine dei tessuti, di analizzarla, per rivelare, al di là di ogni dubbio interpretativo quali percorsi gli individui abbiano seguito nella loro vita contribuendo in definitiva al popolamento del pianeta. Analisi isotopiche, per ricostruire dieta e spostamenti, DNA antico per definire parentele tra gruppi umani e provenienze, analisi dell'amelogenina per riconoscere su base macromolecolare l'attribuzione del sesso. Accanto a queste che prevedono la distruzione di quantità, pur minime, dei tessuti scheletrici, sono da considerare quelle analisi non invasive che arrivano all'interno delle strutture senza distruggerle (tomografie, microtomografie - sia a raggi X che a neutroni - risonanza magnetica ad alta risoluzione, microscopia elettronica a scansione con microanalisi).

Il *corpus* di dati ottenuti da tutte queste analisi permette di elaborare il profilo biologico dell'individuo, la sua osteobiografia, e da esso quello della popolazione a cui appartiene, con le note e già dette limitazioni.

Il profilo demografico

Quando si parla di gruppi di individui, generalmente caratterizzati da una comune appartenenza ad un contesto funerario, la determinazione del sesso e dell'età alla morte è condizione di base per una corretta interpretazione della stragrande maggioranza dei dati sia (paleo)antropologici sia di archeologia funeraria. Sesso (e il genere, sua declinazione nella società, se rilevabile) ed età alla morte sono infatti i requisiti minimi di conoscenza per la comprensione di come si articolò la società in studio, almeno nel suo riflesso nella comunità dei morti.

Tutto il resto delle informazioni deducibili dallo scheletro e dai denti deve necessariamente essere ricondotto a questi due parametri fondamentali.

Di contro, la ricostruzione delle dinamiche demografiche da contesti funerari è cosa non facile. Un contesto funerario parla dei vivi attraverso i morti e il rapporto tra le due comunità non è mai semplice (archeologicamente in particolare) e spesso parziale e incompleto (antropologicamente). Ciò nonostante, come i prossimi capitoli dettaglieranno metodologicamente, la quantità e la qualità dei dati ottenibili dai resti antropologici è talmente elevata da fornire quadri illuminanti delle società del passato e svelare comportamenti sociali, popolazionistici e financo evolutivi altrimenti irraggiungibili. È oggi sorprendente come, ad esempio, l'analisi del DNA sia stata determinante per la comprensione delle origini di alcune società moderne (popolamento dell'Oceania, delle Americhe, dell'Asia Media, la questione indo-europea, la rivoluzione neolitica, etc.).

Infine, nelle popolazioni antiche da orizzonte archeologico, il segmento infantile della popolazione troppo spesso sfugge all'analisi, soprattutto per una ritualità di seppellimento diversificata e spesso non coerente con il corrispettivo segmento adulto. Va comunque considerato che i denti permanenti conservano memoria dell'infanzia e la micro analisi dei tessuti mineralizzati che li compongono (specialmente lo smalto) e offrono un quadro esaustivo dei livelli di stress della popolazione infantile. L'analisi dei denti decidui, qualora presenti, è poi oltremodo informativa fornendo dati addirittura relativi al periodo prenatale e al momento della nascita.

Limiti e problematiche

I limiti dell'indagine morfologica, sia dell'individuo normale che in quello patologico sono comunque numerosi. Nella ricostruzione delle osteobiografie e nella definizione dei profili demografici e paleopatologici del campione, la fase di inferenza sulla popolazione di riferimento è sempre complessa e mai esaustiva. Complessi fenomeni della genesi del record osteologico, la presenza di variabili non quantificabili direttamente quali la stazionarietà della popolazione, la suscettibilità individuale alle patologie, i fenomeni di mortalità selettiva hanno condotto a definire quello che è comunemente chiamato l'*Osteological Paradox*, da un articolo fondamentale di Wood e coautori del 1992. Oggi, a oltre venti anni da questo contributo, la prospettiva di limitazione dell'efficacia delle ricostruzioni è pienamente e consapevolmente accettata da chi fa ricerca in archeoantropologia. I nuovi approcci (le osteobiografie, il DNA antico, gli isotopi, l'istologia, la proteomica antica etc.) sono sempre tesi a superare tali limitazioni e parlano oggi non più e non solo della morte degli individui ma anche, e soprattutto, della loro vita.

Bibliografia essenziale

1. Antonio et al. 2019
2. Craig et al. 2009
3. DeWitte e Stojanowski 2015
4. Larsen 2010
5. Larsen 2018
6. Lugli et al. 2019
7. Müller et al. 2019
8. Scheidel 2018
9. Slice 2005
10. Sperduti, Bondioli et al. 2012

1.6 Analisi morfologiche e morfometriche

A. Riga, L. Bondioli

La descrizione dello scheletro e dei denti è lo strumento più immediato che abbiamo a disposizione per estrarre informazioni dai resti umani. Attraverso l'osservazione e la misurazione si possono ottenere dati ripetibili e comparabili; questo procedimento è alla base del metodo scientifico.

La morfometria è un approccio quantitativo alla descrizione dei resti umani; tradizionalmente si avvale di distanze lineari, angoli o archi di cerchio per descrivere la variabilità scheletrica. La morfologia è un approccio di tipo qualitativo che, attraverso l'osservazione, permette di descrivere i resti umani in termini di forme.

Morfometria

A partire dalla fine del XVIII secolo gli antropologi hanno codificato misure lineari e angoli per descrivere in termini quantitativi aspetti dello scheletro e del corpo umano. Nel corso della storia dell'antropologia, questa attitudine alla misurazione come mezzo di descrizione della variabilità morfologica è stata largamente e intensamente perseguita. Basti pensare che il *Lehrbuch der Anthropologie* di Rudolf Martin (1914) riporta ben 109 misure e 41 (varianti escluse) indici soltanto per descrivere il neurocranio, la porzione del cranio che contiene l'encefalo.

Anche se questa quantità di variabili può apparire eccessiva e ridondante, la morfometria ha dei vantaggi che l'hanno resa indispensabile per lo studio scientifico della variabilità scheletrica umana. Infatti le misure sono osservazioni facilmente ripetibili e relativamente poco soggettive; inoltre, attraverso la misurazione si ottengono dati di tipo continuo, facilmente trattabili statisticamente.

In passato, la morfometria è stata utilizzata molto come uno strumento per costringere la variabilità della nostra specie in categorie definite, oggi desuete in quanto prive di realtà, quali i tipi umani e le razze. Oggi, il nuovo paradigma dell'antropologia, intesa come storia naturale degli esseri umani, ha superato la vecchia e obsoleta visione delle popolazioni umane in chiave gerarchico-razziale. La variabilità è al centro dell'indagine antropologica, poiché è la materia prima su cui agisce l'evoluzione. La morfometria resta uno degli strumenti migliori che un antropologo ha a disposizione per la descrizione di questa variabilità.

Morfologia

L'approccio morfologico, attraverso la descrizione della forma e della struttura dello scheletro, offre un altro metodo per lo studio della variabilità. Utilizzando solo misure lineari, angoli e archi di cerchio, non è possibile cogliere altri rilevanti aspetti della variabilità scheletrica, quali creste e cuspidi sulle corone dei denti, faccette accessorie sulle articolazioni, porosità e rugosità sulle ossa, sviluppo di apòfisi⁵ e aree di en-

⁵Le apòfisi o processi sono porzioni di osso che sporgono dal corpo principale.

tèsi⁶. In questi casi la descrizione morfologica, anche se spesso produce osservazioni soggettive e/o poco ripetibili, è l'unica possibilità di cogliere e descrivere la variabilità delle forme, anche se oggi moderni approcci, ancora non del tutto perfezionati, di rilevamento digitale/fotogrammetrico possono contribuire a rendere meno soggettivi i rilevamenti.

La descrizione anatomica è essenziale nella definizione delle specie nel record fossile. La morfologia generale, singoli dettagli anatomici o la compresenza di alcuni caratteri in un fossile, possono essere indicativi della sua collocazione tassonomica⁷, anche in situazioni di alta frammentarietà in cui è impossibile applicare tecniche morfometriche (semi)quantitative. Anche nello studio delle popolazioni più recenti la morfologia gioca un ruolo importante. Alcune combinazioni di caratteri anatomici sui denti e sul cranio sono più frequenti in determinate popolazioni, e rappresentano un buon compromesso, pure se con potere informativo minore, per studiare i rapporti tra popolazioni archeologiche senza ricorrere a studi più impegnativi in termini economici e di tempo e più invasivi, come il DNA antico.

La morfologia e la morfometria interna

Lo sviluppo di nuove tecnologie in campo bio-medico e informatico ha rivoluzionato l'approccio classico agli studi morfometrici e morfologici. La Tomografia Computerizzata (TC) è diventata uno strumento accessibile ai ricercatori e, con le microTC⁸ e le microtomografie in luce di sincrotrone⁹, ha raggiunto livelli di definizione elevatissimi, permettendo di studiare nel dettaglio le strutture interne dello scheletro e dei denti in maniera non invasiva. Per fare un esempio su tutti, mentre fino a pochi decenni fa la morfologia dei denti poteva essere studiata soltanto sulla superficie esterna della corona, adesso è possibile separare virtualmente la dentina dallo smalto, studiando anche nel dettaglio la giunzione dello smalto con la dentina, area di grande interesse in ambito evolutivo, rendendo molto più facile osservare caratteri diagnostici e permettendo di misurare con estrema accuratezza porzioni anatomiche altrimenti impossibili da valutare, come il volume dello smalto (fig. 1.4).

⁶Le entèsi sono le aree delle ossa da cui originano o su cui si inseriscono i muscoli e i tendini. Spesso si riconoscono come aree morfologicamente ben distinte sulle ossa (ad es. rugosità e rigonfiamenti).

⁷La tassonomia è la disciplina della sistematica che si occupa delle regole nomenclaturali e delle tecniche di classificazione degli esseri viventi all'interno di un sistema gerarchico.

⁸Le microTC sono strumenti che permettono di ottenere immagini delle strutture interne, misurando l'attenuazione dei raggi X che attraversano l'oggetto. Rispetto alle normali TC riescono a fornire immagini ad una risoluzione migliore (nell'ordine dei *micron*)

⁹Il sincrotrone è un acceleratore di particelle di forma circolare in cui, grazie a un campo elettromagnetico, particelle subatomiche cariche vengono accelerate a velocità prossime a quella della luce. Le particelle in accelerazione emettono radiazioni elettromagnetiche (raggi X) in direzione tangente a quella del moto delle particelle. I fasci di radiazione sono collimati su linee apposite e vengono sfruttati per vari scopi, tra cui la creazione di immagini radiografiche e tomografiche ad altissima risoluzione (anche al di sotto del *micron*).

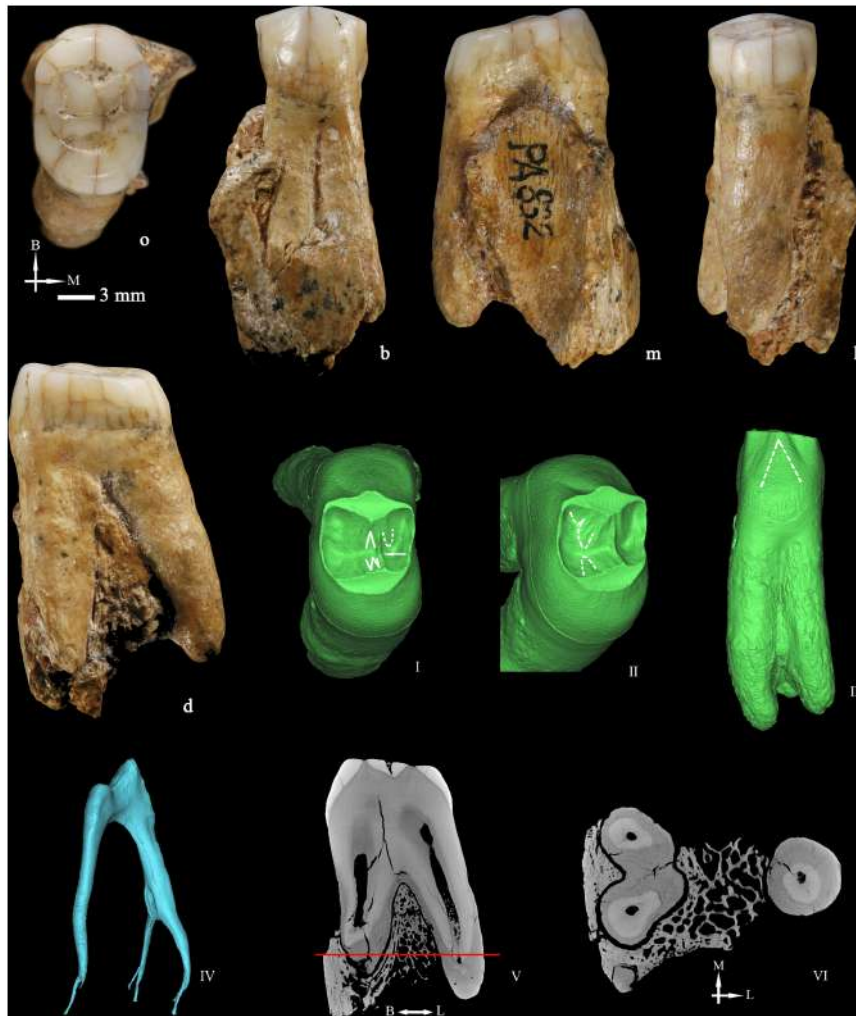


Figura 1.4: Primo molare superiore di un essere umano del Pleistocene Medio, dal sito di Longtan Cave (Hexian, China) visto dalle facce occlusale, buccale, mesiale, linguale e distale). Nelle immagini in verde (I, II, III) lo smalto è stato rimosso virtualmente e la giunzione smalto dentina messa in evidenza. Nell'immagine in celeste (IV) sono stati estratti virtualmente i volumi della cavità e dei canali pulpari. Nelle ultime due immagini una sezione sagittale (V) e una sezione trasversale (VI) ottenute dai dati digitali. Immagine: Xing et al. 2014.

La morfologia funzionale

Uno degli aspetti in cui morfologia e morfometria si sono incontrate è lo studio dello scheletro in termini funzionali e adattativi. La forma di un qualsiasi organo è correlata alla funzione che svolge, perciò studiando la forma dello scheletro e dei denti possiamo ottenere informazioni sulla loro funzione.

A partire da questo concetto, si è sviluppato in ambito antropologico l'approccio biomeccanico che, mutuando tecniche ingegneristiche, permette di indagare le reazioni delle strutture scheletriche alle sollecitazioni e di ricavare informazioni sulla loro funzione. La biomeccanica si avvale dei metodi dell'antropologia virtuale, che permettono lo studio di questi aspetti su modelli virtuali ricavati da Tomografie Computerizzate o da scanner 3D. Tra le tecniche più utilizzate ci sono la geometria delle sezioni (*cross-sectional-geometry* – CSG) e l'analisi degli elementi finiti (*finite elements analysis* – FEA). Le loro applicazioni in ambito antropologico sono molteplici. In paleoantropologia possono essere applicate allo studio della locomozione o della masticazione comparando i risultati ottenuti per la nostra specie con quelli di altre specie fossili e viventi. In bioarcheologia, la CSG ha una notevole influenza sullo studio dei pattern di attività delle popolazioni antiche.

La morfometria geometrica

Gli sviluppi statistici e informatici hanno invece reso possibile una sintesi tra morfologia e morfometria. Se la morfometria classica doveva rinunciare allo studio delle forme e la morfologia non aveva la possibilità di basarsi su dati quantificabili, la morfometria geometrica ha reso possibile quantificare le variazioni di forma e studiarle con tecniche statistiche. Il concetto alla base di questa tecnica è la sostituzione delle misure lineari tra due punti di repere¹⁰ (*landmarks*) registrati come coordinate spaziali (in due o tre dimensioni) di questi stessi punti. Così, laddove per descrivere il rapporto spaziale tra n *landmarks* erano necessarie $n(n-1)/2$ misurazioni, con la morfometria geometrica è sufficiente avere le coordinate spaziali dei punti di interesse. Inoltre si può descrivere quantitativamente la forma di curve e superfici attraverso particolari punti di repere, detti *semilandmarks*¹¹ (fig. 1.5).

Ma la potenzialità più interessante della morfometria geometrica è quella di poter trattare separatamente forma (*shape*) e dimensioni (*size*): questo la rende uno strumento insostituibile per tutti quegli studi interessati ad indagare contemporaneamente i cambiamenti nella *shape* indipendentemente dai cambiamenti nelle dimensioni, da un lato, e come funzione dei cambiamenti dimensionali dall'altro, come richiesto dagli studi sul dimorfismo sessuale, sull'ontogenesi, sull'allometria e sull'eterocronia¹².

¹⁰I punti di repere (*landmarks* in inglese) sono punti anatomici standard (definiti in base al concetto di omologia), la cui identificazione è univoca in individui diversi. Il loro riconoscimento è alla base di qualsiasi misura che sia ripetibile e confrontabile.

¹¹I *semilandmarks* sono particolari punti di repere che permettono di quantificare curve e superfici, in due o tre dimensioni, che possano essere considerate omologhe tra loro.

¹²L'allometria è l'accrescimento relativo differenziale durante l'ontogenesi: ad esempio, i cambia-

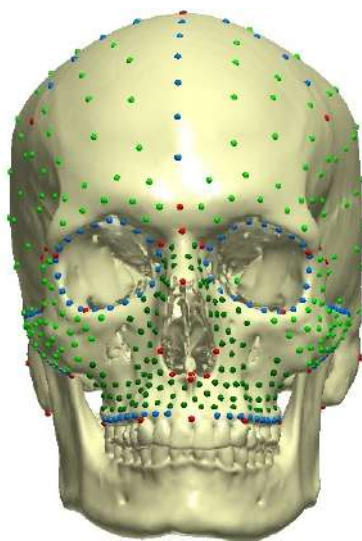


Figura 1.5: Modello tridimensionale di un cranio umano. I *Landmarks* (in rosso) sono punti anatomici ben definiti e omologhi (ad es. i punti di contatto tra due ossa); i *semilandmarks* sono invece punti matematicamente analoghi che permettono di descrivere curve (ad es. il contorno delle orbite, in blu) e superfici (ad es. la superficie dello zigomo, in verde). Immagine modificata da Rmoutilová et al. 2018

L'approccio microscopico

Gli attuali avanzamenti tecnologici offrono di contro un potente insieme di strumenti analitici in grado di migliorare la qualità e la quantità delle informazioni che possono essere recuperate dallo studio dei tessuti mineralizzati dello scheletro e dei denti. Tra di essi l'analisi istomorfometrica avanzata - cioè l'analisi microscopica di sezioni sottili di denti e di osso - sia classica che, più recentemente, virtuale (tramite microtomografia in luce di sincrotrone) permette di rivelare aspetti specifici della vita individuale (tassi di rimodellamento osseo, patologie) e di aprire, nel caso dei denti sia decidui sia permanenti, una finestra cognitiva sulla vita prenatale ed infantile (sino alla prima adolescenza). I denti, infatti, conservano un accurato archivio biologico della crescita individuale, dello sviluppo, della dieta, della chimica e di possibili patologie. Inoltre, i denti registrano inalterati i tassi di crescita individuali che possono essere misurati direttamente grazie all'orologio giornaliero su cui si basa la loro struttura a strati. Infine, la crescita dei denti è correlata a quella di tutto il corpo e quindi le informazioni che possono essere tratte dal suo studio possono essere estese, in una certa misura, allo studio delle traiettorie ontogenetiche delle popolazioni attuali e dei nostri antenati, in una prospettiva evolutiva.

Accoppiando all'analisi istologica classica l'analisi chimica elementare ed isotopica

menti nella proporzione tra testa e corpo di un bambino e di un adulto sono legate ad accrescimento allometrico. L'eterocronia è il ritardo o l'accelerazione selettiva dello sviluppo di singoli tratti, di complessi di caratteri correlati o di interi fenotipi.

ad alta risoluzione dei tessuti dentari è inoltre possibile tracciare a livello individuale, con alta precisione cronologica, eventi quali le modalità di allattamento, lo svezzamento, la mobilità territoriale, i cambiamenti di dieta. L'istologia classica è per sua natura una tecnica analitica distruttiva (i reperti devono essere tagliati con microtomi). È comunque possibile ridurre al minimo il danno, attraverso la ricostruzione dei reperti dopo il taglio, con tecniche di restauro derivate dall'odontoiatria conservativa.

Bibliografia essenziale

1. Dean 2010
2. Hillson 2014
3. Schaefer et al. 2009
4. Slice 2005
5. T. M. Smith e Tafforeau 2008
6. T. D. White 2011
7. Weber et al. 2011

1.7 Analisi isotopiche

M. A. Tafuri, C. Cavazzuti

Per tutta la seconda metà del '900 e ancor di più negli ultimi 20 anni l'analisi degli isotopi ha contribuito a fornire dati essenziali per la ricostruzione storica, biologica e comportamentale sia delle comunità del passato, sia di singoli individui la cui storia particolare (*life history*) esemplifica nel dettaglio quella dei loro contemporanei (si pensi, ad esempio, all'Uomo del Similaun).

In archeologia gli obiettivi principali delle analisi chimico-fisiche sono: ^{14}C per le datazioni assolute; $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{34}\text{S}$ per l'indagine sull'alimentazione; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e $\delta^{18}\text{O}$ per l'analisi della mobilità individuale.

Il campionamento di resti scheletrici umani finalizzato alle indagini isotopiche è vincolato al tipo di elementi che si intende indagare. Il rapporto isotopico di elementi chimici (essenziali e non-essenziali) può essere misurato sia nella componente organica che in quella inorganica del tessuto osseo, con finalità spesso diverse, ancorché complementari. È dunque possibile campionare tessuto osseo – normalmente corticale – per analizzarne la matrice organica (collagene) e/o inorganica (idrossiapatite), ovvero i denti, prevalentemente per l'analisi della componente inorganica – dunque lo smalto (composto da cristalli di idrossiapatite) o organica, ovvero la dentina; quest'ultima è particolarmente utile in caso di resti fortemente danneggiati e/o contaminati, in virtù della protezione esterna naturale che lo smalto (per la corona dentaria) e il cemento (per la radice) garantiscono a questo tessuto.

La paleodieta

L'analisi della frazione organica del tessuto osseo si limita al collagene, che ne costituisce la proteina principale.

Il collagene, qualora conservato, può essere estratto mediante protocolli consolidati, in cui il frammento osseo (nell'ordine di 1-2 grammi) è sottoposto a demineralizzazione, gelatinizzazione (a temperature medio-elevate), e liofilizzazione, per essere infine analizzato attraverso spettrometria di massa¹³. Una serie di parametri permette di stabilire l'affidabilità dei risultati ottenuti; essi si basano principalmente sulla percentuale di collagene ottenuto, sulla percentuale di carbonio e azoto e il rapporto tra gli stessi, sul margine di errore per analisi ripetute. Questi parametri sono condizione essenziale all'utilizzo dei dati ottenuti.

Gli elementi maggiormente utilizzati nelle indagini paleonutrizionali sono il carbonio, e la relazione tra i suoi due isotopi stabili $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$, l'azoto, attraverso il rapporto $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ e lo zolfo ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$).

Esperimenti su animali ad alimentazione controllata hanno dimostrato che il rapporto isotopico di carbonio (che si esprime normalmente attraverso un δ ; i.e., $\delta^{13}\text{C}$)

¹³La spettrometria di massa è una tecnica analitica che permette di identificare la composizione di sostanze sconosciute attraverso la ionizzazione delle molecole e la loro separazione in base alla carica e alla massa.

e azoto ($\delta^{15}\text{N}$) riflette la porzione proteica della dieta degli ultimi 5-10 anni di vita di un individuo, che corrispondono all'intervallo di tempo che le ossa impiegano per rimodellarsi chimicamente.

Requisito essenziale all'utilizzo dei dati isotopici su resti umani è l'impiego di campioni faunistici e botanici trovati in associazione a questi, allo scopo di definire una *baseline* del quadro ambientale di riferimento.

Il rapporto isotopico di un qualsiasi composto è pari alla differenza, espressa in parti per mille (‰), tra i rapporti isotopici del campione (R_c) e quelli di uno standard (R_s) rispetto al quale sono espresse le misure.

Il rapporto isotopico del carbonio ($\delta^{13}\text{C}$) misurato in diversi organismi è normalmente legato al loro metabolismo. Per le piante terrestri, il carbonio disponibile nell'atmosfera, sotto forma di CO_2 è assorbito negli stomi delle foglie e diviene parte dei loro tessuti in base al processo fotosintetico da esse utilizzato. La maggior parte delle piante presenti in zone temperate, e in particolare cereali come il grano, l'orzo o l'avena, utilizzano il processo fotosintetico detto C_3 (o di *Calvin*). Il rapporto tra ^{12}C e ^{13}C , definito $\delta^{13}\text{C}$, delle piante C_3 ha normalmente valori maggiormente negativi, compresi tra -17 e -40‰. Piante adattate a climi più caldi e aridi come mais, miglio e sorgo (e il gruppo delle migliacee in generale) hanno un processo di fotosintesi detto C_4 , o di *Hatch-Slack*, con un $\delta^{13}\text{C}$ meno negativo, che varia tra -18 e -4‰, grazie ad un frazionamento isotopico più "efficiente". Per gli organismi marini il frazionamento isotopico del carbonio deriva dall'assorbimento diretto dei carbonati disciolti nell'oceano che hanno valori tendenzialmente più alti rispetto a quelli dell'atmosfera; le piante acquatiche e gli organismi che si nutrono di esse avranno dunque un $\delta^{13}\text{C}$ meno negativo rispetto agli organismi terrestri. Esiste, tuttavia, un margine di sovrapposibilità tra i valori $\delta^{13}\text{C}$ di piante di tipo C_4 e organismi marini che rende talvolta difficoltoso discernere tra diete basate prevalentemente su l'uno o l'altro tipo di risorsa.

Il rapporto isotopico dell'azoto ($\delta^{15}\text{N}$) è in grado di fornire informazioni sulla catena alimentare nonché distinguere tra dieta terrestre e marina. Numerosi studi hanno dimostrato che i mammiferi rispecchiano la concentrazione di azoto della loro dieta con un relativo arricchimento che si aggira intorno al 3‰ lungo la catena trofica. Secondo questo principio gli erbivori dovrebbero riflettere il $\delta^{15}\text{N}$ della vegetazione locale, mentre gli umani quella degli erbivori arricchita di circa il 3-5‰. Il rapporto isotopico dell'azoto è inoltre in grado di determinare il relativo apporto di risorse marine rispetto a quelle terrestri poiché le prime hanno un $\delta^{15}\text{N}$ più elevato.

Il rapporto isotopico dello zolfo ($\delta^{34}\text{S}$) è legato a quello del substrato geologico di una regione e conseguentemente disciolto nei suoli e nelle acque circostanti. Gli organismi terrestri hanno valori che si aggirano intorno allo 0‰, mentre quelli marini si concentrano intorno al 20‰. La misurazione del rapporto isotopico dello zolfo è dunque utile a discriminare tra organismi terrestri e marini e contribuisce a determinare il consumo di risorse marine negli umani. L'applicazione di questo tipo di indagini è stata a lungo limitata dalla necessità di utilizzare elevate quantità di campione, oggi il progresso nei metodi di analisi consente una sua più frequente attuazione.

La mobilità individuale

Per quello che riguarda la mobilità, i rapporti isotopici che di norma si analizzano per verificare se un individuo è originario del luogo dove i suoi resti sono stati trovati sepolti sono $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (o $\delta^{18}\text{O}$), i quali dipendono da parametri diversi.

I rapporti fra isotopi stronzio 87 (radiogenico) e stronzio 86 (stabile) variano in base dalla geolitologia locale, e in particolare dall'età geologica dei sedimenti che costituiscono il suolo. Ad esempio, sedimenti provenienti dalle rocce magmatiche o metamorfiche alpine, di origine molto antica (Paleozoica e Mesozoica), restituiscono valori di $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ elevati (di solito >0.71), mentre geologie più recenti, come i carbonati marini che costruiscono larga parte dell'area appenninica si caratterizzano per valori più bassi. Le aree vallive ovviamente riflettono le caratteristiche della "roccia madre" che è stata erosa a monte e i cui sedimenti si sono depositati nei bacini alluvionali.

Dal punto di vista biochimico, lo stronzio biodisponibile contenuto nel suolo viene assorbito dalle piante e procedendo attraverso la catena trofica, viene poi assunto, senza incorrere in frazionamento isotopico, dagli organismi animali e umani, nei quali in minima parte si sostituisce, per l'analoga valenza, al calcio nell'idrossiapatite che costituisce la parte minerale di ossa e denti.

I target principali delle analisi del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sono lo smalto dentario dei molari (bastano pochi mg) e la capsula otica dell'osso petroso (o "rocca petrosa", o "*pars petrosa*" del temporale) nel caso delle cremazioni. Entrambi, formandosi in età infantile e non essendo sottoposti a significativo rimodellamento nelle successive fasi di vita, "incapsulano" la "firma isotopica" del luogo in cui il cibo ingerito durante l'infanzia è stato prodotto e quindi, presumibilmente, del luogo d'origine. Per la preistoria il cibo consumato era in larghissima misura prodotto localmente. Per fasi storiche e centri più interconnesse in cui una parte più o meno consistente degli alimenti veniva importata, questo tipo di analisi risulta meno efficace.

Se si intende determinare l'origine geografica di un individuo, occorre quindi misurare rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ tramite spettrometria di massa su denti o ossa e confrontarlo con i valori, o *baseline*, dell'ambiente circostante il luogo di sepoltura.

Per prima cosa, occorre quindi costruire il "paesaggio isotopico" (*isoscape*) dell'area in esame, anche utilizzando dati biogeochimici noti in letteratura. A questi è spesso necessario aggiungere nuove *baseline* ottenute analizzando campioni di acque, vegetali e animali moderni e antichi.

Se i valori di $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ misurati sul campione umano coincidono con quelli della zona è probabile che l'individuo sia indigeno o locale. Se invece differiscono significativamente, allora l'individuo sarà certamente alloctono. Nel primo dei due casi, tuttavia, una certa cautela si rende comunque necessaria. Poiché luoghi diversi, più o meno distanti, possono caratterizzarsi per una geolitologia simile, e quindi per una composizione isotopica analoga, un individuo può apparire compatibile con il segnale isotopico locale, ma provenire da un'altra zona, anche remota, ma geologicamente simile. Non si può pertanto assegnare una provenienza in maniera univoca e certa. Al contrario però, questo tipo di analisi è efficace per **escludere** possibili provenien-

ze, suggerite, magari, dalla presenza di materiale archeologico che rimanda ad altre aree, fuori dal raggio locale.

Integrando l'analisi del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ con l'analisi degli isotopi dell'ossigeno ($\delta^{18}\text{O}$) contenuto nella frazione carbonatica o fosfatica dello smalto sullo stesso campione, si possono analizzare i dati secondo una distribuzione bivariata, anziché per una sola variabile.

La composizione isotopica dell'ossigeno dipende essenzialmente dalla temperatura delle acque ingerite e, pertanto da quella piovana, delle falde e dei corsi d'acqua. Valori più alti, compresi fra -4‰ e -6‰ (VPDB_{dw} dove "dw" sta per *drinking water*), sono più tipici delle zone climatiche calde (basse altitudini e latitudini), i valori intermedi, fra -6‰ e -8‰, rimandano ad aree a clima temperato, mentre quelli più bassi, inferiori a -8‰, sono tipici delle zone a clima freddo (elevate altitudini e latitudini). Anche in questo caso confrontando i valori misurati sul tessuto umano convertiti in VPDB_{dw} con gli *isoscapes* della regione e con la distribuzione generale degli individui analizzati si possono rintracciare individui compatibili con il segnale locale e individui alloctoni.

Poiché gli isotopi dell'ossigeno dipendono dalla temperatura delle acque potabili, è evidente che l'assunzione dell'acqua contenuta in cibi cotti e bevande fermentate contribuisce a innalzare la composizione isotopica $\delta^{18}\text{O}$ nel passaggio all'organismo umano. A differenza del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, pertanto, il confronto fra valori misurati sugli individui e baseline territoriali costruite su acque piovane e di specchi/corsi d'acqua potenzialmente potabile non è altrettanto lineare e diretto. Risulta più corretto ed efficace comparare i valori di ciascun individuo con la distribuzione complessiva dei valori di tutti gli individui. I locali si concentreranno nell'intervallo più "affollato", mentre gli *outlier* saranno presumibilmente alloctoni.

Tutte queste indagini possono essere condotte anche su campioni animali, per documentare ad esempio scambi di capi di bestiame o, effettuando analisi sequenziali dello smalto dentario eventualmente con tecnologie avanzate poco distruttive (*laser ablation*), anche pratiche stagionali di transumanza.

Bibliografia essenziale

1. Ambrose 1993
2. Bentley 2006
3. Cavazzuti, Skeates et al. 2019
4. DeNiro 1985
5. Hedges e Reynard 2007
6. Iacumin et al. 1996
7. van Klinken et al. 1994
8. Krouse et al. 1991
9. Longin 1971
10. Nriagu et al. 1991

1.8 Analisi biomolecolari

M. Lari, D. Caramelli

La possibilità di analizzare da un punto di vista molecolare reperti biologici di interesse storico-archeologico, rappresenta un valido strumento nell'ambito della valorizzazione dei resti scheletrici umani. La paleogenetica¹⁴ è oggi una disciplina matura che fa uso di approcci sperimentali robusti e permette di ottenere dati genomici altamente informativi.

Tale approccio pertanto è ampiamente utilizzato in particolare sui resti scheletrici umani, per rispondere a domande in ambito filogenetico, evolutivo, popolazionistico, bioarcheologico e paleopatologico. Analogamente al materiale genetico, anche i residui delle proteine antiche presenti nei resti ossei e nei denti possono fornire informazioni utili per ricostruire la storia evolutiva umana. Il principale vantaggio della paleoproteomica rispetto alla paleogenetica risiede nel fatto che nei tessuti mineralizzati i residui proteici sono più stabili rispetto al DNA, permettendo di analizzare da un punto di vista molecolare anche reperti molto antichi; lo svantaggio è dovuto invece alla possibilità di indagare solo i prodotti proteici tessuto-specifici, con finalità quindi più limitate.

Paleogenetica

L'analisi del DNA antico interessa la ricerca in campo evolutivo, storico e archeologico. I dati paleogenetici concorrono a ricostruire i legami biologici e culturali, la struttura sociale, lo stato di salute e più in generale le condizioni di vita di popolazioni antiche permettendo di raggiungere livelli di risoluzione molto elevati. Nel corso dell'ultimo decennio lo sviluppo di metodiche di analisi e tecnologie *high throughput*¹⁵ ha ampliato enormemente le potenzialità e gli scopi della paleogenetica aprendo di fatto la strada alla paleogenomica. Nella ricerca antropologica, oggi sono molti gli ambiti di indagine che beneficiano dell'approccio molecolare, e grazie all'analisi genetica su resti umani antichi avanzamenti significativi delle conoscenze sono stati raggiunti in particolare riguardo a:

- la ricostruzione delle relazioni filogenetiche e delle dinamiche popolazionistiche dei gruppi di ominini che hanno caratterizzato la storia evolutiva umana recente nel Pleistocene superiore;

¹⁴Con paleogenetica si intende la caratterizzazione e l'analisi del DNA antico endogeno ancora conservato all'interno di un resto scheletrico o di qualunque altro reperto biologico

¹⁵approccio che permette di analizzare contemporaneamente e in tempi relativamente brevi un numero elevato di campioni/dati attraverso strumenti automatici; in ambito genomico si riferisce a sequenziatori automatici del DNA in grado di processare contemporaneamente decine o centinaia di campioni con target di sequenziamento limitati o selezionati (e.g. genomi microbici, genomi mitocondriali umani, esomi) o, in alternativa, numeri inferiori di campioni con target più ampi o a profondità maggiori (e.g. genomi umani completi ad alta copertura)

- l'indagine dettagliata dei movimenti migratori che hanno determinato il popolamento dei continenti e caratterizzato il diffondersi di innovazioni tecnologiche o specifici aspetti culturali;
- l'identificazione delle componenti genetiche ancestrali nei genomi dei differenti gruppi umani del passato e la ricostruzione dei processi demografici che hanno portato alla formazione dei pool genetici delle popolazioni umane attuali;
- la ricostruzione delle relazioni parentali tra inumati;
- il riconoscimento e la ricostruzione dei genomi di agenti patogeni legati alla diffusione nel passato di determinate malattie.

A causa dei processi degradativi e della continua esposizione all'attacco microbico, il materiale genetico endogeno riconducibile a un individuo antico rappresenta una frazione minima del DNA totale recuperabile da un resto scheletrico dopo la deposizione. Il DNA endogeno inoltre risulta degradato e frammentato in molecole lunghe poche decine di paia di basi. Pertanto la preservazione del DNA rappresenta la principale limitazione alle analisi genetiche sui reperti antichi. Per fare fronte a queste problematiche la scelta del distretto scheletrico oggetto dell'analisi e l'utilizzo di protocolli sperimentali *ad hoc* sono determinanti per massimizzare il recupero delle informazioni genetiche e, parallelamente, ridurre le potenziali interpretazioni erronee dovute alla presenza di DNA umano moderno contaminante.

Sebbene in linea di principio sia possibile estrapolare da ogni frammento scheletrico le stesse informazioni genetiche relative all'individuo, in realtà in alcuni distretti la preservazione del DNA endogeno risulta molto più elevata. In particolare, nella porzione cocleare della rocca petrosa, una parte dell'osso temporale posta alla base del cranio, è presente una regione di tessuto osseo altamente compatto in cui il DNA è più abbondante e rimane meglio protetto dai fattori degradativi, principalmente di tipo microbico, che si verificano durante la deposizione. Se nel DNA estratto da un reperto scheletrico generico conservato a medie latitudini la frazione di DNA endogeno attribuibile all'individuo è estremamente bassa (anche inferiore al 1%), la regione compatta della rocca petrosa può contenere fino al 80% di DNA endogeno. Anche i denti rappresentano una buona fonte di DNA endogeno; in questo caso il prelievo per l'analisi genetica deve essere effettuato dalla zona della radice, più ricca di cellule, preservando la corona.

Le moderne metodologie permettono di limitare significativamente la richiesta di materiale per le analisi e i quantitativi richiesti sono dell'ordine di poche decine di milligrammi. Pertanto, per massimizzare la resa e il contenuto informativo dell'analisi paleogenetica, puntando anche alla ragionevolezza dei costi, in fase di campionamento è fondamentale selezionare accuratamente gli individui privilegiando quelli in cui siano presenti i distretti più favorevoli per la preservazione del DNA.

Proteine antiche

Lo studio di antichi residui proteici è diventato possibile solo di recente mediante l'applicazione di metodiche di sequenziamento basate sulla spettrometria di massa in tandem (MS/MS)¹⁶. Mentre il DNA può indagare i processi evolutivi con la massima risoluzione, le proteine possono essere informative su scale temporali più lunghe e in aree geografiche che sono meno favorevoli alla conservazione del DNA.

Analogamente alla paleogenetica, la maggior parte degli studi sulle proteine antiche si è concentrata su ossa e denti. È stato recentemente dimostrato che la stretta interazione tra i residui proteici e la matrice minerale svolge un ruolo cruciale nella stabilizzazione delle proteine antiche. I proteomi delle ossa e della dentina sono simili in quanto entrambi sono dominati da dal collagene di tipo 1¹⁷. Sebbene il collagene sia una delle proteine più abbondanti e stabili, che sopravvive spesso per milioni di anni nei tessuti biomineralizzati, la sua variabilità limitata la rende inadeguata per le analisi filogenetiche. Lo smalto dentario invece ha un proteoma altamente distinto di circa dieci proteine che non si trovano nella dentina e possono essere analizzate in modo relativamente non distruttivo. Una delle proteine dello smalto dentario è l'amelogenina, che nell'uomo è espressa in due isoforme da due diversi geni situati sulle parti non ricombinanti dei cromosomi sessuali (cromosomi X e Y). L'identificazione di sequenze specifiche dell'amelogenina codificata dal cromosoma Y rappresenta pertanto nei resti dentari umani un'alternativa alle metodiche di determinazione molecolare del sesso su base genetica. Inoltre, studi recenti hanno dimostrato che le proteine dello smalto dentario rappresentano una risorsa biomolecolare utile per indagare fasi più antiche dell'evoluzione umana, in particolare quelle comprese tra Pleistocene inferiore e medio, per le quali l'analisi genetica risulta non applicabile.

Tartaro

Sebbene il tartaro non costituisca un tessuto umano, non è inusuale osservare sui resti dentari umani depositi di *dental calculus*¹⁸ che, in alcuni casi, possono raggiungere quantitativi ingenti. La varietà di informazioni da esso desumibili e il suo potenziale analitico si sono rilevati elevati.

Inizialmente, lo studio del *dental calculus* ha riguardato soprattutto la caratterizzazione morfologica del suo contenuto batterico e dei microresti vegetali in esso inclusi mediante tecniche di microscopia. L'analisi morfologica dei microresti ha dimostrato la capacità del *dental calculus* di fornire informazioni supplementari rela-

¹⁶Tecnica spettrometrica in due fasi che prevede la separazione dei residui e l'analisi degli spettri di massa dei frammenti ottenuti. Risulta particolarmente utile per l'analisi della composizione di miscele complesse di composti organici.

¹⁷Il collagene è la principale proteina dei tessuti connettivi; ha un ruolo strutturale e conferisce resistenza alla tensione. Nelle ossa e nella dentina la maggior parte della componente organica è costituita da collagene di tipo 1, una proteina che si presenta in forma di fibrille ordinate composte da una tripla elica di polipeptidi.

¹⁸Il termine inglese per tartaro, *dental calculus*, si è diffuso nell'ambito degli studi di settore.

tive alla dieta alimentare, permettendo di avanzare ipotesi legate anche alle attività produttive e commerciali dell'uomo nel passato.

Nel tempo sono state esplorate anche le potenzialità informative del *dental calculus* come fonte di DNA antico. In particolare, l'applicazione di tecniche di sequenziamento *high throughput* consente oggi di ricostruire l'intera composizione di comunità microbiche antiche, fornendo l'eccezionale opportunità di indagare in dettaglio l'evoluzione del microbioma orale in relazione ai cambiamenti dello stile di vita delle popolazioni umane. Inoltre tale approccio permette di identificare e ricostruire i genomi di specifici microrganismi antichi associati all'uomo e di valutare i cambiamenti evolutivi avvenuti nel corso del tempo.

È stata inoltre dimostrata la possibilità di recuperare dal tartaro anche molecole di DNA umano. In particolare, usando metodiche di arricchimento specifico, è possibile ricostruire genomi mitocondriali completi. Pertanto, il tartaro potrebbe rappresentare anche una potenziale fonte di molecole di DNA antico umano, soprattutto nel caso in cui non sia consentito l'accesso diretto a determinati resti scheletrici. Naturalmente il quantitativo di DNA umano endogeno che rimane intrappolato nel tartaro risulta significativamente inferiore rispetto alla rocca petrosa e ai denti, pertanto il suo utilizzo per la genomica umana in alternativa ad altri distretti deve essere attentamente valutato nei singoli casi.

Analogamente al materiale genetico, anche i residui delle proteine rimangono preservati all'interno dei depositi di *dental calculus*. In questo caso uno degli interessi principali riguarda la caratterizzazione dei residui proteici legati alla dieta; in diversi contesti è stata infatti dimostrata la presenza delle proteine del latte ma anche di residui proteici legati al consumo di alimenti vegetali. L'identificazione di proteine umane legate alla risposta immunitaria e il confronto con la composizione microbica può inoltre fornire informazioni utili per indagare più in dettaglio lo stato di salute delle popolazioni del passato.

Bibliografia essenziale

1. Adler et al. 2013
2. Amorim et al. 2018
3. Cappellini et al. 2018
4. Orlando et al. 2021
5. Pinhasi et al. 2015
6. Stoneking e Krause 2011
7. Welker et al. 2020

1.9 Paleopatologia e indicatori su stato di salute e stili di vita

M. G. Belcastro, J. Moggi-Cecchi

I resti scheletrici possono essere considerati un documento storico e il loro studio consente di ricostruire stile di vita e di salute degli individui e delle popolazioni del passato. In questo ambito l'Antropologia fisica fornisce la cornice biologica allo studio della variabilità, la Bioarcheologia studia specifici marcatori (o indicatori) ossei e dentari, la Paleopatologia e la Paleopidemiologia esaminano in chiave individuale e popolazionistica le malattie nel passato. Queste discipline si integrano con altre di ambito medico, storico e archeologico.

L'osso è un tessuto dinamico soggetto a continui processi di rimodellamento, influenzati da fattori interni ed esterni, normali o patologici, cui risponde producendo osso di neoformazione, o riassorbendo quello preesistente. Per questo ogni marcatore osseo ha eziologia multifattoriale (età, sesso, attività, alimentazione, stato di salute, aspetti etnico-culturali etc.) e non vi è corrispondenza biunivoca tra sua manifestazione e fattore eziologico. I tessuti dentari non sono soggetti a processi di rimodellamento e riparazione. Sui denti, infatti, si possono conservare esiti di eventi legati al loro uso masticatorio, fisiologici (es. usura) ma anche patologici (carie, tartaro, perdita dei denti, fratture, disturbi periodontali, ecc.) ed extramasticatorio (fratture, usure anomale, deformazioni artificiali, avulsioni etc.).

Occorre considerare alcuni aspetti di ordine generale. La lettura dello scheletro in chiave bioarcheologica e paleopatologica, oltre all'eziologia multifattoriale degli indicatori ossei, deve tenere conto della difficoltà di definire un intervallo di variabilità normale di un determinato carattere rispetto alla sua manifestazione patologica, essendo molti caratteri a variazione continua. La maggior parte degli studi paleopatologici si riferisce all'esame dell'osso secco che presenta marcatori la cui definizione e i cui caratteri patognomonic¹⁹ sono specifici dell'osservazione osteologica. Per citarne uno, l'eburnizzazione è il carattere patognomnico sull'osso secco che consente di diagnosticare l'artrosi (o osteoartrosi, o artrite, o osteoartrite), la più comune affezione scheletrica, la cui principale causa è l'invecchiamento, sebbene altri fattori (es. traumatici) possano esserne responsabili.

La gravità e la distribuzione delle lesioni consente di fare diagnosi **differenziali per esclusione (diagnosi di probabilità)** per discriminare i segni propri di una malattia ed eliminare le malattie meno probabili (per distribuzione geografica, età, sesso, ecc.). Va anche detto che il concetto di patologia (intesa come stato morboso con sintomi accusati dal paziente) non è adattabile alla paleopatologia. Definire, quindi, un carattere patologico su osso secco non significa necessariamente effettuare una associazione diretta con uno stato morboso.

L'impossibilità di valutare l'aspetto dinamico della malattia è un altro aspetto cruciale. Occorre anche considerare la risposta individuale, per cui la stessa malattia si

¹⁹I caratteri patognomonic, sono quei caratteri associati univocamente ad una certa malattia e che quindi permettono di diagnosticarla.



Figura 1.6: I *cribra orbitalia* sono porosità che si sviluppano sul tetto delle orbite, ben visibile in questo particolare di un osso frontale. Sono indicatori spesso associati a forme di anemia (iposideremia), che possono essere dovute a fattori genetici o alimentari.

può manifestare in modo diverso.

Interessante è l'aspetto paleoepidemiologico (studio della presenza, prevalenza ed evoluzione di una malattia). La malattia è la risposta dinamica dell'ospite all'agente patogeno cui può seguire la morte o la guarigione. È da sottolineare che sul record scheletrico viene registrata la risposta agli agenti patogeni responsabili di malattie croniche (infezioni quali lebbra, tubercolosi, sifilide; malattie metaboliche; tumori), mentre quelle acute che portano alla morte nel giro di poco tempo (es. peste, colera), non lasciano alcun segno nello scheletro e possono essere ipotizzate in modo indiretto (es. fosse comuni) e con indagini di tipo biomolecolare e immunologico. In ogni studio di popolazione va sempre considerato, come sottolineano Wood e coautori (1992) nell'“*Osteological Paradox*”, che il profilo di morbosità (numero di ammalati in una popolazione) in un campione scheletrico può non riflettere quello della popolazione vivente. L'assenza di lesioni di per sé non è necessariamente evidenza di buono stato di salute - gli scheletri apparentemente sani, potrebbero riferirsi in realtà agli individui più deboli, morti immediatamente all'esposizione all'agente patogeno. Questo può comportare il rischio di sottostimare l'effetto di una malattia data l'impossibilità di separare gli individui effettivamente sani (senza segni patologici) da quelli morti precocemente (che non hanno fatto in tempo a manifestare i segni della malattia).

Tra i marcatori ossei normali e patologici comunemente utilizzati per ricostruire lo stato di salute nel passato vi sono alcuni ad eziologia “aspecifica”: **periostite** (produzione di osso subperiostale), **cribra cranii** (porosità sulla volta cranica), **cribra orbitalia** (porosità sul tetto delle orbite) (fig. 1.6), **ipoplasia lineare dello smalto dentario**. Fattori perturbanti sistemici (malnutrizione, alterazioni metaboliche, malattie, ecc.) sono annoverati come causa di queste lesioni.

Tra quelli usati per inferire attività e abitudini posturali e locomotorie nelle popolazioni del passato, vi sono le aree soggette a lesioni microtraumatiche (di lieve in-



Figura 1.7: Nella porzione sternale della clavicola (in alto) è visibile una entesi del legamento costoclavicolare, evidenziata in figura dai cerchi rossi. L'entesi della clavicola sinistra (a destra) presenta inoltre una lesione "patologica" di forma litica.

tensità e lunga durata) quali le inserzioni tendineo-muscolare e legamentose (**entesi** o *musculoskeletal markers*) e le articolazioni sia per le modificazioni (estensione di superfici articolari preesistenti, formazione di aree accessorie) che per le degenerazioni (osteoartrite) che possono subire. Le entesi possono essere esaminate per il loro grado di robustezza e per alcune caratteristiche "patologiche" che si manifestano in forma proliferativa (**entesofiti**) o litica (**formazioni osteolitiche**) (fig. 1.7). Lo studio di collezioni scheletriche documentate ha messo in luce gli effetti dell'età su molte caratteristiche delle entesi e sulle modificazioni articolari, sottolineando la difficoltà di considerare questi marcatori *tout court* come indicatori di attività. Questi caratteri, più di altri, sono stati, infatti, oggetto di derive interpretative che hanno spesso inficiato il valore del loro studio. L'uso di metodi standardizzati rendono più rigorosa l'applicazione di questi caratteri, anche in chiave evolutiva.

Le **lesioni macrotraumatiche** (di elevata intensità e breve durata), risultato di anormale forze di tensione, compressione, torsione, flessione, occupano il secondo posto in quanto a frequenza delle malattie sullo scheletro. Il loro studio consente di ricostruire lo stato di salute ma anche condizioni sanitarie e terapeutiche, (ad es. per le modalità di riparazione della frattura), livello socio-economico e di violenza inter-

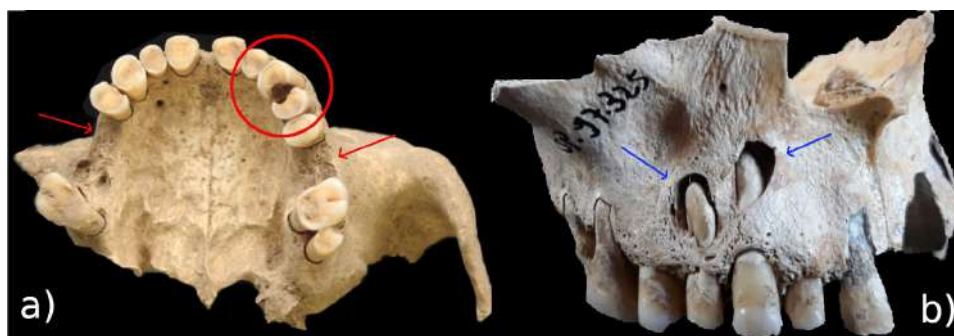


Figura 1.8: a) Vista oclusale di un'arcata mascellare; tra canino e primo premolare del lato sinistro (cerchio rosso) è presente una carie interprossimale; le frecce rosse indicano invece la perdita in vita dei due primi molari e il conseguente rimodellamento alveolare più o meno avanzato nei due casi. b) Mascellare destro con lesioni erosive dell'osso dovute ad accessi periapicali (frecce blu) e riassorbimento alveolare diffuso.

personale. È possibile distinguere le lesioni *ante mortem* (che presentano l'esito dei processi di riparazione) da quelle *peri mortem* (intorno alla morte e che possono essere cause della morte o essersi verificate dopo la morte ancora in presenza di tessuto osseo elastico e parti molli) e *post mortali* (sul corpo e/o sullo scheletro) esaminate più in dettaglio nel capitolo della tafonomia. Alcune lesioni quali deformazioni e trapanazioni del cranio, avulsione di denti sono esiti di comportamenti intenzionali per motivi di ordine magico-religioso-terapeutico, estetiche, di identità sociale.

Per quanto riguarda il cavo orale, lo studio delle **anomalie** e **patologie dentarie** può fornire molte informazioni su stato di salute, condizioni igienico-sanitarie e alimentazione delle popolazioni del passato. Vi sono diversi modi di classificare le patologie dentoalveolari. L'usura del piano oclusale è una modificazione fisiologica che può diventare patologica negli stadi avanzati. Tra le patologie che più comunemente si rilevano si ricorda la **carie** (fig. 1.8 a), demineralizzazione dello smalto e della dentina per l'azione dei batteri della placca in ambiente acido (dovuto alla presenza nella dieta dei carboidrati fermentabili) e la **periodontite**-infiammazione dei tessuti attorno al dente (fig. 1.8 b), dovuta in genere all'azione di microrganismi, che può coinvolgere anche quello osseo. In particolare gli **accessi** (spesso periapicali) si rilevano come riassorbimento del tessuto osseo per un'infezione localizzata (fig. 1.8 b). Il **tartaro** è l'esito della mineralizzazione della placca batterica e il suo accumulo può essere responsabile della retrazione del margine alveolare. Anch'esso è utilizzato per la ricostruzione della paleodieta per la presenza di residui di cibo e del microbioma orale che rimangono in esso inclusi. L'ipoplasia dello smalto, sebbene rilevabile sui denti, non è una malattia dei denti ma ha altri fattori eziologici, come prima accennato.

L'**atrofia alveolare** (fig. 1.8 a) è dovuta alla perdita dei denti in vita (e può essere causata da carie distruttive che portano all'asportazione del dente, da eventi traumatici o da malattie periodontali).

Le fratture dentarie consentono di studiare sia aspetti alimentari sia l'uso dei denti in **attività extramasticatorie** (fig. 1.9).



Figura 1.9: Solchi interprossimali nell'individuo T.28 della necropoli di età romana (I-II secolo d.C.) di Casalecchio di Reno. Le usure sono dovute all'inserimento abituale di materiali tra i denti, in rapporto ad attività lavorative ripetute (es. lavorazione di cordami) o ad abitudini personali (es. utilizzo stuzzicadenti).

Sui denti si possono anche leggere esiti di eventi traumatici riconducibili ad abitudini e pratiche culturali (mutilazioni dentarie, usure e strie su superfici non occlusali, solchi interprossimali, tracce dell'uso di apparecchi e dispositivi dentari...).

Per concludere, l'osservazione macroscopica è preliminare qualunque sia lo studio che si voglia affrontare perché la risposta dell'osso a condizioni fisiologiche o patologiche è la più diretta evidenza del rapporto intercorso tra individuo e l'ambiente. Tenendo conto che trovare direttamente o indirettamente l'agente patogeno di una malattia non significa necessariamente che l'individuo in esame si sia ammalato, le analisi biomolecolari sono estremamente utili per confermare casi dubbi evidenziati nella diagnosi differenziale, o per diagnosticare malattie che non lascino segni sullo scheletro (es. nelle epidemie di peste e colera). Infine tecniche istologiche (anche virtuali) e nuovi approcci genomici e proteomici, così come gli studi sul microbioma, aprono inedite strade di indagine paleopatologica.

Bibliografia essenziale

1. Ambrose 1993
2. Bentley 2006
3. Cavazzuti, Skeates et al. 2019
4. Cavazzuti, Cardarelli et al. 2019
5. DeNiro 1985
6. Hedges e Reynard 2007
7. Iacumin et al. 1996
8. Krouse et al. 1991
9. Lee-Thorp 2008
10. Longin 1971
11. Nriagu et al. 1991
12. van Klinken et al. 1994

1.10 Aspetti di ordine etico nello studio dei resti scheletrici umani

M. G. Belcastro, F. Rufo

La ricerca antropologica in contesti archeologici si basa sullo studio dei resti scheletrici umani, la cui natura sensibile sembrerebbe porli in una "zona grigia" tra legittimità della ricerca e istanze di ordine etico, religioso o politico. Lo scheletro e la sua materialità possono rimandare infatti a significati di natura immateriale e astratta, come la gestione culturale della morte testimonia. Questi temi aprono una riflessione su definizione e gestione di un patrimonio materiale, tanto peculiare quanto cruciale, dei beni culturali.

Chi si occupa di ricerca antropologica deve porsi domande che non riguardano esclusivamente il valore scientifico di quelle ricerche ma anche i criteri etici relativi all'utilizzo, alla conservazione e alla tutela dei resti umani e alla loro funzione simbolica sul piano sociale e culturale.

In Italia, la maggior parte delle collezioni scheletriche umane, custodite oggi nei Musei e nei Laboratori di Antropologia, furono raccolte tra la fine dell' '800 e la prima metà del '900 con la nascita delle discipline antropologiche che, volendosi affrancare da un approccio metafisico allo studio dell'uomo utilizzando metodi biometrici, si orientavano allo studio della variabilità umana biologica in chiave gerarchica/razziale per definire le differenze tra popolazioni e di genere. Oggi l'Antropologia fisica è la disciplina che studia la storia naturale dell'umanità e, grazie a nuove scoperte in ambito paleoantropologico e all'introduzione di nuove tecnologie e metodi di studio, contribuisce a conoscere l'origine, l'evoluzione e la posizione dell'umanità nel mondo naturale. La ricerca antropologica assume quindi un rilevante valore culturale, sociale ed etico. Buona parte di questa ricerca si basa sull'esame dei resti scheletrici che, per il loro potenziale informativo (dati biologici, comportamentali, culturali) possono essere considerati veri e propri archivi – rappresentando, peraltro, per centinaia di migliaia di anni l'unica documentazione disponibile in ambito preistorico. La maggior parte dei resti scheletrici nel territorio nazionale si riferisce al periodo olocenico e proviene dalle attività di scavo archeologico degli enti territoriali competenti e delle Università.

I resti umani, tuttavia, non sono "oggetti" di studio qualunque, essendo testimonianza tangibile della morte che per l'uomo può assumere significati che vanno oltre l'evento naturale e valore diverso nelle diverse popolazioni, come testimoniato dai diversi comportamenti funerari.

Episodi di rivendicazioni di reperti scheletrici, sulla scia di analoghe richieste da parte di popolazioni native americane e australiane che hanno interessato alcuni paesi europei (soprattutto Gran Bretagna e Scandinavia) a partire dagli anni '90 del secolo scorso, hanno coinvolto alcune istituzioni italiane (es. Museo di Storia Naturale di Firenze; Museo Lombroso di Torino; Museo delle Civiltà a Roma) e recente (2017) è la restituzione di resti inumati di un cimitero ebraico medievale a Bologna. Questi

eventi devono condurre a riflettere sulla gestione dei resti umani e a rafforzarne il loro valore scientifico e sociale e la loro tutela.

Dal punto di vista normativo i resti umani che rientrano nell'ambito dei beni culturali in quanto testimonianze aventi valore di civiltà (si veda al proposito, il capitolo 5.1) vanno analizzati, studiati e compresi attraverso il metodo scientifico per poter essere valorizzati e tutelati. Per i resti umani di interesse religioso, l'articolo 9 del suddetto codice (sui beni culturali di interesse religioso appartenenti ad enti ed istituzioni della Chiesa cattolica o di altre confessioni religiose) rimanda la loro gestione al Concordato lateranense e alle disposizioni stabilite dalle intese sottoscritte con le confessioni religiose diverse dalla cattolica (ai sensi dell'articolo 8, comma 3, della Costituzione).

La recente «Modifica al codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in materia di professionisti dei beni culturali, e istituzione di elenchi nazionali dei suddetti professionisti» introduce la figura dell'antropologo fisico (si veda il capitolo 5.1). A questa spinta verso un maggior riconoscimento formale della professione dell'antropologo, è opportuno far corrispondere l'elaborazione di un codice etico della ricerca in antropologia fisica finalizzato ad omogenizzare i comportamenti, a rendere socialmente sostenibili i programmi di ricerca, a favorire la diffusione delle buone pratiche tra i ricercatori e coloro che operano nell'ambito dei beni culturali. Un codice etico che tenga conto dei rapidi cambiamenti che caratterizzano le società attuali serve anche a risolvere controversie che possono emergere tra i gruppi portatori di interessi e le istituzioni coinvolte nella tutela e nella ricerca sui resti umani, talvolta risolte senza operazioni di mediazione o di fronte all'autorità giudiziaria, e a prevenire il rischio di alienabilità, scambio, uso commerciale dei resti umani.

La recente (2020) ratifica in Italia della Convenzione di Faro del 2005 potrà avere effetti inediti sulla gestione del patrimonio culturale, compresi i resti umani. Essa si basa su un concetto del tutto innovativo di patrimonio, invertendone completamente la sua definizione, al momento disegnata secondo regole e canoni (storico/artistico/paesaggistici) individuati dalle Istituzioni. La nuova visione di questa Convenzione sta nel riconoscere un ruolo attivo e responsabile della collettività che ha il diritto a creare il proprio patrimonio culturale dentro cui identificarsi. Questo processo di riconoscimento del patrimonio e di patrimonializzazione per essere attuato in modo armonico e assonante deve essere sempre più partecipato e condiviso tra le comunità di riferimento e le istituzioni culturali attraverso il dialogo, il confronto e una nuova narrazione della ricerca in ambito sociale. Occorre riconoscere ai cittadini ruoli di legittimazione della conoscenza per definire le politiche pubbliche attraverso l'elaborazione di conoscenze e pratiche condivise in grado di favorire la costruzione accurata di un sapere concretamente utilizzabile e capacitante (*empowering*) per i cittadini. Nello stesso tempo, l'assimilazione progressiva di una capacità di azione corretta, non solo getta le basi per il contenimento di un utilizzo improprio dei resti umani, ma favorisce anche la creazione e l'irrobustimento di rapporti di fiducia tra scienziati, cittadini e istituzioni.

Bibliografia essenziale

1. Cilli, Foà et al. 2019
2. Curina e Di Stefano 2019
3. Frerking e Gill-Frerking 2017
4. ANMS 2011
5. L. Smith 2007

Sezione 2

Sullo scavo e in laboratorio

2.1 Documentare lo scavo: la scheda da campo

N. Radi

La scheda da campo è il primo e fondamentale strumento sullo scavo per la raccolta dei dati di un contesto funerario. È particolarmente preziosa, insieme ad altri tipi di documentazione (si veda cap: 2.2), per la raccolta di tutte quelle informazioni che altrimenti andrebbero perse dopo la rimozione dei resti: dati stratigrafici e di contesto (tipo di struttura sepolcrale, presenza di elementi di corredo e loro posizione rispetto al corpo, presenza di reperti animali o vegetali associati con le ossa, note sul terreno di giacitura ecc.), posizione relativa e assoluta dei vari distretti scheletrici, misure o caratteristiche morfologiche di ossa troppo fragili o frammentate (utili per la stima della statura, del sesso e dell'età alla morte).

Esistono molti modelli di scheda da campo, più o meno complessi ma molto simili tra loro, probabilmente tanti quanti sono i gruppi di ricerca o le società private che eseguono scavi archeologici per le Soprintendenze che si occupano regolarmente dello scavo di sepolture; un buon esempio è rappresentato dalla scheda proposta ormai diversi anni fa da Patrice Courtaud.

Nello sforzo di uniformare la tipologia di dati raccolti sullo scavo sul territorio nazionale e facilitare la successiva catalogazione dei reperti scavati, un gruppo di lavoro del MiC (già MiBACT) ha prodotto nel 2007 una scheda antropologica da campo ufficiale, come appendice alla scheda di catalogo AT per i reperti antropologici. Di seguito viene presentata brevemente la versione più aggiornata della scheda, scaricabile assieme alla relativa documentazione dal sito web dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione.

La scheda è composta da tre cartelle (figg. 2.1, 2.2, 2.3), una legenda essenziale (fig. 2.4) e due schemi grafici (figg. 2.5, 2.6). Una consistente parte dei dati della scheda può essere raccolta anche da operatori non specialisti; tuttavia alcuni campi della prima scheda (tipo di deposizione, stima del sesso, stima dell'età alla mor-

te) e buona parte di quelli della seconda presuppongono un'adeguata formazione scientifica e potranno essere registrati adeguatamente solo da antropologi fisici o da professionalità affini.

La prima cartella (fig. 2.1) registra innanzitutto i dati identificativi dell'Ente responsabile dello scavo e dei relativi incaricati, i dati identificativi del sito e della tomba, i dati del contesto archeologico, per passare poi alla parte di competenza prettamente antropologica. La stima del sesso e dell'età alla morte sul campo ha un valore abbastanza indicativo ma è utile soprattutto nel caso in cui i distretti anatomici più diagnostici (in particolare bacino e cranio) siano molto fragili e frammentati ma mantengano grazie al sedimento la loro forma originaria, che andrebbe probabilmente persa con il recupero. La scelta del tipo di deposizione potrà essere supportata dai dati rilevati nella seconda cartella.

Quest'ultima (fig. 2.2) è senza dubbio la più complessa e la legenda (fig. 2.4), che consente comunque anche l'utilizzo di un vocabolario aperto, è necessaria soprattutto per la compilazione di questa parte. Permette di raccogliere le informazioni di dettaglio utili alla ricostruzione dei processi tafonomici¹; la comprensione di questi processi è fondamentale per qualunque successiva considerazione su eventuali rituali funebri. La rotazione del cranio su un lato ad esempio può essere dovuta ad una scelta rituale al momento della deposizione o avvenire per gravità (in uno spazio vuoto) a seguito della decomposizione delle articolazioni delle vertebre cervicali. Rilevare l'angolo di torsione tra le vertebre cervicali consente di discriminare tra le due situazioni. La posizione dei vari distretti anatomici al momento del rinvenimento non è infatti necessariamente identificativa della posizione originale al momento della deposizione. Possono sopravvenire spostamenti, più o meno evidenti, dovuti a fattori di varia natura: forza di gravità (decomposizione in spazio vuoto, presenza di supporti deperibili), intervento antropico volontario (deposizioni secondarie, riduzioni, dislocazione o rimozione volontaria di alcuni elementi scheletrici, violazioni) o involontario (aratura, lavori pubblici o edili), fattori ambientali (frane, inondazioni, alluvioni, radici di piante, micro o macro fauna). In questo contesto l'analisi della posizione delle ossa consente di capire se la decomposizione è avvenuta in uno spazio pieno o vuoto, la presenza di connessione anatomica tra gli elementi di articolazioni labili² è utile per discriminare tra una deposizione primaria e una secondaria, particolari come la verticalizzazione della clavicola consentono di ipotizzare l'uso di elementi contenitivi (es. un sudario), informazioni senza dubbio più facilmente registrabili e verificabili sul campo durante lo scavo progressivo di una sepoltura che in un secondo momento tramite fotografie o rilievi grafici. Nella terza cartella vengono registrate la lunghezza dello scheletro (apice cranio-calcagno) e le misure delle ossa lunghe di cui si prevede la disgregazione al momento del recupero, dati utili per la stima della statura, e altre informazioni di varia natura facilmente compilabili (per una lista completa si veda fig. 2.3).

¹Ovvero tutti quei processi a cui è soggetto il corpo del defunto dal momento della morte al momento del rinvenimento (si veda cap. 1.4).

²Le articolazioni labili sono quelle i cui tessuti si decompongono in poche settimane, a differenza delle articolazioni persistenti i cui tessuti impiegano diversi mesi.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Scheda N. | |
| Ente responsabile dell'intervento | |
| Responsabile scientifico | |
| Referente scientifico per Antropologia | |
| Scavo | Recupero |
| eseguito da | |
| Scheda compilata da | |
| Data | |
| Data | |
| Località | |
| Denominazione del sito | |
| Identificazione: tomba n. | US n. |
| Dati di contesto | |
| Sepoltura <input type="checkbox"/> | Altro contesto <input type="checkbox"/> |
| Tipo di struttura sepolcrale | |
| Riferimenti stratigrafici/localizzazione | |
| Documento di riferimento | |
| Descrizione contesto di rinvenimento | |
| Datazione | |
| Sepoltura singola <input type="checkbox"/> | Sepoltura multipla <input type="checkbox"/> |
| Sepoltura collettiva <input type="checkbox"/> | |
| Sepoltura multipla/collettiva | |
| N. di individui (anche indicativo) | Connessione anatomica |
| | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Parziale <input type="checkbox"/> |
| Parti presenti annerire lo schema grafico allegato come da legenda | |
| Stima del sesso | Stima dell'età alla morte |
| Maschio <input type="checkbox"/> | Subadulto (0-10 anni) <input type="checkbox"/> |
| Femmina <input type="checkbox"/> | Subadulto (10-18 anni) <input type="checkbox"/> |
| Non determinato <input type="checkbox"/> | Adulto <input type="checkbox"/> |
| Non determinabile <input type="checkbox"/> | |
| Criterio di diagnosi | Criterio di diagnosi |
| Tipo di deposizione | Primaria <input type="checkbox"/> |
| | Secondaria <input type="checkbox"/> |
| | Primaria rimaneggiata <input type="checkbox"/> |
| | Ridotta <input type="checkbox"/> |
| Natura del rimaneggiamento ¹ | |

Figura 2.1: Prima cartella della scheda da campo ICCD

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Orientamento (cranio-caudale) | | | |
| Posizione dello scheletro | | | |
| supino | <input type="checkbox"/> | prono | <input type="checkbox"/> |
| su lato sx | <input type="checkbox"/> | su lato dx | <input type="checkbox"/> |
| altro <input style="width: 100%;" type="text"/> | | | |
| Posizione del cranio² | | Connessioni³ | |
| <input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/> | | temporo-mandibolare | <input type="checkbox"/> |
| | | cranio-atlante | <input type="checkbox"/> |
| | | atlante-epistrofeo | <input type="checkbox"/> |
| | | epistrofeo-C3 | <input type="checkbox"/> |
| Mandibola aperta <input type="checkbox"/> chiusa <input type="checkbox"/> | | | |
| Connessione articolazioni labili³ | | Connessione articolazioni persistenti³ | |
| vertebre cervicali | <input type="checkbox"/> | vertebre lombari | <input type="checkbox"/> |
| vertebre toraciche | <input type="checkbox"/> | lombo-sacrale | <input type="checkbox"/> |
| scapola-clavicola | <input type="checkbox"/> | sacro-iliaca | <input type="checkbox"/> |
| scapola-omero | <input type="checkbox"/> | coxo-femorale | <input type="checkbox"/> |
| polso | <input type="checkbox"/> | gomito | <input type="checkbox"/> |
| metacarpo-falange | <input type="checkbox"/> | ginocchio | <input type="checkbox"/> |
| rotula | <input type="checkbox"/> | caviglia | <input type="checkbox"/> |
| metatarso-falange | <input type="checkbox"/> | tarso | <input type="checkbox"/> |
| Posizione degli arti | | | |
| Omero dx ⁴ | Omero sx ⁴ | Femore dx ⁷ | Femore sx ⁷ |
| Avambraccio dx ⁵ | Avambraccio sx ⁵ | Tibia dx ⁸ | Tibia sx ⁸ |
| Mano dx ⁶ | Mano sx ⁶ | Piede dx ⁹ | Piede sx ⁹ |
| Elementi dislocati¹⁰ | | | |
| <input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/> | | | |
| Effetti della decomposizione e della compressione o parete | | | |
| appiattimento del torace | <input type="checkbox"/> | verticalizzazione della clavicola | dx <input type="checkbox"/> sx <input type="checkbox"/> |
| caduta dello sterno | <input type="checkbox"/> | scapola obliqua | dx <input type="checkbox"/> sx <input type="checkbox"/> |
| cinto pelvico aperto | <input type="checkbox"/> | rotazione mediale dell'omero | dx <input type="checkbox"/> sx <input type="checkbox"/> |
| ginocchia aperte | <input type="checkbox"/> | rotazione laterale del femore | dx <input type="checkbox"/> sx <input type="checkbox"/> |
| caviglie aperte | <input type="checkbox"/> | | |
| | semichiuso <input type="checkbox"/> chiuso <input type="checkbox"/> | | |
| | unite <input type="checkbox"/> unite <input type="checkbox"/> | | |
| Parte dello scheletro soggetta alla compressione o all'effetto parete | | | |
| <input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/> | | | |
| Compressione dovuta a: ¹¹ | | | |
| <input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/> | | | |
| Decomposizione: in spazio vuoto <input type="checkbox"/> in spazio pieno <input type="checkbox"/> altro <input style="width: 100%;" type="text"/> | | | |

Figura 2.2: Seconda cartella della scheda da campo ICCD

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|
| Misure | | |
| Lunghezza dello scheletro (apice cranico-calcagno) in cm | <input type="text"/> | |
| Misure di ossa di cui si prevede la disgregazione con la rimozione | | |
| | Unità | Valore |
| | | |
| | | |
| Alterazioni morfologiche o patologiche | | |
| <input type="text"/> | | |
| Presenza di elementi di corredo e loro posizione rispetto al corpo | | |
| <input type="text"/> | | |
| Presenza di reperti animali o vegetali associati con le ossa | | |
| <input type="text"/> | | |
| Note sul terreno di giacitura | | |
| <input type="text"/> | | |
| Stato di conservazione | | |
| <input type="text"/> | | |
| Consolidanti e collanti usati | | |
| <input type="text"/> | | |
| Campionature effettuate | | |
| <input type="text"/> | | |
| Documentazione fotografica | | |
| <input type="text"/> | | |
| Rilievo grafico (precisare la scala) | | |
| <input type="text"/> | | |
| Altra documentazione | | |
| <input type="text"/> | | |
| Tecniche di recupero ¹² | | |
| <input type="text"/> | | |
| Numero e tipo di contenitori | | |
| <input type="text"/> | | |
| Collocazione a fine intervento | | |
| <input type="text"/> | | |
| Osservazioni | | |
| <input type="text"/> | | |

Figura 2.3: Terza cartella della scheda da campo ICCD

SCHEDA DA CAMPO **NOTE ESPLICATIVE**

La legenda viene sostituita nella versione informatica da un **vocabolario aperto controllato** che si apre mediante box

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Natura del rimaneggiamento a- per cause naturali (specificare le ipotesi) b- antropico volontario (violazione) c- antropico involontario (lavori) d-altro (specificare) | 2 Posizione del cranio a- faccia verso l'alto b-faccia ruotata a sinistra c-faccia ruotata a destra d-faccia flessa sul torace e-rovesciato (sul bregma) f-altro (specificare) | 3 Connessioni indicare - S:stretta - L:lassa - D: disconnessa A: regione assente |
| 4 Omero (possibilmente stimare l'angolo omero-tronco) a- flesso b- leggermente flesso c- disteso d- altro (specificare) | 5 Avambraccio (possibilmente stimare l'angolo omero-avambraccio) a- flesso b- leggermente flesso c- disteso d- altro e- radio e ulna paralleli (supinazione) f- radio e ulna incrociati (pronazione) g- altro (specificare) | 6 Mano (collocazione rispetto al corpo) a- vicina al cranio b- vicina al collo c- vicina/sulla spalla destra d- vicina/sulla spalla sinistra e- sul torace f- sul bacino g- sul pube h- sotto il bacino i- sul femore l- a lato del femore m- altro (specificare) (posizione) n- lato palmare rivolto in basso o- lato palmare rivolto in alto p- lato palmare rivolto medialmente q- dita flesse r- dita distese s- altro (specificare) |
| 7 Femore (possibilmente stimare l'angolo femore-tronco) a- flesso b- leggermente flesso c- disteso addotto d- disteso abdotto e- altro (specificare) | 8 Tibia (possibilmente stimare l'angolo femore-tibia) a- flessa b- leggermente flessa c- distesa addotta d- distesa abdotto d- altro (specificare) | 9 Piede a- in asse b- extraruotato c- intraruotato d- altro (specificare) |
| 10 Elementi dislocati - identificare gli elementi - descriverne la dislocazione - ipotizzare le cause: a- gravità (spazio vuoto) b- spazio vuoto secondario c- fluitazione d- altro (specificare) | 11 Compressione dovuta a ipotizzare le cause a- fasciatura o sudario b- parete della struttura c- pressione del sedimento d- altro (specificare) | 12 Tecniche di recupero a-rimozione dei segmenti ad uno ad uno b-rimozione della colonna vertebrale in blocco c-stacco d- altro (specificare) |

SEPOLTURA MULTIPLA: se gli individui sono distinguibili darà luogo a tante schede da campo quanti sono gli individui, ed ogni individuo avrà un suo numero identificativo, e poi ad altrettante AT;

se gli individui sono indistinguibili darà luogo ad una sola scheda da campo, compilata nella parte di sepoltura multipla. Una scheda AT verrà compilata invece per ciascuno dei singoli elementi ossei.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA: indicare anche la fase del recupero a cui si riferiscono le foto.

COLLOCAZIONE A FINE INTERVENTO: questa voce dovrà essere tenuta aggiornata durante eventuali successivi spostamenti del materiale fino alla compilazione della scheda AT.

Alla scheda è allegato uno **SCHEMA GRAFICO** dell'individuo (uno per l'adulto ed uno per il subadulto), dove verranno annerite le ossa raffigurate se presenti. In tal modo viene facilitata l'elencazione delle parti senza bisogno di conoscerne il nome.

Figura 2.4: Legenda della scheda da campo ICCD

Gli schemi grafici infine, uno per individui adulti (fig. 2.5) e l'altro per individui sub-adulti (fig. 2.6), permettono di individuare più facilmente gli elementi scheletrici presenti e il loro stato di conservazione, anche in assenza di una formazione specifica dell'operatore.

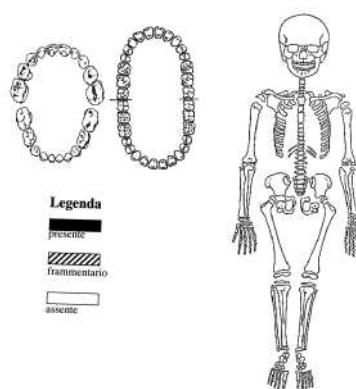
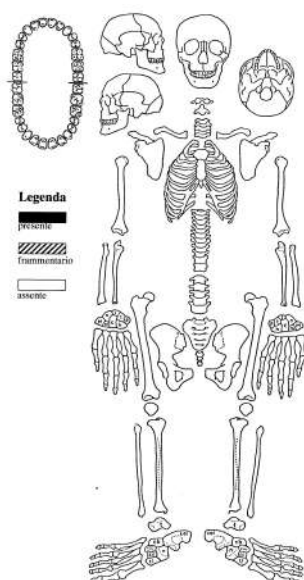


Figura 2.5: Schema grafico per adulti

Figura 2.6: Schema grafico per subadulti

Benché la scheda attuale sia ancora pensata prevalentemente per la compilazione a mano, la futura evoluzione della scheda dovrà necessariamente essere orientata all'utilizzo digitale, soprattutto da dispositivi mobili, tramite moduli interattivi che consentano un'immediata archiviazione e gestione dei dati, e capace di interfacciarsi con la scheda AT di catalogo in modo più automatizzato. Il recente lavoro di Rozenn Colleter e collaboratori, un'applicazione gratuita e open source per la raccolta e la condivisione dei principali dati archeo-antropologici sullo scavo, potrebbe rivelarsi una buona base di partenza per lo sviluppo di un software affine.

Bibliografia essenziale

1. Courtaud 1996
2. ICCD 2014b
3. Colleter et al. 2020

2.2 Documentare lo scavo: dal disegno alla fotogrammetria

E. Dellù

Per molti decenni la documentazione antropologica effettuata nel corso di scavi archeologici ha seguito le consuete metodologie proprie del rilievo bidimensionale longimetrico effettuato da operatori non specializzati, ossia utilizzando semplici strumenti di misura (metri, livelle toriche, livelle ottiche, aste metriche telescopiche, filo a piombo, retini metrici, ecc.) funzionali al rilevamento diretto in direzione orizzontale e verticale. Attraverso la creazione di una poligonale veniva quindi creata una maglia grafica necessaria per le operazioni di trilaterazione/rilevamento a coltello, in modo da collegare rilievi generali di aree più o meno estese a quelli di dettaglio delle singole sepolture; i prodotti potevano poi essere integrati con rilievi strumentali o, più di recente, indiretti. Nell'ultimo trentennio si è assistito a un repentino sviluppo di nuove tecnologie digitali applicabili a contesti archeoantropologici/paleontologici che, attraverso rilievi indiretti, hanno consentito di documentare con maggiore celerità e precisione il nostro patrimonio, sia quello in fase di individuazione attraverso indagini nel sottosuolo, sia quello già conservato nei depositi, nei laboratori di ricerca o nelle aree museali.

Il rilievo diretto

Se il rilievo diretto ha rappresentato a lungo una modalità consolidata di documentazione, per la quale non erano necessari professionisti specializzati e con un costo strumentale minimo, la precisione documentale, in particolar modo per resti umani spesso fortemente frammentari e di difficile riconoscimento anatomico, ha prodotto piante e sezioni in differenti scale (di norma in 1:10 o 1:20 per le sepolture) con vari gradi di precisione. Se in alcuni casi queste si avvicinano più che altro a semplici eidotipi non rispecchianti l'anatomia umana, la maggior parte di essi costituisce comunque dei prodotti deficitari da un punto di vista prettamente antropologico, in quanto fortemente correlati alla propagazione dell'errore nel corso delle operazioni di rilevamento, giungendo a misurazioni con margini di errore da pochi mm ad alcuni cm al metro.

L'applicazione di tale metodo, pertanto, determina una forte limitazione a quella che è una documentazione da campo funzionale ad uno studio antropologico da laboratorio che necessita dell'integrazione di dati sia per colmare lacune conoscitive a carattere morfologico derivanti dal grado di frammentazione dei reperti, sia per effettuare studi morfometrici sui singoli resti ossei.

Il rilevamento indiretto

Il rilevamento *in situ* dei resti umani è inoltre strettamente correlato al contesto archeologico di rinvenimento, non si dovranno quindi produrre due tipi di documentazioni differenziate tra ambito archeologico/paleontologico e antropologico, ma sarà necessaria una collaborazione costante tra le varie professionalità sul campo, laddove ciascuna di esse contribuirà a definire le necessità del proprio settore e a predisporre, con i dovuti tempi, un progetto condiviso di rilevamento.

Le nuove metodologie con modalità indiretta costituiscono una tipologia di documentazione che, oltre ad incrementare notevolmente la precisione metrica, consente di velocizzare le tempistiche di rilevamento *in situ* e al contempo, attraverso determinate elaborazioni dei dati, di superare la bidimensionalità di un rilievo diretto giungendo a rese 3D dotate di caratterizzazioni fotografiche dei reperti oggetto d'indagine.

Benchè tra le metodologie più in uso in ambito archeologico vi siano l'utilizzo della fotogrammetria digitale, il *Laser Scanner* o il LIDAR (*Light Detection and Ranging*), ai fini di una attendibile e idonea documentazione antropologica si è rivelato particolarmente proficuo esclusivamente l'impiego della fotogrammetria digitale e di Laser Scanner di tipologia manuale.

Nel primo caso, benchè tale tecnica di rilievo sia nata per l'ambito architettonico e quindi di strutture di più o meno ampie dimensioni e documentate da numerosi metri di distanza, l'applicazione su contesti metricamente più ridotti, come quelli antropologici, e con scatti fotografici realizzati da distanza ravvicinata (*Close Range Photogrammetry*), consente di poter disporre di coppie di fotogrammi stereometrici elaborati a posteriori attraverso appositi *software*. Nella fig. 2.7 è possibile prendere visione dei vari processi di elaborazione dei dati applicati ad una sepoltura bisoma in struttura.

Per tale tipo di rilevamento è necessaria una collaborazione fattiva, già sul campo, tra l'operatore deputato alle battute fotografiche e l'antropologo; poichè tale tipo di documentazione necessita di una media specializzazione professionale, è preferibile che la documentazione fotografica e l'elaborazione dei dati vengano realizzate direttamente dall'antropologo/archeoantropologo presente sullo scavo.

Ai fini di una idonea documentazione antropologica, finalizzata allo studio morfologico, morfometrico, paleopatologico e biomeccanico dei singoli resti ossei, è necessaria una taratura della strumentazione fotografica con alta risoluzione, ossia in grado di garantire un'elevata accuratezza dei dettagli anatomici. Al contempo, nella fase di elaborazione del modello poligonale/tridimensionale (*Reverse Modelling*) è indispensabile prestare particolare attenzione alla fase di *editing*, in quanto i *software* o gli operatori non specializzati in ambito antropologico tendono a correggere le varie geometrie adottando parametri connessi con la resa estetica del prodotto 3D, di fatto omogenizzando le superfici, decimando le *mesh* e chiudendo le lacune; tutto ciò può compromettere una corretta lettura del reperto e condurre ad una errata interpretazione dei dati.

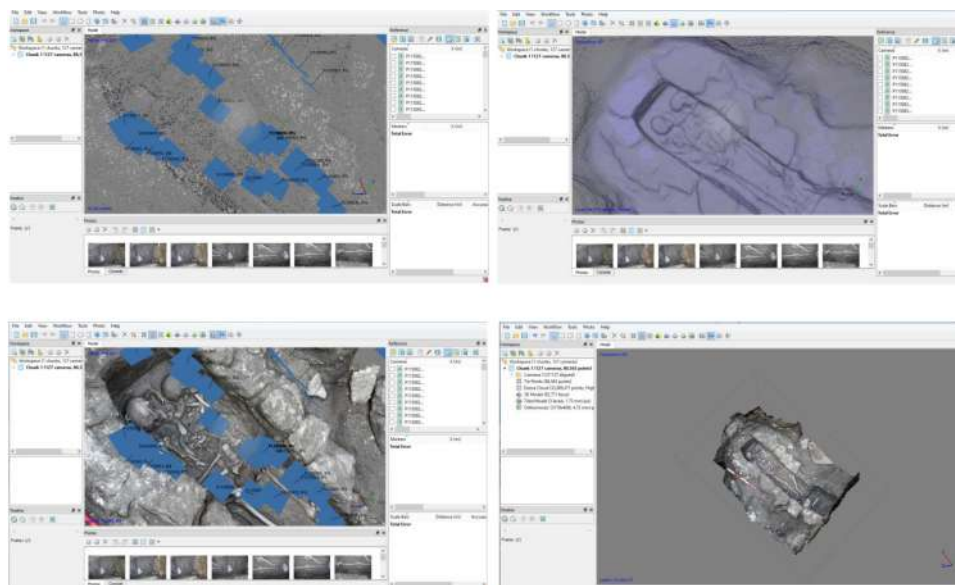


Figura 2.7: Processi di elaborazione dei dati ottenuti attraverso fotogrammetria applicati ad una sepoltura bisoma in struttura (foto SABAP per la città metropolitana di Bari).

Nella fig. 2.8 è possibile osservare due fasi di elaborazione dati relative ad un cranio, la cui documentazione di dettaglio è funzionale all'individuazione di una lesione patologica.

Per quanto, invece, concerne l'impiego di Laser Scanner manuali è necessario l'uso di strumenti a ridotta portata (*Stand-Off Distance* < 1m) e con precisioni submillimetriche, funzionali ad una adeguata documentazione di complessità geometriche marcate, come quelle tipiche dei resti ossei; particolarmente idonei si sono rivelati quelli destinati all'ambito forense e medico.

Molta attenzione dovrà essere posta, anche in questo caso, nel *post-processing*, in quanto la nuvola di punti prodotta dalla scansione avrà la necessità di essere trattata ed elaborata con adeguata accuratezza, integrando fisicamente o con dati fotogrammetrici il prodotto, al fine di creare modelli di realtà virtuale connettendo l'informazione geometrica tridimensionale con quella radiometrica reale dei reperti. Benchè l'utilizzo del rilievo diretto sia ampiamente superato, risultano estremamente utili misurazioni manuali finalizzate alla verifica del modello virtuale realizzato.

Da considerare è inoltre la particolarità dei resti umani, in quanto questi, dal momento del decesso del defunto, vanno in corso a fenomeni putrefattivi e decompositivi che modificano le volumetrie originarie dei corpi. Il contesto di deposizione primaria/secondaria o di giacitura casuale dei soggetti ha pertanto la necessità di essere interpretato integrando dati non più individuabili. I modelli virtuali potranno pertanto essere differenziati tra ciò che è l'esatto rinvenimento *in situ* e quanto è andato degradato, tutto ciò attraverso la determinazione della biomassa ad opera dell'antropologo e quindi una rimodellazione della corporatura dei singoli individui

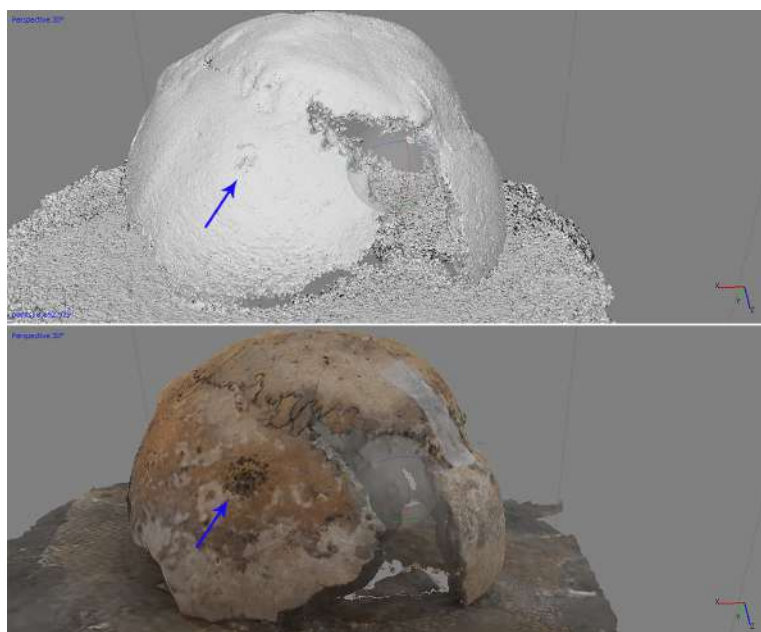


Figura 2.8: Elaborazione dei dati ottenuti attraverso fotogrammetria in relazione ad un cranio, la cui documentazione di dettaglio è funzionale alla documentazione di lungo periodo di una lesione patologica (foto SABAP per la città metropolitana di Bari).

che comporta una nuova e differente elaborazione tridimensionale di quella che doveva essere l'originaria ripartizione spaziale delle unità stratigrafiche o dei reperti internamente al contesto tombale o di giacitura.

Nuove forme di fruizione e accessibilità pubblica

L'impiego di tali nuove modalità di rilevamento indiretto, che portano alla produzione di modelli virtuali, si rivela di estrema utilità non solo per la tutela e conoscenza dei reperti antropologici e dei contesti archeologici/paleontologici di provenienza osservati dai diversi specialisti del settore, ma anche per forme di fruizione pubblica interdisciplinare, laddove al dato prettamente connesso ai resti umani si decida di adottare un approccio espositivo a carattere interdisciplinare e quindi comprensivo di tutte le componenti dell'ambito di rinvenimento. Le nuove progettazioni espositive potranno pertanto usufruire sia di modelli virtuali da mostrare in prodotti multimediali, sia di ampliamenti dei piani dell'accessibilità con l'adozione di esperienze sensoriali tattili attraverso stampe 3D.

Si segnala, infine, che le tecniche di documentazione indiretta stanno oggi consentendo di disporre di veri e propri strumenti utili ai fini di un riesame a posteriori delle fasi di scavo, di giacitura dei corpi, di studi antropologici integrati o di nuove forme di fruizione pubblica, osservabili a posteriori e anche da punti di vista inaccessibili direttamente sul campo. Ciò sta quindi portando da un lato alla velociz-

zazione della documentazione sullo scavo e ad un certo quantitativo di informazioni recuperabili a posteriori, ma allo stesso tempo sta conducendo ad un'osservazione *in situ* meno accurata, rimandando al *post* scavo molti aspetti della fase conoscitiva e interpretativa che invece dovrebbero essere direttamente verificati e realizzati sul campo.

Bibliografia essenziale

1. Barazzetti e Scaioni 2013
2. Barcelò 2000
3. Bianchini et al. 2015
4. Brzobohatá et al. 2012
5. Cabo et al. 2012
6. Chibunichev et al. 2018
6. De Reu et al. 2014
7. Errickson et al. 2017
8. Evelyn-Wright et al. 2020
9. Mallegni e Rubini 1994
10. Seguchi e Dudzik 2019

2.3 Il recupero dei resti scheletrici umani: conservazione temporanea e trasporto

M. Rubini

Come noto, l'atto del recupero di resti scheletrici umani in contesti storici (scavi archeologici, rinvenimenti sporadici, cripte sepolcrali di chiese, etc.) rappresenta un tappa fondamentale per l'avvio di un corretto approccio antropologico. Giova ricordare come tutto ciò che viene omesso in fase di documentazione dei resti, prima dell'asportazione, rappresenta la perdita irrecuperabile di dati talvolta fondamentali. Quindi, appare ovvio come la fase di approccio a una sepoltura dovrà essere basata su una raccolta minuziosa di informazioni tafonomiche, tanatologiche, grafiche e antropometriche.

In tutto questo ci viene in soccorso la scheda da campo AT, anche se a volte ci possono essere di aiuto anche le impressioni personali annotate a parte per l'interpretazione di alcuni "gesti della morte". Effettuata la documentazione preliminare, vista nel paragrafo precedente, la rimozione dei reperti scheletrici dovrà avvenire secondo procedure codificate. A seconda della natura del substrato dovremo valutare come recuperare i reperti:

- substrato fortemente coeso – sconsigliato utilizzare liquidi per ammorbidirlo, piuttosto consigliata la rimozione in blocco del reperto, la cui "liberazione" avverrà meccanicamente in laboratorio. In questo caso la conservazione temporanea avverrà in sacchetti di plastica areati (aperti) corredati di un cartellino che ne indichi data di recupero, località, numero identificativo e nome dell'operatore. Non usare mai né pellicole trasparenti plastiche né di alluminio;
- substrato umido o bagnato – dopo la valutazione della condizione del reperto, la rimozione dovrebbe avvenire inserendo cautamente un supporto rigido al di sotto del reperto (per evitare rovinose rotture dovute alla condizione instabile dello stesso) e posizionarlo "libero" in cassetta ignifuga. Assolutamente non conservarlo in sacchetti di plastica che allungherebbero i tempi di asciugamento favorendo anche il degrado della matrice inorganica.
- substrati terrosi o sabbiosi – la rimozione si presenta piuttosto semplice in caso di integrità del/dei reperti ossei. Qualora si presentassero fratture post-mortem è consigliabile avvalersi del supporto rigido per il prelievo. In questo caso sul fondo della cassetta ignifuga verrà sistemato un "letto" di cotone sul quale verrà adagiato il/i reperti. In caso di integrità del/dei reperti la conservazione temporanea avverrà in busta di plastica come al punto a);
- acqua – nel caso i reperti fossero rinvenuti in acqua la rimozione avverrà come per la procedura c), con l'unica accortezza di conservare i reperti in un contenitore con dell'acqua, il cui livello verrà diminuito progressivamente, per evitare

shock ai reperti ossei, sino a eliminarla del tutto. Tutto ciò dovrebbe avvenire prima del trasporto verso il deposito o il laboratorio.

- substrato stalagmitico o stalattitico – questa situazione si presenta piuttosto di frequente nei rinvenimenti in grotta. In questo caso il recupero si presenta piuttosto complesso in quanto l'intervento suggerito è rappresentato dal taglio della concrezione con una distanza di rispetto dal reperto, rimandando la rimozione della stessa in laboratorio con strumenti meccanici o chimicamente. La conservazione temporanea avverrà con le modalità del punto a).

Il trasporto definitivo dei reperti avverrà quando i medesimi saranno in grado di garantire stabilità, posizionati in cassette ignifughe possibilmente una per individuo, qualora questo fosse possibile (necropoli, aree cimiteriali, sepolture pavimentali nelle chiese, etc.). In caso di sepolture multiple caotiche è utile contrassegnare la cassetta da trasporto con il/i numeri di unità stratigrafica al fine di avere un riferimento nel prosieguo delle indagini antropologiche.

Menzione a parte meritano i resti combusti o incinerati. In questo caso il prelievo dovrà avvenire assieme al substrato se liberi nel terreno (ad esempio *bustum* o *ustrina*), o assieme all'urna cineraria nel caso fosse presente. La conservazione temporanea avverrà nel primo caso sempre con buste di plastica aeree nel secondo come ovvio all'interno dell'urna stessa. In quest'ultimo caso i reperti verranno recuperati attraverso un microscafo in laboratorio.

Il trasporto di reperti scheletrici, come per tutti i beni culturali, avverrà unitamente a una bolla di accompagnamento ministeriale (MiC) con indicazioni di: conducente; targa veicolo; provenienza dei reperti; destinazione dei reperti. Tale bolla dovrà essere firmata dal funzionario e controfirmata dal dirigente competente.

Bibliografia essenziale

1. Andreini e Rubini 1995
2. Mallegni e Rubini 1994
3. Minozzi e Canci 2015

2.4 Interpretare le inumazioni: l'analisi tafonomica sullo scavo

E. Dellù, V. Amoretti

Fino a pochi decenni fa le sepolture venivano esaminate quasi esclusivamente con uno sguardo archeologico volto alla definizione della pratica o del rituale funerario attraverso l'osservazione delle tipologie tombali e dei corredi, laddove presenti. A partire dagli anni '90 si sono introdotte nuove metodologie di analisi proprie del settore antropologico e biologico che, grazie all'esame della disposizione degli apparati scheletrici dei singoli defunti, consentono di raggiungere nuovi spunti di riflessione funzionali alla definizione di tutti gli eventi a cui i corpi vanno incontro a partire dai primi attimi postmortali sino alla loro messa in luce attraverso le indagini archeologiche.

L'obiettivo è quello di fornire indicatori utili ad una ricostruzione interdisciplinare del contesto di seppellimento; si prenderanno in esame la disposizione scheletrica degli individui, il grado di connessione articolare e, ad esempio, l'azione della gravità su ossa in disequilibrio, tutti elementi funzionali alla ridefinizione della pratica deposizionale. In questa sede verranno pertanto discussi i principi basilari dell'archeoa antropologia funeraria, con particolare attenzione agli eventi tafonomici, intesi come tutti i processi che riguardano il cadavere dal momento della sua deposizione.

Dal *rigor mortis* al processo di scheletrizzazione: connessioni labili e persistenti

Al momento in cui si va ad agire su di un'azione di sepoltura antica è necessario avere ben presente tutto ciò a cui il corpo va incontro dal momento della morte dell'individuo a quello in cui esso viene scoperto ed indagato archeologicamente.

Nel caso in cui il corpo non sia stato sottoposto a trattamenti – quali ad esempio la mummificazione, la scarnificazione, il *mos teutonicus* – il processo di decomposizione avviene secondo processi ben precisi: esso avviene per autolisi (autodistruzione delle cellule a causa dei propri enzimi) e **putrefazione** (il degrado delle cellule ad opera di batteri ed altri microorganismi), trasformando il cadavere in scheletro, passando per 6 stadi principali, quali cadavere fresco (caratterizzato da *pallor, algor, livor, rigor mortis*), rigonfiamento primario, rigonfiamento secondario, decomposizione attiva, decomposizione passiva e infine scheletrizzazione.

Va ricordato che le tempistiche con cui ogni stadio viene raggiunto sono estremamente variabili, dipendendo da fattori sia intrinseci che estrinseci, fra cui l'attività degli animali (in particolare insetti e carnivori saprofagi) e le condizioni ambientali: alte temperature e umidità velocizzano tali processi, mentre essi vengono ritardati dalle basse temperature.

Nell'analisi tafonomica dei rinvenimenti di resti umani antichi ha una grande importanza l'identificazione delle connessioni articolari.

E' necessario distinguere fra due tipologie di articolazioni: le **articolazioni labili**, quelle che durante la decomposizione vengono meno in minor tempo (in generale, in luoghi temperati e a media umidità, si tratta in particolar modo di quella temporo-mandibolare, quelle delle mani, della porzione distale dei piedi, delle vertebre cervicali, delle masse muscolari fra scapole e coste e fra rotula e ginocchio; anche l'articolazione coxo-femorale è labile e quindi estremamente indicativa, anche se la testa del femore è profondamente incastrata all'interno del coxale e può trarre in inganno) e le **articolazioni persistenti**, cioè quelle che impiegano un lasso di tempo maggiore per svanire (le più persistenti sono quelle fra le vertebre lombari, la lombo-sacrale, le sacro-iliache, la femoro-tibiale a livello del ginocchio, la tibio-tarsica alla caviglia, tarso e metatarso).

Deposizioni primarie e deposizioni secondarie

L'identificazione delle articolazioni e la distinzione fra labili e persistenti è funzionale all'interpretazione delle caratteristiche tafonomiche delle deposizioni, ed estremamente utile nell'identificazione di una sepoltura come **primaria** o **secondaria**. Per primaria si intende una sepoltura in cui il cadavere si è decomposto nello stesso luogo in cui è stato deposto (fig. 2.9), mentre in una sepoltura secondaria le ossa dell'individuo vengono spostate. Sono le connessioni anatomiche a indicare una sepoltura primaria e, in particolare, il mantenimento delle stesse. Non sempre però tutte le connessioni si mantengono intatte, in quanto possono intervenire modifiche nel lasso di tempo precedente allo scavo: alcuni elementi possono trovarsi non in connessione anatomica a causa dei contesti di deposizione (cfr. *infra*) o degli avvenimenti intercorsi prima della scoperta.

Le connessioni labili sono particolarmente preziose come testimonianza del carattere primario di una deposizione, in quanto il loro mantenimento è prova di come la decomposizione sia avvenuta nel luogo di ritrovamento. Le articolazioni persistenti hanno minor valore probante, in quanto potrebbero essersi mantenute anche se il corpo fosse stato traslato in un periodo non molto distante dal momento della deposizione. In una sepoltura primaria tutte le articolazioni potrebbero essere in connessione stretta, ma non sempre ciò accade. L'assenza di connessioni, per converso, non costituisce una prova del carattere secondario di una deposizione: avvenimenti quali crolli, inondazioni o il cedimento di strutture a scheletrizzazione già avvenuta possono portare alla loro perdita nonostante la sepoltura sia primaria.

In alcuni contesti, in caso di sepolture asincrone, si può rilevare un tipo particolare di contesto, quello "in riduzione" (fig. 2.10). Esso si ha quando risulta evidente - spesso con segni di delimitazione lineare o "effetto parete" - che le ossa di uno o più individui precedenti sono stati spostati in antico per fare spazio ad un'ultima inumazione. In questo caso le ossa delle sepolture precedenti risultano accumulate sul lato o sul fondo della fossa e della struttura tombale, ma sono pertinenti ad individui deposti originariamente nello stesso luogo e quindi da considerarsi come deposizioni primarie.



Figura 2.9: Sepoltura in struttura tombale realizzata in spazio vuoto; deposizione primaria. Si evidenziano perdite di connessioni articolari dovute a eventi tafonomici postdeposizionali (Milano, Chiesa dei Santi Filippo e Giacomo di Nosedo; da Lusuardi Siena e Matteoni 2017).

Le sepolture secondarie, invece, riguardano lo spostamento di ossa secche e prive di legamenti o tessuti (fig. 2.11): non sempre esse sono facilmente riconoscibili, se non in caso di incinerazioni (cfr. cap. 2.6) o di tracce di scarnificazioni: va sempre applicato spirito critico nella distinzione fra sepoltura secondaria e primaria rimaneggiata. Nel caso di sepolture multiple l'osservazione del mantenimento delle connessioni labili è estremamente indicativo, in quanto l'alterazione di tali connessioni in alcuni individui potrebbe significare che i successivi sarebbero stati deposti dopo il breve lasso di tempo in cui esse si sarebbero degradate. Da un punto di vista archeologico va posta molta attenzione all'eventuale individuazione di accumuli di terreno fra i diversi individui per stabilire la sincronicità o la diacronicità delle inumazioni.

Contesti di decomposizione

Alla base della ricostruzione del contesto deposizionale – e quindi della posizione originaria in cui venne collocato il corpo del defunto – vi è pertanto l'osservazione delle connessioni articolari, grazie alle quali è possibile definire se la sepoltura avvenne in uno spazio vuoto o pieno ed eventualmente con l'utilizzo di elementi organici (quali stoffe ad esempio) che ne provocarono delle compressioni.

A seguito della decomposizione dei tessuti e dei legamenti le singole ossa subiscono gli effetti della gravità e pertanto, se si trovano in disequilibrio, tenderanno a ruotare e cadere.



Figura 2.10: Sepolture in struttura tombale realizzate in spazio vuoto; deposizione primaria. A sinistra individuo in riduzione, a destra in connessione anatomica (Milano, Complesso episcopale)



Figura 2.11: Deposizioni secondarie con selezione di elementi scheletrici rappresentativi, quali crani e ossa lunghe (Gravina di Puglia -BA-, Chiesa rupestre di San Michele; Archivio Fotografico SABAP-BA).

Nel caso in cui l'individuo sia stato sepolto in uno **spazio pieno**, quale ad esempio una fossa colmata da terra (**tomba in nuda terra/tomba terragna** ad esempio), la posizione delle singole ossa tenderà a non mutare in quanto gradualmente il terreno si infiltrerà nello spazio venutosi a creare a seguito della decomposizione dei tessuti molli (**riempimento progressivo**) (fig. 2.12). La gravità pertanto non influenzerà sull'eventuale disequilibrio delle singole ossa.

Si potrà, invece, notare una caduta degli elementi in disequilibrio all'interno del volume corporeo nel caso in cui si sia verificato un **riempimento differito**, riconducibile alla presenza di stoffe (ad esempio un sudario più o meno costrittivo) che avvolgevano il defunto, la cui disgregazione ha previsto tempistiche di disgregazione



Figura 2.12: Sepoltura in struttura tombale realizzata in spazio pieno; deposizione primaria (Luni - SP-, Complesso cattedrale; da Lusuardi Siena, Del Galdo et al. 2018, mod.).

maggiori rispetto a quelle dei tessuti deperibili del corpo. In questo caso si potranno osservare anche diversi gradi di compressione a seconda della più o meno marcata costrizione fatta assumere originariamente alla salma; nel caso, ad esempio di un individuo in decubito dorsale, i distretti che subiranno i maggiori effetti potranno essere l'area delle spalle (verticalizzazione delle clavicole, rotazione mediale degli omeri, scapole oblique), del bacino e delle gambe (ginocchia e/o caviglie ravvicinate).

Differente sarà, inoltre, la dislocazione delle ossa nel caso in cui l'individuo sia stato deposto in uno **spazio vuoto** (cassa lignea, cassa strutturata, tomba a camera, tomba a grotticella, ecc.) in quanto la gravità inciderà notevolmente sugli elementi corporei che, successivamente alla decomposizione dei tessuti molli, si troveranno in disequilibrio; si potrà addirittura verificare la completa disconnessione delle articolazioni labili (fig. 2.9). Alcune ossa subiranno una rotazione esterna al volume corporeo, altre interna. Nel primo caso potremo verificare, ad esempio, la rotazione laterale del cranio, l'apertura della mandibola, l'apertura del bacino con la disgiunzione della sinfisi pubica e l'appiattimento dei coxali, la rotazione laterale dei femori e delle patelle. Nel secondo caso, invece, potremo osservare la caduta verso il basso di tutto ciò che si trovava originariamente appoggiato superiormente al corpo (come mani ed eventuale corredo), l'appiattimento della cassa toracica con la caduta dello sterno verso il basso, parziali dislocazioni della colonna vertebrale (dove si potranno individuare raggruppamenti di un numero limitato di vertebre strettamente connesse), l'affossamento del bacino con avanzamento del sacro e arretramento dei coxali.

Tipologie tombali e deposizionali nei millenni

L'osservazione di quanto esposto dovrà necessariamente essere calata nei singoli contesti i quali, sulla base delle conoscenze attuali relativamente alle pratiche deposizionali documentate in ambito italiano, risultano estremamente variegati e cronologicamente differenziati.

Tra le tipologie tombali più attestate a livello archeologico si segnalano le tombe a fossa pavimentali in nuda terra o in banco roccioso, le tombe a pozzetto, a grotticella artificiale, a dolmen, a tumulo, a *tholos*, a sarcofago, a camera, a semicamera, ad *enchytrismos*, alla cappuccina, ad arcosolio e le aree funerarie ipogee (catacombe ad esempio) con sepolture a fossa parietali.

Tra le tipologie deposizionali documentate attraverso un'osservazione interdisciplinare, come quella in precedenza esposta, si individuano inumazioni in decubito dorsale, prono e laterale; con articolazioni superiori e inferiori distese, flesse e iperflesse (fig. 2.13).

Sulla base di un'osservazione multidisciplinare, comprensiva degli eventi tafonomici e diagenetici, si potranno osservare inumazioni con tracce di semicombustione dovute a roghi di breve durata e intensità realizzati sia *in situ* (*bustum*) sia in pratiche rituali precedenti alla deposizione primaria o secondaria del soggetto.

Il riconoscimento della tipologia tombale non costituisce di per sé la ricostruzione esaustiva della pratica deposizionale, in quanto in ogni caso andranno osservati e



Figura 2.13: Sepoltura con individuo in posizione rattrata (gambe flesse), realizzata in struttura a semicamera (Bari, località Ceglie del Campo; Archivio Fotografico SABAP-BA).

documentati tutti gli elementi sopra esposti, funzionali alla corretta individuazione delle peculiarità della sepoltura in esame. Ogni deposizione rappresenta un contesto unico anche se inserito in una medesima temperie culturale; l'individuazione delle gestualità e pratiche messe in atto dalla famiglia o dalla comunità in cui si trovava a vivere e morire il soggetto, gli eventi postmortali subiti dal corpo, le modifiche dell'assetto scheletrico prodotte dalla gravità, ecc. risultano tutti elementi utili e necessari alla ricostruzione delle pratiche rituali e deposizionali delle antiche popolazioni che emergono quotidianamente attraverso gli scavi archeologici.

Bibliografia essenziale

1. AA.VV. 2005
2. Bietti Sestieri 2018
3. Minozzi e Canci 2015
4. Duday 2006
5. Duday et al. 1990
6. Komar e Buikstra 2008
7. Nikita 2017
8. Pessina e Tinè 2018
9. T. D. White e Folkens 2005

2.5 Interpretare le inumazioni: l'analisi di laboratorio

P.F. Rossi

Lo studio degli inumati offre l'opportunità di effettuare una analisi della variabilità a tutti i livelli dello scheletro ed è forse la parte di studio antropologico che fornisce il maggior numero di informazioni per tracciare il profilo biologico dell'individuo e, da questo, della popolazione di provenienza. L'analisi dello scheletro nel suo insieme, denti compresi, permette infatti di tracciare uno screening completo sia dal punto di vista dell'analisi morfologica che dell'indagine molecolare.

Di conseguenza, l'analisi degli inumati permette di portare alla luce eventuali problematiche connesse con la morfologia scheletrica, alterazioni di origine patologica o comportamentale, che costituiscono talvolta *pattern* specifici legati a specifici comportamenti bioculturali.

Va poi sottolineato che l'utilizzo delle più moderne tecnologie applicate allo studio dello scheletro, permette di ampliare significativamente lo spettro delle osservazioni e di ottenere quindi risultati più puntuali e più precisi. Si riesce in questo modo a superare il limite legato all'analisi morfologica di base - che resta comunque sempre il primo *screening*, ma che inevitabilmente risente della sensibilità dell'osservatore; la tecnologia permette di ottenere determinazioni più obiettive e quindi meno attaccabili nel confronto scientifico.

La ricostruzione del profilo biologico di un inumato comincia già durante lo scavo. L'antropologo che effettua il prelievo degli elementi ha l'opportunità di acquisire i primi dati registrandoli sulla scheda di scavo (vedi cap. 2.1) e creando quindi un presupposto per il lavoro futuro. In laboratorio il flusso del lavoro, segue un iter rigoroso che parte dall'osservazione del materiale in arrivo dallo scavo. E' importante che il materiale scheletrico arrivi dallo scavo ancora non pulito, per permettere all'antropologo di scegliere con quale modalità sia meglio intervenire per rimuovere il sedimento. Questo passaggio è necessariamente collegato alla valutazione dello stato di conservazione dei resti che risente principalmente dell'ambiente di sepoltura. Qualora i resti già a prima vista appaiano compromessi nella loro integrità sarà da privilegiare una modalità di pulitura **a secco**, mentre l'uso dell'acqua sarà limitato alle situazioni di migliore conservazione.

Vale la pena di sottolineare una volta di più, come le operazioni di rimozione del sedimento siano assolutamente indispensabili per la tutela del materiale scheletrico che ben pulito e ben conservato in contenitori idonei può rimanere inalterato per moltissimi anni venendo a costituire prezioso materiale di indagine disponibile per le future generazioni di ricercatori che disporranno di metodologie sempre più sofisticate.

Le operazioni concernenti la mera descrizione del campione a disposizione, sono quell'insieme di azioni che permettono di definire la linea progettuale da seguire. E' auspicabile in questa fase effettuare il maggior numero di osservazioni macroscopiche da registrare accuratamente e lo studio morfologico andrebbe sempre accom-

pagnato da una ricca documentazione grafica a corredo delle osservazioni. La conoscenza che deriva da questo studio preliminare è alla base della costruzione di una collezione osteologica.

Dati essenziali per la definizione dell'osteobiografia individuale sono la determinazione di sesso ed età alla morte. Per quanto riguarda la determinazione del sesso si opera solamente nella categoria degli individui adulti, e gli indicatori utili sono reperibili, ciascuno con un peso informativo diverso, in vari distretti dello scheletro (bacino, cranio, ossa lunghe, ecc.).

Per quanto riguarda l'età alla morte, dalla distinzione delle due macro-categorie adulto/subadulto, si può procedere a circoscrivere i limiti delle determinazioni in maniera più puntuale.

La stima dell'età alla morte tiene conto di parametri riguardanti da un lato lo sviluppo scheletrico e dentario (individui giovanili) e dall'altro le modifiche scheletriche e dentarie che intervengono nel corso della vita (individui adulti). Nei giovani in virtù del ritmo di accrescimento che segue dei tempi piuttosto regolari, la stima dell'età risulta più precisa che negli adulti, in cui molti fattori possono influire sulle modifiche scheletriche: la tipologia di alimentazione influisce necessariamente sull'usura dentaria, così come una differente attività fisica influirà sulle modifiche scheletriche o sulla presenza di fenomeni degenerazione articolare.

Negli ultimi anni all'analisi morfologica tradizionale si sono affiancate metodologie di indagine più innovative che sfruttano l'analisi digitale di immagine abbinata a metodi statistici per quelle determinazioni che, come si è detto, risentono della sensibilità dell'operatore. Analisi che applicano la *geometric morphometrics* ad esempio, sia direttamente sull'elemento osseo che sull'immagine in 3D che si ottiene dalla sua scansione, riducono drasticamente la possibilità di errore individuale assicurando una maggiore obiettività della determinazione.

Il *corpus* dei dati che proviene dall'analisi morfologica dell'inumato, che oltre alle determinazioni di sesso ed età alla morte comprende l'individuazione e l'analisi di eventuali lesioni patologiche, dei cambiamenti morfologici in relazioni all'età o all'attività fisica compiuta, dei caratteri non metrici dello scheletro, della stima della statura in vita definiscono il profilo biologico dell'individuo e il mezzo per tracciare il profilo della popolazione. Su questo insieme si basa anche la scelta dei campioni su cui effettuare le analisi più mirate per ricostruire abitudini alimentari o mobilità degli individui, nonché il profilo genetico. Queste analisi, infatti, che sono molto specialistiche e che devono essere effettuate in laboratori specializzati, prevedono costi di esecuzione anche elevati e non possono essere fatte, di routine, a tappeto su tutto il campione scheletrico. Saranno perciò le caratteristiche degli individui così come del contesto archeologico da cui provengono a suggerire come operare la selezione. Con le metodiche a disposizione oggi è quindi possibile effettuare l'indagine che chiarisca i movimenti delle popolazioni nel passato, il grado di mescolanza tra i gruppi e la composizione delle comunità nelle diverse aree geografiche.

Nella ricostruzione della osteobiografia individuale occupa posto di rilievo la valutazione dello stato di salute attraverso l'identificazione di quei segni riconducibili ad alterazioni del normale ritmo biologico. Traumi, patologie sistemiche o indicatori

di stress possono essere individuati dall'analisi dei tessuti scheletrici, precisi registratori e custodi degli eventi perturbatori che intervengono nell'arco della vita. Più ancora che l'identificazione di un segno anomalo o patologico è interesse dell'antropologo cercare di stabilire una relazione tra il segnale e lo stile di vita dell'individuo che diventa lo stile di vita della popolazione qualora lo stesso segnale si manifesti ripetutamente in un campione. E' possibile infatti avanzare ipotesi di relazioni causa effetto nel caso di quei segni chiamati stress funzionali, di cui fra tutti ricordiamo l'esempio dell'esostosi del meato acustico fenomeno che si ipotizza possa essere legato ad esposizione ripetuta all'acqua fredda (pesca, nuoto, attività portuali ecc.), o anche quei segni osservabili sulle superfici dei denti che sono invece riconducibili ad attività lavorative che coinvolgono la bocca come "terza mano".

Una categoria a parte è invece rappresentata da tutti quei marcatori individuabili sullo scheletro, la cui eziologia spesso è multifattoriale e non ricostruibile specificamente, tra cui ricordiamo ad esempio **cribra orbitalia** e **ipoplasie dello smalto** dentario, che, in quanto espressione morfologica di una alterazione del normale ritmo metabolico o di accrescimento dei tessuti, rappresentano inequivocabilmente un segno di disturbo diventando quindi forti indicatori dello stato di salute.

L'ipoplasia dello smalto assume anche una importanza particolare facendo riferimento al periodo infantile su cui è normalmente difficile ottenere informazioni. I tessuti dentari sono depositari di molte informazioni relative al periodo infantile e queste informazioni sono leggibili nell'analisi istologica dello smalto a livello microscopico, individuabili sottoforma di strie incrementali di spessore anomalo, segnali di momentanea interruzione dell'accrescimento dentario.

Nell'analisi dell'inumato una parte importante delle informazioni viene dai dati e dalla documentazione di scavo che dovrebbe sempre accompagnare i resti scheletrici per permetterne la contestualizzazione. In laboratorio, già le osservazioni preliminari su rappresentatività dello scheletro e stato di conservazione dovrebbero proprio tenere conto della modalità e dell'ambiente di sepoltura. Del resto, l'integrazione dei dati antropologici e archeologici dovrebbe essere sempre il fine ultimo cui tendere per una ricostruzione olistica del contesto.

Non sono infrequenti i casi in cui l'antropologo si trova a studiare contesti chiusi, scavati già conclusi da tempo, di cui i resti umani sono conservati all'interno dei depositi. In casi come questi la ricostruzione del contesto avviene sulla base della documentazione disponibile negli archivi, la cui analisi è di estrema importanza per una giusta interpretazione della sepoltura.

Va poi ricordato come l'identificazione e lo studio dei resti animali associati alle sepolture stia assumendo importanza sempre maggiore sia per la completa e corretta interpretazione della sepoltura dal punto di vista culturale, mentre dal punto di vista biologico l'osso animale fornisce i dati chimici di riferimento rispetto ai quali interpretare i dati chimici provenienti dalle analisi condotte sull'uomo.

Bibliografia essenziale

1. Buikstra e Ubelaker 1994
2. Hillson 2005
3. Crowe et al. 2009
4. Lovell 1997
5. Mattia et al. 2022
6. Nikita, Karligkioti e Lee 2019
7. Nikita e Karligkioti 2019
8. Ortner 2003
9. Schaefer et al. 2009
10. Biehler-Gomez et al. 2021
11. Sperduti, Giuliani et al. 2018
12. T. D. White 2011
13. Wood et al. 1992

2.6 Interpretare le cremazioni

C. Cavazzuti

Già nel 1912, ne *“Les formes élémentaires de la vie religieuse”*, Émile Durkheim individuava due fasi nella vita delle società, due momenti in aperta opposizione fra loro: uno è quello “disperso” e “monotono” dell’economia e del consumo quotidiani, l’altro è quello in cui le comunità o parti di essa si concentrano per celebrare riti religiosi, durante i quali una serie di gesti ripetuti e codificati riuniscono tutti i membri in un corpo unico, pervaso da un’armonia emotiva volta a rafforzare il sentimento di appartenenza e di coesione sociale.

Nella pluralità delle cerimonie religiose, il rituale funebre occupa senz’altro un ruolo di rilievo perché da un lato accomuna tutte le società (e più specie umane, dato che probabilmente anche i neandertaliani seppellivano i loro morti), dall’altro rappresenta per archeologi, antropologici fisici e antropologi culturali un’eccezionale fonte per ricostruire l’articolazione delle società, il loro rapporto col divino, la loro proiezione metafisica dell’aldilà.

Con l’avvento della modernità, la ritualità funebre è andata progressivamente comprimendosi nei tempi e semplificandosi nei modi, spesso svuotata di molte delle sue liturgie e dei suoi connotati simbolici. Nelle società più tradizionali, tuttavia, è meglio apprezzabile quella scansione tipica dei rituali di transizione che Arnold Van Gennep, proprio in *“Le rites de passage”* del 1909 articolò in tre fasi: riti di separazione, riti marginali (o liminari), riti di aggregazione.

In campo archeologico la tripartizione di Van Gennep è di fondamentale importanza perché ci ricorda che la sepoltura del cadavere è anticipata e seguita da una serie di riti che possono coinvolgere il corpo o i resti (scheletrificati) di esso. *Sensu* Mauss, Bourdieu, e più recentemente Scheper-Hughes, il corpo è dotato di agency sociale, e continua a svolgere la sua funzione anche dopo il trapasso (si veda ad esempio l’illuminante saggio di Adriano Favole *“Resti di umanità. Vita sociale del corpo oltre la morte”*).

Troviamo un esempio di questa complessità nelle sepolture a grotticella dell’età del rame, nelle culture di Rinaldone, Gaudio o Laterza. Difficilmente i resti scheletrici sono stati rinvenuti nelle tombe in giacitura primaria e in connessione anatomica. Dopo la decomposizione dei cadaveri, le ossa – ed in particolare i crani – venivano sovente manipolate, prelevate per essere utilizzate in riti che non conosciamo, o talvolta spostate da una tomba all’altra. Proprio nel caso degli “ossari”, in mancanza di un’analisi tafonomica accurata e di una copertura capillare di date radiocarboniche sui resti umani, risulta spesso difficile distinguere tra i trattamenti destinati al defunto in sé, circoscritti quindi all’ambito funerario, e quelli riconducibili al culto degli antenati, nel quale la manipolazione dei resti umani è funzionale a rimarcare la continuità della discendenza e, in definitiva, a sottolineare la permanenza di un gruppo nel territorio attraverso le generazioni.

In determinati casi, tuttavia, è chiaro che il destinatario di certe operazioni fosse proprio il defunto in quanto tale. Dal neolitico, come nel caso della Grotta Scaloria (Ta-

voliere), all'età del rame, come alla Tana della Mussina (Reggio Emilia), abbiamo evidenza di scarnificazione (identificata tramite la presenza di *cut-marks* sulle corticali ossee) per rimuovere dal cadavere i tessuti molli, quindi a cadavere fresco. Mentre in alcuni contesti neolitici europei vi sono indizi sul fatto che questi interventi venissero effettuati con lo scopo di cannibalizzare il corpo dei defunti, dai siti italiani non disponiamo di elementi probanti in questo senso. Quello che possiamo però osservare è la variabilità straordinaria dei trattamenti funerari non solo fra culture diverse, ma anche nell'ambito della stessa cultura e, fatto ancora più importante, spesso anche all'interno della medesima società, nella quale un rituale più o meno complesso può riflettere un diverso ruolo/rango o una diversa provenienza/tradizione culturale. Proprio perché il corpo non è solo biologico ma è anche culturale e sociale, la comprensione del rito funebre non può prescindere da un'analisi integrata dei resti osteologici, dei materiali che costituiscono il corredo, della struttura architettonica delle tombe.

Fra i trattamenti che si discostano dall'inumazione "classica", trattata in altri paragrafi di questo volume, è necessario spendere qualche parola su uno di quelli più attestati sia fra le società pre-protostoriche, sia fra le società d'età storica, in particolare fra i popoli italici, così come nel mondo romano: la cremazione. Nell'antropologia tradizionale il materiale incenerato è stato spesso trascurato poiché la sua frammentarietà inibisce molte delle analisi morfologiche, metriche, patologiche, etc. che di prassi vengono condotte sui resti non combustibili (fig. 2.14). Con l'esposizione al fuoco, inoltre, l'osso cremato perde la frazione organica e inibisce l'estrazione del collagene, e di conseguenza l'analisi degli isotopi del carbonio, dell'azoto e dello zolfo, così come l'analisi del DNA.

Da circa vent'anni, tuttavia, le analisi radiocarboniche sono invece possibili. Quando il tessuto osseo raggiunge e supera i 600°C sulla pira funebre, perde il collagene, i grassi e le proteine e dai 700°C diviene del colore tipicamente bianco-calcinato. A questa temperatura l'apatite si converte in carbonati strutturali molto stabili e il carbonio che li costituisce può essere datato tramite spettrometria di massa, anche se con le dovute cautele derivanti dal possibile interscambio con l'anidride carbonica generata dalla combustione e dall'eventuale *old-wood-effect*.

Tornando agli aspetti del rituale funebre, lo studio delle cremazioni si rivela di grande stimolo, perché a differenza delle inumazioni, consente di ricostruire nel dettaglio molte più fasi del rituale, attraverso l'osservazione degli elementi ossei conservati e del materiale che accompagna il defunto.

La cremazione può essere **primaria** o **secondaria**. È primaria quando i resti combusti vengono lasciati nel luogo del rogo funebre (*ustrinum*) per poi essere immediatamente sepolti. È il caso del *bustum* romano, ma anche delle cremazioni in situ note, ad esempio, nel mondo danubiano fra III e II millennio a.C.

Più spesso le comunità antiche fecero uso della cremazione in urna, specie durante l'età del bronzo e l'età del ferro (*Urnenfelderzeit*). Molti degli aspetti rituali, demografici e sociali delle comunità protostoriche e della prima età storica, fino a poco tempo fa totalmente ignoti, sono stati progressivamente svelati grazie ai nuo-



Figura 2.14: Il risultato di una cremazione.

vi avanzamenti metodologici e ad una serie di campagne d'indagine sul materiale cremato.

Nel caso delle più comuni cremazioni in urna, se le condizioni di conservazione lo consentono, è necessario prevedere un microscavo del contenuto dei cinerari, che può anche essere a sua volta preceduto da uno screening radiografico, ovvero un *CT-scan* per programmare meglio il microscavo stesso ed individuare l'eventuale presenza di oggetti di corredo particolarmente fragili, facilitando così i lavori di restauro necessari (fig. 2.15).

Il microscavo serve a recuperare con maggiore cautela il materiale presente nell'urna separandolo dal terreno di riempimento penetrato dopo il definitivo interro, e a documentare la sequenza di deposizione delle ossa nel cinerario (il rituale dell'*ossilegio*). Queste operazioni possono essere condotte con diverse modalità. In vari lavori, come quelli sulle necropoli di Casinalbo (Modena) e di Borgo Panigale (Bologna), il blocco osteologico è stato suddiviso a priori in tre porzioni di eguale spessore e il microscavo è stato effettuato rimuovendo questi tre livelli piano-paralleli. Analizzando il peso dei vari distretti scheletrici (cranio, ossa lunghe, torace, etc.) in ogni singolo livello, è stato possibile osservare con quale criterio le ossa venivano deposte nelle urne (fig. 2.16). I dati dimostrano che in entrambe le comunità, l'una del Bronzo medio e recente, l'altra del villanoviano iniziale, il rituale dell'*ossilegio* prevedeva l'inserimento dei frammenti cranici per ultimi, sulla som-

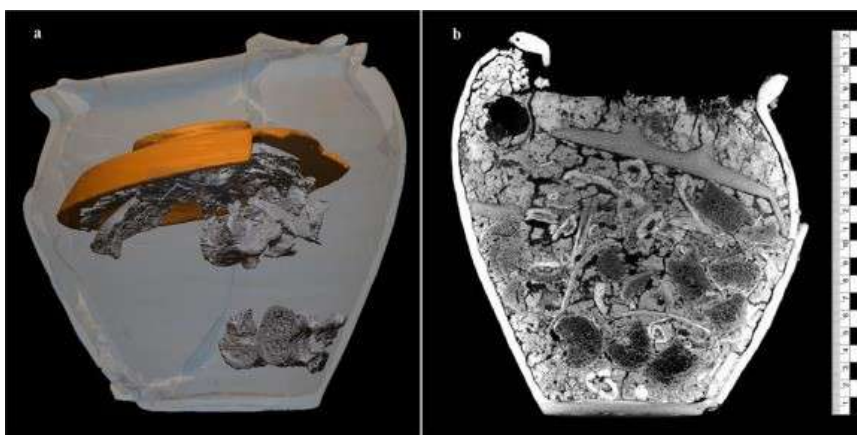


Figura 2.15: Tomografia assiale computerizzata (TAC) su un'urna cineraria dalla necropoli imperiale di Modena-Tangenziale Pasternak. A sinistra sono isolate ed evidenziate le vertebre e il coperchio a chiusura del blocco osteologico (da Higgins et al. 2020).

mità del blocco di ossa, probabilmente con l'intenzione di ricostituire, almeno in parte, la forma anatomica del defunto (fig. 2.17). Proprio a Borgo Panigale tale pratica è sottolineata anche dalla “vestizione” del cinerario con tessuto e fibule, come accade spesso nel periodo villanoviano.

Cremazioni condotte con i protocolli propri dell'archeologia sperimentale (fig. 2.18) hanno verificato che la posizione relativa delle ossa dopo il collasso della pira non cambia in modo significativo. Per gli officianti protostorici, pertanto, non doveva essere un problema riconoscere, recuperare e ricollocare i resti ordinatamente.

Recuperati i frammenti ossei, si procede all'analisi osteologica e, in primo luogo, alla verifica del Numero Minimo di Individui (NMI). In realtà, l'incidenza delle tombe plurime è relativamente bassa (ma comunque variabile da contesto a contesto). Tuttavia, un individuo in sovrannumero può essere rappresentato anche da pochi frammenti, la cui presenza può essere interpretata come casuale (il cosiddetto “effetto pira sporca”), o volontaria (*token*).

Ovviamente il peso totale dei resti ossei, ripuliti dalla frazione terrosa che li inglobava, può contribuire a determinare il NMI. Da cremazioni moderne sappiamo che il peso delle ossa cremate di un maschio adulto è compreso fra 2 e 3,5 kg circa, mentre tra le femmine può variare da 1,5 a 2,5 kg. Nel caso di cremazioni antiche, frazioni dello scheletro sono certamente andate perdute durante il rogo, l'ossilegio, in ambiente post-deposizionale e, magari, anche durante lo scavo e il microscavo. Considerate le eventuali perdite, se un'urna contiene più di 2,5 kg di ossa cremate, è assai probabile che gli individui sepolti contestualmente siano almeno due.

Più frequentemente il peso delle ossa è inferiore alle aspettative. Un'analisi statistica dei valori ponderali, distinti per categorie di individui, può suggerirci se l'ossilegio sia **completo**, **parziale** o **selettivo**. Quando il peso dei resti di un adulto è di poche decine di grammi, senza che sia avvenuto alcun danneggiamento post-deposizionale della tomba, risulta evidente che qualche forma di selezione fu mes-



Figura 2.16: Suddivisione del materiale osseo cremato in distretti scheletrici.



Figura 2.17: Foto zenitali del tetto dei diversi tagli piano-paralleli nei quali è stato suddiviso il riempimento di urna per le operazioni di microscavo.



Figura 2.18: Cremazione sperimentale.

sa in atto durante la raccolta/deposizione delle ossa. Si dovrà verificare quindi se la selezione ha interessato specifici distretti anatomici.

Analizzando la colorazione e la natura delle deformazioni dei frammenti è possibile stimare le temperature raggiunte dal rogo. Colorazioni dal bruno al nero indicano temperature molto basse (<500°C), cromatismi bianco-grigiastri e grigio-bluastri temperature intermedie (500-700°C), mentre il bianco gessoso è tipico di temperature elevate (>700°C). Sottoponendo campioni di osso ad analisi XRF e analizzando i cambiamenti di fase mineralogica dell'idrossiapatite, può portarci a valutazioni più precise. Si può presumere, come leggiamo nel caso della “*selva funerea*” “*cento piedi sublime in ogni lato*”, eretta per Patroclo (Iliade XXIII canto), che a individui eminenti della comunità fosse destinata una pira di grandi dimensioni.

Le stime di sesso ed età alla morte considerano le stesse variabili morfologiche e di sviluppo scheletrico utilizzate nel caso degli individui inumati, ma la qualità e quantità di tratti rilevabili è di norma sensibilmente inferiore, proprio per la parziale distruzione dovuta al rogo. Inoltre, l'osso, sottoposto alle alte temperature della pira, tende a deformarsi e si restringe (*shrinking*) del 5-15% rispetto alle sue dimensioni originarie. Lo studio di Gonçalves e collaboratori su materiale cremato moderno ha però rivelato che il dimorfismo sessuale è rintracciabile anche dopo la cremazione, se si misurano determinati tratti anatomici (diametro testa del femore, diametri della testa dell'omero, lunghezza dell'astragalo, lunghezza del calcagno, etc.). Tuttavia, le distribuzioni delle misure per maschi e femmine moderni non possono essere comparate con quelle antiche, giacché statura e massa corporea sono variati considerevolmente dall'antichità ad oggi.

Per sistematizzare e accrescere il grado di accuratezza delle stime del sesso lo staff di antropologi del Laboratorio di Bioarcheologia del Museo delle Civiltà ha sviluppato e pubblicato un nuovo metodo basato sulla metrica di 21 tratti anatomici fortemente indicativi del sesso (figg. 2.19 e 2.20). Gli standard di riferimento non sono però costruiti su popolazioni moderne, ma su cremati dell'età del bronzo e del ferro. Nella tabella 2.1 riportiamo i parametri utilizzati, e i rispettivi *cut-off points*, ossia i valori soglia (in mm) entro i quali quel tratto ricade più spesso nel campo di variabilità femminile e oltre i quali ricade più spesso in quello maschile. Valutando così la metrica di diversi tratti è possibile supportare le stime del sesso, suggerite anche dalla morfologia di frammenti cranici o delle pelvi, dalla generale robustezza/gracilità dello scheletro e, non da ultimo, dal genere suggerito da eventuali oggetti di corredo presenti nella tomba.

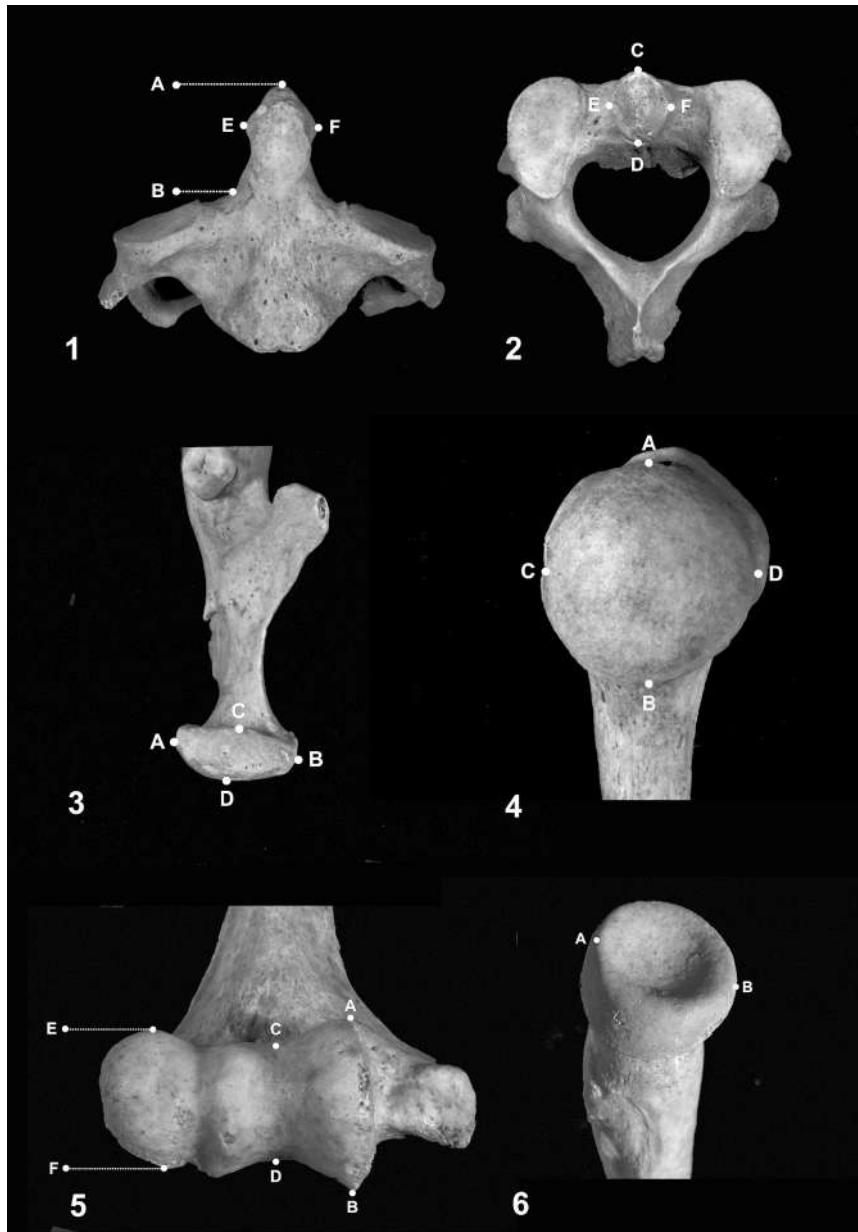


Figura 2.19: Misure di tratti anatomici caratterizzati da forte dimorfismo sessuale per la stima del sesso (da Cavazzuti, Bresadola et al. 2019).

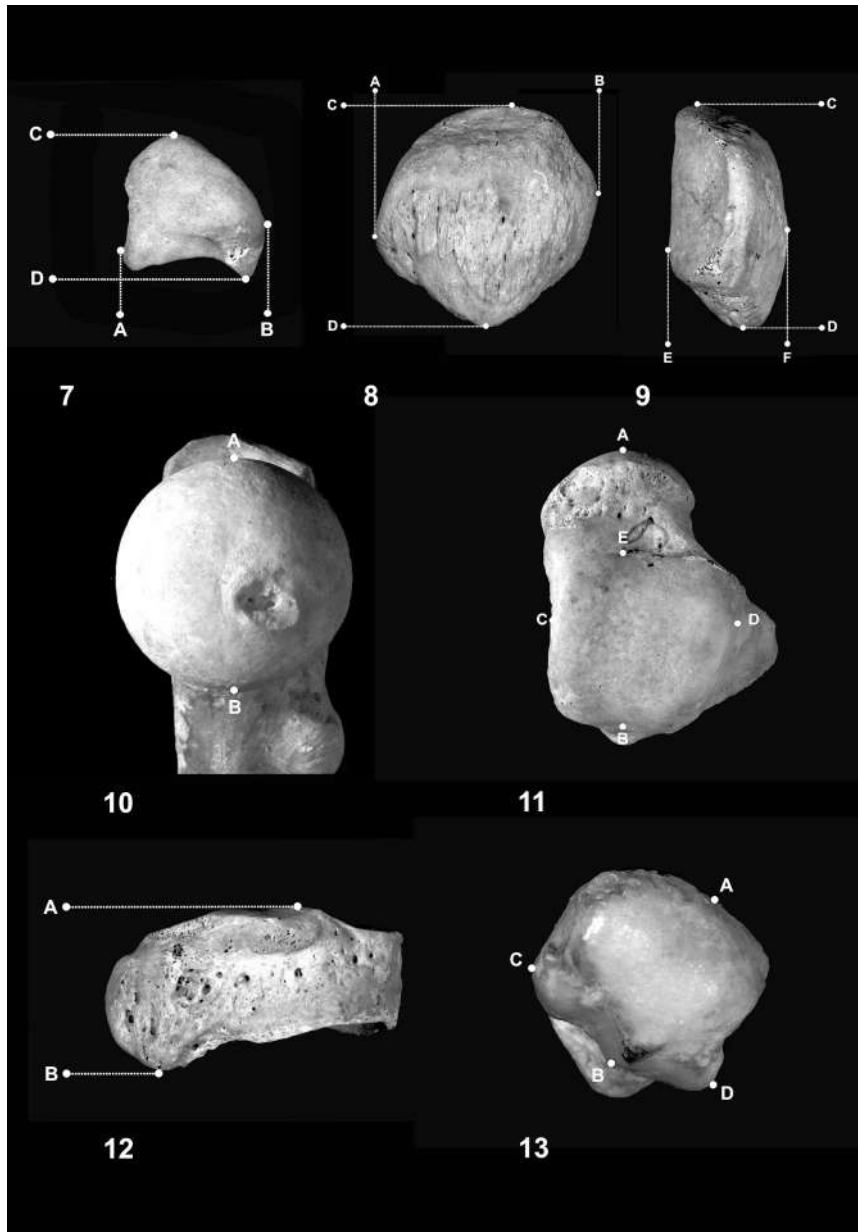


Figura 2.20: Misure di tratti anatomici caratterizzati da forte dimorfismo sessuale per la stima del sesso (da Cavazzuti, Bresadola et al. 2019).

Tabella 2.1: Statistica descrittiva e inferenziale e cut-off-points per la stima del sesso su materiale cremato.

| Trait | Males N | Females N | M mean (mm) | F mean (mm) | M s.d. (mm) | F s.d. (mm) | Student's t | t prob. | cut-off point (mm) |
|-------------------------------------------|------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|------------|--------------------------|
| Mandible: condyle width | 17 | 17 | 17.15 | 14.66 | 1.38 | 1.60 | -4.87 | <0.001 | 15.87 |
| Axis:dens anteroposterior diameter | 27 | 20 | 10.00 | 9.04 | 0.88 | 0.83 | -3.82 | <0.001 | 9.55 |
| Axis: dens transverse diameter | 26 | 20 | 9.08 | 8.82 | 0.79 | 0.74 | -1.18 | 0.24 | 9.10 |
| Humerus: vertical head diameter | 10 | 15 | 40.37 | 35.42 | 2.52 | 2.26 | -5.01 | <0.001 | 37.88 |
| Humerus: trochlea maximum diameter | 13 | 18 | 20.91 | 18.81 | 1.75 | 1.37 | -3.61 | <0.001 | 20.00 |
| Humerus: trochlea minimum diameter | 25 | 31 | 13.85 | 12.23 | 1.69 | 1.28 | -3.96 | <0.001 | 13.28 |
| Humerus: capitulum maximum diameter | 12 | 14 | 17.07 | 15.03 | 1.33 | 1.13 | -4.19 | <0.001 | 16.09 |

Table 2.1 continued from previous page

| Trait | Males N | Females N | M mean (mm) | F mean (mm) | M s.d. (mm) | F s.d. (mm) | Student's t | t prob. | cut-off point (mm) |
|-------------------------------------|------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|------------|--------------------------|
| Radius: head maximum diameter | 26 | 34 | 19.76 | 16.91 | 1.31 | 1.21 | -8.62 | <0.001 | 18.32 |
| Lunate: max width | 8 | 8 | 15.32 | 13.29 | 0.91 | 1.18 | -3.84 | <0.001 | 14.30 |
| Lunate: max length | 6 | 11 | 14.83 | 12.79 | 0.81 | 1.24 | -4.10 | <0.001 | 13.82 |
| Femur: vertical head diameter | 10 | 15 | 42.10 | 36.60 | 3.31 | 3.06 | -4.19 | <0.001 | 39.39 |
| Patella: maximum height | 7 | 12 | 37.22 | 33.51 | 3.30 | 2.57 | -2.56 | 0.03 | 35.68 |
| Patella: maximum width | 8 | 13 | 38.92 | 34.59 | 2.37 | 1.47 | -4.65 | <0.001 | 36.61 |
| Patella: maximum thickness | 22 | 38 | 16.67 | 14.70 | 2.32 | 1.71 | -3.48 | <0.001 | 16.10 |
| Talus: maximum length | 6 | 11 | 48.84 | 44.93 | 2.41 | 2.50 | -3.15 | 0.01 | 46.87 |
| Talus: head-neck length | 8 | 12 | 18.76 | 17.54 | 2.71 | 3.68 | -0.85 | 0.40 | 16.51 |
| Talus: trochlea length | 10 | 14 | 31.14 | 26.68 | 2.01 | 2.27 | -5.07 | <0.001 | 28.92 |

Table 2.1 continued from previous page

| Trait | Males N | Females N | M mean (mm) | F mean (mm) | M s.d. (mm) | F s.d. (mm) | Student's t | t prob. | cut-off point (mm) |
|---------------------------------------------------------|------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|------------|--------------------------|
| Talus: trochlea width | 18 | 29 | 28.99 | 25.72 | 2.71 | 2.35 | -4.22 | <0.001 | 27.52 |
| Navicular: maximum length | 15 | 23 | 14.00 | 11.94 | 2.46 | 1.61 | -2.86 | 0.01 | 13.46 |
| First metatarsal: dorso-plantar width of the head | 23 | 31 | 17.14 | 15.13 | 1.41 | 1.29 | -5.38 | <0.001 | 16.17 |
| First metatarsal: medio-lateral width of the head | 17 | 21 | 18.19 | 15.93 | 1.32 | 1.52 | -4.89 | <0.001 | 17.02 |

Per quello che riguarda la stima dell'età, accanto alle variabili macroscopiche di sviluppo scheletrico, si possono effettuare indagini microscopiche istologiche sul cemento dentario (TCA) o applicare il conteggio degli osteoni su sezioni sottili di corticali di ossa lunghe. Entrambi i metodi, tuttavia, presentano criticità e una precisione relativa.

Fra le varie indagini supplementari, infine, è possibile campionare la capsula otica dell'osso petroso per analizzare gli isotopi dello stronzio e del piombo, al fine di determinare la provenienza dell'incenerato (vedi paragrafo su analisi isotopiche).

Tutti gli elementi rilevati durante l'analisi possono essere trascritti e caricati nelle schede Sigecweb "AT-reperto antropologico" conservate nei server dell'ICCD, valide anche per i resti cremati.

Bibliografia essenziale

1. Cavazzuti, Cardarelli et al. 2019
2. Cavazzuti, Bresadola et al. 2019
3. Cavazzuti e Salvadei 2014
4. Gonçalves e Pires 2017
5. Harvig et al. 2014
6. Higgins et al. 2020
7. Schmidt e Symes 2015
8. Snoeck et al. 2015

2.7 Le sepolture anomale

I. Dori, A. Riga

L'universalità della morte contrasta nettamente con la varietà di risposte che evoca nelle comunità umane antiche e attuali. I cadaveri sono inumati, cremati, accompagnati da sacrifici umani o animali, esposti, abbandonati, depezzati, scarnificati, mangiati, immersi nell'acqua, conservati per affumicamento, fermentati ecc. Anche rimanendo nell'ambito ristretto e standardizzato che la società italiana odierna offre, i defunti possono essere esposti temporaneamente, cremati, tumulati, inumati, spesso con pratiche di trattamento secondario come l'esumazione e la deposizione in ossari.

Alla luce di questa varietà di pratiche può diventare difficile capire quando una sepoltura è anomala e la tentazione di molti potrebbe essere quella di considerare anomali quei tipi di trattamenti lontani dalla propria cultura e quotidianità. Piuttosto, in antropologia ed archeologia, la definizione di anomalia deve essere relativizzata al contesto culturale di riferimento: sono anomale quelle sepolture caratterizzate da un trattamento del defunto differente da quello ritenuto normale per quel periodo e in quella società. Quindi, una inumazione in un cimitero di soli cremati è una sepoltura anomala.

Il trattamento non ordinario subito da un cadavere può dipendere dalla condizione non ordinaria del defunto (patologie evidenti, popolazione di provenienza), dal suo ruolo nella società (es. marginalità sociale o ruolo centrale), o dalle circostanze della sua morte (sacrificio, morte violenta, morte per malattia). In ogni caso, il trattamento diverso dal normale ha sempre un significato e uno scopo all'interno del complesso di credenze, comportamenti ritualizzati e valori sociali della comunità di riferimento. In questo senso, nessuna sepoltura è anomala.

Definire negativamente la categoria di sepoltura anomala come sepoltura **non-normale** fa sì che al suo interno ricadano casistiche molto diverse l'una dall'altra. Inoltre, da un punto di vista tecnico, scavare e studiare una sepoltura anomala non è diverso dallo studiare e scavare una qualsiasi altra sepoltura. Per questi motivi è difficile parlare di sepolture anomale in termini generali e riteniamo più conveniente presentare una serie di casi studio che possano evidenziare aspetti diversi di questo argomento.

Disposizione del corpo e tipo di sepoltura

Nel 2007 in località Arano di Cellore (Comune di Illasi, Verona) è venuto alla luce un vasto sito archeologico con una necropoli databile all'antica età del Bronzo.

Lo scavo ha restituito 68 strutture tombali per un totale di 74 individui (73 inumati e un incinerato). Sono state individuate 53 sepolture singole, quattro sepolture bisome, quattro sepolture trisome, una struttura con ossa combuste e sei strutture prive di scheletro e di dubbia interpretazione.



Figura 2.21: Tb. 63 - femmina adulta e tb. 64 - maschio adulto, deposti rispettivamente secondo l'orientamento tipico degli individui di sesso maschile e femminile.

Tra le tombe a inumazione, le analisi antropologiche hanno individuato una modalità di deposizione "bipolare". Gli individui adulti di sesso maschile sono deposti in posizione rannicchiata sul fianco sinistro con il cranio a sud, quelli di sesso femminile sono deposti sul fianco destro con il cranio verso nord; il volto di tutti i defunti era orientato ad ovest. All'interno del campione degli individui con età superiore a 20 anni, solamente 5 soggetti non sembrano seguire quanto appena descritto. Nello specifico i maschi delle tbb. 53 e 64 sono deposti secondo l'orientamento tipico degli individui di sesso femminile; viceversa, quello della tb. 63 (femmina adulta) è posizionato con il rituale sepolcrale riservato ai soggetti maschili (fig. 2.21).

Gli inumati delle tbb. 43 e 60, rispettivamente un maschio (probabile) ed una femmina, sebbene di sesso opposto, si presentano entrambi con i corpi adagiati sul fianco destro e il cranio orientato a sud. All'interno di tutta la necropoli, inoltre, questi sono gli unici individui che hanno il volto e lo sguardo verso est. Rimane ancora da chiarire come mai questi soggetti siano caratterizzati da una modalità di deposizione diversificata rispetto a quella documentata nelle altre sepolture. L'individuo femminile della tb. 60 è deposto secondo il rituale funerario riservato alle femmine delle necropoli transalpine di cultura *Wieselburg* e *Unterwölbling* (e ci sono similitudini anche nel corredo). Secondo alcune interpretazioni, queste inumazioni potrebbero essere relative a stranieri deposti secondo il rito della comunità di provenienza. Un'altra sepoltura anomala all'interno del sito in questione è rappresentata dalla tb. 22 che costituisce l'unica cremazione in tutta la necropoli. In Italia settentrionale, nelle altre necropoli con tombe a fossa datate al Bronzo Antico, non sono state trovate sepolture contenenti resti di individui combusti. Queste sono documentate nella stessa zona durante il Neolitico e l'età del Rame. Non è necessario trovarsi di fronte a realtà estreme e di violenza per definire una sepoltura anomala. L'inumazione e la cremazione non sono realtà rare in sé ma possono diventarlo in relazione al contesto.

Morti violente

Una parte delle sepolture non ordinarie, quella che più attira l'interesse del grande pubblico, è collegata a eventi di morte violenta e/o atti di violenza sul cadavere. Atti



Figura 2.22: La tomba 16 della necropoli di Casalecchio di Reno (BO). I piedi del defunto sono stati amputati e deposti in posizione invertita in una fossa nei pressi delle gambe dell'individuo.

di questo genere possono avere numerose cause, dalla semplice volontà di offendere al rispetto di particolari credenze magico-religiose, che difficilmente possono essere identificate dalla ricerca antropologica. Quello che può essere ricavato attraverso lo studio della tafonomia e della traumatologia sono i gesti funerari che hanno condotto alla formazione della sepoltura.

Tra il 1993 e il 1997, nel corso di campagne di scavo in un'area archeologica a Casalecchio di Reno (BO), è stato portato alla luce un piccolo sepolceto di età tardoantica con 24 fosse (e 25 individui). Alcune di queste tombe hanno rivelato sepolture non ordinarie che si caratterizzano per la presenza di casi di mutilazione degli arti e asportazione di parti anatomiche. Qui, come esempio, prendiamo in esame il caso della Tomba 16, una inumazione in fossa semplice di un giovane uomo, deposto supino con il braccio destro disteso sul fianco e il sinistro piegato sull'addome (fig. 2.22).

I rapporti tra le ossa e la presenza di connessioni strette tra le articolazioni labili, indicano che si tratta di una deposizione primaria in spazio pieno. I piedi del defunto, anch'essi in connessione anatomica, sono stati deposti in posizione invertita (il piede destro a sinistra e il piede sinistro a destra) in una fossa più profonda sotto le gambe. Le analisi antropologiche hanno suggerito che i piedi siano stati amputati immediatamente prima o poco dopo il decesso (*peri-mortem*). Le tibie infatti sono state tagliate in modo netto poco sopra il malleolo e non si osservano reazioni infiammatorie dell'osso. Un altro aspetto interessante è la presenza di una frattura dell'epistrofeo, simile a quelle riscontrate in vittime di impiccagione.

L'interpretazione delle sepolture anomale

Come abbiamo visto nei casi che abbiamo presentato, l'attribuzione di non ordinarietà ad una sepoltura può essere raggiunta soltanto grazie ad uno studio attento che coinvolga tafonomia e osteologia. Alcune situazioni anomale potrebbero essere mimate da eventi tafonomici. Ad esempio, alcune fratture di origine tafonomica potrebbero essere scambiate per traumi *peri-mortem*. Oppure, alterazioni dell'osso causate dall'azione di piccoli roditori o altri agenti non umani, potrebbero essere scam-

biate per *cut-marks* dovuti a trattamenti secondari del cadavere. O ancora, la caduta di mattoni presenti nel sedimento all'interno della bocca del defunto potrebbe essere scambiata per un gesto intenzionale legato a particolari credenze magico-religiose. Perciò è necessario porre particolare attenzione nella documentazione dello scavo, registrando (anche con l'ausilio di attrezzatura fotografica) tutti quei dettagli che possono essere utili nella ricostruzione dei gesti funerari.

Un ultimo punto da sottolineare è la difficoltà interpretativa delle sepolture anomale. Non è infatti sufficiente, per definire anomala una sepoltura, riscontrare sul cadavere segni di sevizie, torture o amputazioni: questi potrebbero essere il risultato di traumi inflitti in vita e causa della morte dell'individuo. Le sepolture anomale propriamente dette sono il risultato di azioni volontarie, compiute sul cadavere o sulla tomba prima o dopo la sepoltura, che si distaccano in modo netto dalle usanze funerarie adottate normalmente in un determinato contesto funerario. Quando si parla di popolazioni preistoriche dobbiamo rinunciare alla possibilità di capire il significato della sepoltura all'interno del complesso di credenze della popolazione. Per sepolture più recenti, grazie alla disponibilità di fonti scritte e altri tipi di testimonianze, in linea teorica sarebbe possibile inquadrare il significato di una specifica sepoltura anomala. Tuttavia, suggeriamo di limitarsi agli aspetti materiali e falsificabili per evitare speculazioni che spesso lasciano trasparire pregiudizi e preconcetti tipici della propria cultura.

Bibliografia essenziale

1. Belcastro e Mariotti 2010
2. Minozzi, Fornaciari et al. 2012
3. Metcalf e Huntington 1991
4. Salzani et al. 2015

Sezione 3

Studiare, tutelare e valorizzare

3.1 Prima e dopo il laboratorio: gli ambienti di conservazione

V. Amoretti

Gli ambienti di conservazione, più brevemente depositi, sono luoghi in cui i resti umani, una volta estrapolati dai loro originari contesti mediante lo scavo, sono custoditi per la maggior parte del tempo. Se si esclude infatti il periodo in cui essi vengono lavati, consolidati e studiati, la loro conservazione iniziale e finale avviene nei depositi.

Per questo motivo ai luoghi di immagazzinamento non è demandato solo il compito dello stoccaggio, ma anche – e soprattutto – quello della conservazione preventiva, che non si intende relativa solo alla custodia prima dello studio dei materiali: infatti, quando uno studio può definirsi concluso? Quando il potenziale informativo dei resti scheletrici può dirsi esaurito?

I beni antropologici possono essere oggetto di studio di pari passo con lo sviluppo delle tecniche scientifiche in antropologia e in archeologia: ciò sta a significare che il potenziale informativo di tali resti è teoricamente infinito. In quest'ottica i depositi assumono il ruolo chiave di conservazione di tale potenziale, per il presente e per il futuro. Deve quindi essere chiaro che tali materiali vanno trattati con “*respect, care and dignity*” e per consentire ciò essi devono essere gestiti e monitorati al meglio per consentire standard di sicurezza, di monitoraggio ambientale e di modalità di accesso appropriate caso per caso.

La scelta dei locali e della modalità di immagazzinamento non è pertanto un dettaglio scontato o secondario: lo scopo è quello di mantenere quel prezioso patrimonio biologico fruibile per quelle opportunità che la ricerca futura renderà disponibili.

In primo luogo, quando si parla di stoccaggio dei materiali, bisogna pensare a tali spazi come legati in primo luogo alla conservazione del patrimonio biologico, ed è quindi necessario essere consapevoli delle caratteristiche di tale materiale dal punto di vista della stabilità conservativa e delle sue peculiari criticità.

La composizione dell'osso "archeologico" è priva ormai della sua parte organica: pur tuttavia, come tutti i materiali "ex organici" esso non si può considerare pienamente come materiale "stabile". Esso è infatti soggetto a rischi meccanici, e una disposizione accurata previene l'inevitabile deterioramento conseguente ad una sistemazione precaria.

Nella maggior parte dei casi i depositi delle soprintendenze sono costituiti da locali di risulta, non agibili o fruibili per lunghi periodi, o non dotati delle caratteristiche di sicurezza necessarie all'abitabilità dei locali. L'incognita degli spazi non è un problema di poco conto, in quanto i resti osteologici umani sono un materiale che occupa spazio e ha specifiche caratteristiche: è più voluminoso dei reperti di altra natura, più fragile e più problematico.

La prima scelta del conservatore, nel caso di sepolture con corredo o di oggetti correlati ai resti umani, è pertinente alla separazione o meno di tali oggetti dai resti scheletrici. Considerando come le caratteristiche di conservazione delle ossa siano diverse da quelle di altri materiali archeologici, la risposta più sensata dal punto di vista conservativo è affermativa (si dovrà sempre mantenere all'interno del database dei depositi il legame con gli oggetti). Dove possibile, ai resti scheletrici umani andranno riservati spazi specifici, o almeno uno spazio distinto all'interno dei depositi comuni. I rischi a cui le ossa umane vanno incontro nei depositi – e che vanno evitati con una accorta gestione degli spazi – sono di triplice natura: da una parte, i rischi di traumi che ne compromettano l'integrità, dall'altra, il rischio biologico derivante dalle condizioni climatiche degli spazi utilizzati, oltre che dai danni potenzialmente inferti da altri fattori quali piccoli vertebrati che fortuitamente possono entrare nei depositi. Per questo motivo nell'immagazzinamento va tenuto conto di una serie di accortezze volte alla miglior conservazione possibile, che consistono nella razionalizzazione degli ambienti e degli spazi. In primo luogo i depositi vanno concepiti sempre come depositi a lungo termine, in considerazione del fatto che non sempre si è consci di quando e se i reperti scheletrici verranno spostati. La cura di tali materiali deve avvenire dal principio, avendo innanzi tutto l'accortezza di scegliere spazi sicuri, che presentino tali caratteristiche:

- siano dotati di un accesso allarmato/monitorato
- non siano soggetti a inondazioni o entrata di acque piovane accidentali
- non consentano l'entrata di polvere o parassiti di varia natura
- siano monitorati regolarmente per quello che riguarda umidità e temperatura
- la luce venga mantenuta al minimo possibile, in quanto in grado di rovinare sia le ossa che i cartellini con indicate le provenienze.

In generale, tutto ciò che abbia a che fare con i resti umani dovrebbe essere il più possibile inerte e in grado di conservarsi stabile nel lungo periodo. I *range* consigliati

nelle linee guida ministeriali per ossa e avori sono 45-65% rh e 19-24°C per quello che riguarda umidità e temperatura, mentre trattandosi di materiali con media sensibilità alla luce l'illuminamento massimo è di 150 lux.

I contenitori non vanno impilati gli uni sugli altri in pile malferme, ma vanno studiate scaffalature dove essi possano essere contenuti appropriatamente e in sicurezza. Tali scaffalature devono inoltre essere sollevate da terra di almeno 10-15 cm, in modo da preservare il materiale da contatti accidentali e permettere una pulizia appropriata dei locali.

La scelta delle cassette è fondamentale, perché esse dovrebbero permettere di conservare al loro interno un cranio, ed avere pertanto una altezza di almeno 25 cm. Idealmente, infatti, ad ogni scheletro dovrebbe essere dedicata una scatola in grado di contenerlo nella sua totalità, in modo da mantenere insieme i contesti di provenienza. Ovviamente ciò non è valido in caso di resti umani pertinenti a strati archeologici, ossari o sepolture secondarie, che potranno dove possibile essere ricoverati per distretti scheletrici, meglio se suddivisi per lateralità in caso di ossa pari. Anche gli scheletri di piccole dimensioni o presenti solo parzialmente possono trovare spazio in cassette condivise, avendo sempre cura di ripartire lo spazio in modo da evitare affastellamenti.

Qualora fosse necessario re-incassettare, va tenuto conto di come debba essere presente un ordine all'interno della cassetta: il materiale scheletrico, diviso per distretti, deve essere contenuto in sacchetti di materiale plastico o comunque inerte dotato di chiusura ermetica, debitamente forati per consentire il rilascio di eventuale umidità residua. Su ogni sacchetto dovrà essere apposta una scritta a marker indelebile preferibilmente su un cartellino di materiale plastico oppure, quando non fosse possibile, direttamente sul sacchetto. Questo per evitare la perdita del contesto, che dovrà essere opportunamente indicato sulla cassetta nella sua faccia a vista, con ben specificati scavo, sigla, eventuali settori, numero di US ed eventuale numero progressivo di tomba/sepoltura.

Nell'organizzazione dello spazio della cassetta, le ossa lunghe, più solide e pesanti, andranno sul fondo evitando di incrociarle per prevenirne la rottura. Il cranio andrebbe preferibilmente riposto rovesciato e insacchettato su un supporto circolare (i cosiddetti *donut*), separatamente dalla mandibola, che andrà inserita in un sacchetto insieme agli elementi dentari relativi. La dentatura mascellare e quella mandibolare non vanno mai collocate in occlusione o in appoggio al supporto, in modo da preservarle da eventuali traumi. Le ossa più fragili – quali ad esempio le vertebre e il cinto pelvico – vanno riposte al di sopra delle ossa lunghe, avendo cura di usare in caso divisori e supporti in materiale stabile e non inquinante. Dove rilevate, le ossa patologiche vanno imbustate a parte e supportate con gli stessi materiali, a causa della natura più delicata di tale materiale. Tale divisione è concepita non solo per la minimizzazione dei rischi di traumi, ma anche all'ottimizzazione della ricerca in caso che in futuro vengano studiate solo alcune parti dello scheletro per analisi specifiche.

Si sconsiglia l'utilizzo di fogli di alluminio per avvolgere il materiale scheletrico, in quanto in grado di creare un microclima favorevole alla formazione di muffe e funghi. Altamente sconsigliati sono anche i fogli di carta assorbente e i contenitori/sacchetti

in carta, che sono soggetti a forte degrado nel corso degli anni e tendono a disidratare gli elementi ossei.

L'ultimo ma essenziale accorgimento perché i resti osteologici siano facilmente gestibili, monitorabili e fruibili è la necessità di un registro del materiale presente con un richiamo alla precisa collocazione e in cui sia possibile indicare uscite e studi compiuti, meglio se in modalità informatizzata.

In questo modo la gestione e la conservazione preventiva avrà modo di interfacciarsi con le analisi scientifiche passate, presenti e future, supportando un concetto di "cura" olistica dei beni antropologici.

Bibliografia essenziale

1. DCMS 2005
2. MiBAC 2007
3. Antoine e Taylor 2014
4. Cassman e Odegaard 2008a
5. Cassman e Odegaard 2008b
6. Giesen e L. White 2013
7. Mays 2013, marzo
8. McKinley 2013, marzo
9. Poirier e Feder 2000
10. Redfern e Bekvalac 2013
11. Lohman e Goodnow 2006

3.2 Preparazione, pulitura e restauro

F. Alhaique

I trattamenti di preparazione, pulitura e restauro sui campioni osteologici umani provenienti dagli scavi archeologici sono necessari a favorirne il successivo studio, la conservazione in deposito o l'eventuale esposizione; tuttavia è anche necessario che tali trattamenti non interferiscano con la possibilità di effettuare analisi di tipo biomolecolare, chimico, datazioni, ecc.¹

Prima di effettuare un trattamento è necessario valutare lo stato di conservazione delle ossa e il tipo di sedimento o concrezione che eventualmente le ricoprono al momento dell'arrivo in laboratorio; tale stato dipende dal terreno e dall'ambiente in cui le ossa erano sepolte oltre che dalla loro antichità; inoltre, lo stato di conservazione varia anche in funzione dell'elemento scheletrico (es. dente vs. osso).

Una volta esposte durante lo scavo le ossa perdono quello stato di relativo equilibrio che avevano raggiunto nel sottosuolo, che aveva rallentato i processi di degradazione ed è quindi essenziale cercare di ristabilirlo.

Dal momento che l'intervento di preparazione, pulitura e restauro operato in laboratorio discende da quanto fatto in sede di scavo, è fondamentale che venga acquisita la relativa documentazione e che essa riporti in maniera esplicita gli eventuali trattamenti preliminari di consolidamento e restauro operati sul campo.

Anche se si tratta di una raccomandazione apparentemente banale, in tutte le fasi del lavoro è sempre necessario prestare la massima attenzione a non separare i reperti dalle informazioni di contesto che li riguardano.

Sfatando un mito molto comune tra gli archeologi, **le ossa possono (in genere) essere lavate!** Infatti se, come accade nella maggioranza dei casi, lo stato di conservazione iniziale dei reperti è abbastanza buono, cioè se le ossa non sono fragili e de-coese o se non provengono da contesti molto umidi, tenendo conto anche della destinazione finale degli stessi (studio, deposito, esposizione), le attività di pulizia in laboratorio possono essere svolte meccanicamente, a secco o con acqua, utilizzando spazzole e spazzolini a setole morbide, strumenti in legno (es. spiedini in bambù o abbassalingua appositamente sagomati) o specilli da dentista e bisturi utilizzando tali strumenti con delicatezza e avendo cura di non produrre danni sulle superfici delle ossa che potrebbero creare problemi nell'identificazione di modificazioni o patologie. Tale pulizia dovrebbe essere fatta sopra un setaccio in modo da raccogliere eventuali frammenti o elementi di piccole dimensioni e possibilmente dovrebbe avvenire non troppo tempo dopo lo scavo.

¹Per questo motivo, prima di procedere con qualsiasi tipo di intervento è importante lasciare dei campioni non trattati, eventualmente appartenenti a diversi distretti scheletrici (per alcuni tipi di analisi sarebbe meglio farlo già in sede di scavo, operando la raccolta con opportune precauzioni). Inoltre, sarebbe bene conservare anche dei campioni di sedimento che siano stati a contatto con le ossa (anche questi eventualmente raccolti pure in sede di scavo) sia per analisi future, sia per documentare, almeno in parte, le condizioni iniziali di giacitura che possano aver alterato il campione non solo "superficialmente" (es. colore, alterazioni), ma anche come composizione chimica.

Ovviamente nel caso venga utilizzata l'acqua per la pulizia è necessario non lasciare le ossa immerse a lungo ed è fortemente raccomandata un'asciugatura lenta e lontano da fonti di calore, poiché altrimenti si potrebbero produrre fessurazioni, deformazioni o esfoliazioni che causerebbero, nelle situazioni più critiche, anche la distruzione del reperto; tale asciugatura dovrà inoltre essere completa per evitare una successiva proliferazione di muffe che potrebbero deteriorare le ossa (ed eventuali cartellini con le indicazioni di provenienza) oltre che essere potenzialmente nocive per la salute.

Ulteriori possibilità di pulizia, soprattutto in presenza di concrezioni particolarmente tenaci, riguardano l'utilizzo, oltre che di specilli e bisturi e altri strumenti meccanici, di acidi deboli (es. acido acetico diluito), ultrasuoni o laser che però presentano controindicazioni perché possono contaminare il reperto, o necessitano di apparecchiature non sempre disponibili e che devono essere operate con cautela, possibilmente da operatori specializzati.

Durante le operazioni di pulizia bisogna fare inoltre attenzione a non rimuovere dai denti il tartaro che si è rivelato essere una preziosa fonte di informazioni.

Le ossa possono cambiare colore in seguito alla combustione o al contatto nel terreno con metalli o minerali, ma è importante non cercare di rimuovere questo tipo di modificazioni in quanto fanno parte della "storia" del reperto.

In definitiva, tenendo sempre presente il destino finale dei reperti (studio, conservazione in deposito o esposizione), è necessario trovare un equilibrio fra un osso completamente pulito e la conservazione sua e/o dell'informazione che esso può fornire (es. tafonomia), tanto che a volte può essere necessario lasciare in posto, eventualmente consolidandolo, il sedimento che tiene insieme le ossa o parti di esse.

Qualora, ma solo in caso di effettiva necessità, si debba procedere ad un restauro vero e proprio, i principi a cui devono sottostare le ossa umane devono essere gli stessi che regolano il restauro di altri tipi di materiali, archeologici o meno. In particolare, i materiali utilizzati per la ricomposizione e il restauro devono tenere conto dello stato dell'osso e dello scopo per cui si interviene sul reperto, devono essere reversibili, il restauro deve durare nel tempo, non essere facilmente attaccabile da muffe o da altri agenti, deve mantenere le caratteristiche morfologiche e metriche dell'oggetto consentendone lo studio e deve rispettarne le superfici.

Quest'ultimo punto è particolarmente rilevante poiché, anche se macroscopicamente le superfici dell'osso non mostrano variazioni apparenti, la presenza ad esempio di un consolidante potrebbe mascherare la presenza di tracce o patologie visibili solo microscopicamente ed impedire analisi a forte ingrandimento; è necessario quindi, prima di intervenire, verificare la presenza di possibili patologie o tracce microscopiche e di conseguenza valutare se procedere o meno con il trattamento, eventualmente adattandolo alla situazione.

Come detto sopra, i trattamenti di ricomposizione e consolidamento devono essere reversibili (per quanto possibile) e limitati solo ai casi di effettiva necessità. La scelta dei materiali da utilizzare deve essere effettuata tenendo in considerazione anche lo stato di umidità del reperto; a questo proposito in generale su materiali umidi si usano tendenzialmente collanti o consolidanti vinilici (in soluzione acquosa), men-

tre su quelli asciutti vengono impiegati quelli acrilici (solubili in acetone o alcool). Tuttavia, i primi tendono ad essere meno resistenti di quelli acrilici, per cui, quando possibile, la soluzione migliore sarebbe quella di eliminare l'acqua dall'osso e poi trattarlo con gli acrilici. A questo proposito un caso estremo particolare può essere rappresentato dalle ossa provenienti da scavi subacquei², o comunque da ambienti particolarmente umidi, per le quali è necessario mantenere il più possibile il grado di umidità originario sino all'arrivo in laboratorio; successivamente si può eventualmente operare l'estrazione dell'acqua attraverso immersioni ripetute in acetone fino a quando quest'ultimo non abbia sostituito tutta l'acqua, per poi passare all'immersione di una soluzione di consolidante (es. Paraloid) in acetone, seguita dall'asciugatura. Esperimenti di essiccamento di ossa umide mediante fluidi supercritici, anche se macroscopicamente hanno dato buoni risultati, a livello microscopico non hanno garantito la conservazione delle caratteristiche superficiali, in quanto alcuni dettagli (tracce o patologie) sono scomparsi a seguito di questo tipo di trattamento. Gli agenti consolidanti, opportunamente diluiti per consentire una maggiore penetrazione all'interno dell'osso, vengono applicati per aspersione e con siringhe, oltre che, come si è detto, in casi particolari, anche per immersione.

Nell'ambito delle tecniche di restauro, per ossa particolarmente alterate, decoese e pulverulente, sono stati tentati approcci al consolidamento con composti maggiormente compatibili con i tessuti ossei, quali nanoparticelle di idrossido di calcio o di ammonio idrogeno fosfato che potenzialmente non dovrebbero interferire con analisi successive, ma quest'ultimo aspetto non è stato ancora sufficientemente verificato da un punto di vista sperimentale.

L'intervento più semplice di restauro può riguardare la semplice ricomposizione dei pezzi che si siano fratturati; anche tale intervento deve comunque essere effettuato solo in caso di necessità. A volte, ad esempio per misurare un osso, può essere sufficiente fare un riassetto temporaneo, ad esempio con scotch di carta, che però deve essere poi rimosso poiché non dura nel tempo e lascia residui sul reperto. Le superfici eventualmente da incollare devono essere preliminarmente pulite e la colla deve essere reversibile (es. mediante solventi). In ogni caso le fratture antiche non andrebbero ricomposte poiché narrano la "storia" del reperto. Dal momento che le colle reversibili potrebbero creare degli spessori che interferirebbero con la misurazione dei reperti o in altri casi in cui non si possano utilizzare per altri motivi le colle reversibili, è possibile applicare sulle superfici da ricongiungere un primer che sia solubile e successivamente applicare una colla (es. cianacrilato), anche se non è (facilmente) reversibile.

Per questioni di stabilità, eventualmente funzionale all'esposizione dei reperti, potrebbe essere necessario utilizzare dei supporti (interni o esterni) o integrazioni. Queste ultime, secondo i canoni del restauro, devono essere chiaramente distinguibili dalle porzioni originali del reperto, anche se, per l'esposizione, si dovrebbero evitare differenze cromatiche eccessive. Tali interventi sono comunque invasivi e in

²Se i resti ossei provengono da scavi sottomarini oltre al problema dell'acqua vi è quello della desalinizzazione.

genere non reversibili e andrebbero utilizzati solo in casi estremi. Inoltre, potrebbe essere necessario consolidare anche il terreno che mantiene in posizione i frammenti di osso o il sedimento attorno ai reperti.

Il restauro virtuale dell'osso, che permette non solo di rimettere insieme i vari pezzi, ma anche di correggere eventuali deformazioni post-deposizionali delle ossa, sta diventando una valida alternativa al restauro tradizionale.

Se l'osso ha già subito trattamenti preliminari sul campo che però hanno consolidato oltre al reperto anche il sedimento presente su di esso si renderà necessaria l'asportazione del consolidante prima o contestualmente alla pulizia vera e propria, questa seconda ipotesi si verifica nel caso in cui tale pulizia venga effettuata con solventi (es. acetone o alcool) che rendano solubile il consolidante. Sempre mediante solventi si può operare per asportare eventuali garze o bendaggi che siano stati applicati per stabilizzare il reperto al momento dell'asporto. Dal momento che è probabile che in quest'ultimo caso le ossa siano particolarmente fragili, le operazioni di rimozione del bendaggio, pulizia e consolidamento avverranno molto gradualmente, trattando una piccola area alla volta.

Anche se attualmente è una procedura meno utilizzata, in alcuni casi è necessario durante lo scavo fare delle "asportazioni in blocco" (es. una sepoltura), effettuando poi lo scavo in laboratorio; per queste situazioni valgono in generale le stesse indicazioni dello scavo sul campo, anche se vi è la possibilità di essere più lenti e accurati e in condizioni climatiche più controllate. A volte tali interventi sono effettuati pure su materiali, eventualmente anche di vecchi scavi, che debbano essere musealizzati. Il blocco di terreno con le ossa dovrebbe essere mantenuto umido, senza lasciarlo asciugare poiché il sedimento che aderisce alle ossa seccandosi si contrae fratturando i reperti, d'altro canto se rimane umido troppo a lungo può favorire lo sviluppo delle muffe danneggiando e alterando le ossa.

Come per tutti i tipi di restauro, anche per quello dei reperti umani è necessario documentare dettagliatamente il tipo di trattamento che le ossa hanno subito in modo da sapere se possono essere utilizzate o meno per particolari indagini o per permettere la reversibilità scegliendo direttamente i materiali più adeguati senza dover ricorrere ad analisi preliminari.

Mentre le operazioni di pulitura ed eventuale riassetto, nei casi in cui le condizioni dei reperti siano buone, possono essere eventualmente svolte anche da studenti, ma sempre sotto supervisione, i trattamenti di restauro "più invasivi" o su materiali in condizioni precarie, devono essere effettuati da personale specializzato su questo tipo di materiale. Per questo motivo è bene che sin dalla pianificazione dello scavo, soprattutto quando il ritrovamento di sepolture è atteso in partenza, siano inclusi fondi non solo per lo studio dei materiali, ma anche per le attività di restauro.

Bibliografia essenziale

1. Bondioli et al. 2000
2. Brothwell 1981
3. Carretti et al. 2014
4. D'Andrea et al. 2003
5. López-Polín 2012
6. López-Polín et al. 2017
7. North et al. 2016
8. Pacciani 1993
9. Profico et al. 2018

3.3 La schedatura in laboratorio, l'archiviazione e gestione dei dati

A. Sperduti, P. F. Rossi

La tutela e la valorizzazione dei resti umani si fonda sul loro studio, come pure su una corretta archiviazione e gestione dei dati. Il corpo dei dati proveniente da osservazione e interpretazione dei resti scheletrici umani deve essere archiviato e amministrato secondo quei principi di condivisione in base ai quali essi siano resi disponibili in modo permanente anche ad eventuali studiosi terzi.

I laboratori di ricerca dovrebbero generare dati che siano **rintracciabili, accessibili, interoperabili, riutilizzabili**. Ciò implica una loro precisa collocazione e riferimento, con la costruzione di database, su supporto fisico e virtuale.

La **manutenzione** e il continuo **aggiornamento** del dato, processi legati anche all'affinamento delle metodologie di indagine, sono altri elementi essenziali per la tutela del bene, così come la puntuale registrazione delle operazioni condotte sui materiali (es. campionamenti di porzioni di osso o denti, e relativi risultati delle analisi), al fine di assicurare l'**eredità** dell'insieme dei dati, soprattutto in considerazione della transitorietà del curatore.

In generale, nella comunità degli studiosi, sempre nel rispetto del principio di condivisione, sarebbe buona pratica usare metodologie comuni, registrare i dati crudi ed esplicitare l'iter diagnostico, in modo da assicurare la riproducibilità e replicabilità delle analisi.

Si suggerisce di costruire un **fascicolo digitale** che raccolga tutta la documentazione disponibile sul campione (dati e immagini), di facile gestione e trasmissione.

Raccolta e restituzione di dati

Per la definizione e analisi di un reperto umano o di una intera collezione possiamo individuare due tipologie di dati.

- **Dati di documentazione di base.** Hanno la funzione di descrivere sommariamente le collezioni scheletriche, includendo sia una serie di **metadati** quali **collocazione** all'interno del laboratorio, riferimenti ai **contesti di provenienza** (archeologici e non), eventuali **interventi di restauro e conservazione**, ma anche informazioni **antropologiche**, quali **natura del reperto** (preparato anatomico, artefatto culturale, scheletro, resti cremati etc) e suoi principali **parametri antropologici**: numero minimo degli individui, consistenza, stato di conservazione, sesso, età alla morte, ed infine, eventuali osservazioni preliminari su aspetti di carattere morfologico, morfometrico e paleopatologico. Si tratta di dati di fondamentale importanza che dovrebbero essere acquisiti e registrati, dal curatore o suoi diretti collaboratori, preferibilmente a partire da un momento immediatamente successivo l'acquisizione dei reperti.

- **Dati di approfondimento analitico.** La raccolta di questi dati è fortemente dipendente dalla natura dei reperti, dai loro contesti di provenienza e dalle domande di ricerca che possono emergere anche a distanza di anni dall'acquisizione della collezione. Le analisi possono essere affidate a ricercatori/laboratori esterni; in questo caso, compito del curatore sarà evitare la dispersione di tali dati, tenere un registro degli eventuali campionamenti effettuati e inserirli nel dossier del contesto. Alcuni esempi di approfondimenti analitici sono i rilevamenti morfometrici estensivi, la registrazione puntuale di stati patologici, analisi istologiche, paleogenetiche, chimico-fisiche, etc.

Principali parametri antropologici

I dati antropologici di base possono variare per tipologia e qualità a seconda dei contesti e della natura dei reperti: un fossile umano, un sepolcreto medievale, una necropoli ad incinerazione presentano potenzialità (e criticità) analitiche ben distinte. Sarà dunque compito dell'operatore stabilire la congruità e la priorità dei parametri da rilevare. Allo stesso modo, pur auspicando una maggiore standardizzazione degli iter analitici tra i diversi ricercatori e laboratori, la scelta dei criteri diagnostici potrà variare da caso a caso prendendo in considerazione le caratteristiche e le potenzialità informative del campione in esame. In ogni caso è buona norma esplicitare i criteri applicati. A titolo di esempio, nel caso della stima della statura a partire da misurazioni dello scheletro, è consigliabile non limitarsi a riportare unicamente il dato finale, ma registrare le misure ottenute dai singoli elementi ossei e indicare la funzione ricostruttiva applicata.

Numero Minimo Individui

La stima del numero minimo degli individui (NMI) può presentarsi come operazione semplice nel caso di contesti con due o comunque pochi individui, che siano stati come tali recuperati durante lo scavo. In contesti plurimi, con resti scheletrici fortemente frammentati e frammisti, è richiesta invece una maggiore operatività. La letteratura di riferimento propone diverse procedure, dal semplice conteggio di diverse porzioni scheletriche al ricorso a specifici indici.

Rappresentatività individuale

Si consiglia l'uso di una scheda di registrazione dello scheletro, avendo cura di annerire solo le parti effettivamente presenti di ciascun elemento osseo. Una valutazione andrebbe anche riportata nel database elettronico, applicando una classificazione tra le tante proposte in letteratura.

Stato di conservazione dei resti

Il rilevamento dello stato di conservazione dei reperti è fondamentale per lo studio tafonomico e la ricostruzione dei processi diagenetici *post-mortem*. Inoltre, in que-

sta fase d'analisi è possibile registrare la presenza di eventuali interventi antropici effettuati sul cadavere o sull'osso secco (cfr. 1.4). La definizione dello stato di conservazione dell'osso è di fondamentale importanza per la scelta dei passi successivi dell'indagine permettendo di valutare a priori la reale consistenza ed effettuabilità di specifiche osservazioni.

Determinazione del sesso

Qualsiasi tipo di analisi antropologica deve, necessariamente, tener conto di due fondamentali parametri: il sesso e l'età alla morte dell'individuo in esame. Per quanto riguarda la determinazione del sesso di soggetti adulti, i criteri più affidabili si fondano sulle variazioni morfologiche del bacino e del cranio e sui rilevamenti metrici di alcuni distretti ossei. Di regola non è sufficiente affidarsi ad un solo carattere, per quanto non ambiguo possa presentarsi; una buona pratica richiede, dunque, l'osservazione, il più indipendente possibile, di diversi caratteri su diversi distretti scheletrici.

La letteratura di riferimento presenta diversi criteri analitici. La loro scelta dovrebbe tener conto della congruità popolazionistica-geografica della serie in esame con quella su cui è stato effettivamente sviluppato il metodo.

Con l'avanzamento delle tecniche paleogenetiche e paleoproteomiche (cfr. 1.8), si ha oggi la possibilità di ottenere diagnosi di sesso affidabili anche per i soggetti in accrescimento o altamente frammentati.

Determinazione dell'età alla morte

La diagnosi dell'età alla morte a partire da ossa e denti rappresenta uno degli aspetti più lungamente studiati e aspramente dibattuti in antropologia scheletrica. Per essere efficace ed affidabile, un indicatore d'età dovrebbe teoricamente soddisfare i seguenti criteri: presentare una forte correlazione con l'età cronologica; mostrare cambiamenti progressivi e ben identificabili; assicurare un'ampia applicabilità; subire una limitata (o alcuna) influenza da parte di fattori ambientali (ad esempio patologie, alimentazione, carico di lavoro).

Per i soggetti non-adulti, i criteri si riferiscono primariamente al loro sviluppo e accrescimento: formazione ed eruzione dei denti decidui e permanenti; comparsa e fusione dei centri di ossificazione; dimensioni delle ossa. Di recente sono stati introdotti anche metodi che si basano sull'istologia dello smalto dentario.

Per gli adulti, gli indicatori adottati sono principalmente legati a processi di invecchiamento (usura e degenerazione) di ossa e denti. Di routine vengono eseguite osservazioni morfologiche macroscopiche, seguite dall'applicazione di tecniche radiologiche e osservazioni istologiche. Gli indicatori più comunemente suggeriti e applicati sono: la sinostosi delle suture craniche, il grado di usura dentaria, i cambiamenti morfologici a carico dell'estremità sternali della 4° costa, della sinfisi pubica e della superficie auricolare. La determinazione dell'età alla morte dovrebbe includere l'os-

servazione di un ampio numero di indicatori, registrando i dati in forma puntuale e ristretta e non per classi d'età generiche.

Morfometria

Il vero cambiamento rispetto all'indagine morfometrica tradizionale è stato rappresentato negli ultimi anni da quelle metodologie innovative che prevedono l'analisi della variabilità morfologica introducendo tridimensionalità e approccio statistico (*Geometric morphometrics*). Non si procede più quindi a registrare sistematicamente le misure di tutti gli elementi scheletrici, anche se va ricordato che un set minimo di misure resta utile contributo per la determinazione del sesso e per la stima della statura, come già ricordato nei precedenti paragrafi; gli strumenti di misura sono quelli tradizionali: calibri, compassi, tavole osteometriche.

È poi opportuno registrare la presenza/assenza di quei caratteri chiamati non-metrici individuabili talvolta su denti, cranio e scheletro postcraniale, che sembrano avere forte componente genetica.

Come registrare le patologie

Parte dell'analisi dello scheletro è correlata all'identificazione di quelle modifiche nella morfologia che sono espressione di corrispondenti alterazioni nello stato di salute individuale (cfr. 1.9).

In alcuni casi malattie specifiche determinano sullo scheletro lesioni tipiche e inconfondibili, mentre in altri casi, è possibile osservare su elementi scheletrici e denti, segni di interruzione di crescita e successiva ripresa (es. ipoplasia dello smalto), a testimonianza di un evento genericamente traumatico o stressante circoscritto nel tempo ma non individuabile nella sua specificità. In molti casi è la copresenza di più alterazioni morfologiche nell'apparato scheletrico e dentario ad informare sulla natura della patologia in esame.

Si raccomanda quindi una indagine che proceda per livelli successivi di osservazione e registrazione dei dati:

- identificazione della lesione (presenza/assenza)
- descrizione della lesione (elemento interessato, posizione sull'elemento)
- valutazione della severità della lesione tramite una scala di misura che si raccomanda di esplicitare (grado lieve/medio/forte)
- riconoscimento del fenomeno patologico o ipotesi sulla natura dello stesso

Le valutazioni morfologiche macroscopiche potranno essere integrate da analisi virtuali, istologiche o biomolecolari.

Per le affezioni patologiche più comuni e diffuse tra le popolazioni, ad esempio, carie, osteoartriti, traumi, stress metabolici aspecifici, è buona norma pianificare a

priori analisi di tipo estensivo (ovvero considerare tutto il campione a disposizione) avendo predisposto apposite schede per il rilevamento sistematico e dettagliato delle affezioni.

Bibliografia essenziale

1. Buikstra e Ubelaker 1994
2. Minozzi e Canci 2015
3. Coppa e Rubini 1996
4. Ortner 2003
5. Roberts 2005
6. Schaefer et al. 2009
7. Cunningham 2016
8. T. D. White 2011

3.4 Prelievi su denti, ossa e sedimenti

F. Candilio

Le indagini chimico fisiche stanno diventando, sempre più frequentemente, strumenti di indagine negli studi di campioni odontoscheletrici antichi. Come comunemente accade nelle scienze, i metodi, protocolli e procedimenti cambiano continuamente nel tempo e tra i diversi gruppi di ricerca. Non risulta pertanto possibile descrivere un metodo univoco di indagine o campionamento ma risulta nondimeno possibile effettuare alcune considerazioni di carattere generale ed evidenziare alcuni aspetti da prendere in considerazione quando si vuole operare in modo consapevole.

Il primo aspetto indubbiamente da valutare è se sia o meno opportuno effettuare il campionamento in questione. Innumerevoli fattori rientreranno in questa decisione e nella creazione di un modello organizzativo procedurale che permetta campionamenti efficaci e compatibili con le necessità di tutela di beni culturali. Tra questi, particolare risalto avranno sicuramente la necessità di conservare campioni per le future generazioni, l'importanza dei dati che si possono acquisire nonché la probabilità di ottenere i risultati attesi. Fondamentale nella valutazione e nella successiva pianificazione di un campionamento risulta la stima della rarità dei reperti che si vogliono analizzare, del quanto questi risulteranno alterati dal campionamento in questione e del tipo di ripercussioni che si avranno sul potenziale informativo del campione in esame e del contesto antropologico di appartenenza dello stesso. Per fare questo risulta innanzitutto indispensabile analizzare il materiale in esame, valutare il suo stato di conservazione e stilare un inventario. Una volta stabilito il numero di porzioni prelevabili di cui si dispone per la necropoli in oggetto e stimato quello per le necropoli comparabili per cultura, cronologia e geografia, si può valutare quale percentuale si intende utilizzare anche in virtù della probabilità che tale analisi porti ai risultati desiderati. Fondamentale risulta infatti, in caso di analisi dai risultati non assicurati, procedere per gradi testando un metodo su alcuni campioni prima di eventualmente estendere il campionamento ad una percentuale consistente del sito, o dei siti, in esame.

L'unicità del campione in esame e del contesto determinerà inoltre il tipo di documentazione necessaria prima di procedere ad un campionamento. Pur essendo evidente che ogni procedura distruttiva operata su beni culturali debba sempre essere documentata adeguatamente, il livello di dettaglio sarà determinato evidentemente dal reperto in questione e dal tipo di campionamento che si intende effettuare. La valutazione di cosa sia un livello di dettaglio adeguato dipenderà dalla rarità del campione, dal suo contesto, dal suo potenziale informativo e dalle domande di ricerca ad esso applicabili. Tuttavia in considerazione del fatto che nessun grado di documentazione potrà sostituirsi al reperto originario e del fatto che esistono oggi molteplici analisi non distruttive che portano a risultati estremamente utili nella comprensione delle popolazioni del passato e dei loro usi e costumi, risulta auspicabile effettuare campionamenti all'interno di una analisi antropologica programma-

ta che assicuri un logico susseguirsi delle indagini. Una procedura, quindi, che non solo assicuri che le analisi conservative e documentali precedano quelle distruttive ma che al contempo favorisca la connessione tra le diverse indagini assicurando che quelle distruttive diventino uno strumento integrante per la conoscenza del contesto e, conseguentemente, anche per la sua tutela.

A parte i campionamenti per indagini non invasive che un poco esulano dal contesto discusso, bisogna distinguere tra: campionamenti distruttivi ma replicabili in quanto su porzioni presenti in più punti dello scheletro; campionamenti distruttivi e difficilmente replicabili in cui tutto il materiale prelevato viene distrutto per l'analisi; e infine campionamenti distruttivi, difficilmente replicabili in cui rimane una porzione di campione che, sebbene in forma differente da quella originaria, continua ad essere rappresentativo del bene culturale di origine e a conservarne, in modo a volte univoco, informazioni utili a studi sia attuali sia futuri. Ciascuno di questi contesti richiederà un approccio differente in quanto risulta evidente, in base a tale distinzione, che non è necessariamente il quantitativo di osso prelevato ad essere cruciale o a determinare la fattibilità o meno di un campionamento ma bisogna prendere in considerazione la porzione che si intende campionare, la sua dimensione, il numero di frammenti di cui si dispone, la loro rappresentatività e il loro potenziale diagnostico (attuale e futuro). Anche nel caso di campionamenti non distruttivi (se svolti presso sedi diverse da quelle di conservazione) o di campionamenti distruttivi in cui si andrà a conservare una porzione, anche molto piccola quale una sequenza nucleotidica, di un bene culturale bisogna, al momento del prelievo, prevedere un sistema di restituzione o di conservazione del frammento generato di modo che esso possa essere tutelato al pari del reperto che lo ha originato e impiegato in studi futuri. Sarebbe inoltre auspicabile, soprattutto quando si opera mediante procedure distruttive, assicurarsi che i risultati, anche quelli negativi, siano resi disponibili al fine di permettere la messa a punto di campionamenti efficaci, di evitare inutili ripetizioni di indagini e di minimizzare il numero di campionamenti distruttivi che non portino a risultati.

Una attenta valutazione dei campionamenti da utilizzare agisce anche da sprone alla innovazione e alla messa a punto di metodologie e protocolli non solo più efficaci ma anche più conservativi. Vi sono infatti stati, negli ultimi anni, evidenti esempi di avanzamenti in senso conservativo di pratiche distruttive; anche a volte di alcune che sembravano oramai consolidate. Basti infatti ricordare che prima dell'avvento della datazione al radiocarbonio con spettrometria di massa con acceleratore (datazione AMS) servivano fino a 100-500 g di osso per una singola datazione per la quale oggi si necessitano pochissimi grammi o che per valutare lo spessore di una corticale o effettuare una analisi istologica erano necessari metodologie distruttive oggi sempre più frequentemente sostituite da protocolli conservativi di antropologia e di istologia virtuale. Un processo del tutto analogo si sta osservando nell'ancora giovanissimo ambito della ricerca del DNA antico. Dopo la prima messa a punto del metodo e una prima identificazione di porzioni ossee ottimali per il campionamento quali la coclea e i canali semicircolari presenti all'interno della rocca petrosa dell'osso temporale, diversi avanzamenti si stanno ora vedendo nella messa a punto di

metodi sempre meno distruttivi quali quelli che riducono l'area di taglio, quelli che sacrificano porzioni meno diagnostiche e raramente utilizzate in studi antropologici quali le ossa – martello, incudine o staffa – presenti all'interno dell'orecchio medio, o quelli che utilizzano porzioni dello scheletro che sono presenti in numerose copie, quali le radici dei denti.

Da non sottovalutare anche il luogo dove si intende effettuare il prelievo in quanto campionamenti incauti effettuati all'interno di depositi possono mettere a repentaglio l'integrità sia dei reperti in oggetto sia degli altri reperti conservati presso la medesima struttura. Risulta infatti evidente che utilizzare uno strumento, quale un trapano, per tagliare sezioni o porzioni di un osso all'interno di un deposito causa un'inevitabile dispersione di polveri dall'osso campionato e che queste, inesorabilmente, andranno a depositarsi sui reperti circostanti, potenzialmente contaminandoli.

Altrettanto rilevante risulta la figura di chi effettuerà i campionamenti sui reperti antropologici. Tali reperti costituiscono una categoria molto particolare di bene culturale estremamente fragile e soggetto a contaminazione e devono pertanto essere maneggiati esclusivamente da personale qualificato in grado non solo di riconoscere le porzioni da campionare ed effettuare il prelievo secondo le procedure autorizzate all'équipe che effettuerà le analisi ma, al contempo, in grado di minimizzare i rischi di contaminazione e danneggiamento del reperto e di quant'altro risulta conservato all'interno del medesimo deposito.

Si evince pertanto che non si può che valutare con estrema attenzione i singoli casi dando sempre la priorità, dove possibile, alla conservazione del reperto e alla ottimizzazione dei risultati ottenibili dagli approcci distruttivi applicati.

Bibliografia essenziale

1. Gillespie et al. 1984
2. Harney et al. 2020
3. Paabo 1985
4. Pinhasi et al. 2015
5. Tafforeau et al. 2006
6. Sirak, Fernandes, Cheronet, Harney et al. 2020
7. Sirak, Fernandes, Cheronet, Novak et al. 2018

3.5 Reperti umani di interesse archeologico nelle collezioni dei musei

C. Cilli, G. Giacobini, G. Malerba

I reperti umani di interesse archeologico conservati e in molti casi esposti nei musei - che siano resti scheletrici oppure resti mummificati di interi corpi o di parti corporee - appartengono a diverse categorie:

- reperti di interesse prettamente antropologico;
- reperti di interesse anche paleopatologico (fig. 3.1);
- resti umani modificati a seguito di azioni antropiche, da esempi di deformazioni craniche intenzionali (fig. 3.2A) a reperti con tracce di depezzamento (cannibalismo, sepoltura secondaria) o di violenza (tracce di impatto di armi, fig. 3.2B), fino a manufatti (oggetti ornamentali, contenitori, strumenti musicali, fig. 3.2C, ...)

A queste categorie si possono aggiungere le seguenti:

- modelli interni di cavità, dai calchi di interi corpi di Pompei a calchi endocranici di fossili umani, fig. 3.3)
- resti “indiretti” (es. impronte di piedi o di mani, fig. 3.4).

La conservazione delle collezioni museali

I resti scheletrici rappresentano una categoria di reperti relativamente poco soggetta a fattori di degrado negli ambienti museali di esposizione o di deposito. Vi sono condizioni di temperatura e di umidità ottimali, che corrispondono a circa 21°C e a circa il 50% di umidità relativa, ma lo stato di reperti mantenuti per decenni in condizioni non idonee dimostra che quei parametri risultano meno importanti che per altri tipi di materiali. Può essere comunque raccomandata la conservazione in contenitori in materiale non acido. In alcuni casi, quando l'osso conserva ancora una certa quantità di materiale organico, l'umidità non controllata può comunque determinare la formazione di muffe che possono danneggiare l'osso provocando esfoliazioni superficiali e danni nella massa. Più delicata è la conservazione di resti mummificati, in quanto temperatura e soprattutto umidità risultano essere fattori importanti che impongono un controllo attento.

Il principale fattore di degrado, comunque, è certamente l'incuria. Molti reperti, soprattutto di vecchie collezioni, sono stati privati di buona parte del loro interesse scientifico a causa della perdita di riferimenti a documenti e pubblicazioni relativi al rinvenimento, causando quindi la perdita della loro identità. In alcuni casi talvolta vi è anche stata scarsa attenzione per il mantenimento dell'integrità del reperto, che

ha determinato incertezze sull'attribuzione, per esempio, al cranio originario di denti distaccati. Un fattore di rischio è rappresentato anche dalla movimentazione, che può determinare rimescolamenti di reperti (es. ossa del carpo e del tarso, vertebre) anche all'interno dei resti di un singolo individuo.

Occorre sottolineare l'importanza di una scheda di catalogazione non solo per la sua primaria funzione di identificazione di un patrimonio ma per il suo ruolo di "fissare" uno stato di conservazione in un dato momento. La scheda rappresenta così la base su cui procedere a successivi e continui monitoraggi dello stato conservativo.

Le riproduzioni di resti umani

Di grande interesse documentario ed espositivo sono le riproduzioni di resti umani, dai calchi effettuati in gesso (alcuni dei quali di interesse storico) a quelli realizzati con matrice in elastomero siliconico e positivo in resina, fino a riproduzioni ottenute con tecnologie digitali, grazie all'impiego di laser scanner.

Per quanto riguarda il materiale di interesse paleoantropologico i calchi rivestono notevole importanza, non solo per scopi di studio e confronti. Una delibera approvata in occasione di un congresso della International Association for the Study of Human Paleontology tenuto nel 1998 a Sun City (Sud Africa), ha invitato a non esporre in sede museale i fossili umani originali, sostituendoli con calchi e conservando i reperti in condizioni controllate, sempre disponibili per lo studio.

Di rilevante valore museografico sono i calchi di contesti di rinvenimento (es. sepolture, fig. 3.5A), nei quali i resti umani sono associati a manufatti, a resti faunistici, a strutture archeologiche. È da rilevare che calchi di questo tipo costituiscono la documentazione tridimensionale di un'associazione che è stata scomposta dal procedere dello scavo, oltre a essere di notevole effetto estetico. Nel caso poi di resti "indiretti", come impronte di passi (fig. 3.4), il calco ne permette un'efficace esposizione museale. La disponibilità di calchi è anche importante nell'utilizzo per progetti educativi mirati in cui gli oggetti possono essere toccati dal pubblico scolastico o da particolari categorie di persone (es. non vedenti).

La presentazione in museo

I resti umani, anche se antichi, rappresentano una categoria di oggetti che possono essere ritenuti "sensibili", per motivazioni personali, culturali e religiose. La loro esposizione al pubblico deve quindi tener conto delle indicazioni del Codice etico dell'International Council of Museums (<https://www.icom-italia.org/codice-etico-icom/>).

Un esempio di cautele in questo ambito è quello attuato in occasione della mostra temporanea "Lo sguardo dell'antropologo. Connessioni con il Museo di Antropologia ed Etnografia dell'Università" allestita al Museo Egizio di Torino (giugno 2020-gennaio 2021). Un pannello di comunicazione (con al centro una piccola apertura a oblò) impedisce la vista totale diretta della mummia oggetto dell'esposizione



Figura 3.1: Esempio di reperto di interesse paleopatologico. Colonna vertebrale deformata a seguito di tubercolosi. Neolitico antico, Caverna delle Arene Candide (Museo Archeologico del Finale, Finale Ligure).



Figura 3.2: Esempi di resti umani modificati per azioni antropiche: A, cranio deformato (mummia aymara); B, frontale con perforazioni da punta conica e depressione da azione di corpo contundente (XV secolo, Exilles); C, flauto su femore umano (Neolitico, Riparo Gaban, Trento). A e B: Museo di Anatomia umana, Università di Torino; C: Ufficio Beni Archeologici, Provincia autonoma di Trento.

e avverte i visitatori sul contenuto della sala retrostante in modo che essi possano sceglierne in modo consapevole la fruizione.

La presentazione di resti umani in alcuni casi può essere opportunamente associata a ricostruzioni o riproduzioni del contesto di rinvenimento. Oltre a documentazioni grafiche e fotografiche, per esempio, nel caso di contesti sepolcrali alcuni musei presentano una ricostruzione realizzata ricomponendo resti umani e corredo nella situazione di rinvenimento. È il caso, per esempio, delle sepolture del Paleolitico superiore della Grotta delle Arene Candide al Museo di Archeologia ligure di Genova Pegli. Oppure può essere presentato un calco realizzato in corso di scavo, come nel caso della sepoltura paleolitica della Grotta di Santa Maria di Agnano al Museo di Civiltà preclassiche della Murgia meridionale di Ostuni, dove il calco è associato a una vetrina in cui sono esposte le ossa originali (fig. 3.5).

Si sono sempre più diffuse nei musei archeologici, soprattutto di archeologia preistorica, le ricostruzioni di volti o di interi personaggi estremamente realistiche realizzate mettendo in atto procedure impiegate in medicina legale e sfruttando competenze tecnologiche, scientifiche ed artistiche (fig. 3.6).



Figura 3.3: Modello interno di cavità: calco endocranico (Paleolitico superiore, reperto Cro-Magnon 3). Museo di Anatomia umana, Università di Torino.

Le strategie di comunicazione museale

Come in tutti i musei, anche in quelli che espongono resti umani di interesse archeologico è importante una presentazione che sfrutti la funzione di *storytelling*. L'esperienza dimostra che il pubblico è molto interessato quando un oggetto racconta la sua storia, intendendo con questo non solo ciò che attiene al significato del reperto, ma anche alle circostanze di rinvenimento, alla vita quotidiana dell'equipe impegnata nello scavo, al lavoro di restauro e di studio, attraverso differenti tecniche (video, podcast, semplici pannelli). Anche l'apparato documentale conservato in archivio in certi casi attira l'attenzione quando viene presentato al pubblico attraverso copie digitalizzate di quaderni di scavo, foto d'epoca, estratti di pubblicazioni.

Pare opportuno rilevare l'importanza dell'accessibilità, aspetto che naturalmente riguarda tutte le categorie museali. Al di là di ovvii aspetti fisici (reperti e testi esposti ad altezza appropriata da terra in modo da essere comodamente fruibili da tutto il pubblico) richiedono particolare attenzione – spesso disattesa nei musei archeologici – i testi di didascalie e pannelli di comunicazione, che devono risultare comprensibili alle diverse categorie di visitatori (linguaggi adeguati, sintetici e con limitazione di tecnicismi; diversi livelli di lettura).



Figura 3.4: Resti indiretti: impronte di piedi (Paleolitico superiore, Grotta della Basura, Toirano, Savona). Calco, Museo di Anatomia umana, Università di Torino.



Figura 3.5: A, Calco di sepoltura del Paleolitico superiore realizzato in corso di scavo (Grotta di Santa Maria di Agnano, Ostuni) (Museo di Anatomia umana, Università di Torino) e B, presentazione in vetrina dello scheletro estratto dal deposito (Museo di Civiltà preclassiche della Murgia meridionale, Ostuni).



Figura 3.6: Ricostruzione iperrealistica di bambino mesolitico realizzata da Elisabeth Daynès (MUSE, Museo delle Scienze di Trento).

Bibliografia essenziale

1. Angelaccio et al. 2007
2. Rolfo Arzarello 2018
3. Cilli, Del Lucchese et al. 2003
4. Daynès 2008
5. Giacobini in stampa
6. International Association for the Study of Human Paleontology 1998
7. Pinna 2017
8. Pinna 2018

3.6 I reperti antropologici nel catalogo del patrimonio culturale: prospettive per la tutela e la valorizzazione

M. L. Mancinelli

Nel Codice dei beni culturali e del paesaggio la catalogazione è posta, significativamente, fra i primi articoli della sezione sulla tutela, in quanto fase conoscitiva fondamentale per la corretta individuazione, gestione e conservazione dei beni, presupposto necessario per la loro valorizzazione e fruizione pubblica.

Nell'ambito dell'organizzazione del MiC il coordinamento delle attività per la definizione delle procedure e degli strumenti per la catalogazione del patrimonio archeologico, nel quale rientrano i resti scheletrici umani oggetto di queste linee guida, è affidato all'**Istituto centrale per il catalogo e la documentazione (ICCD)**³. L'Istituto, in particolare, ha elaborato un articolato apparato di standard (schede, vocabolari, indicazioni di metodo) per l'acquisizione delle conoscenze sui beni secondo criteri omogenei a livello nazionale: l'adozione di pratiche e di regole comuni, infatti, consente la condivisione delle informazioni fra i molti soggetti (pubblici e privati) che operano nel settore dei beni culturali, al fine di costituire il catalogo del patrimonio previsto dalla legislazione italiana.

Gli elementi fondamentali di tale apparato di standard sono le schede di catalogo: modelli descrittivi, costituiti da una sequenza predefinita di voci, che raccolgono in modo formalizzato le notizie sui beni, seguendo un percorso conoscitivo che guida il catalogatore e al tempo stesso controlla e codifica i dati sulla base di precisi parametri⁴. Per i resti umani è stata elaborata una specifica scheda di catalogo⁵, a sottolineare l'importanza che questi particolari "documenti materiali" rivestono nell'ambito del patrimonio culturale, per la portata informativa nella ricostruzione dei contesti, per il contributo alla storia delle popolazioni e dei popolamenti, per le molteplici problematiche connesse alla tutela e alla conservazione. La scheda è stata pubblicata dall'ICCD nel 2007 ed è applicabile a resti inumati, combusti, mummificati ed imbalsamati, nonché ai preparati anatomici a secco o in liquido di conservazione; la catalogazione può riguardare sia singoli reperti, sia insiemi di resti pertinenti ad uno o più individui, in relazione alla situazione di conservazione in cui si trovano, alla modalità di approccio scelta dal catalogatore, alle risorse disponibili. Nel tracciato

³<http://www.iccd.beniculturali.it>; l'ICCD si occupa anche del patrimonio architettonico e paesaggistico, storico artistico e demoetnoantropologico.

⁴Per un inquadramento generale degli standard ICCD e per prendere confidenza con le definizioni e le terminologie proprie del catalogo si può fare riferimento ai documenti disponibili sul sito istituzionale alla pagina: <http://www.iccd.beniculturali.it/it/standard-catalografici>.

⁵AT-Antropologia fisica: http://www.iccd.beniculturali.it/it/ricercanormative/1/at-antropologia-fisica-3_01. Per questa scheda, in origine predisposta per la catalogazione dei soli resti umani rinvenuti in indagini archeologiche, è stato modificato di recente il settore disciplinare di afferenza: dai "beni archeologici" ai "beni naturalistici", in quanto viene utilizzata anche per la descrizione di materiali biologici (ad es. i preparati anatomici) appartenenti a collezioni naturalistiche. La scheda potrà quindi essere utilizzata per le attività di tutela sia in ambito archeologico sia in ambito storico artistico (che comprende il settore dei beni naturalistici).

della scheda si snoda la sequenza delle informazioni: i codici identificativi; i dati per l'inquadramento tassonomico; i riferimenti al contesto di provenienza archeologica, quando noto, e a quello di attuale localizzazione, fino al dettaglio del "contenitore" in cui il bene è conservato (museo, deposito, ecc.); gli elementi per relazionare i resti umani ad altri beni, secondo un'ottica spazio temporale (presenza nel medesimo contesto di ritrovamento; collocazione in uno stesso luogo di conservazione; associazione in una stessa collezione; rinvii per confronti tipologici; ecc.). Sezioni specifiche sono dedicate alla registrazione analitica delle informazioni tecnico-scientifiche: numero degli individui attestati dai resti, sesso, stima dell'età alla morte, descrizione delle modalità di preparazione al momento della deposizione, elenco degli elementi del corpo presi in esame, caratteristiche morfometriche e morfologiche, eventuali paleopatologie, registrazione delle specifiche indagini effettuate sui reperti. Il tutto corredato da una o più immagini e da altri eventuali documenti (grafici, video, fonti testuali, bibliografia, la **Scheda antropologica** redatta sul campo⁶, ecc.). La scheda di catalogo si chiude con i riferimenti di carattere amministrativo, che datano e certificano i contenuti.

Il livello minimo obbligatorio di informazioni previsto nello standard ministeriale è stato pensato in modo da consentire l'utilizzo anche da parte di operatori (in genere archeologi) non preparati in antropologia fisica, anche se viene raccomandata la compilazione a cura di esperti nella materia (come avviene per tutte le schede ICCD "specialistiche"), per sfruttare al meglio le potenzialità dello strumento catalografico.

La redazione della scheda richiede dunque un'osservazione attenta e diretta dei resti da descrivere e documentare e comporta, specie nel livello di analisi più approfondito, una selezione ragionata delle informazioni raccolte in fase di studio, per il loro "ordinato incasellamento" nelle varie voci, in modo che possano costituire altrettanti punti di accesso e spunti di indagine in fase di consultazione.

L'inserimento di un bene nel Catalogo, con l'assegnazione del codice che lo identifica univocamente a livello nazionale, ne attesta la valenza culturale e l'inclusione nel patrimonio: tale operazione avvia un processo virtuoso di circolazione della conoscenza e consente di aprire varie prospettive di utilizzo e di approfondimento sia a scopi di tutela, sia a scopi di fruizione, diffusione e valorizzazione. In primo luogo, il bene e le informazioni specifiche che lo riguardano possono essere "intercettati" nei molteplici percorsi di ricerca effettuati nella banca dati del catalogo, già a partire dalle stringhe più ovvie che riguardano la definizione, l'attuale luogo di conservazione, il sito archeologico di provenienza, gli aspetti tecnici, i riferimenti cronologici, ecc. Il bene potrà così essere richiamato in differenti contesti conoscitivi ed essere posto a confronto e in relazione con altri beni (della stessa o di diversa tipologia). Per fini più propriamente scientifici, la catalogazione dei resti umani secondo parametri formalizzati e omogenei (in particolare per quanto riguarda le terminologie utilizzate), si presenta utile anche come riferimento per studi e ricerche: confronti per reperti con

⁶ per la quale si rinvia al cap. 2.1 di questo volume

caratteristiche analoghe, situazioni di rinvenimento, individuazione di criteri utili per analizzare altri contesti, per circoscrivere ambiti di diffusione di fenomeni, ecc. La scheda con i dati “anagrafici”, corredata da un documento fotografico⁷ costituisce, inoltre, un supporto fondamentale in tutte quelle situazioni - come dispersioni, furti, calamità naturali - nelle quali è necessario avere precisa cognizione dell’ubicazione e delle caratteristiche di un bene da recuperare, per poter risalire con documentata certezza al suo contesto di provenienza e di conservazione⁸. Proprio per una più efficace azione amministrativa per fini di gestione e tutela, in questi ultimi anni l’ICCD ha lavorato in stretta collaborazione con l’**ICR - Istituto centrale per il restauro**⁹ per la condivisione delle informazioni in una piattaforma cooperativa appositamente progettata per incrociare i dati sui beni provenienti da vari sistemi del MiC, facendo riferimento al codice univoco di catalogo per la loro identificazione “certificata”¹⁰. Infine, per quanto riguarda la diffusione e la fruizione pubblica delle conoscenze sul patrimonio, dal 2017 sono stati avviati vari progetti per sperimentare l’applicazione dei *linked open data* (LOD) per la valorizzazione delle informazioni catalografiche nel web, in modo che si possano collegare ad altri domini, in ambito nazionale e internazionale, sfruttando le più avanzate tecnologie semantiche¹¹: qualsiasi bene che entri a far parte del *Catalogo* potrà giovare degli strumenti e delle potenzialità messe a disposizione, per partecipare del più ampio “ecosistema digitale della cultura”¹².

Bibliografia essenziale

1. Stanzani et al. 2001
2. Vasco Rocca 2002
3. Mancinelli 2018
4. Birrozzi et al. 2020

⁷La metodologia catalografica prevede, infatti, almeno un’immagine digitale allegata, per l’immediato “riconoscimento visivo” del bene.

⁸La banca dati del catalogo rappresenta uno dei “serbatoi” di informazioni a cui attinge il Comando Carabinieri Tutela Patrimonio Culturale per la propria attività investigativa (<https://www.beniculturali.it/carabinieriipc>).

⁹<http://www.iscr.beniculturali.it/>.

¹⁰Si tratta della piattaforma *VIR-Vincoli in rete*, che in origine aveva l’obiettivo di consentire l’accesso alla consultazione dei provvedimenti di tutela relativi ai beni immobili; in seguito le sue funzioni si sono molto ampliate, grazie all’interoperabilità con altri sistemi del Ministero (in particolare: *Carta del Rischio, Beni tutelati, SIGECweb*), e ad oggi rappresenta un importante punto di accesso per reperire informazioni sul patrimonio culturale (<http://vincoliinrete.beniculturali.it>).

¹¹Per i vari progetti in corso si rinvia alla pagina <http://www.iccd.beniculturali.it/it/per-condividere/dati-aperti>.

¹²<http://catalogo.beniculturali.it>; <https://docs.italia.it/italia/daf/pianotri-elencobasidatichave/it/stabile/elencobasidati.html#istruzione-cultura-e-sport>

Sezione 4

Norme, pratica e gestione

4.1 I resti antropologici nelle previsioni del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio

V. Acconcia

I resti antropologici, laddove siano individuati a tutti gli effetti come “testimonianze aventi valore di civiltà”, si inquadrano nell’ambito di competenza del MiC e sono soggetti alle previsioni del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio.

Nella normativa di settore, i resti umani così intesi di proprietà pubblica (o anche di persone giuridiche private senza scopi di lucro) appartengono a pieno titolo al patrimonio culturale. In questa fattispecie rientrano i rinvenimenti nel sottosuolo, che rappresentano la porzione più consistente della categoria oggetto di queste Linee guida e che, ai sensi dell’art. 91, comma 1 del *Codice*, sono di proprietà statale.

Negli stessi termini possono essere considerati i resti umani di interesse culturale appartenenti a raccolte di musei e collezioni di proprietà pubblica ai sensi dell’art. 10, comma 2, lett. a (si pensi, ad esempio, alle mummie o alle composizioni realizzate con porzioni varie di scheletri diversi, presenti in collezioni di vecchia formazione). L’art. 10, comma 3, lett. a) prevede la possibilità di attribuire un valore culturale a resti umani di particolare interesse e di proprietà privata, attestata *ante* 1909 (L. 20 giugno 1909, n. 364), laddove formalmente dichiarati ai sensi dell’art. 13. Al riguardo, va comunque sottolineato che quest’ultimo caso risulta nei fatti molto raro.

Inoltre, sebbene non esplicitamente qualificato in termini di interesse strettamente “antropologico”, lo stesso art. 10 al c. 4, lett. a), chiarisce che nelle categorie dettagliate ai commi 1 e 3, lett. a) vanno ricomprese “**le cose che interessano la paleontologia, la preistoria e le primitive civiltà**”, venendo quindi a ricadere in questa definizione anche quei resti umani che possono contribuire tanto quanto i manufatti alla conoscenza delle antiche popolazioni e alla ricostruzione storica.

Diversamente dalle altre componenti del patrimonio culturale, i materiali antropologici presentano caratteristiche tali da sollevare criticità a carattere etico all’interno

di una cornice normativa *strictu sensu*, data la loro appartenenza anche al patrimonio biologico, alla memoria e al complesso di tradizioni – comprese quelle religiose - delle comunità di riferimento. Come già accennato al par. 1.10 di questo volume, la loro tutela rappresenta quindi un campo di delicata applicazione (si veda, di seguito, il par. 4.2), anche se l'attribuzione di un valore culturale ai resti umani quali testimonianze aventi valore di civiltà viene a sancirne l'appartenenza all'intera collettività nei termini stabiliti dall'articolo 9 della Costituzione. In questo modo, è garantito un più elevato grado di protezione del patrimonio informativo da essi rappresentato, anche se tramite una parziale perdita del loro potenziale individuale ed etico e tramite la sostanziale assimilazione ad altre categorie di patrimonio (nei fatti, quella ricadente nell'ambito dell'archeologia).

Lo stesso riconoscimento dell'interesse culturale per i resti antropologici, quindi, avviene attraverso un processo che va necessariamente a contemperare parametri obiettivi, quali ad esempio l'antichità più o meno risalente, l'integrità e la completezza, la rarità e, soprattutto, il valore contestuale degli stessi, con gli aspetti etici dell'appartenenza a linee familiari ancora esistenti, a comunità religiose o a specifici comparti territoriali. Va da sé che tale attribuzione è tanto più delicata quanto più le testimonianze materiali o gli stessi contesti di rinvenimento sono vicini nel tempo. Fermo restando che ancora l'art. 10 del Codice al suo comma 5 definisce il limite di 70 anni perché le cose mobili e immobili aventi interesse culturale siano soggette alle previsioni di legge, nella pratica degli Uffici del MiC competenti in materia di tutela si tende a ricomprendere in questo ambito le evidenze materiali e i contesti a carattere antropologico, più antichi almeno di 100 anni, applicando per analogia quanto previsto all'*Allegato 1 del Codice*.

I resti umani inquadrati (*ex lege* o anche tramite provvedimento espresso) nel patrimonio culturale, quindi, sono integralmente tutelati ai sensi del Titolo I della Parte II del *Codice* e, come le altre categorie di beni, sono oggetto di misure di protezione e conservazione, nonché di specifici percorsi di ricerca.

L'attribuzione alla proprietà dello Stato dei resti rinvenuti da ricerche nel sottosuolo, ai sensi del già ricordato art. 91, comma 1 (consolidato anche dagli articoli 822 e 826 del Codice Civile), ad esempio, determina la loro assegnazione al patrimonio indisponibile e quindi la necessità di attribuire loro un valore patrimoniale (si veda il par. 4.6).

A puro titolo di esempio, tra quelli previsti dalla normativa vigente, insieme ai provvedimenti di verifica e dichiarazione dell'interesse culturale (artt. 12-13), ai materiali antropologici possono essere applicati gli interventi autorizzatori *ex art. 21*, comma 1, lett. b-c), e commi 2 e 4; gli interventi provvisori indispensabili *ex art. 27*; gli interventi conservativi, su beni rispettivamente di proprietà pubblica o privata *ex artt. 29-40*; il comodato *ex art. 44*; varie fattispecie di circolazione in territorio nazionale o al di fuori dello stesso (artt. 56, 57, 58, 59-62, 65-68); la concessione di ricerca *ex art. 88* e la corresponsione del premio per i rinvenimenti *ex art. 92*.

Alla luce di queste considerazioni, pertanto, si devono considerare poco opportune alcune pratiche ampiamente in uso almeno fino alla metà del '900, tra cui ad esempio lo smembramento incontrollato e non registrato di contesti di scavo a carattere

funerario, destinando i resti umani a essere conservati in condizioni precarie e in ambienti non idonei (ad esempio, cappelle o magazzini nei cimiteri moderni), o anche prevedendo il loro risepellimento senza averli prima sottoposti all'adeguata attività conoscitiva - necessaria a restituire, unitamente all'analisi dei relativi contesti di riferimento, un esaustivo palinsesto informativo - che costituisce una delle fondamentali attività di tutela in capo al MiC, come stabilito dall'art. 3 del *Codice*.

4.2 Aspetti operativi della tutela dei resti antropologici alla luce del loro valore per le comunità di riferimento

V. Acconcia

Come accennato al paragrafo precedente, l'attribuzione di un valore culturale ai resti umani si fonda sulle caratteristiche intrinseche e sulle potenzialità informative per la ricostruzione degli aspetti biologici delle comunità, oltre che sulla loro relazione con i contesti di rinvenimento. L'interesse culturale di questo tipo di materiali si inquadra in una prospettiva storica, archeologica e in qualche caso etnoantropologica.

La loro sottoposizione alle disposizioni di tutela, quindi, risulta di immediata applicazione nel caso di contesti a carattere paleontologico o funerario precedenti all'età moderna, mentre presentano maggiori criticità situazioni in cui i resti umani possono essere "rivendicati" da una comunità esistente (sia in termini di discendenza che di legame religioso o tradizionale).

Questi aspetti sono già stati tratteggiati al par. 1.10 ed emergono soprattutto dalle ricerche o da altri tipi di interventi di tutela effettuati in contesti sepolcrali legati a specifiche confessioni religiose, ma anche in aree e strutture di culto che abbiano accolto particolari forme di sepoltura (cripte, ossari, ecc.) o resti di individui percepiti come parte della memoria e dell'identità collettiva.

Si viene pertanto a configurare un complesso di situazioni in cui alle esigenze di protezione delle testimonianze aventi valore di civiltà si sommano quelle espresse dalle "comunità di eredità", concetto introdotto nella normativa dalla Convenzione di Faro (*Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore del patrimonio culturale per la società*, 27 ottobre 2005).

Quest'ultima, propone una definizione dell' **eredità culturale** come l' "*insieme di risorse ereditate dal passato che le persone considerano, a prescindere dal loro regime di proprietà, come un riflesso e un'espressione dei loro valori, credenze, conoscenze e tradizioni in continua evoluzione. Esso comprende tutti gli aspetti dell'ambiente derivati dall'interazione nel tempo fra le persone e i luoghi*" e, di conseguenza, della **comunità di eredità** come "*costituita da persone che attribuiscono valore ad aspetti specifici del patrimonio culturale, che essi desiderano, nel quadro dell'azione pubblica, mantenere e trasmettere alle generazioni future*", incentivando anche la riflessione su temi etici nella gestione e presentazione del patrimonio.

Ratificate in Italia solo con L. 1 ottobre 2020, n. 133, le previsioni della Convenzione non hanno ancora trovato un adeguato recepimento nella normativa di settore, che nei fatti non fornisce strumenti espliciti per i casi sopra tratteggiati. Questi, quindi, nella pratica devono essere affrontati tramite un'attenta valutazione da parte del personale tecnico del MiC, individuando le soluzioni più consone per garantire la tutela dei resti umani in quanto componenti del patrimonio culturale, ma anche il

rispetto delle istanze individuali e collettive di chi percepisce un legame diretto, vivo e reale con gli stessi.

Nella normativa attualmente vigente, invece, sono sottoposti a specifiche disposizioni i resti umani conservati e rinvenuti nelle catacombe cristiane in territorio italiano, oggetto dell'art. 12, comma 2 dell'Accordo tra la Repubblica Italiana e la Santa Sede del 18 febbraio 1984 che, **previo esplicito richiamo all'osservanza delle leggi di tutela dello Stato**, attribuisce alle istituzioni ecclesiastiche l'onere della custodia, manutenzione e conservazione delle catacombe e dispone la possibilità di procedere allo scavo e al "*trasferimento delle sacre reliquie*". Più in generale, i rapporti e le forme di collaborazione tra gli Uffici territoriali e le istituzioni ecclesiastiche nella tutela dei beni culturali di interesse religioso (nei quali rientrano anche le già ricordate cripte, gli ossari, i cimiteri diocesani ecc.), sono regolati a norma del D.P.R. 26 settembre 1996, n. 571 ("*Esecuzione dell'intesa fra il Ministro per i beni culturali e ambientali ed il Presidente della Conferenza episcopale italiana, firmata il 13 settembre 1996, relativa alla tutela dei beni culturali di interesse religioso appartenenti ad enti e istituzioni ecclesiastiche*"). I rapporti tra lo Stato italiano e altre religioni o confessioni sono regolamentati da specifiche previsioni normative, che in alcuni casi disciplinano anche la materia della sepoltura e della gestione dei resti umani (si veda, ad esempio, l'art. 16 della L. 8 marzo 1989, n. 101, recante "*Norme per la regolazione dei rapporti tra lo Stato e l'Unione delle Comunità ebraiche italiane*").

Ulteriori disposizioni, poi, sono riservate alle testimonianze del I conflitto mondiale, oggetto della L. 7 marzo 2001, n. 78, diretta alla tutela delle "vestigia", intese come il patrimonio documentale, monumentale, di "*fortificazioni campali, trincee, gallerie, camminamenti, strade e sentieri militari*" e di "*reperti mobili e cimeli*" (art. 1), riferibili agli eventi bellici che hanno interessato il territorio nazionale tra il 1915 e il 1918.

Nel corso delle attività di ricerca e mappatura di questi contesti, svolte anche sotto il controllo degli Uffici del MiC, non è infrequente il recupero di resti di caduti in battaglia, che può essere effettuato da soggetti qualificati, utilizzando gli strumenti metodologici elaborati per lo scavo archeologico.

Va sottolineato che il recupero dei resti umani ai fini del seppellimento in cimiteri di guerra e l'eventuale restituzione alle famiglie rientrano nelle competenze del Ministero della Difesa, nell'ambito del quale è istituito un Commissariato Generale per le Onoranze ai Caduti (D.Lgs. 66/2010, artt. 265-266), che si occupa anche del recupero dei resti di militari e civili della II guerra mondiale.

Per quanto riguarda i soldati stranieri caduti tra il 1940 e il 1944, sono attivi specifici protocolli di intesa con gli altri Paesi coinvolti nel conflitto. Dal 1946, ad esempio, è vigente un *Memorandum of Understanding* tra il governo italiano e quello statunitense, finalizzato a regolare il recupero dei resti di militari USA ancora dispersi nel nostro territorio. Queste attività sono condotte da un'agenzia statunitense (*Defense Pow*) che, autorizzata anche dagli Uffici territoriali MiC, effettua ricerche sotto la guida di personale specializzato in archeologia. I resti di caduti così recuperati sono oggetto di *repatriation* a spese del governo USA.

4.3 L'antropologo fisico nei ruoli del Ministero e nella regolamentazione delle professioni

V. Acconcia, P. F. Rossi

Nell'ambito del MiC, le Soprintendenze Archeologia, belle arti e paesaggio esercitano funzioni di controllo e tutela sui contesti e sui resti antropologici provenienti dai territori di propria competenza, così come i Parchi Archeologici inquadrati come istituti autonomi e, per le Direzioni Regionali Musei, ogni museo provvede alla tutela dei beni antropologici in consegna.

Questi Uffici curano la conservazione dei resti umani in ambienti idonei, lo studio, la catalogazione, l'eventuale esposizione e, previa verifica delle condizioni di deposito, possono anche disporre l'assegnazione temporanea a soggetti esterni, quali strutture museali non statali o enti di ricerca.

Al fine di garantire standard di intervento adatti alle peculiarità rappresentate dai resti umani, nei ruoli del MiC è prevista la presenza di funzionari antropologi fisici (chiaramente distinti dai demoetnoantropologi), i cui compiti si inquadrano nei profili tecnico-scientifici per la tutela, la ricerca, la conservazione, la valorizzazione e la fruizione del patrimonio culturale. I requisiti previsti per l'accesso a questi ruoli, sono il diploma di laurea magistrale o di vecchio ordinamento e il possesso del diploma di dottorato di ricerca in antropologia (SSD BIO08).

La presenza di funzionari antropologi fisici negli Uffici del MiC è stata incrementata a seguito del recente concorso conclusosi nel 2017, nell'ambito del quale sono state assegnate 10 unità di personale provviste di tale profilo ad alcune Soprintendenze ABAP e a Istituti autonomi, che vengono a costituire riferimento anche per gli Uffici in cui tali ruoli risultino ancora scoperti.

In termini generali, il ruolo dell'antropologo fisico in quanto figura abilitata a operare sul patrimonio culturale, è stato recentemente definito all'articolo 9-bis del *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*, introdotto con la L. 22 luglio 2014, n. 110 (in materia di professionisti competenti ad eseguire interventi sui beni culturali), secondo la quale *“gli interventi operativi di tutela, protezione, conservazione, valorizzazione e fruizione dei beni culturali sono affidati alla responsabilità e all'attuazione di archeologi, archivisti, bibliotecari, demoetnoantropologi, antropologi fisici, restauratori di beni culturali e collaboratori restauratori di beni culturali, esperti di diagnostica e di scienze e tecnologie applicate ai beni culturali, storici dell'arte”* (art. 1).

Ai sensi della stessa L. 110/2014, è stato successivamente emanato il D.M. del 20 maggio 2019, n. 244, ovvero il regolamento per la formazione degli elenchi nazionali dei professionisti (tenuti dalla Direzione Generale Educazione, ricerca e istituti culturali), che dettagliano i requisiti per l'inquadramento in fasce corrispondenti a livelli progressivi di competenze formative e di esperienza, da rapportare ai diversi tipi di interventi possibili sul patrimonio culturale. Per quanto riguarda gli antropologi fisici, all'Allegato 1 al D.M. 244/2019 è chiaramente esplicitata la necessità di possedere titoli di studio abilitanti nell'ambito del settore scientifico-disciplinare BIO-08

(Antropologia, laurea quinquennale) o, alternativamente, in altri settori scientifico-disciplinari relativi alla medicina, alla veterinaria, alle biotecnologie, alla conservazione e anche all'archeologia, con specifiche indicazioni in merito agli indirizzi ritenuti indispensabili.

L'Allegato 1 (consultabile e scaricabile al link <https://dger.beniculturali.it/wp-content/uploads/2019/07/ALLEGATO-1-ANTROPOLOGO.pdf>) costituisce pertanto un fondamentale strumento, a disposizione dell'Amministrazione così come dei committenti pubblici e privati di lavori che interessino il patrimonio culturale o anche degli enti di ricerca, per individuare i soggetti più adatti a operare sull'eventuale presenza di resti umani (si veda nel dettaglio, il par. 4.5).

4.4 Rapporti tra enti di tutela, istituti di ricerca italiani e laboratori stranieri

L. Bondioli, V. Acconcia

In aggiunta alle attività ordinarie di tutela svolte dal personale tecnico specializzato, alcuni istituti e luoghi della cultura del MiC sono tradizionalmente attivi nel campo della ricerca, dello studio e della conservazione del patrimonio costituito dalle testimonianze biologiche delle comunità antiche. Tra questi, il Museo delle Civiltà a Roma, rappresenta un polo di eccellenza per gli studi di antropologia fisica e paleontologia umana e conserva anche reperti di grande rilievo scientifico. Allo stesso modo, molti tra Soprintendenze, Musei e Parchi Archeologici si sono dotati di laboratori e servizi di antropologia fisica/archeoantropologia/bioarcheologia che forniscono supporto anche agli Uffici territoriali che ne sono sprovvisti.

La peculiarità delle problematiche legate ai resti umani, inoltre, rende molto stretti i rapporti e gli scambi con il mondo della ricerca scientifica, rappresentata soprattutto da Università e Centri di eccellenza italiani e stranieri, ai quali possono essere assegnati temporaneamente reperti o complessi di reperti. Molte Università italiane hanno attivato corsi di studio finalizzati alla formazione del profilo di antropologo fisico, sostenendo anche l'attività di laboratori specializzati.

Il MiC collabora con molte di queste istituzioni, che effettuano ricerche tramite campagne di scavo programmate e in regime di concessione (ai sensi degli artt. 88-89 del *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*).

Numerosi sono gli scavi così realizzati (fig. 4.1) che interessano siti funerari di varia periodizzazione, nell'ambito dei quali si rende necessaria la presenza di soggetti con competenze specificamente mirate al recupero di resti antropologici. Sono in corso anche progetti di indagine stratigrafica di contesti paleontologici, anche di interesse evolutivo, nell'ambito dei quali il rinvenimento di resti umani si associa a quello di manufatti, paleofauna, resti paleobotanici, utili a ricostruire il complesso palinsesto dei paleoambienti di riferimento. In Italia e all'estero, poi, sono attivi numerosi Istituti di ricerca che, grazie alla disponibilità di personale e strumentazione specializzata, possono fornire percorsi analitici particolari e ad alta tecnologia a supporto degli Uffici del MiC per lo studio dei materiali antropologici e anche per le attività di conservazione e restauro. Il rapporto con simili istituzioni deve essere regolamentato da apposite convenzioni da stipularsi da parte del MiC secondo la corrente normativa e grande cura deve essere posta nella scelta delle collaborazioni che devono sempre vedere gli Uffici centrali e periferici del Ministero tra i *principal investigators* e comunque con rigido controllo sulle attività, specie se (micro)distruttive. Si suggerisce a tal fine di coinvolgere le strutture periferiche dotate di servizi di antropologia nella scelta delle istituzioni.

A questo proposito, si ricorda che, in caso si renda necessaria l'assegnazione temporanea per studio a Enti di ricerca italiani, essa segue le procedure autorizzatorie

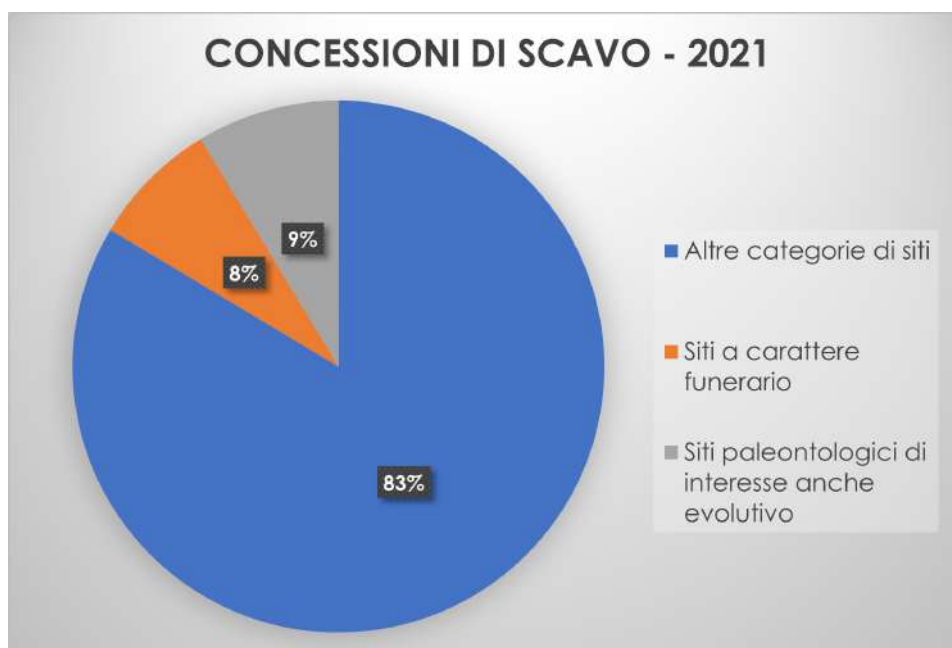


Figura 4.1: Percentuali di contesti riferibili a siti a carattere funerario e paleontologici di interesse evolutivo nell'ambito delle concessioni di scavo ex artt. 88-89 del D.Lgs. 42/2004 rilasciate per l'anno 2021.

previste all'art. 21, c. 1, lett. b) del *Codice* in capo agli uffici competenti.

In caso di uscita temporanea dei materiali dal territorio nazionale, finalizzata allo studio e/o all'esecuzione di specifiche indagini, le procedure autorizzatorie previste all'art. 67, c. 1, lett. c) del *Codice*, sono in capo alla Direzione Generale ABAP nel caso di reperti di competenza delle Soprintendenze. In caso di materiali di competenza di Parchi Archeologici dotati di autonomia o assegnati a musei statali, si procede tramite parere vincolante della Direzione Generale Musei.

4.5 Contesti di intervento e soluzioni operative

P. F. Rossi, V. Acconcia

Nella pratica degli Uffici del MiC, il rinvenimento di resti umani di interesse culturale può avvenire nell'ambito di interventi che non necessariamente si inquadrano nella categoria delle ricerche programmate a fini di studio (cap. 4.4): ad esempio, i saggi di scavo effettuati in regime di archeologia preventiva (ex art. 25 del D.Lgs. 50/2016) nel corso di lavori pubblici o di pubblica utilità o prescrivibili anche sulla base degli strumenti di pianificazione territoriale da parte delle Soprintendenze ABAP o dai Parchi Archeologici dotati di autonomia nell'ambito di lavori privati, come sorveglianza archeologica in regime cd. di "corso d'opera".

Stante la varietà e la complessità di questi casi, va ribadito che i resti antropologici devono essere operativamente considerati alla stregua delle altre categorie di materiali sottoposti a tutela: va pertanto garantita la correttezza nei sistemi di prelievo e conservazione e, soprattutto, la completa integrità e unitarietà dei contesti (intesi sia nei termini di singole deposizioni ma anche di complessi funerari più o meno estesi), evitando quindi "selezioni/campionature" o risepellimenti arbitrari (nella pratica, spesso in sacchi di plastica o in cassette zincate), nonché l'utilizzo di materiali inadatti alla corretta conservazione (si vedano i parr. 2.3 e 3.1).

A fronte di un quadro così articolato, bisogna anche ribadire il principio sotteso al testo di questo documento, ovvero il riconoscimento delle figure professionali specializzate. Già ai paragrafi precedenti si è sottolineata la necessità di coinvolgere gli antropologi fisici in servizio presso il MiC, che potranno fornire specifiche indicazioni sulle migliori modalità di intervento e, laddove essi non fossero previsti nell'organico degli Uffici, anche tramite forme di collaborazione, variamente formalizzata. Ulteriori collaborazioni con Enti di ricerca esterni all'Amministrazione si sono rivelate efficaci non solo a fini di analisi/studio e restauri, ma anche nel caso di interventi sul campo.

Il coinvolgimento degli antropologi fisici inquadrati come soggetti abilitati a operare sul patrimonio culturale, peraltro, oltre a garantire l'applicazione delle più aggiornate e corrette metodologie, adeguandole eventualmente alle varie situazioni, potrà garantire anche l'applicazione di un codice di comportamento comune che salvaguardi gli aspetti etici della gestione dei resti umani e al contempo preservi il set di informazioni biologiche di cui i tessuti scheletrici sono portatori (par. 1.10).

Allo stesso modo, solo i soggetti forniti delle competenze previste dalla normativa potranno effettuare valutazioni preliminari in merito al riconoscimento dell'interesse culturale rappresentato dai vari tipi di rinvenimento, escludendo, ad esempio, resti umani conservati in contesti di giacitura non formali, definitisi in anni recenti a seguito di eventi violenti o criminosi, per i quali sarà invece opportuno richiedere l'intervento delle forze dell'ordine, le quali a loro volta potrebbero interpellare gli specialisti proprio per dirimere situazioni dubbie.

Nell'applicazione della disciplina dei contratti pubblici, poi, per quanto il ricorso a professionisti antropologi sia nei fatti meno frequente rispetto a quello di archeologi o restauratori, esso è comunque previsto nei termini dell'affidamento di lavori in relazione a specifiche esigenze (art. 146 del D.Lgs. 50/2016 e art. 22, commi 1-2 del D.M. 154/2017).

I committenti pubblici o privati o le ditte affidatarie hanno pertanto la possibilità di individuare i professionisti antropologi fisici dall'elenco dedicato tenuto, come già accennato al cap. 4.3, dalla Direzione Generale Educazione, Ricerca e Istituti Culturali, accessibile previa registrazione (<https://professionisti.beniculturali.it/elenco-professioni-non-regolamentate>), sottoponendone i nominativi ai competenti Uffici del MiC. Va sottolineato che tali elenchi non sono esclusivi ma solo propositivi, essendo sufficiente possedere i requisiti per l'iscrivibilità per rientrarvi. A questo proposito, è auspicabile che gli Uffici vigilino sulle competenze dei soggetti così individuati, al fine di garantire il migliore grado di tutela dei reperti e dei contesti a carattere antropologico rinvenuti in corso di scavo.

4.6 Inventario e catalogo: linee generali e applicazioni ai resti umani di provenienza archeologica

M. G. Fichera, M. L. Mancinelli

L'inventariazione e la catalogazione rappresentano due momenti distinti, ma connessi e complementari, del processo di conoscenza di un bene culturale mobile. L'inventariazione è la prima attività di ricognizione, che prevede l'acquisizione delle informazioni anagrafiche fondamentali per identificare il bene e certificarne l'esistenza in un certo luogo ad una data precisa; la catalogazione rappresenta un momento più approfondito di analisi e di studio, che considera anche il contesto in cui il bene è stato prodotto ed ha vissuto nel corso del tempo, in relazione con altri beni e con il territorio, in modo da porne in evidenza il significato e il valore culturale e quindi motivarne l'inserimento nel Catalogo nazionale del patrimonio (cfr. cap. 3.6).

Per quanto riguarda, in particolare, i beni archeologici, al termine "inventariazione" corrispondono varie operazioni, svolte in situazioni diverse, con la registrazione di dati identificativi più o meno dettagliati: l'inventario di scavo, di laboratorio, di restauro, di collezione, museale, patrimoniale. Alcune di queste operazioni possono succedersi, sovrapporsi, dare luogo a seriazioni storiche di dati: per questo motivo, ogniqualvolta si segnalano per un bene mobile informazioni di inventario, occorre qualificarle in modo preciso, fornendo, oltre al codice assegnato (che può essere un numero oppure una sequenza alfanumerica), la tipologia del rilevamento, l'ente che lo ha effettuato, un riferimento cronologico.

Un'attività che, per i beni culturali mobili di proprietà dello Stato, riveste un rilievo particolare, è l'inventariazione patrimoniale: come nelle altre operazioni di censimento preliminare, al bene viene assegnato un "numero di corda", nell'ambito di una successione progressiva legata ad un luogo e un ente ben precisi, e a tale codifica viene associato un valore economico, che per quanto riguarda i beni archeologici, per definizione inalienabili, viene più correttamente definito **stima**. Proprio a seguito del valore stimato, tali beni concorrono al bilancio finanziario complessivo dello Stato: considerata tale finalità, l'inventariazione patrimoniale costituisce uno strumento tecnico-amministrativo di grande rilievo, che rappresenta uno degli adempimenti in capo agli Istituti pubblici che custodiscono i beni, tenuti a presentare una dettagliata rendicontazione annuale a riguardo. Nonostante ciò, sussistono ad oggi varie problematiche, legate ai criteri per la formazione e gestione dei registri inventariali, alla valutazione e rivalutazione nel tempo delle stime economiche, alla carenza di risorse umane con preparazione adeguata a svolgere tali operazioni e soprattutto alla mole dei materiali da trattare, peraltro in costante incremento a seguito di nuove indagini archeologiche¹. In particolare, da sempre si rileva una certa "riluttanza" a

¹In proposito vedere quanto scritto nella parte conclusiva di questo paragrafo sull'applicazione di uno specifico strumento (il MINP - Modulo per l'inventariazione patrimoniale) elaborato per la gestione speditiva di materiali archeologici (singoli oggetti e lotti) in fase di inventariazione

proporre l'inventariazione nel patrimonio statale dei resti umani di provenienza archeologica, e, di conseguenza, ad attribuire loro una valutazione economica; si tratta, infatti, di testimonianze di individui che, in quanto tali, sono tutelati dalla Costituzione e non dovrebbero essere considerati "di proprietà" di qualsivoglia soggetto, ma tutt'al più beni "detenuti in custodia".

Per cercare di stabilire un punto fermo in questa complicata e controversa problematica, è necessario forse considerare le ragioni alla base della valutazione economica dei beni culturali, con particolare riferimento ai beni archeologici, che essendo *ex lege* di proprietà statale, restano al di fuori delle normali regole di mercato.

In primo luogo è necessario sottolineare che il valore intrinseco, pur essendo ovviamente considerato nella valutazione, non ne costituisce il parametro principale: ben più rilevanti sono, infatti, le proprietà relazionali del bene, ovvero la sua capacità di costituire testimonianza per un determinato periodo o contesto. A titolo di esempio, la "rarietà" di una tipologia di manufatto deve essere considerata in rapporto al luogo di rinvenimento (ceramica a vernice nera in Valle d'Aosta piuttosto che in Magna Grecia); come anche il valore di un oggetto deve essere stimato, indipendentemente dal "pregio", sulla base della sua capacità di costituire elemento qualificante di un contesto, inteso come insieme di elementi e relazioni che fra questi intercorrono. Infatti, il bene archeologico è tale proprio grazie alla sua appartenenza a una determinata situazione di rinvenimento, in quanto unica testimonianza materiale che resta al termine di un'indagine: è questo che distingue il "valore archeologico" di un oggetto dal suo "valore antiquario".

Deve inoltre essere preso in considerazione il concetto di "proprietà statale", in relazione ai beni appartenenti al patrimonio indisponibile: lo Stato, nel riconoscerne il valore unico e irripetibile, si impegna a conservarli e custodirli senza alcun ritorno economico (si tratta infatti di beni inalienabili). Come già accennato (cap. 4.1), la proprietà statale è proprietà dell'intera collettività e deve essere considerata come una garanzia della sicurezza dei beni, non come una indebita appropriazione. Fra i criteri di valutazione dei beni occorre considerare, del resto, anche i costi di gestione e manutenzione: le spese sostenute per l'acquisizione, il restauro, la conservazione e la valorizzazione si giustificano anche sulla base della stima patrimoniale, che, come sopra indicato, non coincide né con il valore intrinseco, né, tanto meno, con un "prezzo" (concetto che prevede la possibilità di alienazione).

Infine, laddove si renda necessario autorizzare movimentazioni per mostre o per analisi (entro i confini nazionali o al di fuori di essi), gli Uffici competenti sono tenuti in ogni caso a stabilire un valore assicurativo, atto a garantire i beni dalle conseguenze di eventi negativi che potrebbero comportare un danno erariale.

In quest'ottica appare chiaro che i resti antropologici possono essere stimati – e quindi può essere attribuito loro un "valore monetario" – se considerati come parte di un contesto e come elementi in grado di restituire dati significativi. La mancanza di una stima per i resti umani non consentirebbe inoltre di determinare un valore assicurativo e quindi, in mancanza di precisi parametri, renderebbe più complesse e meno

patrimoniale.

sicure pratiche come la movimentazione per motivi di studio, di conservazione e di valorizzazione.

Del resto, che i reperti antropologici siano già oggetto di stima patrimoniale è testimoniato dal fatto che in occasione del loro rinvenimento fortuito venga erogato dallo Stato il premio di cui all'art. 92 del Codice dei Beni Culturali (emblematico in proposito quello corrisposto per il c.d. "Uomo di Altamura"), per stimolare la segnalazione immediata dei ritrovamenti e disincentivare la dispersione e distruzione di interi contesti.

Va comunque sottolineato che al momento gli Uffici del MiC non dispongono di tabelle di valori per i materiali antropologici e, pertanto, procedono a valutazioni sulla base di parametri definiti di volta in volta, anche con il supporto di esperti. L'unico riferimento attualmente disponibile è costituito dall'Allegato alla Circolare 251/1994 della Direzione Generale Antichità che disciplina la procedura per la definizione e attribuzione dei premi di rinvenimento; tale documento, ad oggi ancora non aggiornato, stabilisce però un criterio di stima solo per i "reperti ossei fossili dal Pliocene superiore all'Olocene, inclusi i primati", non considerando di fatto altre tipologie di resti umani (reperti osteologici più recenti di 10.000 anni, mummie, ecc.). Tale lacuna non può comunque essere considerata una voluta esclusione, dato che, com'è noto, nello stesso Allegato molte sono le categorie di beni archeologici che non vengono prese in esame.

Nelle more della pubblicazione da parte del Ministero di nuovi strumenti aggiornati per una valutazione che risponda a criteri standardizzati a livello nazionale, appare opportuno che gli Uffici competenti calcolino i valori patrimoniali dei reperti antropologici sulla base di stime comparative, eventualmente ricorrendo alla consulenza del personale tecnico specializzato in servizio (si veda, il cap. 4.3) o anche a esperti esterni (cap. 4.4). In proposito si raccomanda di adottare per la valutazione dei resti umani principi omogenei e coerenti, che tengano conto delle loro caratteristiche di rarità, completezza, antichità ed eccezionalità, nonché della relazione con il contesto di ritrovamento, considerato nella sua totalità.

Per una rapida ed efficace gestione dell'immensa quantità di materiali archeologici e in particolare dei resti umani che, per la loro intrinseca natura, presentano problematiche specifiche di conservazione, l'Istituto centrale per il catalogo e la documentazione, in accordo con la Direzione Generale Archeologia, belle arti e paesaggio e con la Direzione Generale Musei, ha predisposto un apposito strumento per la registrazione informatizzata dei dati. Il **MINP - Modulo per l'inventariazione patrimoniale** è stato elaborato proprio per l'acquisizione delle informazioni relative sia a singoli oggetti, sia a lotti di materiali (entrambe queste situazioni possono riguardare anche i resti umani), secondo modalità conformi agli standard ministeriali, in modo che i dati, in un momento successivo, possano essere riutilizzati come base conoscitiva per redigere schede di catalogo. In proposito è bene ricordare che l'approccio "amministrativo" adottato per l'inventariazione patrimoniale - con l'assegnazione di un codice di inventario (ternario per i singoli oggetti; quaternario per i lotti), legato ad un determinato anno finanziario, ad un determinato Ente e ad un determinato progetto - potrebbe risultare diverso dall'approccio "scientifico" adottato

per la catalogazione dei medesimi beni, con assegnazione del codice univoco nazionale. Ad esempio, alcuni reperti antropologici, inventariati separatamente, a seguito dello studio, delle analisi di laboratorio, di considerazioni sul contesto di provenienza, potrebbero essere “riconosciuti” come pertinenti ad un unico individuo e quindi potrebbero essere catalogati con un’unica scheda ed essere associati ad un unico codice nazionale.

Pertanto gli esiti della catalogazione potrebbero a loro volta comportare una revisione del registro inventariale, con conseguente variazione della stima, in quanto il “valore” del bene risulterebbe in questo caso incrementato con modalità che non possono essere ridotte alla semplice “somma” delle stime dei singoli reperti, a conferma di quanto prima esposto riguardo alla valenza culturale e non materiale dei resti antropologici.

Bibliografia essenziale

1. Mutillo et al. 2015
2. ICCD 2014a

Bibliografia

- AA.VV. (2005). *A Field Guide to the Excavation of Inhumated Human Remains*. British Archaeological Jobs Resource.
- Adler, C. J., Dobney, K., Weyrich, L. S., Kaidonis, J., Walker, A. W., Haak, W., Bradshaw, C. J. A., Townsend, G., Sołtysiak, A., Alt, K. W., Parkhill, J. & Cooper, A. (2013). Sequencing ancient calcified dental plaque shows changes in oral microbiota with dietary shifts of the Neolithic and Industrial revolutions. *Nature Genetics*, 4545(4), 450-455450-455. <https://doi.org/10.1038/ng.2536>
- Ambrose, S. H. (1993). Isotopic analysis of paleodiets: methodological and interpretative considerations. In M. K. Sandford (Cur.), *Investigations of ancient human tissue Chemical analyses in Anthropology* (pp. 59-130). Gordon; Breach Science Publishers.
- Amorim, C. E. G., Vai, S., Posth, C., Modi, A., Koncz, I., Hakenbeck, S., Rocca, M. C. L., Mende, B., Bobo, D., Pohl, W., Baricco, L. P., Bedini, E., Francalacci, P., Giostira, C., Vida, T., Winger, D., von Freeden, U., Ghirotto, S., Lari, M., ... Veeramah, K. R. (2018). Understanding 6th-century barbarian social organization and migration through paleogenomics. *Nature Communications*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06024-4>
- Andreini, R. & Rubini, M. (1995). *L'uomo e i suoi prodotti. Problematiche straordinarie di tutela*. Soprintendenza Archeologica per il Lazio.
- Angelaccio, D., Giorgi, M. G. & Sarti, L. (2007). Vietato non toccare. Percorso museale tattile-olfattivo. *Museologia Scientifica*, 1, 161-163.
- ANMS. (2011). Document on the request by the Australian Government for the restitution of human skeletal remains deriving from Australian territory and conserved in the Anthropology and Ethnology Section of the Museum of Natural History of the University of Florence. *Museologia Scientifica*.
- Antoine, D. & Taylor, E. (2014). *Regarding the Dead: Human Remains in the British Museum* (A. Fletcher, D. Antoine & J. D. Hill, Cur.). British Museum Press, London.
- Antonio, M. L., Gao, Z., Moots, H. M., Lucci, M., Candilio, F., Sawyer, S., Oberreiter, V., Calderon, D., Devitofranceschi, K., Aikens, R. C., Aneli, S., Bartoli, F., Bedini, A., Cheronet, O., Cotter, D. J., Fernandes, D. M., Gasperetti, G., Grifoni, R., Guidi, A., ... Pritchard, J. K. (2019). Ancient Rome: A genetic crossroads of Europe and the Mediterranean. *Science*, 366(6466), 708-714. <https://doi.org/10.1126/science.aay6826>

- Barazzetti, L. & Scaioni, M. (2013). *Reality-Based 3D Modelling from Images and Laser Scans: Combining Accuracy and Automation*. In: *Advanced Research and Trends in New Technologies, Software, Human-Computer Interaction, and Communicability* (Cipolla-Ficarra, Cur.). Information Science Reference. https://www.ebook.de/de/product/21800822/advanced_research_and_trends_in_new_technologies_software_human_computer_interaction_and_communicability.html
- Barcelò, A. (2000). *Virtual Reality in Archaeology* (A. Barcelò, M. Forte & D. H. Sanders, Cur.). British Archaeological Reports Oxford Ltd. https://www.ebook.de/de/product/13697932/virtual_reality_in_archaeology.html
- Bass, W. (2005). *Human osteology: a laboratory and field manual*. Missouri Archaeological Society.
- Behrensmeyer, A. K., Kidwell, S. M. & Gastaldo, R. A. (2000). Taphonomy and Paleobiology [Supplement]. *Paleobiology*, 26(4), 103–147.
- Belcastro, M. G. & Mariotti, V. (2010). L'uomo e il pensiero della morte. *Sepulture anormale. Indagini archeologiche e antropologiche dall'Epoca classica al Medioevo in Emilia Romagna. Giornata di studi (Castelfranco Emilia, 19 Dicembre 2009)*, 13–21.
- Bentley, R. A. (2006). Strontium Isotopes from the Earth to the Archaeological Skeleton: A Review. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 13(3), 135–187. <https://doi.org/10.1007/s10816-006-9009-x>
- Bianchini, C., Borgogni, F. & Ippolito, A. (2015). Advantages and disadvantages of digital approach in archaeological fieldwork. *CAA2014. 21st Century Archaeology. Concepts, Methods and Tools. Proceedings of the 42nd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*.
- Biehler-Gomez, L., Mattia, M., Sala, C., Giordano, G., Candia, D. D., Messina, C., Sconfienza, L. M., Franchini, A. F., Porro, A., Galimberti, P. M., Slavazzi, F. & Cattaneo, C. (2021). Mercury poisoning in two patients with tertiary syphilis from the Ca' Granda hospital (17th-century Milan). *Archaeometry*, 64(2), 500–510. <https://doi.org/10.1111/arcm.12721>
- Bietti Sestieri, A. M. (2018). *L'Italia nell'età del bronzo e del ferro. Dalle palafitte a Romolo (2200-700 a. C.)*. Carocci.
- Binford, L. R. (1971). Mortuary Practices: Their Study and Their Potential. *Memoirs of the Society for American Archaeology*, 25, 6–29. <https://doi.org/10.1017/S0081130000002525>
- Birrozzini, C., Barbaro, B., Mancinelli, M. L., Negri, A., Plances, E. & Veninata, C. (2020). Catalogare nel 2020. *Aedon, Rivista di Arti e diritto on line - fascicolo 3*.
- Bondioli, L., Cerilli, E., Fugazzola Delpino, M. A., Macchiarelli, A. & Tagliacozzo, A. (2000). Conservation and preservation of bone materials from underwater excavations: the example of the neolithic settlement of "La Marmotta" (Bracciano Lake, Rome, Italy). *Proceedings 2nd International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin" (Paris 5-9 July 1999)*, 1169-1174.

- Borgognini Tarli, S. & Pacciani, E. (1993). *I resti umani nello scavo archeologico : metodiche di recupero e studio*. Bulzoni.
- Brothwell, D. (1981). *Digging up bones: the excavation, treatment, and study of human skeletal remains*. Cornell University Press British Museum (Natural History).
- Brzobohatá, H., Prokop, J., Horák, M., Jančárek, A. & Velemínská, J. (2012). Accuracy and benefits of 3D bone surface modelling: a comparison of two methods of surface data acquisition reconstructed by laser scanning and computed tomography outputs. *Collegium antropologicum*, 36/3, 801-806.
- Buikstra, J. E. & Ubelaker, D. H. (1994). *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains* (Vol. 44). Arkansas Archeological Survey Research Series.
- Cabo, L. L., Dirkmaat, D. C., Adovasio, J. M. & Rozas, V. C. (2012). *Archaeology, mass graves, and resolving commingling issues through spatial analysis*. In: *A Companion to Forensic Anthropology* (D. C. Dirkmaat, Cur.). PAPERBACKSHOP UK IMPORT. https://www.ebook.de/de/product/16801186/a_companion_to_forensic_anthropology.html
- Cappellini, E., Prohaska, A., Racimo, F., Welker, F., Pedersen, M. W., Allentoft, M. E., de Barros Damgaard, P., Gutenbrunner, P., Dunne, J., Hammann, S., Roffet-Salque, M., Ilardo, M., Moreno-Mayar, J. V., Wang, Y., Sikora, M., Vinner, L., Cox, J., Evershed, R. P. & Willerslev, E. (2018). Ancient Biomolecules and Evolutionary Inference. *Annual Review of Biochemistry*, 87(1), 1029–1060. <https://doi.org/10.1146/annurev-biochem-062917-012002>
- Carretti, E., Natali, I., Sansoni, S., Baglioni, P. & Dei, L. (2014). Consolidamento delle ossa della reliquia di San Clemente mediante dispersioni alcoliche di nanoparticelle di Ca(OH)₂. *Kermes* 96: 61-67.
- Cassman, V. & Odegaard, N. (2008a). Condition Assessment of Osteological Collection. In V. Cassman, N. Odegaard & J. Powell (Cur.), *Human Remains: Guide for Museums and Academic Institutions* (pp. 103–128).
- Cassman, V. & Odegaard, N. (2008b). Storage and Transport. In V. Cassman, N. Odegaard & J. Powell (Cur.), *Human Remains: Guide for Museums and Academic Institutions* (pp. 29–48).
- Cavazzuti, C., Bresadola, B., d’Innocenzo, C., Interlando, S. & Sperduti, A. (2019). Towards a new osteometric method for sexing ancient cremated human remains. Analysis of Late Bronze Age and Iron Age samples from Italy with gendered grave goods (D. H. Shin, Cur.). *PLS ONE*, 14(1), e0209423. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209423>
- Cavazzuti, C., Cardarelli, A., Quondam, F., Salzani, L., Ferrante, M., Nisi, S., Millard, A. R. & Skeates, R. (2019). Mobile elites at Frattesina: flows of people in a Late Bronze Age ‘port of trade’ in northern Italy. *Antiquity*, 93, 624–644. <https://doi.org/10.15184/aqy.2019.59>
- Cavazzuti, C. & Salvadei, L. (2014). I resti umani cremati della necropoli di Casinalbo. In A. Cardarelli (Cur.), *La Necropoli della Terramara di Casinalbo* (pp. 669–708). All’Insegna del Giglio.
- Cavazzuti, C., Skeates, R., Millard, A. R., Nowell, G., Peterkin, J., Brea, M. B., Cardarelli, A. & Salzani, L. (2019). Flows of people in villages and large centres in Bronze

- Age Italy through strontium and oxygen isotopes (J. P. Hart, Cur.). *PLoS ONE*, 14(1), eo209693. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209693>
- Chibunichev, A., Knyaz, V., Zhuravlev, D. & Kurkov, V. (2018). Photogrammetry for Archaeology: Collecting Pieces Together. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XLII-2, 235-240.
- Cilli, C., Del Lucchese, A., Malerba, G., Rembado, G. & Giacobini, G. (2003). Evoluzione delle strategie museografiche nell'esposizione di sepolture preistoriche. Considerazioni sulle inumazioni di area ligure. *Bollettino dei Musei Civici Genovesi*, 19-21, 165-180.
- Cilli, C., Foà, S., Gastaldi, G., Giacobini, G., Jalla, D., Malerba, G., Milicia, M. T. & Montaldo, S. (2019). Al Museo Lombroso di Torino il caso odel cranio di Giuseppe Vilella: un patrimonio in beni culturali, la sua vera storia, le tappe giudiziarie, le implicazioni giuridiche e museologiche. *Museologia Scientifica*, 13, 139-150.
- Colleter, R., Romain, J. B. & Barreau, J. B. (2020). HumanOS: an open source nomadic software database for physical anthropology and archaeology. *Virtual Archaeology Review*, 11(23), 94. <https://doi.org/10.4995/var.2020.13422>
- Coppa, A. & Rubini, M. (1996). *Per la conoscenza del patrimonio biologico umano. Scheletro e Denti. Atlante di caratteri discontinui*. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali. Soprintendenza Archeologica per il Lazio.
- Courtaud, P. (1996). «Anthropologie de sauvetage» : vers une optimisation des méthodes d'enregistrement. Présentation d'une fiche anthropologique. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 8(3), 157-167. <https://doi.org/10.3406/bmsap.1996.2438>
- Craig, O. E., Biazzo, M., O'Connell, T. C., Garnsey, P., Martinez-Labarga, C., Lelli, R., Salvadei, L., Tartaglia, G., Nava, A., Renò, L., Fiammenghi, A., Rickards, O. & Bondioli, L. (2009). Stable isotopic evidence for diet at the Imperial Roman coastal site of Velia (1st and 2nd Centuries AD) in Southern Italy. *American Journal of Physical Anthropology*, 139(4), 572-583. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21021>
- Crowe, F., Sperduti, A., O'Connell, T. C., Craig, O. E., Kirsanow, K., Germoni, P., Macchiarelli, R., Garnsey, P. & Bondioli, L. (2009). Water-related occupations and diet in two Roman coastal communities (Italy, first to third century AD): Correlation between stable carbon and nitrogen isotope values and auricular exostosis prevalence. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(3), 355-366. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21229>
- Cunningham, C. (2016). *Developmental juvenile osteology*. Elsevier Science.
- Curina, R. & Di Stefano, V. (2019). *Il cimitero ebraico medievale di Bologna : un percorso tra memoria e valorizzazione*. Cooperativa archeologia.
- d'Agostino, B. (1985). Società dei vivi, comunità dei morti: un rapporto difficile. *Diarcheologia*, 1, 47-58.
- D'Andrea, A., Mariani, S., Aliboni, A., Tagliacozzo, A. & Cerilli, E. (2003). Supercritical Drying Process in Conservation of Waterlogged Osteological Remains. *International Society for the Advancement of Supercritical Fluids (I.S.A.S.F.), 6th In-*

- ternational Symposium on Supercritical Fluids (28-29-30 avril 2003 - Versailles, France).*
- Daynès, E. (2008). Bringing our ancestors back: an art to serve science. *Museologia Scientifica*, 2, 144-146.
- DCMS. (2005). Guidance for the care of human remains in museums.
- De Reu, J., De Smedt, P., Herremans, D., Van Meirvenne, M., Laloo, P. & De Clercq, W. (2014). On introducing an image-based 3D reconstruction method in archaeological excavation practice. *Journal of Archaeological Science*, 41, 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.08.020>
- Dean, M. C. (2010). Retrieving chronological age from dental remains of early fossil hominins to reconstruct human growth in the past. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1556), 3397–3410. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0052>
- DeNiro, M. J. (1985). Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, 317(6040), 806–809. <https://doi.org/10.1038/317806a0>
- DeWitte, S. N. & Stojanowski, C. M. (2015). The Osteological Paradox 20 Years Later: Past Perspectives, Future Directions. *Journal of Archaeological Research*, 23(4), 397–450. <https://doi.org/10.1007/s10814-015-9084-1>
- DiGangi, E. A. & Moore, M. K. (Cur.). (2012). *Research Methods in Human Skeletal Biology*. ACADEMIC PR INC. https://www.ebook.de/de/product/19460107/research_methods_in_human_skeletal_biology.html
- Duday, H. (2006). *Lezioni di archeotantologia: archeologia funeraria e antropologia di campo*. Soprintendenza Archeologica, Roma.
- Duday, H. (2009). *The Archaeology of the Dead*. Oxbow Books. <https://doi.org/10.2307/j.ctt1cdopkv>
- Duday, H., Courtaud, P., Crubezy, É., Sellier, P. & Tillier, A.-M. (1990). L'Anthropologie « de terrain » : reconnaissance et interprétation des gestes funéraires. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 2(3), 29–49. <https://doi.org/10.3406/bmsap.1990.1740>
- Earle, T. K., Preucel, R. W., Brumfiel, E. M., Carr, C., Limp, W. F., Chippindale, C., Gilman, A., Hodder, I., Johnson, G. A., Keegan, W. F., Knapp, A. B., Potter, P. B., Rolland, N., Rowlett, R. M., Trigger, B. G. & Zeitlin, R. N. (1987). Processual Archaeology and the Radical Critique [and Comments and Reply]. *Current Anthropology*, 28(4), 501–538. <https://doi.org/10.1086/203551>
- Errickson, D., Grueso, I., Griffith, S. J., Setchell, J. M., Thompson, T. J. U., Thompson, C. E. L. & Gowland, R. L. (2017). Towards a Best Practice for the Use of Active Non-contact Surface Scanning to Record Human Skeletal Remains from Archaeological Contexts. *International Journal of Osteoarchaeology*, 27(4), 650–661. <https://doi.org/10.1002/oa.2587>
- Evelyn-Wright, S., Dickinson, A. & Zakrewski, S. (2020). Getting to grips with 3D printed bones: Using 3D models as 'diagrams' to improve accessibility of palaeopathological data. *Volume 29*, 29(1). <https://doi.org/10.14324/111.2041-9015.012>

- Finnegan, M. (1978). Non-metric variation of the infracranial skeleton. *Journal of anatomy*, 125, 23–37.
- Frerking, C. & Gill-Frerking, H. (2017). Human remains as heritage: Categorisation, Legislation and Protection. *Art, Antiquity and Law*, 22, 49–73.
- Giacobini, G. (in stampa). Scheletri, mummie e riproduzioni del corpo umano nei musei scientifici. In M. Belcastro, G. Manzi & J. Moggi-Cecchi (Cur.), *Quel che resta. Scheletri e altri resti umani come beni culturali*. Il Mulino, Bologna.
- Giesen, M. & White, L. (2013). Curating Human Remains: Caring for the Dead in the United Kingdom. In M. Giesen (Cur.). BOYDELL PR. https://www.ebook.de/de/product/19405151/charlotte_roberts_charlotte_woodhead_curating_human_remains_caring_for_the_dead_in_the_united_kingdom.html
- Gillespie, R., Hedges, R. E. M. & Wand, J. O. (1984). Radiocarbon dating of bone by accelerator mass spectrometry. *Journal of Archaeological Science*, 11(2), 165–170.
- Gonçalves, D. & Pires, A. E. (2017). Cremation under fire: a review of bioarchaeological approaches from 1995 to 2015. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9, 1677–1688. <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0333-0>
- Gowland, R. & Knüsel, C. (2006). *Social archaeology of funerary remains*. Oxbow Books.
- Harney, E., Cheronet, O., Fernandes, D. M., Sirak, K., Mah, M., Bernados, R., Adamski, N., Broomandkhoshbacht, N., Callan, K., Lawson, A. M., Oppenheimer, J., Stewardson, K., Zalzal, F., Anders, A., Candilio, F., Constantinescu, M., Coppa, A., Ciobanu, I., Dani, J., ... Pinhasi, R. (2020). A minimally destructive protocol for DNA extraction from ancient teeth. *bioRxiv*.
- Harvig, L., Frei, K. M., Price, T. D. & Lynnerup, N. (2014). Strontium Isotope Signals in Cremated Petrous Portions as Indicator for Childhood Origin (J. M. Monge, Cur.). *PLoS ONE*, e0101603. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101603>
- Hedges, R. E. & Reynard, L. M. (2007). Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 34(8), 1240–1251. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.015>
- Higgins, O. A., Vazzana, A., Scalise, L. M., Riso, F. M., Buti, L., Conti, S., Bortolini, E., Oxilia, G. & Benazzi, S. (2020). Comparing traditional and virtual approaches in the micro-excavation and analysis of cremated remains. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 32, 102396. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102396>
- Hillson, S. (2005). *Teeth*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511614477>
- Hillson, S. (2014). *Tooth Development in Human Evolution and Bioarchaeology*. CAMBRIDGE. https://www.ebook.de/de/product/21881146/simon_hillson_tooth_development_in_human_evolution_and_bioarchaeology.html
- Hodder, I. (2012). *The Present Past: An Introduction to Anthropology for Archeologists*. Pen; Sword.
- Iacumin, P., Bocherens, H., Mariotti, A. & Longinelli, A. (1996). Oxygen isotope analyses of co-existing carbonate and phosphate in biogenic apatite: a way to mo-

- nitor diagenetic alteration of bone phosphate? *Earth and Planetary Science Letters*, 142, 1–6. [https://doi.org/10.1016/0012-821x\(96\)00093-3](https://doi.org/10.1016/0012-821x(96)00093-3)
- ICCD. (2014a). *MINP - Modulo per l'inventariazione patrimoniale* 4.00. Recuperato gennaio 31, 2020, da http://www.iccd.beniculturali.it/it/ricercanormative/156/minp-modulo-per-l-inventariazione-patrimoniale-4_00
- ICCD. (2014b). *Normativa AT - Antropologia fisica* 3.01. Recuperato gennaio 31, 2020, da http://www.iccd.beniculturali.it/it/ricercanormative/1/at-antropologia-fisica-3_01
- International Association for the Study of Human Paleontology. (1998). Resolution. *Rivista di Antropologia*, 76, 229–235.
- Irish, J. D. & Nelson, G. C. (Cur.). (2008). *Technique and Application in Dental Anthropology*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511542442>
- Katzenberg, M. A. & Saunders, S. R. (Cur.). (2008). *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470245842>
- Knüsel, C. & Robb, J. (2016). Funerary taphonomy: An overview of goals and methods. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, 655–673. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.05.031>
- Komar, D. & Buikstra, J. E. (2008). *Forensic anthropology : contemporary theory and practice*. Oxford University Press.
- Krouse, H. R., Stewart, J. W. B. & Grienko, V. A. (1991). Pedosphere and biosphere. In H. R. Krouse & V. A. Grienko (Cur.), *Stable isotopes: natural and anthropogenic sulphur in the environment* (pp. 267–306).
- Larsen, C. S. (Cur.). (2010). *A Companion to Biological Anthropology*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781444320039>
- Larsen, C. S. (2018). *Bioarchaeology*. Cambridge University Press. https://www.ebook.de/de/product/23687282/clark_spencer_larsen_bioarchaeology.html
- Lee-Thorp, J. A. (2008). On Isotopes and Old Bones. *Archaeometry*, 50(6), 925–950. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00441.x>
- Lohman, J. & Goodnow, K. (2006). *Human Remains and Museum Practice* (J. Lohman & K. Goodnow, Cur.). BERGHAIN BOOKS INC. https://www.ebook.de/de/product/26059024/human_remains_and_museum_practice.html
- Longin, R. (1971). New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating. *Nature*, 230(5291), 241–242. <https://doi.org/10.1038/230241a0>
- López-Polín, L. (2012). Possible interferences of some conservation treatments with subsequent studies on fossil bones: a conservator's overview. *Quaternary International*, 275, 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.07.039>
- López-Polín, L., Bermúdez de Castro, M. & Carbonell, E. (2017). The preparation and conservation treatments of the human fossils from Lower Pleistocene unit TD6 (Gran Dolina site, Atapuerca) – The 2003–2009 record. *Quaternary International*, 433, 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.036>

- Lovell, N. C. (1997). Trauma analysis in paleopathology. *American Journal of Physical Anthropology*, 104(S25), 139–170. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1096-8644\(1997\)25+<139::aid-ajpa6>3.o.co;2-#](https://doi.org/10.1002/(sici)1096-8644(1997)25+<139::aid-ajpa6>3.o.co;2-#)
- Lugli, F., Rocco, G. D., Vazzana, A., Genovese, F., Pinetti, D., Cilli, E., Carile, M. C., Silvestrini, S., Gabanini, G., Arrighi, S., Buti, L., Bortolini, E., Cipriani, A., Figus, C., Marciani, G., Oxilia, G., Romandini, M., Sorrentino, R., Sola, M. & Benazzi, S. (2019). Enamel peptides reveal the sex of the Late Antique ‘Lovers of Modena’. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49562-7>
- Lusuardi Siena, S., Del Galdo, E. & Dellù, E. (2018). *Gli scavi nella cattedrale di Santa Maria: le sepolture medievali e ‘la tomba del cavaliere*. Quaderni del Centro Studi Lune.
- Lusuardi Siena, S. & Matteoni, F. (2017). *Archeologia e antropologia in dialogo. Lo scavo nella Chiesa dei Santi Filippo e Giacomo di Nosedo*. Soprintendenza per i Beni Archeologici della Lombardia.
- Mallegni, F. & Rubini, M. (1994). *Recupero dei materiali scheletrici umani in archeologia*. CISU.
- Mancinelli, M. L. (2018). Gli standard catalografici dell’Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione. In R. Tucci (Cur.), *Le voci, le opere e le cose. La catalogazione dei beni culturali demoetnoantropologici* (pp. 279–302). Istituto centrale per il catalogo e la documentazione.
- Manzi, G. (2017). *Ultime notizie sull’evoluzione umana*. Il mulino.
- Manzi, G. (2018). *Il grande racconto dell’evoluzione umana*. Il mulino.
- Mattia, M., Biehler-Gomez, L., Sguazza, E., Galimberti, P. M., Vaglianti, F., Gibelli, D., Poppa, P., Caccia, G., Caccianiga, M., Vanin, S., Manthey, L., Jantz, R. L., Candia, D. D., Maderna, E., Albini, G., Pawaskar, S., Damann, F., Fedeli, A. M., Belgiovine, E., ... Cattaneo, C. (2022). Ca’ Granda, an avant-garde hospital between the Renaissance and Modern age: a unique scenario in European history. *Medical History*, 66(1), 24–33. <https://doi.org/10.1017/mdh.2021.40>
- Mays, S. (2013, marzo). Curation of Human Remains at St. Peters Church. In M. Giesen (Cur.), *Curating Human Remains: Caring for the Dead in the United Kingdom* (pp. 13–24). BOYDELL PR. https://www.ebook.de/de/product/19405151/charlotte_roberts_charlotte_woodhead_curating_human_remains_caring_for_the_dead_in_the_united_kingdom.html
- McKinley, J. (2013, marzo). ‘No Room at the Inn’... Contract Archaeology and the Storage of Human Remains. In M. Giesen (Cur.), *Curating Human Remains: Caring for the Dead in the United Kingdom* (pp. 135–145). BOYDELL PR. https://www.ebook.de/de/product/19405151/charlotte_roberts_charlotte_woodhead_curating_human_remains_caring_for_the_dead_in_the_united_kingdom.html
- Metcalfe, P. & Huntington, R. (1991). *Celebrations of death: The anthropology of mortuary ritual*. Cambridge University Press.
- MiBAC. (2007). Standard Museali Ministero per i Beni e le Attività Culturali Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici sugli standard di funzionamento e svi-

- luppo dei musei (art. 150, comma 6, D.L. n. 112/1998). *Museologia Scientifica*, 1, 67–15.
- Minozzi, S. & Canci, A. (2015). *Archeologia dei resti umani : dallo scavo al laboratorio*. Carocci.
- Minozzi, S., Fornaciari, A. & Fornaciari, G. (2012). Commentary on: Nuzzolese E, Borri M. Forensic approach to an archaeological casework of “vampire” skeletal remains in Venice: odontological and anthropological prospectus. *J Forensic Sci* 2010 55(6):1634-37. *Journal of Forensic Sciences*, 57(3), 843–844. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2012.02100.x>
- Morris, I. & Ian, M. (1992). *Death-ritual and social structure in classical antiquity*. Cambridge University Press.
- Müller, W., Nava, A., Evans, D., Rossi, P. F., Alt, K. W. & Bondioli, L. (2019). Enamel mineralization and compositional time-resolution in human teeth evaluated via histologically-defined LA-ICPMS profiles. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 255, 105–126. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2019.03.005>
- Muttillio, B., Cangemi, M. & Peretto, C. (2015). *Le Risorse Invisibili. La gestione del patrimonio archeologico e scientifico tra criticità e innovazione*. Annali dell’Università di Ferrara, sez. di Museologia Scientifica e Naturalistica, volume 11/1. <https://doi.org/10.15160/1824-2707/1082>
- Nikita, E. (2017). *Osteoarchaeology : a guide to the macroscopic study of human skeletal remains*. Academic Press.
- Nikita, E. & Karligkioti, A. (2019). *Basic Guidelines for the excavations and study of human skeletal remains*. The Cyprus Institute.
- Nikita, E., Karligkioti, A. & Lee, H. (2019). *Excavation and study of commingled human skeletal remains*. The Cyprus Institute.
- Nizzo, V. (2015). *Archeologia e antropologia della morte: storia di un’idea*. Edipuglia Bari.
- North, A., Balonis, M. & Kakoulli, I. (2016). Biomimetic hydroxyapatite as a new consolidating agent for archaeological bone. *Studies in Conservation*, 61(3), 146–161. <https://doi.org/10.1179/2047058415y.0000000020>
- Nriagu, J. O., Rees, C. E., Mekhtiyeva, V. L., Lein, A. Y., Fritz, P., Drimmie, R. J., Pankina, R. G., Robinson, R. W. & Krouse, H. R. (1991). Hydrosphere. In V. A. Krouse H. R. Grienko (Cur.), *Stable isotopes: natural and anthropogenic sulphur in the environment*.
- Orlando, L., Allaby, R., Skoglund, P., Sarkissian, C. D., Stockhammer, P. W., Ávila-Arcos, M. C., Fu, Q., Krause, J., Willerslev, E., Stone, A. C. & Warinner, C. (2021). Ancient DNA analysis. *Nature Reviews Methods Primers*, 1(1). <https://doi.org/10.1038/s43586-020-00011-0>
- Ortner, D.J. (2003). *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Elsevier Science Techn. https://www.ebook.de/de/product/15166560/donald_j_ortner_identification_of_pathological_conditions_in_human_skeletal_remains.html
- Paabo, S. (1985). Molecular cloning of Ancient Egyptian mummy DNA. *Nature*, 314, 644-645.

- Pacciani, E. (1993). I resti umani nello scavo archeologico. In S. Borgognini Tarli & E. Pacciani (Cur.). Bulzoni.
- Pearson, M. (1999). *The archaeology of death and burial*. Sutton.
- Pearson, M. P. (1982). Mortuary practices, society and ideology: an ethnoarchaeological study. *Symbolic and structural archaeology*, 1, 99–113.
- Pessina, A. & Tinè, V. (2018). *Archeologia del neolitico : l'Italia tra il VI e il IV millennio a. C.* Carocci editore.
- Pinhasi, R., Fernandes, D., Sirak, K., Novak, M., Connell, S., Alpaslan-Roodenberg, S., Gerritsen, F., Moiseyev, V., Gromov, A., Raczky, P., Anders, A., Pietruszewski, M., Rollefson, G., Jovanovic, M., Trinhhoang, H., Bar-Oz, G., Oxenham, M., Matsumura, H. & Hofreiter, M. (2015). Optimal Ancient DNA Yields from the Inner Ear Part of the Human Petrous Bone (M. D. Petraglia, Cur.). *PLoS ONE*, 10(6), e0129102. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129102>
- Pinna, G. (2017). Un piccolo consiglio museografico. *Nuova Museologia*, 36, 1-2.
- Pinna, G. (2018). Posizionare didascalie e oggetti ad altezza d'uomo. *Nuova Museologia*, 38, 1-2.
- Poirier, D. A. & Feder, K. L. (2000). *Dangerous Places* (D. A. Poirier & K. L. Feder, Cur.). Bergin Garvey. https://www.ebook.de/de/product/3605633/dangerous_places.html
- Profico, A., Bellucci, L., Buzi, C., Di Vincenzo, F., Micarelli, F., Strani, F., Tafuri, M. A. & Manzi, G. (2018). Virtual Anthropology and its Application in Cultural Heritage Studies. *Studies in Conservation*, 64(6), 323–336. <https://doi.org/10.1080/00393630.2018.1507705>
- Redfern, R. & Bekvalac, J. (2013). Curating Human Remains: Caring for the Dead in the United Kingdom. In M. Giesen (Cur.). BOYDELL PR. https://www.ebook.de/de/product/19405151/charlotte_roberts_charlotte_woodhead_curating_human_remains_caring_for_the_dead_in_the_united_kingdom.html
- Rmoutilová, R., Guyomarc'h, P., Velemínský, P., Šefčáková, A., Samsel, M., Santos, F., Maureille, B. & Brůžek, J. (2018). Virtual reconstruction of the Upper Palaeolithic skull from Zlatý Kůň, Czech Republic: Sex assessment and morphological affinity (K. Rosenberg, Cur.). *PLOS ONE*, 13(8), e0201431. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201431>
- Roberts, C. (2005). *The archaeology of disease*. Cornell University Press.
- Rolfo Arzarello, P. (2018). Riproduzioni in archeologia: le copie delle stele. In G. Gattis (Cur.), *Area megalitica di Saint-Martin-de-Corléans : una versione aggiornata*. Le Château.
- Salzani, P., Salzani, L., Dori, I., Bortoluzzi, S. & Boccone, S. (2015). La necropoli del Bronzo antico di loc. Arano, Cellere di Illasi, Verona (2007). *La necropoli del Bronzo antico di loc. Arano, Cellere di Illasi, Verona (2007)*, 289–294.
- Schaefer, M., Black, S. & Scheuer, L. (2009). *Juvenile osteology : a laboratory and field manual*. Academic.
- Scheidel, W. (Cur.). (2018). *The Science of Roman History*. Princeton University Press. https://www.ebook.de/de/product/31219845/the_science_of_roman_history.html

- Schmidt, C. & Symes, S. (2015). *The Analysis of Burned Human Remains*. Elsevier Science Publishing Co Inc. https://www.ebook.de/de/product/24142863/the_analysis_of_burned_human_remains.html
- Schotsmans, E. M. J., Márquez-Grant, N. & Forbes, S. L. (Cur.). (2017). *Taphonomy of Human Remains: Forensic Analysis of the Dead and the Depositional Environment*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118953358>
- Seguchi, N. & Dudzik, B. (2019). *3D Data Acquisition for Bioarchaeology, Forensic Anthropology, and Archaeology*. Elsevier Science Publishing Co Inc. https://www.ebook.de/de/product/34933247/3d_data_acquisition_for_bioarchaeology_forensic_anthropology_and_archaeology.html
- Sirak, K. A., Fernandes, D. M., Cheronet, O., Harney, E., Mah, M., Mallick, S., Rohland, N., Adamski, N., Broomandkshobacht, N., Callan, K., Candilio, F., Lawson, A. M., Mandl, K., Oppenheimer, J., Stewardson, K., Zalzalá, F., Anders, A., Bartík, J., Coppa, A., ... Pinhasi, P. (2020). Human auditory ossicles as an alternative optimal source of ancient DNA. *Genome Research*, 30(3), 427–436. <https://doi.org/10.1101/gr.260141.119>
- Sirak, K. A., Fernandes, D. M., Cheronet, O., Novak, M., Gamarra, B., Balassa, T., Bernert, Z., Cséki, A., Dani, J., Gallina, J. Z., Kocsis-Buruzs, G., Kóvári, I., László, O., Pap, I., Patay, R., Petkes, Z., Szenthe, G., Szeniczey, T., Hajdu, T. & Pinhasi, R. (2018). A minimally-invasive method for sampling human petrous bones from the cranial base for ancient DNA analysis. *Biotechniques*, 62(6): 283–289.
- Slice, D. E. (Cur.). (2005). *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/0-387-27614-9>
- Smith, L. (2007). *Uses of Heritage*. Taylor & Francis.
- Smith, T. M. & Tafforeau, P. (2008). New visions of dental tissue research: Tooth development, chemistry, and structure. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 17(5), 213–226. <https://doi.org/10.1002/evan.20176>
- Snoeck, C., Lee-Thorp, J., Schulting, R., de Jong, J., Debouge, W. & Mattielli, N. (2015). Calcined bone provides a reliable substrate for strontium isotope ratios as shown by an enrichment experiment. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 29, 107–114. <https://doi.org/10.1002/rcm.7078>
- Sperduti, A., Bondioli, L. & Garnsey, P. (2012). Skeletal evidence for occupational structure at the coastal towns of Portus and Velia (1st–3rd c. AD). In I. Schrufer-Kolb (Cur.), *More than Just Numbers?: The Role of Science in Roman Archaeology* (pp. 53–70).
- Sperduti, A., Giuliani, M. R., Guida, G., Petrone, P. P., Rossi, P. F., Vaccaro, S., Frayer, D. W. & Bondioli, L. (2018). Tooth grooves, occlusal striations, dental calculus, and evidence for fiber processing in an Italian eneolithic/bronze age cemetery. *American Journal of Physical Anthropology*, 167(2), 234–243. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23619>
- Stanford, C., Allen, J. & Anton, S. (2008). *Exploring biological anthropology : the essentials*. Pearson Prentice Hall.

- Stanzani, A., Orsi, O. & Giudici, C. (2001). *Lo spazio il tempo le opere. Il catalogo del patrimonio culturale*. Silvana.
- Stoneking, M. & Krause, J. (2011). Learning about human population history from ancient and modern genomes. *Nature Reviews Genetics*, 12(9), 603–614. <http://doi.org/10.1038/nrg3029>
- Tafforeau, P., Boistel, R., Boller, E., Bravin, A., Brunet, M., Chairmanee, Y., Cloetens, P., Feist, M., Hoszowska, J., Jaeger, J. J., Kay, R. F., Lazzari, V., Marivaux, L., Nel, A., Nemoz, C., Thibault, X., Vignaud, P. & Zabler, S. (2006). Applications of X-ray synchrotron microtomography for non-destructive 3D studies of paleontological specimens. *Applied Physics A*, 83:195–202.
- van Klinken, G. J., van der Plicht, H. & Hedges, R. E. M. (1994). Bond13C/12C ratios reflect (palaeo-)climatic variations. *Geophysical Research Letters*, 21(6), 445–448. <https://doi.org/10.1029/94gl00177>
- Vasco Rocca, S. (2002). *Beni culturali e catalogazione: principi teorici e percorsi di analisi*. Gangemi.
- Weber, G. W., Bookstein, F. L. & Strait, D. S. (2011). Virtual anthropology meets biomechanics. *Journal of Biomechanics*, 44(8), 1429–1432. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2011.02.079>
- Welker, F., Ramos-Madrigal, J., Gutenbrunner, P., Mackie, M., Tiwary, S., Jersie-Christensen, R. R., Chiva, C., Dickinson, M. R., Kuhlwilm, M., de Manuel, M., Gelabert, P., Martín-Torres, M., Margvelashvili, A., Arsuaga, J. L., Carbonell, E., Marques-Bonet, T., Penkman, K., Sabidó, E., Cox, J., ... Cappellini, E. (2020). The dental proteome of Homo antecessor. *Nature*, 580(7802), 235–238. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2153-8>
- White, T. D. (2011). *Human Osteology*. Elsevier LTD, Oxford. https://www.ebook.de/de/product/8622390/tim_d_white_human_osteology.html
- White, T. D. & Folkens, P. (2005). *The Human Bone Manual*. Elsevier LTD, Oxford. https://www.ebook.de/de/product/4012612/tim_d_white_pieter_arend_folkens_the_human_bone_manual.html
- Wood, J. W., Milner, G. R., Harpending, H. C. & Weiss, K. M. (1992). The osteological paradox: problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. *Current Anthropology*, 33, 343–358.
- Xing, S., Martín-Torres, M., de Castro, J. M. B., Zhang, Y., Fan, X., Zheng, L., Huang, W. & Liu, W. (2014). Middle Pleistocene Hominin Teeth from Longtan Cave, Hexian, China (K. Rosenberg, Cur.). *PLoS ONE*, 9(12), e114265. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114265>